

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

Федеральное бюджетное учреждение  
«Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»

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

*Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции  
(18–22 марта 2013 г.)*

Петропавловск-Камчатский  
2013

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск

*Н.Г. Клочкова,*  
доктор биологических наук

П77

**Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование** : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции (18–22 марта 2013 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2013. – 228 с.

ISBN 978-5-328-00268-4

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояние 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 978-5-328-00268-4

© КамчатГТУ, 2013  
© Камчаттехмордирекция, 2013  
© Авторы, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

О Камчатской техмوردирекции .....	7
<b>Секция 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА</b>	
<b>Алтухов К.В., Ефимова М.В., Балыкова Л.И.</b> Анализ существующих способов производства икры минтая .....	9
<b>Балыкова Л.И., Смирнов М.А.</b> Результаты экспериментальных исследований предварительного охлаждения рыбы с использованием РГС .....	14
<b>Благонравова М.В., Гаунова О.А.</b> Выбор барьерных средств для сохранения качества малосоленой продукции из лососевых .....	16
<b>Горяка Е.Н.</b> Результаты экспериментальных исследований двухстадийной сушки морской капусты .....	18
<b>Ефимов А.А., Ефимова М.В., Кобзарева Е.И., Арчибисова А.С.</b> Влияние углекислоты на органолептические показатели качества филе трески мороженого .....	20
<b>Ивандюкова А.С., Сутягина М.В.</b> Разработка технологии колбасы рыбной сырокопченой .....	27
<b>Кобзарева Е.И.</b> Характеристика трески тихоокеанской как сырья для производства пищевой продукции .....	30
<b>Мезенова О.Я., Ключко Н.Ю., Байдалинова Л.С., Ташина Е.В., Андропова С.В., Матковская М.В.</b> Об использовании вторичного рыбного сырья в технологии пищевых продуктов и БАД .....	36
<b>Онопко Е.А., Грудинова И.А.</b> Методические подходы к оценке потенциала рыбной промышленности на примере Калининградской области .....	39
<b>Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А.</b> Освоение восточного участка Быстринского месторождения пресных подземных вод, проблемы и перспективы развития .....	43
<b>Пахомова В.В., Швецов В.А., Белавина О.А., Адельшина Н.В., Пахомов В.А.</b> Выбор аналитической схемы определения золота в пробах золотосодержащих руд первого класса .....	46
<b>Сафонов А.Е., Якушева И.А.</b> Современные тенденции в производстве мучных кондитерских изделий .....	48
<b>Сутягина М.В., Арчибисова А.С., Шарапова А.А., Куприянов А.И.</b> Характеристика дальневосточных лососей как сырья для производства пищевой продукции ..	53
<b>Таскин В.В., Сидоров М.Д., Новаков Р.М.</b> Геоинформационная система как инструмент геологического изучения недр .....	59
<b>Хлыбов И.В.</b> Эффективность работы кондиционера в режиме теплового насоса .....	62
<b>Шарапова А.А., Куприянов А.И., Сутягина М.В., Ивандюкова А.С.</b> Современные тенденции в технологии комбинированных пищевых продуктов на примере рыбных колбасных изделий .....	65

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

<b>Воробьев В.В.</b> Концептуальный подход к развитию государственного регулирования морского рыболовства	71
<b>Воробьев В.В.</b> Развитие марикультуры Дальневосточного региона страны на основе создания производственных кластеров	74
<b>Дымбровский А.В.</b> Использование альтернативных источников энергии на морских судах	77
<b>Марамзина А.А.</b> Применение защищенных каналов связи и обмена данными в целях обеспечения безопасности мореплавания	82
<b>Марченко А.А.</b> Процесс испытаний асинхронных электрических двигателей при обрывах и неправильном подключении обмоток статора	84
<b>Недоступ А.А., Дегутис А.В.</b> Динамическое подобие канатно-веревочных изделий	87
<b>Недоступ А.А., Ражев А.О.</b> Компьютерная программа по расчету характеристик снюрревода – II	90
<b>Николаенко С.Р.</b> GPS –компасы	93
<b>Паршин И.П., Грудинова И.А.,</b> Оценка состояния и эффективность использования сырьевой базы рыбодобычи	98
<b>Хмелькова С.Е.</b> Решение навигационной задачи по определению координат при пересечении двух прямых и пересечении прямой и окружности	101

## **Секция 3. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

<b>Беннер Е.Г.</b> Образовательное учреждение как наиболее доступная среда создания волонтерской группы	105
<b>Жовтонога О.И.</b> Экологическое образование школьников (из опыта работы МБОУ «Средняя школа № 10)	109
<b>Чувилин А.Г.</b> Муниципальный экологический контроль, роль самоуправления и участия общественности в сфере управления природопользованием	114

## **Секция 4. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ЗАПАСОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

<b>Балыкин П.А., Кушнаренок А.И., Болтнев А.И.</b> Сохранение водных биологических ресурсов – государственная, а не ведомственная задача	121
<b>Бонк А.А., Агафонов С.В.</b> Гибель производителей корфо-карагинской сельди в период нереста	126
<b>Борисовец Е.Э., Надточий В.А., Федотов П.А., Чалиенко М.О.</b> Распределение и некоторые аспекты биологии краба-стригуна опилио ( <i>Chionoecetes opilio</i> ) в заливах Олюторском и Корфа	131

<b>Бурлак Ф.А., Смирнов А.А.</b> Изменения биологических показателей тихоокеанской сельди северо-охотоморской подзоны в декабре 2012 г. в зависимости от пищевой активности .....	136
<b>Венедиктов С.Ю., Жирков Ф.М., Кириллов А.Ф., Сивцева Л.В., Сивцева Л.Н.</b> Оценка влияния горнодобывающей промышленности на состояние природной среды на территории расположения крупных производственных объектов в бассейне реки Алдан (бассейн реки Лена) .....	139
<b>Голованева А.Е.</b> Проблема загрязнения лимнических водоемов на урбанизированной территории .....	141
<b>Горбачева Е.А.</b> Сравнительная чувствительность тест-объектов к различному техногенному загрязнению .....	144
<b>Дуленин А.А., Дуленина П.А., Рижийс Е.А.</b> Новые сведения о макрозообентосе сублиторали западной части Татарского пролива .....	149
<b>Жилин А.Ю., Литовская А.М., Багрянцева У.П.</b> Углеводороды в донных осадках промысловых районов Баренцева моря в 2012 году .....	152
<b>Жилин А.Ю., Плотыцина Н.Ф.</b> Характеристика состояния загрязнения элементов экосистемы Баренцева моря в 2012 году ....	156
<b>Иванов С.А.</b> Оценка фотосинтезирующей активности фитопланктона по гидрохимическим характеристикам в Баренцевом море .....	161
<b>Касперович Е.В.</b> Загрязнение поверхностных слоев Авачинской губы в районах разливов нефтепродуктов .....	170
<b>Климова А.В.</b> Развитие <i>Alaria marginata</i> в условиях антропогенного загрязнения прибрежных вод юго-восточной Камчатки .....	173
<b>Клинушкин С.В., Мельник А.М.</b> К вопросу о плодовитости краба-стригуна <i>Chionoecetes angulatus</i> северной части Охотского моря .....	176
<b>Лаптева А.М.</b> Микроэлементы в беспозвоночных Баренцева моря .....	178
<b>Мазникова О.А.</b> Распределение молоди кеты в южной части Охотского моря осенью 2012 года .....	183
<b>Очеретяна С.О., Сергиенко Е.А.</b> Распространение представителей рода <i>Ulothrix</i> в Мировом океане и географическая характеристика его камчатских представителей .....	186
<b>Печёнкин Д.С., Ковачева Н.П., Кряхова Н.В., Лебедев Р.О., Назарцева М.Ю.</b> Содержание молоди камчатского краба ( <i>Paralitodes Camtschaticus</i> ) в искусственных условиях: динамика темпов роста и смертности .....	192
<b>Плотыцина Н.Ф.</b> Полихлорбифенилы в промысловых рыбах Баренцева моря .....	195
<b>Саушкина Д.Я.</b> Оценка степени изученности ихтиопланктона у восточного побережья Камчатки .....	198
<b>Саушкина Л.Н., Хурина О.В.</b> Комплексная оценка состояния озера Култучное по гидрохимическим показателям .....	201
<b>Семенченко Н.Н., Бутова Е.В.</b> Состояние запасов караса ( <i>Carassius</i> sp.) озера Чукчагирское (Хабаровский край) в зимний период .....	203
<b>Слизкин А.Г., Кобликов В.Н., Федотов П.А.</b> О промысловой мере краба-стригуна Бэрда <i>Chionoecetes Bairdi</i> из российских вод дальневосточных морей .....	208

<b>Смирнов А.А.</b>	
Первые итоги возобновления масштабного промысла гижигинско-камчатской сельди в западно-камчатской подзоне .....	212
<b>Сопина А.В., Харенко Е.Н., Рой В.И.</b>	
Влияние биологических показателей на нормы выхода продуктов переработки минтая ( <i>Theragra chalcogramma</i> ) Охотского моря .....	214
<b>Столь А.С., Резниченко Ю.А.</b>	
Применение нейронных сетей на основе технологии CUDA в системах экологического мониторинга .....	218
<b>Федотов П.А.</b>	
Летнее распределение и некоторые особенности биологии промысловых видов крабов северо-западной части Берингова моря в 2012 году .....	221
<b>Яржомбек А.А.</b>	
Аналоговое моделирование генного обмена между популяциями при стрейнге .....	225
Список организаций – участников конференции и их адреса .....	227

УДК 656.61(571.66)

## О КАМЧАТСКОЙ ТЕХМОРДИРЕКЦИИ

В целях обеспечения права каждого человека на благоприятную окружающую среду Указом Президента Российской Федерации № 1157 от 10 августа 2012 года Владимира Владимировича Путина 2013 год в России объявлен Годом охраны окружающей среды. В связи с этим проведение IV Всероссийской конференции «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование» на базе ФГБОУ ВПО «КамчатГТУ» – знаковое событие.

В текущем году деятельное участие в организации этой конференции принимает Федеральное бюджетное учреждение «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море» (Камчатская техмордирекция).

В России существуют шесть техмордирекций: Камчатская (г. Петропавловск-Камчатский), Тихоокеанская (г. Владивосток), Балтийская (г. Санкт-Петербург), Черноморо-Азовская (г. Ростов-на-Дону), Астраханская (г. Астрахань) и Арктическая (г. Мурманск). Они были образованы в марте 2007 г. в результате административной реформы, реорганизовавшей существовавшие до этого специализированные морские инспекции Министерства природных ресурсов Российской Федерации путем их частичного объединения. Подчинены они Федеральной службе по надзору в сфере природопользования – Росприроднадзору.

Техмордирекции созданы с целью технического обеспечения контроля и надзора за состоянием внутренних морских вод, территориального моря, континентального шельфа исключительной экономической зоны Российской Федерации. В сферу их деятельности также входит контроль за состоянием береговой линии в границах территории, примыкающей к морю, слежение за водоохранными зонами и прибрежными защитными полосами морей, морских и речных портов, земельными участками прибрежных полос, занятыми объектами хозяйственной и иной деятельности, являющимися водопользователями и/или оказывающими влияние на состояние морской среды, устьевых участков рек с частью их бассейнов и устьевым взморьем и федеральных внутренних водных путей.

Камчатская техмордирекция, уже более 15 лет возглавляемая Сергеем Витальевичем Паняевым, имеет два филиала: Магаданский в г. Магадан и Чукотский в г. Анадырь. Ее сотрудники обеспечивают контроль за состоянием морской среды в Охотском и Беринговом морях, у юго-восточной Камчатки, используя для этого суда природоохранного назначения, автотранспорт, необходимые приборы и средства спутниковой связи. Они также осуществляют экспертное сопровождение мероприятий по контролю и надзору на море, обследование подконтрольных прибрежных территорий и морских акваторий с целью выявления и экологической оценки загрязнения окружающей среды.

По результатам обследований в Росприроднадзор и другие заинтересованные организации направляются подготовленные сотрудниками техмордирекции обзорно-аналитические справки, карты-схемы, данные слежения через собственный узел центра связи спутникового мониторинга о позиционировании морских судов, с которых производятся несанкционированные сбросы загрязняющих веществ. Специалисты дирекции отбирают пробы сточных вод, донных отложений и др. с целью их дальнейшей передачи в специальные центры, производящие лабораторные анализы и технические измерения (ЦЛАТИ). На основе результатов, полученных в ходе изучения проб, даются экспертные заключения о концентрации в пробах загрязняющих веществ.

Камчатская техмордирекция вносит большой вклад в охрану морской среды путем проведения природоохранных мероприятий. Так, в 2009 г. было проведено 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)». Приятно отметить, что оно проводилось с привлечением к работе морских гидробиологов – студентов, аспирантов и преподавателей КамчатГТУ. Составленные по результатам исследования отчеты были направлены в Росприроднадзор, Отдел по надзору на море по Камчатскому краю и Чукотскому автономному округу Департамента Рос-

природнадзора по Дальневосточному федеральному округу, Министерство природных ресурсов Камчатского края, Администрацию морского порта Петропавловск-Камчатский и еще десять разных организаций и учреждений.

В 2008 г. проводились обследования акватории и прилегающей к ней части водоохраной зоны Охотского моря в границах Магаданской области на предмет несанкционированного размещения отходов производства и потребления. Силами Магаданского филиала проведены мероприятия по инвентаризации свалок металлолома и затопленных судов. Всего по итогам выездных обследований было обнаружено 40 объектов, проведено картирование их местоположения. Все материалы и аналитические справки по результатам обследований переданы в Отдел по надзору на море по Магаданской области Департамента Росприроднадзора по Дальневосточному федеральному округу.

В 2012 г. Камчатская техмордирекция провела работу по оценке масштабов загрязнения морской акватории Анадырского залива нефтепродуктами и угрозы возможной чрезвычайной ситуации в результате повреждения корпуса судна F/V «ORIENTAL ANGEL», возможности снятия судна с мели и дальнейшей буксировки. Силами сотрудников Чукотского филиала дирекции было проведено обследование подводной части корпуса и дна. Оно сопровождалось видеосъемкой подводных работ, замерами свала глубин от кормы судна. По результатам этого обследования в Департамент Росприроднадзора Дальневосточного федерального округа был представлен отчет с рекомендациями по предотвращению загрязнения морской акватории и морского дна.

Для достижения уставных целей Камчатская техмордирекция осуществляет также различную приносящую доход деятельность. В основном это разработка для водопользователей экологических проектов, проектов нормативно-допустимых сбросов, предельно-допустимых выбросов, материалов ОВОС для оформления лицензий на водопользование, планов ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ЛРН) и другой документации. В штате организации работают высококвалифицированные специалисты-экологи. Два из них, Екатерина Касперович и Михаил Лякишев – кандидаты наук, выпускники аспирантуры КамчатГТУ. Они делятся своими знаниями и опытом с молодыми коллегами и студентами вузов, в том числе из КамчатГТУ, принимая их на практику и привлекая к проведению мероприятий по охране окружающей среды, проводимым Камчаттехмордирекцией.

*О.А. Горских,*

*заместитель директора  
ФБУ «Камчаттехмордирекция»*

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

УДК 664.955:639.223

### АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ИКРЫ МИНТАЯ

*К.В. Алтухов, М.В. Ефимова, Л.И. Балькова*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

Проведен анализ способов производства икры минтая. Представлена характеристика физико-химических, реологических и микробиологических изменений в процессе ее производства. На основании анализа сделан вывод о целесообразности замораживания пробойной соленой икры минтая.

Основным способом консервирования икры рыб является посол. Цель посола – предохранить икру от гнилостного разложения и автолиза. Проникая в икринки, соль извлекает из них некоторое количество влаги, при этом икринки уплотняются пропорционально содержанию в них соли. Соль также частично извлекает влагу и из клеток микроорганизмов, вызывающих порчу икры, и таким образом замедляет ее развитие. Установлено, что развитие микрофлоры заметно снижается при наличии в икре соли в количестве 3,5–4% [1].

Химический состав и качество соленой икры зависят от содержания в ней соли. Икра крепкосоленая содержит значительно меньше свободных аминокислот, чем среднесоленая в пересчете на 100 г икры. По содержанию азота летучих оснований также лучшей признана крепкосоленая икра; жир из крепкосоленной икры наименее гидролизован [2].

В соответствии с требованиями ГОСТ 1573 [3], содержание поваренной соли в пробойной соленой икре минтая должно быть 5–12%. В икре же особенно ценится малосольность. На качество соленой икры и процесс ее посола влияет химический состав соли [4, 5].

На рис. 1 приведена технологическая схема производства пробойной соленой икры минтая по традиционной технологии в соответствии с ТИ № 81 [6].

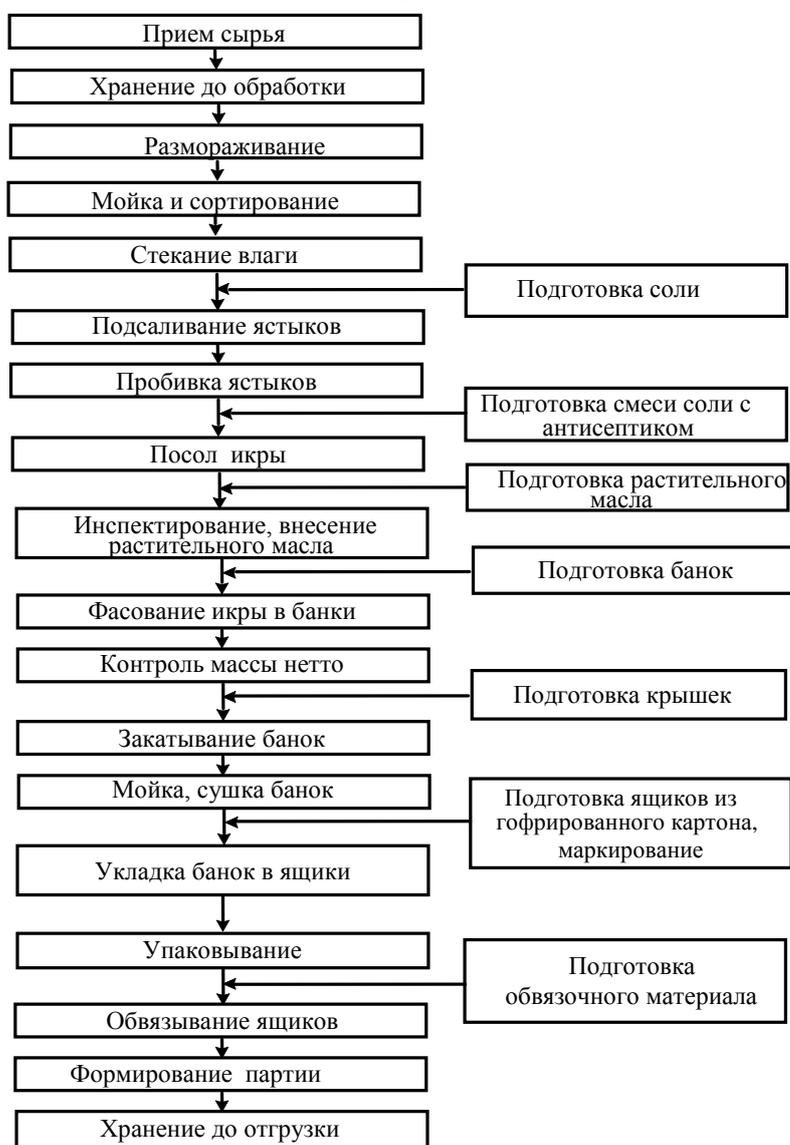


Рис. 1. Технологическая схема производства пробойной соленой икры минтая

При посоле в икре рыб происходит ряд физико-химических процессов. Наиболее значительные изменения касаются белковых веществ.

В первую очередь соль инактивирует протеолитические ферменты, в результате чего замедляется расщепление белков, а следовательно, и порча икры. На липолитические ферменты соль практически не действует. Активность ферментов также снижается из-за понижения содержания влаги в икре.

При взаимодействии соли с белком изменяется структура белка. При ингибировании протеолитических ферментов изменяется конфигурация белковой молекулы, происходит денатурация. Увеличивается содержание экстрактивного небелкового азота, накапливаются свободные аминокислоты.

При хранении соленой икры в ней происходят изменения под действием ферментов и микроорганизмов. При этом в икре накапливаются небелковые азотистые вещества, в том числе и летучие основания. Установлено, что при содержании азота летучих оснований в икре выше 30 мг/100 г она является недоброкачественной.

Кроме того, употребление в пищу продуктов, содержащих патогенные микроорганизмы, опасно для здоровья, а в ряде случаев и жизни человека. Во-первых, многие микроорганизмы в процессе своего развития продуцируют токсины, которые накапливаются в продуктах и, поступая в организм человека, могут вызвать отравления, иногда с летальным исходом. Во-вторых, живые микроорганизмы, поступая с пищей в достаточно больших количествах, могут инициировать инфекционный процесс [7].

В связи с тем, что в производственных условиях икра не может обрабатываться строго асептически, для сохранения качества слабосоленой икры при хранении в нее вводят антисептики. Без этого получить достаточно стойкий продукт без потери при этом природных высокогастрономических свойств икры рыб практически невозможно. При изготовлении икры без антисептиков необходимо повышать ее соленость, что значительно снижает ее гастрономические достоинства и делает продукт далеко не полезным для организма.

Использование в икорных продуктах консервирующих веществ, плотной упаковки, холодильного хранения способствует отмиранию наименее стойких неспорных видов микроорганизмов, задержке развития остальной микрофлоры. Микрофлору икры составляет более 80 видов различных микроорганизмов, многие из них обладают способностью разлагать белки, липиды и могут вызывать грубые изменения и порчу икры при хранении.

Видовой состав микрофлоры икры весьма разнообразен: преобладают палочковидные мезофильные сапрофиты, а также споровые формы. Наиболее часто встречаются *E. coli*, *Sarcinalutea*, *Bac. subtilis*, *Proteusvulgaris*, *Candidas* и др. [8].

Традиционно при производстве соленой пробойной икры тресковых в качестве консерванта по ГОСТ 1573 [3] применяют бензойнокислый натрий (БКН) в количестве не более 0,1% от массы икры.

Консервирующее действие БКН заключается в изменении pH, в результате чего создаются неблагоприятные условия для развития микроорганизмов. БКН представляет собой почти бесцветное кристаллическое вещество с очень слабым запахом, хорошо растворяющееся в воде. Однако, согласно исследованиям [9], антисептики в допустимых для икорного производства дозах при положительных температурах хранения оказывают весьма слабое бактерицидное действие на культуры типа *Sarcinalutea* и *Bac. subtilis*, даже если количество их не превышает  $10^5$  микробных клеток в 1 см<sup>3</sup>.

Кроме того, по данным исследований [10], установлено, что БКН, действующий на клетки аэробных дрожжей, обладает мутагенной активностью в отношении митохондриальной ДНК. В более позднем исследовании [11] установлено, что вред, наносимый митохондриям, может оказаться связанным с болезнью Паркинсона и другими нейродегенеративными заболеваниями. Также, согласно исследованиям [10], существует опасение, что употребление человеком пищи со значительным количеством консервантов способно вызвать окислительный стресс в клетках эпителия желудочно-кишечного тракта. Известно также негативное влияние не только бензойной кислоты, но и других так называемых «слабых органических кислот», используемых в качестве консервантов (сорбиновой, пропионовой) [10].

Из-за новых сведений о возможном тератогенном действии бензоата натрия Научная комиссия по пищевым добавкам Европейского сообщества (SCF) установила временное допустимое

суточное потребление (ДСП) 0–5 мг на 1 кг массы тела с ограничениями. ЖЕСФА сохранил это ДСП, но требует дальнейших токсикологических исследований [11].

Известна также технология производства икры соленой деликатесной. Согласно ТИ № 82 [6], содержание соли в деликатесной икре должно быть в пределах от 3 до 6%. Для предупреждения продукта от порчи в нее добавляют консерванты, но даже в этом случае срок хранения деликатесной икры, расфасованной в полимерные контейнеры, достигает всего 3 мес. Данная технология имеет те же недостатки, что и технология производства соленой пробойной икры, реализуемая согласно ТИ № 81[6], за исключением меньшего содержания соли в продукте.

Сырьем для производства соленой пробойной икры минтая могут быть как свежие ястыки икры, полученные при разделке рыбы-сырца, так и мороженые. Широкое распространение получило производство соленой пробойной икры минтая из мороженых ястыков. В период больших уловов единственным способом быстро переработать сырье является замораживание.

Технология производства мороженой ястычной икры минтая, согласно ТИ № 20 [12], заключается в следующем: ястыки икры принимают, сортируют, моют, укладывают в блок-формы, замораживают, маркируют и хранят до потребления. Схема технологического процесса представлена на рис. 2.

Замораживание икры рыб связано с фазовым превращением воды, содержащейся в икре, в лед и приостановкой физико-химических и биохимических процессов. При этом замораживание является эффективным методом, позволяющим значительно увеличить сроки хранения данного продукта.

Одним из факторов, влияющих на характер кристаллообразования, является форма связи воды в икре. При замораживании кристаллообразованию подвержена в первую очередь свободная (несвязанная) вода, которая выполняет функцию растворителя минеральных веществ и органических соединений.

Она не связана с пространственной сеткой структуры ткани водородными связями и электростатическими силами и поэтому легко выделяется из растворов под воздействием отрицательной температуры. Дальнейшее кристаллообразование обусловлено вымораживанием из растворов связанной воды и повышением их концентрации [13, 14].

По мере образования кристаллов льда в оставшейся жидкости повышается концентрация солей. При замораживании в икре формируется фронт кристаллизации, который перемещается от поверхности к центру. Повышение концентрации растворов, входящих в состав желточной массы икры, приводит к изменению рН среды, вызывает денатурацию белков и воздействует на липидные фракции икры.

При замораживании происходит смещение рН в кислую сторону, что стимулирует активность протеолитических ферментов (катепсинов) [8]. Однако с понижением конечной температуры замораживания и увеличением доли вымороженной воды, необходимой для ферментативных процессов, происходит инактивация протеолитических ферментов.

При холодильной обработке наибольшей денатурации подвергаются фибриллярные белки, в то время как глобулярные белки, преобладающие в икре, являются более стойкими [13, 14]. Это связано с вымораживанием большей части влаги в продукте и увеличением межмолекулярных связей гидрофобных взаимодействий [15].



Рис. 2. Технологическая схема производства мороженой ястычной икры минтая

Степень денатурации белков зависит от скорости замораживания. При быстром замораживании растворимость глобулярных белков не изменяется, в то время как при медленном происходит понижение растворимости. Растворимость фибриллярных белков при холодильной обработке понижается, при этом наиболее стабильным является тропомиозин [16, 17].

На денатурацию белков при замораживании оказывают воздействие процессы, происходящие в липидах. При замораживании липиды лишаются защищающих их в нативном состоянии соединений и таким образом быстрее подвергаются гидролизу и окислению. Образовавшиеся в процессе гидролиза свободные жирные кислоты вступают во взаимодействие с белком, окружая его поверхность гидрофобным микроокружением. Таким образом, растворимость белка понижается [13, 14].

При быстром замораживании в икре образуется мелкокристаллическая структура льда, что обуславливает меньшие повреждения оболочек икринок и снижает вероятность выделения желточной массы на поверхности ястыков. Быстрое замораживание позволяет снизить время воздействия концентрированных растворов солей на структуру икры, а также повышает вероятность того, что частицы вещества в твердом состоянии сохраняют те же пространственные соотношения, которые они имели в нативном состоянии [13, 14], что приведет к меньшим физико-химическим и биохимическим превращениям в икре минтая [18, 19].

При холодильном хранении в мороженой продукции могут наблюдаться структурные изменения, которые обусловлены рекристаллизацией влаги, т. е. увеличением размеров кристаллов за счет таяния более мелких, температура плавления которых ниже. Рост размеров кристаллов льда при хранении способствует повреждению тканей и вызывает более значительное перераспределение влаги, в результате чего может произойти увеличение потери сока и уменьшение упругих свойств продукта после дефростации [20].

Известно также, что рост кристаллов льда в тканях мороженых гидробионтов во время холодильного хранения является следствием денатурации белков, когда освобождается часть связанной воды, которая намораживается на поверхности имеющихся кристаллов льда, увеличивая их размер [21].

Значительные физические и биохимические изменения, происходящие в икре минтая в процессе замораживания и последующего холодильного хранения, влияют на её качество. Так, согласно исследованиям [22], наблюдается уменьшение вязкости икры минтая. Связано это с денатурационными изменениями макромолекул белков желточной массы, с разрушением структурной сетки и высвобождением части «иммобилизованных» в структуре молекул воды. При этом масса разжижается и, соответственно, уменьшается вязкость. Также отмечается увеличение содержания небелковых азотсодержащих соединений в желточной массе мороженой икры в процессе хранения по сравнению со свежей [22]. При этом, согласно исследованиям [23], влияния температуры холодильного хранения в диапазоне от минус 18°C до минус 27°C на изменение этих показателей отмечено не было.

Таким образом, последующее, даже непродолжительное хранение соленой икры, приготовленной из размороженной, ухудшает товарный вид готового продукта и уменьшает продолжительность его хранения. Это связано с перемещением влаги по объему продукта, существенными нарушениями гистологической структуры и действием ферментативных систем продукта. Указанные процессы при размораживании икры приводят к потере массы, клеточного сока и питательных веществ. Кроме того, дефростация предварительно замороженной икры, ведет к увеличению эксплуатационных расходов, таких как затраты на энергопотребление, воду, заработную плату и к снижению выхода готового продукта [24].

Вполне вероятно, что с целью сокращения продолжительности технологического процесса производства соленой деликатесной икры минтая целесообразно использовать замораживание готового соленого продукта после ликвидного оформления. Обоснованность такого подхода обусловлена решением трех технологических задач: создания необходимой концентрации хлорида натрия, консервирования сырья с наименьшими качественными и количественными потерями и увеличения срока хранения соленой деликатесной икры минтая без применения вредных для здоровья консервантов.

## Литература

1. Леванидов И.П., Бухрякова Л.К. Физико-химические свойства икры лососевых // Изв. ТИНРО. – Владивосток. – 1963. – Т. XIX. – С. 201–214.
2. Никонова Н.А. Определение качества соленой лососевой икры по химическим показателям // Изв. ТИНРО. – 1951. – Т. 34. – С. 195–205.
3. ГОСТ 1573. Икра пробойная соленая. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 4 с.
4. Кизеветтер И.В. Улучшить качество соли, поступающей для рыбной промышленности Дальнего Востока // Рыбное хозяйство. – 1951. – № 6. – С. 44–45.
5. Микулич Я.В. Влияние химического состава соли на процесс посола и качество соленой икры. // Изв. ТИНРО. – 1957. – Т. 45. – С. 213–217.
6. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. – М.: Колос, 1994. – Т. 2. – 592 с.
7. Ягер Э., Люк М. Консерванты в пищевой промышленности. – 3-е изд. Пер. с нем. – СПб: ГИОРД, 2003. – 256 с.
8. Технология комплексной переработки гидробионтов / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.
9. Теплицкая А.М. Микрофлора соленой лососевой икры // Изв. ТИНРО. – 1951. – Т. 34. – С. 215–221.
10. Piper P.W. Yeast superoxide dismutase mutants reveal a pro-oxidant action of weak organic acid food preservatives, Free Radic. – Biol. Med. –27 (1999) – pp. 1219-1227.
11. World Health Organization, C1CAD 26: Benzoic acid and sodium benzoate.
12. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. – М.: Колос, 1994. – Т.1. – 456 с.
13. Алмаши Э., Эрдели Л., Шарой Т. Быстрое замораживание пищевых продуктов. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1981. – 408 с.
14. Физико-технические основы холодильной обработки пищевых продуктов / Под редакцией Э.И. Каухчешвили. – М.: Агропромиздат, 1985. – 253 с.
15. Suzuki Taneko. Fish and Krill Protein: Processing Technology. // Appliel Science Publishers. –London, 1981. –P. 260.
16. Головкин Н.А. Холодильная технология пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 240 с.
17. Love M. R. Studies on protein denaturation in frozen fish. The mechanism and site of denaturation at low temperature // J. Sci. Ed. Agric. –1958. – № 9. – 609 p.
18. Fukushima M. Frozen sea urchin product. – JAPANESE PATENT 4 928 415. – 1974.
19. Ilicali C., Teik T.H, Shain L.P. Improved formulations of shape factors for the freezing and thawing time prediction of foods // Bull. IIR. –2000. – № 5. – 58 p.
20. Зайцев В.П. Холодильное консервирование рыбных продуктов. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 428 с.
21. Гинзбург А.С., Громов М.А., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 288 с.
22. Леванидов И.П., Никитина И.Н., Орехова Н.В. Технохимическая характеристика икры минтая // Исследования по технологии рыбных продуктов. – Владивосток: ТИНРО, 1974. – Вып. 5. – С. 81–93.
23. Никитина И.Н., Орехова Н.В. Влияние низких температур хранения на свойства икры минтая // Технохимические свойства рыб, нерыбных объектов и механизация обработки. – Владивосток: ТИНРО, 1976. – Т. 99. – С. 23–25.
24. Литвинова Ф.А. Влияние замораживания на качество соленой лососевой икры // Изв. ТИНРО. – Владивосток, 1963. – Т. 34. – С. 212–214.

УДК 664.951

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ РЫБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РГС

*Л.И. Балыкова, М.А. Смирнов*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В данной работе обсуждаются экспериментальные исследования по эффективности охлаждения гидробионтов с использованием криоагентов, обеспечивающие увеличение сроков холодильного хранения, а так же их экологическую безопасность.

На российском рынке объем производства охлажденной рыбы составляет всего 25% от общего выпуска рыбопродукции. Причина этого заключается в невозможности длительного сохранения высокого качества охлажденной рыбопродукции при транспортировании и хранении. Например, согласно требований СанПиН 2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов» срок хранения охлажденного рыбного филе составляет 24 часа при температуре хранения 0–(–2)°С.

Охлажденной считается рыба, имеющая температуру в толще мяса у позвоночника от (–1) до 5 °С. Своевременное понижение температуры внутри мышечной ткани и поддержание ее на уровне, близком к криоскопической точке тканевого сока, снижение ферментативной активности позволяет задержать наступление порчи рыбы и сохранить ее в течение некоторого времени в свежем состоянии.

При охлаждении рыбы в ней происходят физические и биохимические изменения: увеличивается плотность мышечных тканей и вязкость тканевого сока; уменьшается масса за счет частичной потери влаги; резко замедляется развитие бактерий; снижается активность биохимических процессов, характерных для посмертного изменения рыбы; задерживается окисление жира и разрушение витаминов, что благоприятно сказывается на сохранении качества охлажденной рыбы в течение ограниченного срока хранения и транспортирования.

Известно, что минимальные изменения в гидробионтах наблюдаются в том случае, когда они сразу после вылова направляются на быстрое охлаждение.

Способы охлаждения гидробионтов классифицируются по охлаждающей среде. В промышленности получили распространение следующие способы охлаждения гидробионтов: льдом, холодной морской водой, льдо-водяной смесью, смесью льда и поваренной соли, а так же воздухом [1].

Каждый из применяемых способов охлаждения имеет определенные преимущества и недостатки по сравнению с другими способами. Однако общий недостаток заключается в ограниченных сроках хранения гидробионтов в охлажденном состоянии.

Требуются исследования и разработка современных технологий, основанных на использовании экологически безопасных криоагентов, которые позволяют увеличить продолжительность холодильного хранения гидробионтов и интенсифицировать процесс холодильной обработки.

Одним из перспективных криоагентов является азот, являющийся доступным, так как его содержание в атмосферном воздухе составляет 75,5%. В нашей стране имеются большие природные запасы азота (340 млрд. м<sup>3</sup>) и значительные объемы вырабатываемые в промышленных установках [2].

Температура кипения жидкого азота при атмосферном давлении составляет минус 196,8°С. Значение коэффициента теплоотдачи азота в различных его агрегатных состояниях составляет: газообразного азота – 30 ÷ 50 Вт/м<sup>2</sup> °С; парожидкостной смеси азота – 120 ÷ 200 Вт/м<sup>2</sup> °С; жидкого азота – 1000 Вт/м<sup>2</sup> °С; кипящего азота – 3000 ÷ 6000 Вт/м<sup>2</sup> °С [2].

Непосредственная обработка жидким и парообразным азотом обеспечивает быстрое охлаждение продуктов. Так при охлаждении жидким азотом одиночных продуктов, таких как мидия, креветка и др., продолжительность процесса составляет 25 сек, а при охлаждении в воздушной среде – 170 сек, что говорит о высокой интенсивности процесса теплообмена по сравнению с другими способами. Таким образом, использование жидкого и парообразного азота обеспечивает сверхбыстрое охлаждение [2].

Известно, что азот обладает бактерицидными свойствами, что тормозит развитие анаэробной микрофлоры, влияющей на качественные характеристики пищевых продуктов. Кроме того большим достоинством данного криоагента является его экологическая безопасность как для охлаждаемых продуктов и окружающей среды, так и для человека.

Исследованиями по охлаждению и замораживанию продуктов с использованием жидкого и газообразного азота занимались: Н.Д. Абрамова, Н.Э. Каухчешвили, К.П. Венгер, А.Н. Антонов, Б.Н. Семенов, С.Э. Пчелинцева, А.С. Ручьева, В.С. Колодязной и др. Ими получены хорошие результаты при обработке таких продуктов как тунец, салака, тушки птицы, пельмени, блинчики, мясо гребешка и др. [2–4].

Известны исследования по охлаждению тунца и салаки, обитаемой в Балтийском регионе [3, 4], при использовании азота, обеспечивающие положительные результаты. Вместе с тем, при этом отмечается неполное использование потенциала газообразного азота и повышенный расход криоагента, часть которого выбрасывается в окружающую среду.

В связи с отсутствием научных данных по использованию азота в качестве охлаждающей среды применимо к морепродуктам, обитаемых в водах Дальневосточного региона, нами проведена органолептическая оценка качества охлажденной рыбы.

В качестве экспериментальных объектов использовались образцы охлажденного филе трески тихоокеанской.

Органолептическую оценку качества охлажденного филе трески тихоокеанской проводили для образцов, охлаждение и хранение которых проводилось по следующим вариантам:

- 1) охлаждение и хранение во льду (контроль);
- 2) охлаждение жидким азотом до 0 °С и хранение во льду;
- 3) охлаждение жидким азотом до 0 °С и хранение со льдом в РГС;
- 4) охлаждение и хранение в воздушной среде (контроль);
- 5) охлаждение жидким азотом до 0 °С и хранение в воздушной среде;
- 6) охлаждение жидким азотом до 0 °С и хранение в РГС.

Исследования органолептических показателей образцов охлажденной трески тихоокеанской проводили после закладки на хранение и через 28 суток хранения.

Органолептические показатели определяли методом балльной оценки и сравнения следующих показателей: внешний вид, вкус, запах и консистенция в соответствии со стандартной методикой [6].

Результаты органолептической оценки выражены количественно посредством безразмерных чисел (баллов) и представлены в виде профилограмм внешнего вида, вкуса, запаха и консистенции охлажденного филе трески тихоокеанской на рисунке 1.

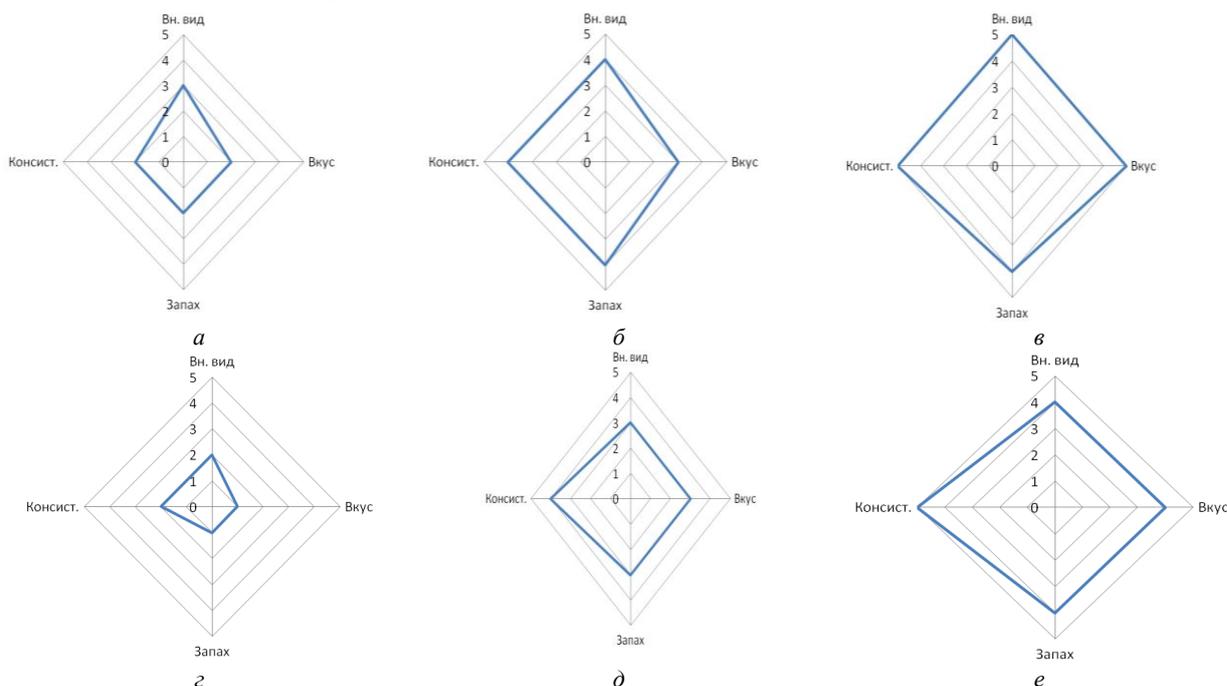


Рис. 1. Профилограммы органолептических характеристик охлажденного филе трески тихоокеанской для вариантов: 1 – (а), 2 – (б), 3 – (в), 4 – (г), 5 – (д), 6 – (е)

Вкусовые качества охлажденного филе определяли после варки каждого образца в соответствии с ГОСТ 7631-85. 1998 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные, водоросли и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний».

В течение всего срока хранения поверхность опытных образцов рыбы оставалась чистой, естественной окраски, сохранялась плотная консистенция, отмечался запах, свойственный данному виду свежей рыбы. В контрольных образцах через 28 суток хранения отмечался резкий запах, консистенция мышечной ткани была слабой.

Как показывает оценка органолептических показателей, наилучший результат показал вариант номер 3. Это говорит о том, что охлаждение филе трески тихоокеанской в среде жидкого азота и последующее хранение во льду с РГС способствует лучшему сохранению качества охлажденного филе, чем при традиционных способах предварительного охлаждения.

### Литература

1. Михайлова Н.Ф., Родин Е.М. Совершенствование способов холодильной обработки и хранения рыбы. – М., ВО «Агропромиздат», 1987. – 206 с.
2. Венгер К.П., Выгодин В.А. Машинная и безмашинная системы хладоснабжения для быстрого замораживания пищевых продуктов. – Рязань: Узоречье, 1999. – 143 с.
3. Маркова О.Н. Влияния жидкого и газообразного азота на удлинение сроков холодильного хранения мороженой рыбы Балтийского региона: Диссертация на соиск. учен. степ. кандидата техн. наук: 05.18.04.: Калининград, 2004. – РГБ ОД, 61:05-5/904. – 151 с.
4. Семенов Б.Н. Разработка холодильной технологии тунца. Автореферат диссертации на соиск. учен. степ. доктора техн. наук. – Л., 1990. – 31 с.
5. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.
6. ГОСТ 7631-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные, водоросли и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний. Введ. 01.01.1986. – М.: Госстандарт, 1998. – 320 с.

УДК 664.951.2

## ВЫБОР БАРЬЕРНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА МАЛОСОЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ЛОСОСЕВЫХ

*М.В. Благоднарова, О.А. Гаунова*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье исследуется совместное влияние барьеров на качество малосоленой продукции из лососевых. Доказывается эффективность комплексного применения приведенных барьеров.

Посола является основным видом технологической обработки лососевых. В настоящее время в мировой практике производства соленой рыбной продукции отмечается тенденция к увеличению выпуска малосоленой рыбы [1]. В то же время очень важным является вопрос стабильности качественных характеристик продукции в процессе посола и последующего хранения. Гидролиз и окисление, происходящие в малосоленой рыбе, приводят к изменениям продуктов при хранении, снижению их качества и в итоге могут оказать токсическое действие.

С целью защиты малосоленой продукции от порчи проводился выбор барьерных средств, а также изучение их совместного влияния на качество лососевых в процессе хранения.

Объектом исследований, как самый ценный и важный промысловый вид, была выбрана нерка (*Oncorhynchus nerka*).

В качестве одного из барьеров использовали хитозан, что связано с установленным антимикробным и антиоксидантным действием хитозана в пищевых средах, которое позволяет отнести его к числу наиболее эффективных барьеров. Надо отметить, что внесение хитозана позволяет разработать рецептуру малосоленой продукции, достоинством которой является наличие лечебно-профилактических свойств. Это связано с тем, что хитозан относится к диетическим волокнам, которые не усваиваются организмом человека, а в кислой среде желудка образуют раствор высокой вязкости. Поступающий как компонент пищи, хитозан проявляет свойства энтеросорбента, иммуномодулятора, антисклеротического и антиартрозного фактора, регулятора кислотности желудочного сока, а также ингибитора пепсина [2]. Таким образом, хитозан можно использовать не только как антиокислитель, но и как пищевую добавку, обладающую лечебно-профилактическими свойствами.

Также в качестве барьера использовали инъектирование рыбы насыщенным солевым раствором, ускоряющее доставку хлористого натрия в толщу мяса рыбы, тем самым интенсифицируя процессы диффузии и консервирования, стабилизируя качество сырья. Еще одним барьером служили, вносимые совместно с солевым раствором фосфаты, позволяющие также повысить водоудерживающую способность и снизить тем самым потери раствора при инъектировании [3]. В качестве барьера использовали также пересыпание рыбы солью.

Перечень образцов и используемые барьеры приведены в таблице 1.

Таблица 1

Перечень образцов и используемые барьеры

№ образца	Используемые барьеры, % от массы рыбы			
	Пересыпание хитозаном	Инъектирование солевым раствором	Введение в солевой раствор фосфатов	Пересыпание солью
1	0,2	15	0,2	2
2	0,4	15	0,2	2
3	0,3	25	–	2

При органолептической оценке было установлено, что по истечении 7 суток и в течение всего срока хранения (21 сутки) консистенция рыбы всех трех вариантов оставалась нежной, запах – свойственный созревшей малосоленой продукции, поверхность – блестящая маслянистая, цвет рыбы – свойственный созревшей малосоленой нерке.

Как известно, водоудерживающая способность (ВУС) является характерным свойством мяса рыбы. Под водоудерживающей способностью понимают силу, с которой белки или структура тканей удерживает воду при воздействии различных факторов. С целью изучения влияния комбинаций барьеров на качество готового продукта определяли значение ВУС в процессе холодильного хранения образцов малосоленой нерки в одинаковых условиях при температуре минус 2 – минус 4°C.

Определение ВУС проводили по ГОСТ 7636 [4]. Метод основан на выделении воды из анализируемой пробы прессованием и определении её по площади «влажного» пятна. С этой целью мясо рыбы массой 0,1–0,3 кг пропускали через мясорубку с диаметром отверстий 3 мм, не допуская потери сока. Навеску фарша 3 г, взятую с абсолютной погрешностью не более 0,001 г, помещали на полиэтиленовый кружок, который переносили на кружок фильтровальной бумаги, расположенный на стеклянной пластинке (100 × 100 мм) так, чтобы фарш лежал на фильтровальной бумаге. Сверху полиэтиленовый кружок закрывали стеклянной пластиной, на которую ставили груз (гирю) массой 1 кг. Продолжительность прессования составляла 10 минут.

По окончании прессования фильтр освобождали от навески, очерчивали карандашом контур пятна вокруг прессованного фарша и контур общего пятна по границе распространения воды. Площадь пятен определяли планиметром. Площадь «влажного» пятна находили по разности между площадью общего пятна и площадью пятна, образованного отпрессованной массой. Одновременно определяли массовую долю воды в образце.

Водоудерживающую способность ( $W_c$ ) исследуемого продукта в процентах вычисляли по формуле

$$W_c = \frac{(m_1 - 0,0084 \cdot S) 100}{m},$$

где  $m$  – масса исследуемого образца, г;  $m_1$  – массовая доля воды в навеске, г;  $S$  – площадь «влажного» пятна, см<sup>2</sup>; 0,0084 – количество воды в 1 см<sup>2</sup> «влажного» пятна, г.

Продолжительность хранения продукта в процессе проведения эксперимента составила 21 сутки. Показания снимали в течение всего срока хранения образцов. Опыты проводили двукратно. Полученные результаты подвергали математической обработке. За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не превышали 1%.

Результаты исследований ВУС приведены в таблице 2. Как видно, в образце № 3 произошло некоторое снижение ВУС. В двух других образцах ВУС оставалась стабильно высокой на протяжении всего срока хранения.

Таблица 2

Результаты исследований ВУС

Продолжительность хранения рыбы, сут.	ВУС, %		
	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
0	0,49	0,49	0,49
7	0,49	0,50	0,46
21	0,49	0,50	0,46

Как видно из результатов исследований, наилучшие показатели (органолептические и физико-химические) установлены в образцах 1 и 2. Следовательно, именно эти варианты имеют наилучшее сочетание барьеров, способствуя сохранению качества продукции. Результаты экспериментов свидетельствуют об эффективности совместного применения использованных барьерных факторов.

### Литература

1. Влияние различных факторов на качество малосоленой продукции из лососевых / Н.Г. Андреев, Т.М. Бывальцева, Н.И. Миленина, Г.Ф. Соловьева, Г.Н. Тимчишина, Л.М. Чибирик, А.Д. Чумак // Изв. ТИПРО, 1995. – Т. 118. – С. 165–174.
2. Тарасенко Г.А. Медико-биологическая оценка хитозана из панциря ракообразных как формирующей пищевой добавки // Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 1992. – 22 с.
3. Борисочкина Л.И. Антиокислители, консерванты, стабилизаторы, красители, вкусовые и ароматические вещества в рыбной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 184 с.
4. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Взамен ГОСТ 7636-55: Введ. 01.01.86. – М.: Изд-во стандартов. – 170 с.

УДК 664.8.047:582.272

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДВУХСТАДИЙНОЙ СУШКИ МОРСКОЙ КАПУСТЫ

*Е.Н. Горяка*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье представлены результаты проведения экспериментальных исследований по определению физико-химических показателей сушеной морской капусты в зависимости от режима сушки ламинарии с использованием парокомпрессионного теплового насоса, заключается в получении химического состава водорослей.

Добыча и переработка морепродуктов является одной из важнейших задач рыбной промышленности. Продовольственная независимость России требует развития перерабатывающих отраслей рыбопромышленного комплекса, на основе совершенствования существующих и создания новых технологий и оборудования. Рыночные отношения диктуют необходимость создания

конкурентоспособного оборудования для малых и средних перерабатывающих компаний, производящих различные продукты питания из биосырья. Разработка и внедрение на предприятиях рыбной промышленности высокоэффективных технологических сушильных аппаратов, позволит перевести отрасли на современный уровень, а так же получить новые виды продуктов и значительно снизить энергетические.

Водоросли – макрофиты являются ценным сырьем для производства продуктов питания, лекарственных препаратов и биологически активных добавок.

Известно, что сушка водорослей является сложным технологическим процессом, зависящим от ряда факторов: влагосодержания сырья, температура, влажность воздуха [1, 2]. Для возможного длительного хранения водорослей без снижения их качества необходимо сократить содержание в них влаги до 18–20%. Это обеспечивает замедление биохимических процессов, приостанавливает деятельность тканевых и бактериальных ферментов [3].

Несмотря на большое разнообразие существующих сушильных установок, их применение в рыбной отрасли ограничено свойствами объектов сушки, а выбор зачастую произволен. Сушку морских водорослей на водорослевых комбинатах осуществляют в сушилках различных типов и конструкций: СПК-15, СПК-45, СПК-90, камерных, туннельных, распылительных, барабанных, транспортерных и других, которые имеют ряд недостатков, в том числе высокие затраты энергии.

Одним из путей снижения энергозатрат, является использование парокомпрессионных тепловых насосов в сушильных установках для утилизации теплоты отработанного воздуха, при одновременном его нагреве до требуемых параметров.

Сушка ламинарии должна осуществляться при температуре воздуха около 80°C со скоростью 3 – 4 м/с. С помощью теплового насоса возможно получить воздух с температурой не более 60°C, до температуры 80°C воздух необходимо нагревать в другом аппарате, например в электрокалорифере. Анализ использования теплового насоса для сушки ламинарии показал экономию тепловой энергии от 40% до 70%, в зависимости от используемого холодильного агента.

Объектом сушки является *Saccharina (Laminaria) bongardiana*, добытая в период с августа по сентябрь 2012 г. в Авачинской бухте. Перед сушкой водоросли хранились в охлажденном состоянии при температуре 0÷2°C, сроком до 7 суток.

Высушивалась пластинчатая часть растения. Слоевища развешивались поштучно на специальных клетях, которые в свою очередь размещались в сушильной камере. Клетки были снабжены сетчатыми зажимами, позволяющими фиксировать слоевища в вертикальном положении.

Исследования по сушке ламинарии проводили при следующих режимах:

- диапазон температур сушильного агента варьировали от 60 до 80°C;
- скорость теплоносителя изменяли от 1 до 4 м/с;

В процессе проведения работ и исследований по сушке морской капусты определяли качество образцов ламинарии по органолептическим, физико-химическим и биологическим показателям.

Образцы подвергали анализу и определяли такие показатели как внешнее состояние (цвет поверхности) сухих частиц; содержание влаги; содержание альгиновых кислот; содержание йода; содержание маннита, согласно ГОСТ 26185-84 «Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки».

Цвет поверхности сухих частиц морской капусты сопоставляли с цветом контрольных образцов, заготовленных перед каждым этапом выполнения опытов.

Полученные данные представлены в таблице 1, в пересчёте на сухое вещество.

Таблица 1

Химические показатели морской капусты при сушке

Наименование	Температура теплоносителя	Содержание, %			
		Йод,	Маннит, %	Альгиновые кислоты, %	Зола, %
Сырая морская капуста		2,8	4,8	39,0	20,1
Сушеная морская капуста	60 °C	1,3	3,1	38,8	20,07
Сушеная морская капуста	70 °C	1,4	3,2	38,6	20,06
Сушеная морская капуста	80 °C	1,4	2,8	38,4	20,03
Сушеная морская капуста	двухступенчатая	1,4	3,2	38,7	20,06

На содержание маннита влияют как температура, так и продолжительность сушки морской капусты. Это обуславливает снижение содержания маннита в морской капусте, подвергающейся продолжительной по времени сушке (60°C) и высокотемпературной сушке (60°C).

Количество альгиновых кислот в морской капусте при различных режимах сушки колеблется незначительно. Самое низкое содержание их отмечается в капусте, высушенной при температуре равной 80°C.

Экспериментальные исследования показали, что содержание йода в сушеной морской капусте меньше, чем в сырой. По всей вероятности, это связано с неустойчивостью йодаминокислотных комплексов и удаления свободного йода в процессе сушки и зависит от температуры и продолжительности сушки.

Наилучший результат наблюдается при сушке морской капусты при двухступенчатой сушке. Результат достигается путем изменения температуры теплоносителя в процессе сушки водорослей, тем самым не допускается перегрева сырья и уменьшаются энергозатраты. При этом качество конечного продукта максимально приближено к свежему.

### **Литература**

1. *Гинзбург А.С.* Технология сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 346 с.
2. *Сажин Б.С.* Основы техники сушки / Б.С. Сажин. – М.: Химия, 1984. – 320 с.
3. *Пружинин Н.В.* Современная технология обработки морских водорослей / Н.В. Пружинин. – М.: ЦНИИТЭИРХ, 1982. – 80 с.

УДК 664.951.037.5

## **ВЛИЯНИЕ УГЛЕКИСЛОТЫ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ФИЛЕ ТРЕСКИ МОРОЖЕНОГО**

*А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, Е.И. Кобзарева, А.С. Арчбисова*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

Рассмотрены способы увеличения сроков годности охлажденного и мороженого рыбного филе. Приведены исследования зависимости органолептических показателей качества филе трески мороженого от способа его обработки углекислотой после замораживания.

В соответствии со Стратегией социально-экономического развития Камчатского края до 2025 г. [1], выход рыбохозяйственного комплекса Камчатки на конкурентоспособный уровень зависит от эффективности модернизации рыбной отрасли, внедрения и продвижения на рынок современных технологий, предусматривающих глубокую переработку водных биоресурсов [2].

Производство мороженой рыбопродукции является одним из путей решения этой задачи. Замораживание – перспективное направление, которое позволит обеспечить сохранность химического состава продукта, свести к минимуму все биохимические, микробиологические, гистологические и физико-химические процессы и позволит в дальнейшем из замороженного сырья выпустить различные виды высококачественной пищевой продукции.

Рыбное филе – один из видов продукции, отвечающий требованиям рационального использования сырья [3, 4], так как при его производстве все отходы – головы, хвосты, чешую, внутренности и кости – собирают и используют для промышленной выработки пищевой и технической продукции. Таким образом, достигается глубокая переработка сырья.

Филе имеет важное преимущество по сравнению с другими продуктами: это продукт-полуфабрикат, наиболее удобный для потребителей; при его окончательной кулинарной обработке потребители совершенно освобождены от трудоемкой работы по разделке, измельчению, мойке и очистке от чешуи, которую приходится выполнять при использовании цельной рыбы.

В связи с совершенствованием холодильной технологии проблема увеличения продолжительности хранения продуктов, изготавливаемых традиционным способом, является актуальной. При длительном хранении мороженой продукции часть водо- и солерастворимых белковых фракций денатурирует и переходит в щелочерастворимую фракцию, что отрицательно отражается на пищевой и биологической ценности продукта. Но основной показатель порчи продукта при хранении – переход белкового азота в небелковый (азот летучих оснований) [5]. В процессе хранения мороженой продукции также происходит окисление жира, гидролиз, высыхание верхних слоев мяса и другие. Эти факторы ограничивают время реализации рыбной продукции.

Поэтому все большее внимание исследователей уделяется использованию, наряду с пониженными температурами, антисептическими средствами и антибиотиками, различных видов упаковки и инертных газов, особенно экологически чистых [6, 7].

В этой связи актуальной проблемой в области совершенствования технологии мороженых продуктов является разработка эффективных способов ингибирования окислительных и гидролитических процессов.

На настоящее время разработано достаточно много способов холодильной обработки рыбы, направленных на увеличение срока годности при сохранении качества.

Известен способ охлаждения рыбы [8], который включает ее обработку после вылова охлаждающей средой, содержащей водный раствор кислот с последующим хранением во льду. В качестве охлаждающей среды используют 2–3% водный раствор пищевой добавки «Фрише-Стар». В течение первых 7 суток рыбу хранят в пресном льду с заменой талой воды новым количеством льда. После этого на 8–10 суток хранения рыбу пересыпают льдом, полученным из 0,1–0,2% водного раствора лимонной кислоты. Этот способ позволяет увеличить сроки хранения нежирных видов рыб в охлажденном виде, сохранить структуру мышечных волокон и влагоудерживающую способность, стабилизировать процесс разрушения азотистых экстрактивных веществ. Способ позволяет увеличить сроки хранения рыбы до 20 суток при температуре 3 – минус 5°C.

Используемая пищевая добавка «Фрише-Стар», разработанная фирмой GewurzMuhle Nesse («Гевюрц Мюлле Нессе», Германия), содержит ацетат натрия, поваренную соль, сахар, лимонную кислоту, аскорбат натрия. Позволяет регулировать величину рН и во время длительного хранения обеспечивает сохранение цвета мяса и товарного вида рыбы, подавляет развитие микроорганизмов, способствует сохранению структуры мышечной ткани.

Недостатком способа является применение комплексной пищевой добавки, содержащей несколько натриевых солей.

Также разработан способ изготовления охлажденного филе тресковых видов рыб [9], включающий обработку филе бактерицидной средой с последующим хранением в водном льду. Перед хранением осуществляют обработку филе путем погружения в озонированную воду с содержанием озона в пределах 10–40 мг/дм<sup>3</sup> на 1–2 мин при температуре воды 10–15°C. После стекания филе укладывают в термобоксы с послойной пересыпкой водным льдом. Готовую продукцию хранят при температуре от 0 до минус 2°C. В результате увеличивается срок хранения филе. Образцы продукции, предварительно обработанные озонированной водой имели хорошие органолептические показатели в течение всего срока хранения, при этом после 20 сут хранения продукцию отличал запах свежести.

Известен способ замораживания рыбы [10], включающий мойку рыбы-сырца или охлажденной рыбы в пресной или морской воде, содержащей 0,01–0,05% катамина АБ (алкилдиметилбензиламмония хлорида), в течение 5–20 мин, ополаскивание питьевой водой. В качестве хладоносителя используют водный раствор хлорида кальция плотностью 1,255 г/см<sup>3</sup>, охлажденный до температуры минус 25 – минус 50°C. Замораживают рыбу до температуры в толще тела не выше минус 18°C и после замораживания ополаскивают пресной водой. Мойка рыбы в растворе катамина АБ перед замораживанием обеспечивает снижение уровня бактериальной обсемененности рыбы, уменьшает попадание в раствор хлорида кальция, белковых и других веществ с поверхности рыбы, уменьшает степень вспенивания и расход хладоносителя, обеспечивает сохранение естественной окраски поверхности рыбы.

Недостатком способа является применение катамина АБ, так как этот продукт относится к 3 классу опасности умеренно опасных веществ. Раздражает верхние дыхательные пути, оказывает выраженное раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки глаз [11].

Известен также способ изготовления филе рыбного мороженого, окрашенного и ароматизированного [12], включающий приготовление раствора, в который последовательно вводят на 100 весовых частей питьевой воды от 0,03 до 1,0 весовых частей пищевого красителя диоксида титана E171 в количестве 400 г и ароматизатор «Рыба» (производитель Symrise Австрия) в количестве 400 г. Температура красящего раствора может быть от 1°C до 20°C. В готовый раствор опускают 85–100 весовых частей обесшкуренного и/или необесшкуренного филе рыбы.

Затем филе замораживают при температуре минус 5 – минус 20°C, глазуруют раствором, в который вводят на 100 весовых частей питьевой воды 0,8–1,0 весовых частей поваренной соли, антиоксиданты БОА и БОТ в количестве 0,01–0,2 весовых частей, ксантановую камедь E415 в количестве от 0,05–0,6 весовых частей и ароматизатор «Рыба». Ксантановая камедь образует на мороженом филе защитную пленку. Ксантан увеличивает сроки годности готовой продукции, придает устойчивость глазури к действию перепада температур при хранении и воздействию механических нагрузок. При размораживании филе ароматизатор впитывается в верхний слой рыбного филе, что придает готовому продукту запах и вкус свежей трески.

Также способ предусматривает для приготовления окрашивающего и ароматизирующего раствора применять красители Понсо R4 E124, Солнечный закат E110 или тартразин E 102 и ароматизаторы «Креветки», «Лангуст» или «Грибы белые» (производитель Symrise Австрия).

Недостатком способа является использование синтетических красителей, многие из которых далеко не безопасны для организма [13].

Известен способ холодильной обработки рыбного филе в блоках [14], предусматривающий приготовление блоков толщиной 30–40 мм, подпрессовку их, замораживание со скоростью 0,5–3,5 см/ч до температуры в толще блока не выше минус 18°C, хранение при температуре, близкой к температуре замороженного блока. Перед реализацией производят размораживание при чередовании воздействия водой при температуре 15–20°C в течение 7–15 мин и выдерживания на воздухе при его свободном движении в течение 15–20 мин. Толщина блоков 30–40 мм позволяет обеспечить более рациональное проведение процессов заморозки. Более толстые блоки будут дольше промораживаться, чем тонкие. После замораживания целесообразно глазуровать блок. Способ обеспечивает высокое качество продукта, готового к реализации.

Одним из эффективных методов является обработка сырья в среде инертного газа. Управлять сохраняемостью некоторых видов продуктов можно путем регулирования газового состава воздуха. При этом концентрацию кислорода уменьшают, но не ниже 2%, а концентрацию углекислого газа повышают до 2–5%, но не выше 8%. Такой метод называют газовым хранением. Он имеет две разновидности: с регулируемой газовой средой (РГС) и с модифицированной газовой средой (МГС). При хранении в модифицированной атмосфере (МА) состав атмосферы задается заранее. В МА хранят продукты в индивидуальной упаковке. Для создания МА применяют обычно такие газы, как диоксид углерода, оксид углерода, азот.

В ходе наших исследований была рассмотрена возможность использования для сохранения качества рыбного филе диоксида углерода.

Проблемы по исследованию и внедрению углекислотных технологий (использование газообразного диоксида углерода) в процессах замораживания и хранения филе при современном состоянии производства приобретают особую значимость и актуальность и являются приоритетным направлением развития низкотемпературных технологий рыбной промышленности для обновления производства. Применение CO<sub>2</sub> чрезвычайно перспективно не только из-за простоты его получения, но и потому, что использование этого газа в различных агрегатных состояниях (газ, жидкость, твердое вещество) позволяет решать различные технологические задачи [15, 16].

Диоксид углерода CO<sub>2</sub> – давно и широко известный дезинфектант в РГС [17]. Углекислый газ обладает антисептическими свойствами, инактивирует развитие посторонней микрофлоры и до определенных концентраций улучшает сохраняемость продуктов. Диоксид углерода является экологически чистым консервантом. В природе в круговороте органических соединений диоксид углерода служит одной из основных составляющих процесса фотосинтеза в зеленых растениях, превращаясь под воздействием поглощенной хлорофиллом солнечной энергии в самые разнообразные и сложные органические соединения, и в то же время он является конечным продуктом распада в процессе жизнедеятельности растений и животных. Диоксид углерода, таким образом, представляет собой неотъемлемый компонент естественных природных процессов метаболизма – основы существования всего живого [18].

Целью работы являлось совершенствование технологии филе рыбного мороженого за счет использования углекислоты.

Основным объектом исследований в работе являлась технология филе рыбного мороженого с использованием углекислоты. Предметами исследования являлось филе трески мороженое, соответствующее по качеству требованиям ГОСТ 3948 «Филе рыбное мороженое» [19].

Замороженное филе трески, приготовленное в соответствии с ТИ № 15 по изготовлению филе рыбного мороженого [20], обрабатывали твёрдым диоксидом углерода, газообразным диоксидом углерода, контрольный образец не обрабатывали диоксидом углерода, хранили филе при температуре минус 18°C.

Для обработки филе мороженого использовалась углекислота R744 в баллоне под давлением 70 Атм, соответствующая ГОСТ 8050 «Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия» [21]. Брикет филе трески мороженого помещали в вытяжной шкаф и обрабатывали из баллона газообразной углекислотой. Образец № 1 обрабатывали до получения снегообразной корочки углекислоты на поверхности брикета, образец № 2 обрабатывали без образования снегообразной корочки. Оба образца были помещены в полиэтиленовые пакеты и герметично укупорены. Оба обработанных образца и контрольный образец были помещены в морозильную камеру для последующего хранения в течение 6 месяцев при температуре минус 18°C. Показатели качества определяли через 5 месяцев хранения (рекомендуемый срок хранения филе тресковых) и через 6 месяцев хранения.

Для определения органолептических показателей филе применяли описательный метод, метод парных сравнений и метод балльных шкал [22–27].

Органолептически проводили определение внешнего вида филе, а также цвета, запаха – после размораживания, консистенции – после отваривания. Сравнительные результаты органолептических исследований отражены в табл. 1. Порядковая балльная шкала для оценки органолептических показателей филе приведена в табл. 2.

Таблица 1

**Сравнительные органолептические показатели филе трески мороженого**

Показатель	Филе мороженое без обработки CO <sub>2</sub> , срок хранения (контрольный образец)			Филе мороженое, обработанное твёрдым CO <sub>2</sub> , срок хранения (образец № 1)		Филе мороженое, обработанное газообразным CO <sub>2</sub> , срок хранения (образец № 2)	
	5 сут	5 мес.	6 мес.	5 мес.	6 мес.	5 мес.	6 мес.
Внешний вид	Брикеты чистые, плотные с ровной поверхностью						
Цвет после размораживания	Белый, свойственный данному виду рыбы						
Запах после размораживания	Свойственный свежей рыбе	Слабый запах окисленного жира		Свойственный свежей рыбе			
Консистенция после отваривания	Сочная, нежная	Суховатая, волокнистая		Сочная, нежная, ломкая, присущая данному виду рыбы			
Средний балл по внешнему виду (кроме цвета)	5	5		5		5	
Средний балл по цвету	5	5		5		5	
Средний балл по запаху	5	4		5		5	
Средний балл по плотности	5	5		5		5	
Средний балл по сочности	4	4		4		4	

Как видно из табл. 1, при хранении без обработки углекислотой через 5 месяцев появился запах окисленного жира, консистенция после отваривания стала суховатой, волокнистой.

**Балльная шкала для оценки органолептических показателей филе трески мороженого**

Комплексный показатель	Единичный показатель	Словесная характеристика баллов	Балл	
Внешний вид	Целостность брикета	Без нарушений	5	
		С незначительными нарушениями	3	
		Со значительными нарушениями	1	
	Цвет мяса	Свойственный данному виду филе	5	
		Отдельные незначительные участки пожелтения	4	
		Отдельные более значительные участки пожелтения	3	
		Светло-серый, светло-желтый	2	
		Серый, желтый	1	
Запах	Запах	Свойственный свежему филе	5	
		Едва уловимый посторонний	4	
		Слабо выраженный посторонний	3	
		Выраженный посторонний	2	
		Интенсивно выраженный посторонний	1	
Консистенция	Плотность	Плотная, присущая данному виду рыбы	5	
		Плотная, с едва заметным расслоением по септам	4	
		Плотная, с незначительным продольным расслоением по септам	3	
		Расслаивающаяся по септам	2	
		Крошащаяся	1	
	Сочность	Сочность	Очень сочная	5
			Сочная	4
			Суховатая	3
		Сухая	2	

На рис. 1–3 представлены профилограммы органолептических показателей качества (цвета, запаха и консистенции) исследованных образцов филе трески мороженого.

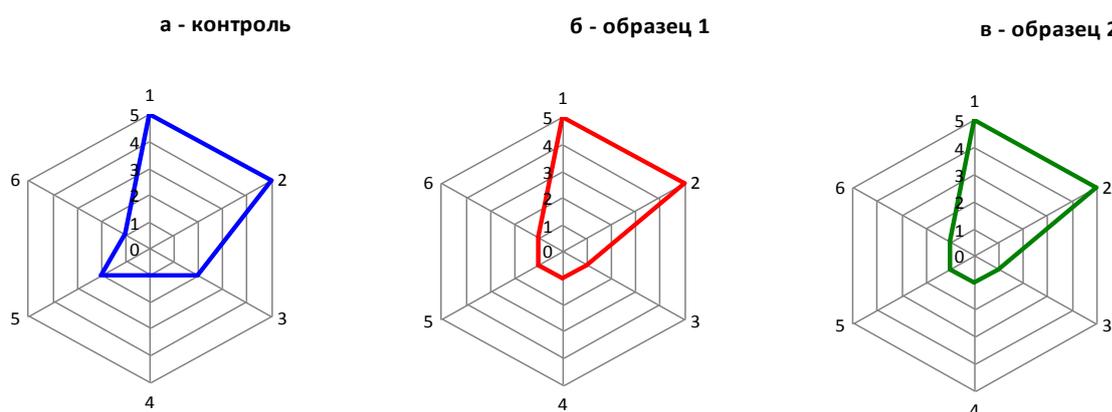


Рис. 1. Профилограммы цвета филе трески мороженого 6 мес. хранения: а – филе мороженое без обработки  $CO_2$  (контроль); б – филе мороженое, обработанное твердым  $CO_2$  (образец № 1); в – филе мороженое, обработанное газообразным  $CO_2$  (образец № 2)

Шкала оценки качества: 1 – свойство не ощущается; 2 – свойство едва ощущается; 3 – свойство слабо ощущается; 4 – свойство умеренно ощущается; 5 – свойство сильно выражено  
1 – общее впечатление; 2 – свойственный данному виду филе; 3 – отдельные незначительные участки пожелтения; 4 – отдельные более значительные участки пожелтения; 5 – светло-желтый; 6 – желтый

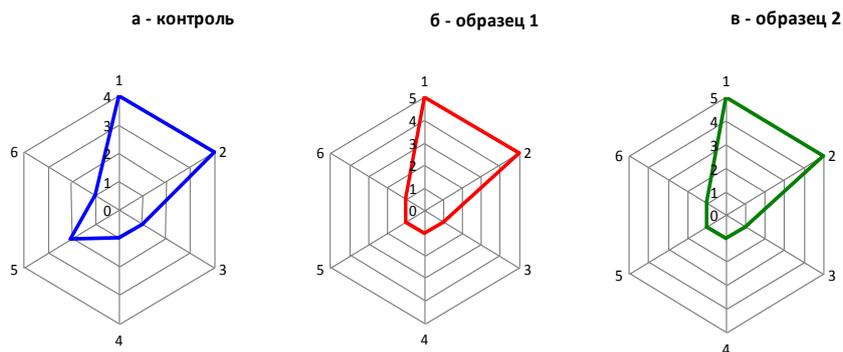


Рис. 2. Профилограммы запаха филе трески мороженого 6 мес. хранения: а – филе мороженое без обработки  $\text{CO}_2$  (контроль); б – филе мороженое, обработанное твердым  $\text{CO}_2$  (образец № 1); в – филе мороженое, обработанное газообразным  $\text{CO}_2$  (образец № 2)  
Шкала оценки качества: 1 – свойство не ощущается; 2 – свойство едва ощущается; 3 – свойство слабо ощущается; 4 – свойство умеренно ощущается; 5 – свойство сильно выражено  
1 – общее впечатление; 2 – свойственный свежесму филе; 3 – посторонний; 4 – прогорклый; 5 – окисленный; 6 – гнилостный

Как видно из рис. 1 и 2, по цвету и по запаху различий в образцах филе трески мороженого, обработанного углекислотой, после 6 месяцев хранения замечено не было. В то же время у контрольного образца (не обработанного углекислотой) через 6 месяцев появилось легкое пожелтение (рис. 1, а) и едва ощутимый запах окисленного жира (рис. 2, а). Однако, как видно из рисунка 3, в консистенции образцов филе после 6 месяцев хранения произошли изменения. У контрольного образца филе после варки снизился показатель свойственности консистенции данному виду рыбы, повысилась степень расслаивания на септы, повысилась крошливость, уменьшилась сочность мяса и, соответственно, увеличилась суховатость консистенции. У образца № 1 (со снегообразной корочкой углекислоты) все показатели консистенции оказались удовлетворительными. У образца № 2 (без корочки углекислоты) увеличилась суховатость консистенции.

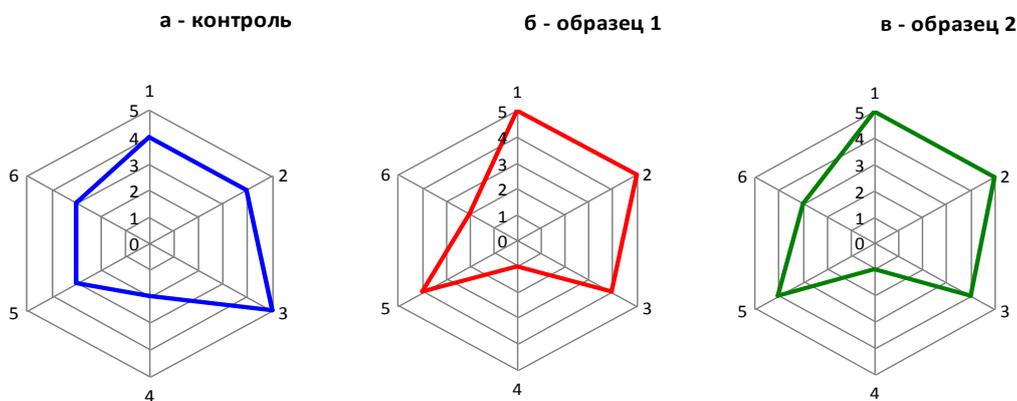


Рис. 3. Профилограммы консистенции филе трески мороженого 6 мес. хранения: а – филе мороженое без обработки  $\text{CO}_2$  (контроль); б – филе мороженое, обработанное твердым  $\text{CO}_2$  (образец № 1); в – филе мороженое, обработанное газообразным  $\text{CO}_2$  (образец № 2)  
Шкала оценки качества: 1 – свойство не ощущается; 2 – свойство едва ощущается; 3 – свойство слабо ощущается; 4 – свойство умеренно ощущается; 5 – свойство сильно выражено  
1 – общее впечатление; 2 – свойственная данному виду рыбы; 3 – расслаивающаяся по септам; 4 – крошащаяся; 5 – сочная; 6 – суховатая

Таким образом, как видно из результатов исследования органолептических показателей филе трески мороженого, сохраняемость оказалась выше у образцов, обработанных после замораживания углекислотой. В свою очередь, более высокие органолептические показатели получены для филе, обработанного твердой углекислотой. Это позволяет сделать предварительные выводы о положительном влиянии  $\text{CO}_2$  на качество мороженого филе в процессе хранения. Результаты позволяют предполагать, что при определении физико-химических показателей качества образцов, в частности, перекисного числа жира, азота летучих оснований, водоудерживающей способности, возможно получение аналогичной зависимости.

## Литература

1. Стратегия социально-экономического развития Камчатского края до 2025 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gosbook.ru/node/27179>.
2. Шлемин А.В., Будченко И.С., Степанов В.П. Актуальные проблемы развития сырьевой и технологической базы производства пищевой рыбной продукции // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 1. – С. 5–8.
3. Борец Л.А. Основы рационального использования запасов донных рыб западно-камчатского шельфа // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана: Тез. докл. Все-союзн. конф. – Владивосток: ТИНРО, 1991. – С. 85–87.
4. Датский А.А., Батанов Р.Л. Тресковые прибрежных вод северо-западной части Берингова моря и их рациональное использование // Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки: Тез. докл. второй областной науч.-практич. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатрыбвод, 2000. – С. 46–47.
5. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др. / Под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
6. Упаковка, хранение и транспортировка рыбы и рыбных продуктов: Учебное пособие / Н.В. Долганова, С.А. Мижуева, С.О. Газиева, Е.В. Першина. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 272 с.
7. Петров Н. Современные виды упаковки для рыбной продукции // Рыбные ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 26–27.
8. Пат. 2297150, Российская Федерация. МПК А23В4/08. Способ охлаждения и консервирования рыбы / Виноградова Е.Г., Харенко Е.Н., Радакова Т.Н. Заявл. 12.07.2005; Оpubл. 20.04.2007.
9. Пат. 2425574, Российская Федерация. МПК А23В4/08. Способ изготовления охлажденного филе тресковых видов рыб / Степаненко В.В., Борисов В.В., Мухин В.А. Заявл. 11.01.2010; Оpubл. 10.08.2011.
10. Пат. 2296959, Российская Федерация. МПК А23В4/06. Способ замораживания рыбы / Мижуева С.А., Першина Е.В. Заявл. 26.10.1995; Оpubл. 27.11.1997.
11. Информация о продукции: Дезинфектант и биоцид «Катамин АБ» (алкилдиметилбензиламмоний хлорид) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.aquachem.ru/katamin\\_ab-49.htm](http://www.aquachem.ru/katamin_ab-49.htm).
12. Пат. 2289276, Российская Федерация. МПК А23Л1/325. Способ изготовления мороженого рыбного филе / Бирюков Н.А. Заявл. 20.07.2005; Оpubл. 20.12.2006.
13. Колмакова Н.С. Последние исследования в области безопасности синтетических красителей и тенденции развития рынка // Сырье и добавки. – 2008. – № 11. – С. 56–57.
14. Пат. 2154947, Российская Федерация. МПК А23В4/06. Способ холодильной обработки рыбного филе в блоках / Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности. Заявл. 15.04.1999; Оpubл. 27.08.2000.
15. Боковикова Т.Н., Касьянов Г.И., Тарасов В.Е. Новые пути использования диоксида углерода // Сб. матер. науч.-практ. конф. «Теоретическое и экспериментальное обоснование суб- и сверхкритической CO<sub>2</sub>-обработки сельскохозяйственного сырья». – Краснодар, 2010. – С. 14–17.
16. Касьянов Г.И., Коробицын В.С., Рохмань С.В. Перспективы использования диоксида углерода // Сб. матер. междунар. науч.-техн. интернет-конф. «Инновационные технологии в мясной, молочной и рыбной промышленности». – Краснодар: КубГТУ, 2012. – С. 91.
17. Микробиология / О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова, Л.И. Войно. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 287 с.
18. Касьянов Г.И., Боковикова Т.Н., Тарасов В.Е. Диоксид углерода: производство и применение. – Краснодар: Экоинвест, 2010. – 171 с.
19. ГОСТ 3948. Филе рыбное мороженое. Технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 7 с.
20. Инструкция по изготовлению филе рыбного мороженого // Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. – Т. 1. – М.: ВНИРО, 1992. – С. 139–146.
21. ГОСТ 8050. Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2007. – 10 с.
22. Николаенко О.А., Шокина Ю.В., Волченко В.И. Методы исследования рыбы и рыбных продуктов: учебное пособие. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 176 с.

23. Сафронова Т.М. Справочник дегустатора рыбной продукции. – М.: ВНИРО, 1998. – 244 с.
24. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова, Е.В. Мегеда. – М.: Колос, 2008. – 534 с.
25. Сафронова Т.М. Органолептическая оценка рыбной продукции: Справ. – М.: Агропромиздат, 1985.
26. Головин А.Н. Контроль продукции из водного сырья. – М.: Колос, 1992. – 255 с.
27. Вытовтов А.А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 232 с.

УДК 664.952

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОЛБАСЫ РЫБНОЙ СЫРОКОПЧЕНОЙ

*А.С. Ивандюкова, М.В. Сулягина*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

Приведено краткое описание разработанной технологии рыбной сырокопченой колбасы на основе сочетания промытого фарша «Особого» из минтая и фарша пищевого из горбуши – массовых объектов промысла Камчатки.

Рыбная отрасль агропромышленного комплекса призвана обеспечивать население высококачественными продуктами питания. Для увеличения выпуска рыбы и рыбных продуктов ежегодно реконструируются действующие и вводятся в строй новые рыбоперерабатывающие предприятия. Постоянно происходит техническое перевооружение и оснащение предприятий рыбной отрасли страны современным технологическим оборудованием, комплексно механизмуется и автоматизируется производство. Проводится большая работа по повышению качества, улучшению и обогащению ассортимента рыбных продуктов.

В условиях современной экономики для рыбного хозяйства актуальной остаётся проблема комплексного и рационального использования сырьевой базы, характерной особенностью которой является неоднородность сырья, отличающегося размерным или массовым составом, физико-химическими свойствами, пищевой ценностью. Особенно остро эта проблема возникает при промышленной переработке ценных видов рыб.

Одним из путей решения проблемы рационального и комплексного использования сырья является производство комбинированных пищевых продуктов.

Основное значение гидробионтов в составе комбинированных пищевых продуктов заключается в том, что они являются поставщиком незаменимых аминокислот, уникальных высококонцентрированных жирных кислот, фосфолипидов, витаминов, минеральных веществ [1].

Производство комбинированных пищевых продуктов из гидробионтов имеет специфику по сравнению с таковыми на основе мясного или растительного сырья. Главными особенностями гидробионтов являются высокие лиофильность белка и окисляемость жира, требующие надежного консервирования, а также присутствие рыбного запаха и видовая зависимость структурообразующей способности.

Преимуществами производства комбинированных пищевых продуктов на основе гидробионтов являются следующие [1]:

- возможность использования многих объектов промысла;
- регулирование органолептических свойств и пищевой ценности готовой продукции за счет комбинирования состава и факторов технологии;
- возможность приближения к созданию «идеального» пищевого продукта, отвечающего потребностям конкретного организма;
- потенциальные гигиеничность, безопасность и стойкость в хранении, возможные за счет применения современных пищевых добавок и упаковок.

С общим ростом благосостояния населения неуклонно повышается потребительский спрос на дорогостоящие деликатесные продукты. Поэтому для удовлетворения спроса потребителей одной из основных задач перерабатывающей отрасли является расширение ассортимента выпускаемой деликатесной продукции.

В последние годы увеличивается выпуск деликатесной продукции, особенно сырокопченых колбас, производство которых относится к наиболее сложным процессам, что обусловлено длительностью изготовления и многооперационностью, высокими требованиями, предъявляемыми к сырью, оборудованию, технологическим схемам для получения готовой продукции высокого качества и гарантированного уровня безопасности.

Технология комбинированных колбасных изделий – одно из рациональных направлений использования рыбного сырья, так как приятные вкус, аромат, упруго-эластичная гомогенная структура колбас, их высокая пищевая ценность достигаются в результате внесения различных поликомпонентных добавок [1]. В настоящее время в России и за рубежом разработано значительное количество рецептур рыбных колбас, сосисок и ветчин. Наибольшее развитие данное производство получило в Японии, где в отдельные годы выпуск колбасных изделий достигал более 1 млн. тонн. Копченые рыбные колбасы выгодно отличаются от вареных более высоким содержанием белков (25–30%) и липидов (15–23%), более длительным сроком хранения. Отечественной рыбной промышленностью освоен выпуск нескольких видов копченых рыбных колбас, таких как «Новинка», «Калининградская», «Балтийская», «Полярная» и др. [2–4].

В качестве сырья для приготовления копченых рыбных колбас используют мороженный рыбный фарш, мороженую рыбу многих видов, китовое мясо [4].

С целью расширения ассортимента деликатесной продукции разработана технология колбасы рыбной сырокопченой, относящейся к группе комбинированных пищевых продуктов.

Для приготовления колбасы рыбной сырокопченой используют фарш «Особый» мороженный из минтая и фарш пищевой мороженный из горбуши. Одним из основных компонентов фаршевой смеси также является шпик свиной мороженный. На разрезе шпик должен быть белого цвета или с розоватым оттенком, без пожелтения, потемнения и других оттенков. Шпик должен быть хребтовой, предназначенный для приготовления колбас высшего сорта.

Блоки рыбного фарша распиливают на куски массой до 1 кг и направляют на дробление. Шпик размораживают до температуры в минус 3°C. После размораживания блоки фарша подвергают грубому измельчению, а затем куттеруют при добавлении ингредиентов по рецептуре и шпика.

Поваренную соль и другие ингредиенты вносят в фаршевую массу согласно рецептуре в определенной последовательности: вначале обрабатывают распиленный и раздробленный на кусочки рыбный фарш, затем вносят бензоат натрия, фосфат, смесь специй, ферментированный рис; смесь куттеруют, производя несколько оборотов ножей на первой скорости; затем добавляют шпик. Общая продолжительность измельчения составляет 1,6–3,5 мин. Окончание процесса куттерования определяют по рисунку фарша, при котором сравнительно однородные по величине кусочки шпика размером не более 4–6 мм равномерно распределены по всей массе фарша. Температура фарша после куттерования должна быть в пределах минус 1 – минус 3°C.

*Фосфат Карнал* добавляют в количестве 0,3% от массы фарша. Он обеспечивает достижение более стабильной консистенции сырокопченой колбасы, отсутствие бульонно-жировых отеков, готовый продукт не распадается при нарезании.

*Каррагинан СК-200* вносят в количестве 0,2% от массы фарша. Каррагинан улучшает функционально-технологические свойства фарша, позволяет исключить бульонно-жировые отеки. Каррагинан добавляют после внесения фосфата.

*Натрия бензоат* (БКН) вносят в количестве 0,1% от массы фарша. БКН применяют в качестве консерванта. Консервирующее действие БКН заключается в понижении рН, в результате чего создаются неблагоприятные условия для развития гнилостных микроорганизмов. Бензоат применяется и как компонент, обладающий противогрибковым действием. БКН представляет собой почти бесцветное кристаллическое вещество с очень слабым запахом, хорошо растворяющееся в воде [5].

*Глютамат натрия* усиливает натуральный вкус колбасных изделий, особенно при использовании мороженого сырья. Его вносят в количестве 0,1% от массы фарша.

*Ферментированный рис* добавляют в количестве 0,14% для подкрашивания колбасы с целью улучшения ее внешнего вида.

*Стартовая культура Биобак К* обеспечивает стандартное созревание сырокопченых колбас. Ее добавляют в количестве 0,2% к массе фарша.

*Смесь специй* Миланская Качиатори – ароматная острая смесь, имеющая перечный вкус. В состав входят пряности, сахароза, калийная селитра, нитриты. Используется в сочетании с солью и стартовыми культурами Биобак в количестве 1,5% от массы фарша.

*Аскорбиновую кислоту* используют как стабилизатор цвета в количестве 0,05% от массы фарша. Ее вносят на конечной стадии измельчения.

Отличительной особенностью эмульсий, приготовленных из грубоизмельченного сырья, является то, что их формирование происходит за счет межмолекулярного взаимодействия мышечных белков в водной среде с образованием пространственного каркаса. В ячейках каркаса находятся крупные частицы жира, фрагменты структурных элементов сырья и другие; одновременно часть диспергированного жира присоединяется непосредственно к сетке «белок–вода», образуя эмульсию.

Стабильность получаемого в куттере фарша обусловлена следующими факторами:

- введением всего количества соли в нежирное сырье, что обеспечивает интенсивную экстракцию солерастворимых белков;
- более высокой степенью диспергирования жира;
- преобладанием принципа резания над эффектом смятия и разрыва (по сравнению с измельчением сырья на волчке), что сопровождается более выраженным выходом белков из мышечных волокон;
- интенсивным перемешиванием компонентов рецептуры.

Для формования батонов используют колбасную оболочку Белкозин. Перед использованием колбасную оболочку промывают в проточной воде температурой 25°C в течение 5–15 мин. Наполнение оболочек проводят сразу же после промывки. Наполнение оболочек фаршем производят на шприцах различных конструкций (гидравлических, вакуумных). Оболочку следует наполнять плотно, особо уплотняя фарш при закреплении свободного конца оболочки. Воздух, попавший в фарш при шприцевании, удаляют путем прокалывания оболочки. Затем батоны колбасы размещают на вешалах на раме. Затем оставляют для осадки в течение 5–7 суток при температуре 2–4°C.

Осадку проводят для удаления воздуха, уплотнения массы, формирования первичной гелевой структуры. Окончание процесса определяют по оболочке – она должна быть подсохшей, плотно облепать колбасу, при нажатии на колбасу фарш не должен вдавливаясь, он становится упругим.

После осадки колбасу коптят в камерах дымом от опилок твердых лиственных пород деревьев в течение 2–3 суток при температуре 20°C и относительной влажности 77%. Процесс копчения колбасных изделий состоит из этапов получения дыма и собственно копчения.

С технологической точки зрения, влияние копильных веществ и самого процесса копчения на качество изготавливаемых мясных изделий проявляется в нескольких аспектах:

- колбасы приобретают острый, приятный, своеобразный вкус и запах, темно-красный цвет и блеск на поверхности;
- проникновение в продукт некоторых фракций дыма и, особенно, фенольной и органических кислот, обладающих высоким бактерицидным и бактериостатическим действием, подавляет развитие гнилостной микрофлоры, повышает устойчивость изделий при хранении;
- одна из фракций дыма – фенолы – хорошо поглощается жировой тканью и, обладая высокими антиокислительными свойствами, препятствует порче продукта; кроме того, фенолы оказывают дубильное действие на коллаген, в результате чего как белковая колбасная оболочка, так и поверхностные слои колбас подвергаются усадке, упрочняются, усиливаются их защитные свойства к действию микроорганизмов;
- процесс копчения сопровождается влагообменом, в результате чего из продукта испаряется часть влаги, изделие обезвоживается, и это, в свою очередь, задерживает развитие микрофлоры и придает изделию характерные органолептические свойства.

По окончании процесса копчения колбасы подсушивают. Сушку производят для повышения устойчивости продукта к действию гнилостной микрофлоры. Сушку проводят в среднем в течение 25 суток при температуре 15°C, относительной влажности 74% и скорости движения воздуха 0,05–0,1 м/с. По окончании процесса сушки колбаса приобретает острый, солоноватый, с выраженным ароматом копчения и пряностей вкус. Содержание влаги в изделии не должно превышать 30% [6].

Батоны рыбных сырокопченых колбас должны иметь плотную упругую консистенцию, чистую сухую поверхность без слипов, наплывов фарша и повреждений оболочки. На поверхности батона допускается сухой белый налет.

Актуально дальнейшее развитие технологий рыбных колбасных изделий, предусматривающих расширение ассортимента за счет создания различных композиций ингредиентов, в том числе растительных.

### Литература

1. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева, Т.Н. Слуцкая, Г.Е. Степанова. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
2. Борисочкина Л.И., Гудович А.В. Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование. – М: Агропромиздат, 1989. – 312 с.
3. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов / В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др. / Под ред. А.М. Ершова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.
4. Технология рыбы и рыбных продуктов / С.А. Артюхова, В.В. Баранов, Н.Э. Бражная и др. / Под ред. А.М. Ершова. – М.: Колос, 2010. – 1063 с.
5. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.
6. Технология комплексной переработки гидробионтов: Учебное пособие / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая / Под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.

УДК 664.95:639.223.3

## ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕСКИ ТИХООКЕАНСКОЙ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

*Е.И. Кобзарева*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

Приведен анализ литературных данных о биологических, технологических особенностях, массовом и химическом составе трески. Показана пищевая ценность отдельных ее органов и тканей. Рассмотрены возможности использования трески тихоокеанской как промыслового объекта.

Треска как сырье для приготовления различных пищевых продуктов пользуется широким спросом на рынках многих стран. Она реализуется в парном или замороженном виде, особенно ценится приготовленное из нее филе. Из трески готовят кулинарную, копченую продукцию. Печень направляют на производство жира, витаминных препаратов, натуральных и паштетных консервов. Икру солят, коптят, пастеризуют.

Треска тихоокеанская (*Gadus macrocephalus* Tilesius, 1810; Pacificcod, Greycod) относится к семейству тресковых (*Gadidae*). Рыбы этого семейства распространены преимущественно в морях северного полушария, где их насчитывается 48 видов. Треска является важным представителем семейства по своему хозяйственному значению [1–3].

Тело тресковых удлинненное, суживающееся к хвосту. Тресковые имеют два или три спинных плавника, один или два анальных, тело покрыто мелкой циклоидной чешуей, на подбородке один усик, брюшные плавники расположены под грудными плавниками или впереди них [4–6].

Тихоокеанская треска – обитатель морских вод умеренных и высоких широт северного полушария, хищная, типично морская стадная рыба, ведет миграционный образ жизни, но далеких перемещений не совершает. Тихоокеанская треска распространена от Кореи до Калифорнии, об-

разует локальные популяционные группировки. Наиболее многочисленна треска у побережья Камчатки и в Беринговом море [7–9]. Районы добычи трески тихоокеанской [10] выделены на рисунке 1 сиреневым цветом.

Тихоокеанская треска достигает половозрелости на пятом году жизни, но вступают в нерест далеко не все половозрелые рыбы; нерест растянут и происходит в разных районах в период с января по май. Растяннутость нерестового периода и порционное участие половозрелых рыб в нересте существенно влияют на технологические свойства тихоокеанской трески, добываемой в разное время и в разных районах дальневосточного бассейна.

Нерестилища тихоокеанской трески расположены у Командорских островов, у восточных берегов Камчатки от мыса Лопатка до острова Карагинского, вдоль западных берегов до мыса Хайрюзово и возможно, севернее, на глубинах от 30–70 м до 200 м [10, 11].

В противоположность атлантической треске тихоокеанская треска имеет не плавучую пелагическую, а донную прилипающую. Плодовитость трески очень высока [8, 12] – от 0,7 до 9,4 млн. икринок. Развивается икра у дна в течение 9–20 сут. Выклюнувшиеся личинки, достигнув длины 20 мм, мигрируют из нерестилищ в прибрежную зону, где живут до достижения длины 40–80 мм, а затем опускаются глубже. Летом треска нагуливается в прибрежной зоне на глубинах 20–60 м, а осенью уходит на глубины 180–300 м. В целом треска может обитать на глубинах от 10 до 800 м [7]. Тихоокеанская треска может совершать короткие миграции вдоль побережья Камчатки.

По типу питания треска относится к хищникам. Питается минтаем, сельдью, навагой, мойвой, песчанкой, крабами, евафузиевыми, червями, осьминогами и др. [2, 6, 7]. Накапливаемый при откорме жир откладывается у тресковых рыб не в мышцах и не на внутренностях, а в печени.

Ресурсный потенциал дальневосточных вод характеризуется разнообразием видового состава промысловых объектов [13]. При этом основную массу вылова дает минтай, треска и камбалы [14]. Запасы трески всегда были значительны, особенно в Беринговом море, где ежегодно добывалось около 20 тыс. тонн. В Петропавловско-Командорском и Западно-Камчатском районах добывали по 10–15 тыс. тонн [7, 8]. Вылов трески в России в 1990–2002 гг. в среднем составлял 337 тыс. тонн [5]. При этом значение тихоокеанской трески было намного меньше в общем улове тресковых – ее уловы составляют в среднем менее 1/20 доли улова атлантической трески [2, 15]. Однако в последнее время наблюдается тенденция к уменьшению запасов тресковых в северной части Тихого океана под воздействием глобальных изменений климато-океанологических условий, а также под воздействием промыслового фактора, а именно, донного ярусного и сетного лова, при котором из общей численности изымаются крупные половозрелые особи, не принимающие в результате участия в размножении [9].

Размеры и масса тихоокеанской трески в уловах изменяются в очень широких пределах (длина 24–115 см, масса 0,5–16 кг), но преобладают особи длиной 50–80 см и массой 3,5–5 кг. Это непостоянство размера и массы зависит от возрастного и полового состава облавливаемой рыбы, различных темпов роста трески в отдельных районах, способа лова рыбы и т. п.

Между возрастом, длиной и массой тела у тихоокеанской трески имеется прямая зависимость, но в отдельных районах обитания темпы роста рыбы неодинаковы.

Как правило, в одном и том же районе лова средние размеры и масса трески, добываемой крючковой снастью, всегда выше, чем у трески, добываемой тралями.

У тихоокеанской трески самки всегда крупнее самцов по размерам и массе. Все это приводит к тому, что в одном и том же районе промысла средняя масса и размер трески в уловах бессистемно колеблются как по месяцам, так и по отдельным годам [16].

Удельная масса неразделанной трески 1,0167–1,043; насыпная масса неразделанной рыбы, в зависимости от размера, колеблется от 0,9 до 1,004 (средняя 0,96). Углы начала скольжения неразделанной трески по жести луженой – 8–11, дюралю – 10–15, железу оцинкованному – 17–38, железу кровельному – 26–37, резине гладкой – 30–52, дереву строганому – 31–60 и бетону – 33–68 [17].

Массовые соотношения частей тела у тихоокеанской трески, добытой в разное время и в разных районах Дальнего Востока изменяются незначительно (табл. 1) [16].



Рис. 1. Карта районов промысла тихоокеанской трески

Относительная масса половых желез у трески достигает максимума в январе-марте (молоки 21–26% к массе самцов и ястыки 11–20% к массе самок); в июне (вскоре после нереста) масса половых желез не превышает 1,5–2% к массе рыбы, а в декабре масса молок достигает 11–17 и ястыков 20–23% к массе самцов и самок соответственно.

У тихоокеанской трески масса печени изменяется в зависимости от ряда причин. С увеличением возраста рыбы увеличение массы печени происходит во много раз быстрее, чем увеличение массы рыбы. Так, например, при увеличении размера трески с 35 до 90 см масса рыбы возрастает в 14 раз (с 0,74 до 10,3 кг), а масса печени – в 34 раза (с 24 до 820 г). Поэтому с увеличением массы трески возрастает не только абсолютная, но и относительная масса печени.

Относительная масса печени находится в прямой зависимости от массы рыбы: у рыб массой 1,9–2,2 кг масса печени составляет 4,6–5,6%, а у рыб массой 4,6–5,6 кг – 5,6–6,5%.

Можно отметить, что выход печени у самцов и самок примерно одинаков; но от весны к осени выход печени закономерно повышается.

Таблица 1

**Массовые соотношения частей тела трески тихоокеанской**

Части тела	Пределы содержания в % к массе рыбы					
	Северное Приморье	Западное побережье северного Сахалина	Западное побережье южного Сахалина	Восточное побережье Камчатки	Западное побережье Камчатки	Берингово море
	Май-сентябрь	Июль-август	Июль-август	Март-сентябрь	Февраль-ноябрь	Август-октябрь
Масса рыбы, кг	1,9–6,4	2,3–5,6	3,0–4,5	2,9–7,6	4,0–5,6	1,2–7,2
Голова	19,6–23,2	19,8–21,6	20,7–22,7	20,1–24,5	21,5–22,9	15,3–29,6
в том числе жабры	4,2–5,5	–	–	3,5–4,2	4,5–5,0	–
плавники и хвосты	2,1–2,8	1,6–2,4	1,8–2,6	2,0–3,2	1,8–3,0	2,5–9,2
Тушка	51,9–57,9	50,0–51,0	54,6–59,3	52,4–59,1	54,2–58,0	43,2–53,4
в том числе кожа	2,0–4,0	–	–	2,0–3,5	2,3–6,6	–
позвоночник	5,0–6,4	–	–	5,0–6,8	4,2–5,4	6,0–15,4
мясо без кожи	44,2–47,6	–	–	43,6–48,1	46,4–48,0	38,7–44,8
Внутренности	10,9–28,5	20,9–24,0	12,6–17,4	12,4–21,6	19,6–25,3	10,4–28,3
в том числе печень	4,2–6,8	5,8–7,0	5,4–6,8	4,2–6,0	5,1–6,7	3,2–6,0

У тихоокеанской трески относительная масса мяса изменяется от 38 до 48% к массе тела, без видимой зависимости от размеров и пола трески, а также периода и района ее лова [7, 16].

Мясо тихоокеанской трески характеризуется малым содержанием жира и большим количеством воды (табл. 2) [16].

Таблица 2

**Химический состав мяса трески разных районов промысла разных периодов вылова**

Район лова	Период лова	Масса рыбы, кг	Пределы содержания, %			
			Вода	Липиды	Белок	Минеральные вещества
Западное побережье Камчатки	Июль-сентябрь	2,8–4,5	79,5–82,0	0,3–0,6	15,8–17,0	1,0–1,8
Охотское море	То же	2,0–5,0	79,4–80,6	0,4–0,9	17,1–18,1	1,2–1,5
Юго-восточная часть Берингова моря	Июль-август	1,9–2,3	70,6–81,0	0,4–1,5	17,2–18,7	1,4–1,5
Восточная часть Берингова моря	Август-октябрь	6,2–7,2	80,9–81,5	0,15–0,17	17,0–17,1	1,1–1,3
		6,0–6,2	81,4–82,1	0,10–0,15	16,5–17,6	1,2–1,3
		2,4–2,9	80,9–82,1	0,15–0,19	15,6–16,8	1,2–1,4
		1,2–1,3	81,3–81,4	0,2–0,3	16,7–16,9	1,2–1,5
Западное побережье северного Сахалина	Июль-август	2,4–3,7	81,0–82,2	0,2–0,4	16,3–17,4	1,0–1,2
Северное Приморье	Май-сентябрь	1,9–6,4	80,0–81,9	0,3–0,5	16,8–17,3	0,8–1,3
Залив Петра Великого	Август	1,8–2,1	77,7–82,2	0,3–0,7	15,5–18,6	1,3–2,2

Как видно из таблицы 2, из органических веществ в мясе трески преобладают белки. У половозрелой тихоокеанской трески после нереста (февраль-май) мясо становится более обводненным и менее вкусным. В результате интенсивного питания треска к осени достигает нормальной упитанности.

Мясо трески отличается от мяса других видов семейства тресковых повышенным содержанием небелкового азота (13–15% к общему азоту). Мясо трески содержит очень много ансерина (150 мг%), бетаина (102 мг%), окиси триметиламина (400–600 и до 1080 мг%), но в мясе нет гистидина и карнозина, а по содержанию мочевины (1,8–2,7 мг%) и креатина (350–580 мг%) различий нет. В мясе трески несколько меньше свободных аминокислот, чем в мясе других видов донных рыб, причем в составе свободных аминокислот меньше незаменимых, особенно метионина, лизина и циклических аминокислот; среди заменимых низкое содержание моноаминокислот, аргинина, пролина и тирозина. Общее количество аминокислот в мясе трески составляет в среднем 15910 мг/100г. Аминокислотный состав мяса трески приведен в таблице 3 [18].

Таблица 3

Аминокислотный состав мяса трески, мг в 100 г мяса

Незаменимые аминокислоты	Содержание	Заменимые аминокислоты	Содержание
Всего	6800	Всего	9100
Валин	900	Аланин	900
Изолейцин	700	Аргинин	1000
Лейцин	1300	Аспарагиновая кислота	1600
Лизин	1500	Гистидин	450
Метионин	500	Глицин	650
Треонин	900	Глутаминовая кислота	2400
Триптофан	210	Пролин	500
Фенилаланин	800	Серин	800
–	–	Тирозин	600
–	–	Цистин	200
–	–	Оксипролин	следы

По аминокислотной сбалансированности треску целесообразно использовать для приготовления продуктов для детей дошкольного возраста [19].

Ткани частей тела тихоокеанской трески содержат мало липидов, за исключением печени (табл. 4).

Таблица 4

Химический состав частей тела тихоокеанской трески

Части тела	Пределы содержания, %			
	Вода	Липиды	Белок	Минеральные вещества
Голова	78,2–82,4	0,7–0,9	14,3–15,4	7,4–8,3
Плавники и хвост	79,4–81,9	0,4–0,5	12,6–16,4	9,1–10,6
Желудок и кишечник	80,9–83,7	1,40–3,7	9,6–11,6	0,6–1,1
Печень	22,2–51,6	10,7–70,1	5,3–11,2	0,3–0,9

Содержание основных значимых кислот в жире мяса трески приведено в таблице 5 [18].

Таблица 5

Содержание основных значимых кислот в жире мяса трески, г в 100 г жира

Насыщенные кислоты	Содержание	Мононенасыщенные кислоты	Содержание	Полиненасыщенные кислоты	Содержание
Всего	0,10	Всего	0,08	Всего	0,18
C <sub>14:0</sub> миристиновая	0,006	C <sub>16:1</sub> пальмитолеиновая	0,01	C <sub>20:4</sub> арахидоновая	0,01
C <sub>16:0</sub> пальмитиновая	0,08	C <sub>18:1</sub> олеиновая	0,05	C <sub>20:5</sub> эйкозапентаеновая	0,06
C <sub>18:0</sub> стеариновая	0,01	C <sub>20:1</sub> гадолеиновая	0,01	C <sub>22:5</sub> докозапентаеновая	0,006
–	–	C <sub>22:1</sub> эруковая	0,005	C <sub>22:6</sub> докозагексаеновая	0,10

В печени сосредоточивается практически весь запас липидов организма рыбы. Масса накапливающихся в печени липидов составляет от 1,7 до 6,1% к массе ее тела. Содержание липидов в

печени и витамина А в печеночном жире изменяется в больших пределах, причем это непостоянство проявляется во всех районах лова тихоокеанской трески.

Кроме печени, витамин А обнаружен в тканях кишечника, желудка и пилорических придатков. Относительная масса желудка вместе с кишечником изменяется от 4,8 до 12,6% к массе рыбы, а содержание жира от 1,2 до 4%. В 1 г тканевого жира содержится от 770 до 47230 и. е. витамина А. В пилорических придатках содержание жира изменяется от 1,3 до 2,9%, а в 1 г тканевого жира содержится от 1280 до 28000 и. е. витамина А [16].

Мясо трески содержит водорастворимые и жирорастворимые витамины, а также полноценный комплекс элементов, входящих в состав минеральных веществ мяса (табл. 6) [7, 18, 20].

Таблица 6

Содержание витаминов и минеральных элементов в мясе трески, в 100 г

Витамин	Содержание, мг	Макроэлементы	Содержание, мг	Микроэлементы	Содержание, мкг
А (ретинол)	0,01	Натрий Na	100	Железо Fe	650
β-каротин	0,03	Калий K	340	Йод I	135
Е (токоферол)	0,92	Кальций Ca	25	Кобальт Co	30
В <sub>1</sub> (тиамин)	0,09	Магний Mg	30	Марганец Mn	80
В <sub>2</sub> (рибофлавин)	0,16	Сера S	200	Медь Cu	150
В <sub>6</sub> (пиридоксин)	0,17	Фосфор P	210	Никель Ni	9
В <sub>12</sub> (цианокобаламин)	1,6 мкг	Хлор Cl	165	Хром Cr	55
Н (биотин)	10,0 мкг	–	–	Цинк Zn	1020
В <sub>с</sub> (фолиевая кислота)	0,012	–	–	Молибден Mo	4
РР (ниацин)	2,3	–	–	Фтор F	700
С (аскорбиновая кислота)	1,0	–	–	–	–

Энергетическая ценность 100 г мяса трески в среднем составляет 69 ккал [18], что позволяет рассматривать мясо трески как сырье для получения низкокалорийных диетических продуктов питания.

По значению белково-водного коэффициента треска относится к белковым рыбам (0,21–0,26), по содержанию жира – к тощим рыбам (менее 4%). По классификации Л.П. Миндера (соотношению жирности и оводненности мяса) треска относится к I категории – категории столовых рыб [21]. Ее можно успешно использовать для приготовления первых и вторых блюд. Мясо трески содержит мало костей, поэтому промышленность готовит филе и фарш как полуфабрикаты для дальнейшего использования в кулинарии и общественном питании [22].

Используемая для производства пищевой продукции треска-сырец должна соответствовать требованиям ТУ 9240-061-33620410 «Рыбы камбаловые и тресковые-сырец» [23].

В соответствии с указанными техническими условиями, по органолептическим показателям треска-сырец должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 7.

Таблица 7

Органолептические показатели трески-сырца

Наименование показателя	Характеристика и норма для сорта	
	первого	второго
Внешний вид, наружный покров	Окраска естественная, присущая данному виду рыб; нарушения целостности кожного покрова не допускается	Окраска естественная, присущая данному виду рыб; допускается нарушение целостности кожного покрова
Жабры	Красные	Могут быть побелевшие или темно-красные
Глаза	Выпуклые, светлые	Могут быть слегка впавшими или потускневшими
Запах	Свежей рыбы без порочащих признаков	Может быть слабый запах, исчезающий при промывании водой

В соответствии с ГОСТ 1368 «Рыба. Длина и масса» [24], треску подразделяют по массе на крупную (более 1,7 кг) и мелкую (1,7 кг и менее).

По показателям безопасности треска-сырец должна отвечать требованиям СанПиН 2.3.2.1078 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [25].

Таким образом, как видно из литературных данных, треска тихоокеанская является ценным сырьевым ресурсом. Соответственно, задачей отрасли является донесение до потребителя качественного, полезного, питательного и вкусного продукта. Это обуславливает актуальность разработки рациональных подходов, направленных на максимальное сохранение первоначальных свойств сырья до момента его дальнейшего технологического использования и потребления.

### Литература

1. Константинова Л.Л., Дубровик С.Ю. Сырье и материалы рыбной промышленности: Учебное пособие. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 240 с.
2. Марти Ю.Ю. Семейство Тресковые (Gadidae) // Жизнь животных / Под ред. Т.С. Расса. – М.: Просвещение, 1971. – Т. 4. – С. 373–387.
3. Сметанин А.Н. Пресноводные и морские животные Камчатки. – СПб.: Политехника, 2002. – 237 с.
4. Сафронова Т.М., Дацун В.М. Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Мир, 2004. – 272 с.
5. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, Т.К. Каленик, В.М. Дацун / Под ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 311 с.
6. Юдкин И.И. Ихтиология. – М.: Пищ. пром-сть, 1970. – 380 с.
7. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норин Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 264 с.
8. Карпенко В.И., Балыкин П.А. Биологические ресурсы западной части Берингова моря. – Петропавловск-Камчатский: МБФ, 2006. – 184 с.
9. Четвергов А.В., Архандеев М.В., Ильинский Е.Н. Состав, распределение и состояние запасов донных рыб у Западной Камчатки в 2000 г. / Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН. Выпуск IV. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. Книжное изд-во, 2003. – С. 227–256.
10. Справочник технолога / ОАО «Управление тралового и рефрижераторного флота». – Петропавловск-Камчатский: ОАО «Камчатский печатный двор», 1997. – 40 с.
11. Вершинин В.Г., Токранов А.М. О размножении трески (*Gadus macrocephalus* Tilesius, 1810) у берегов Восточной Камчатки // Проблемы раннего онтогенеза рыб: Тез. докл. III Всесоюз. совещ. – Калининград: АтлантНИРО, 1983. – С. 82–84.
12. Винников А.В. О плодовитости западно-камчатской трески // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана: Тез. докл. IV регион. конф. молодых ученых и специалистов Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – С. 17–18.
13. Кочкиков В.Н. Ресурсы мирового рыболовства: уровень и проблемы эксплуатации // Рыбные ресурсы, 2009. – № 1. – С. 23–26.
14. Егина Л.В. О проблемах рационального использования рыбных ресурсов и развития промыслового флота // Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН. Выпуск IV. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. Книжное изд-во, 2003. – С. 293–299.
15. Болдырев В.З. Ресурсы рыб и кальмаров юго-восточной Камчатки и сопредельных вод // Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки: Тез. докладов второй областной науч.-практич. конф. 3–6 октября 2000 г. – Петропавловск-Камчатский: Камчатрыбвод, 2000. – С. 32–33.
16. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
17. Технология обработки водного сырья / И.В. Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев, Л.П. Миндер, В.Н. Подсевалов, Л.Л. Лагунов / Под ред. И.В. Кизеветтера. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 696 с.
18. Голубев В.Н., Кутина О.И. Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 408 с.
20. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов. – М.: Дели принт, 2008. – 276 с.

19. Теоретические основы и практические аспекты моделирования продуктов детского питания на основе рыбного сырья / В.В. Гершунская, Л.С. Абрамова, Е.Н. Андриюхина, С.Е. Сергеева // Пищевая промышленность, 2009. – № 3. – С. 44–47.
21. Технология рыбы и рыбных продуктов / С.А. Артюхова, В.В. Баранов, Н.Э. Бражная и др. / Под ред. А.М. Ершова. – М.: Колос, 2010. – 1063 с.
22. *Селюк О.Д., Наседкина Е.А.* Дары Посейдона. – Владивосток: Дальневосточное книжное изд-во, 1984. – 176 с.
23. ТУ 9240-061-33620410. Рыбы камбаловые и тресковые-сырец. Технические условия. – Владивосток: Восток-Тест, 2005. – 8 с.
24. ГОСТ 1368. Рыба. Длина и масса. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 12 с.
25. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078. – М.: Минздрав России, 2001. – 21 с.

УДК 664.959.5

## **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И БАД**

***О.Я. Мезенова, Н.Ю. Ключко, Л.С. Байдалинова, Е.В. Ташина,  
С.В. Андропова, М.В. Матковская***

*Калининградский государственный технический университет, Калининград*

Проведены исследования по разработке технологий пищевых продуктов и БАД из вторичного рыбного сырья: железные функциональные продукты остеотропного действия из голов и чешуи, препараты полиненасыщенных жирных кислот, плавленый сыр с гонадами рыб.

Вторичное рыбное сырье (ВРС) – кости, кожа, чешуя, плавники, головы, внутренности, гонады малоценных видов рыб в большом количестве скапливаются на рыбоперерабатывающих предприятиях Калининградской области. Основная их часть не находит достойного применения и в лучшем случае реализуется на корм животным. Вместе с тем ВРС – источник таких ценных биологически активных веществ (БАВ), как протеины, полиеновые жирные кислоты, минеральные компоненты, гликозаминогликаны, ферменты и др. [1]. Целью проведенного авторами исследования являлась разработка БАВ и пищевых продуктов повышенной биологической ценности с использованием ВРС.

Одно из направлений работы – обоснование пищевой композиции и технологии кондитерского железного функционального продукта остеотропного действия с улучшенными вкусоароматическими свойствами за счет обогащения композиции белковыми, минеральными, липидными ингредиентами чешуи и голов рыб, а также через введение витаминов и биофлавоноидов, содержащихся в растительных добавках и экстрактах. Для получения данного продукта используют желатин, сахар-песок, фито- и вкусовые добавки с водой с использованием фитодобавок в виде водного экстракта из смеси травы череды трехраздельной, шалфея лекарственного и мяты перечной, включающей также корицу молотую и порошкообразную добавку из рыбной чешуи.

Поставленная задача получения функционального продукта остеотропного действия достигается за счет привнесения белковых, минеральных и липидных веществ, находящихся в добавке из рыбной чешуи, а также натуральных витаминов, биофлавоноидов и других БАВ из фитоэкстракта, которые взаимодействуют с ингредиентами добавки из рыбной чешуи и оказывают консервирующее действие. В полученном продукте, таким образом, увеличивается содержание белковых, минеральных и липидных веществ соединительно-тканного происхождения. Упаковывание его в желатиновую оболочку, кроме того, улучшает органолептические свойства и увеличивает срок годности. Желатин в составе полученного изделия улучшает консистенцию. В образовавшемся студне появляется новая трехмерная структура, однородная консистенция, обеспечиваются меха-

нические свойства композиции (вязкость, прочность, упругость, эластичность), необходимые для того, чтобы добавка из рыбной чешуи равномерно распределилась в продукте.

Достижение задачи получения композиции для приготовления функционального продукта остеотропного действия осуществляется путем введения предварительно приготовленной порошкообразной добавки из рыбной чешуи в желатиновый раствор на указанном фитоэкстракте.

При гидратации желатина в среде охлажденного фитоэкстракта формируется структура белкового геля. По достижении максимальной (равновесной) степени набухания увеличившийся в объеме желатин подвергается нагреванию до растворения и получения однородной массы, после чего в массу вводят сахар и порошкообразную добавку из рыбной чешуи. Для приготовления добавки рыбную чешую варят, высушивают и измельчают в порошок.

В итоге образуются водородные связи между карбоксильным кислородом и амидным водородом звеньев полипептидной цепи, повышается вязкость желатинового раствора, стабилизируется структура продукта и, вследствие этого, создается новая единая пищевая система. Использование добавки из рыбной чешуи приводит к повышению биологической ценности продукта, за счет высокого содержания белка (48,6%), кальция (24,6%) и фосфора (6,9%). Применение в качестве структурообразователя желатина также ведет к увеличению биологической ценности продукта, за счет высокого содержания (до 87,2%) белка в желатине, что подтверждает его функциональность продукта, как продукта, полезного для лиц, имеющих заболевания опорно-двигательного аппарата [1].

Сваренная высушенная порошкообразная рыбная чешуя привносит в готовый продукт белковые, липидные, минеральные компоненты. Данная добавка будет поставлять следующие аминокислоты: пролин, глицин, аланин, гидроксипролин и глутаминовую кислоту, участвующую в синтезе соединительной ткани; такие минеральные вещества, как кальций (24,6%), фосфор (6,9%) и магний, формирующие костный скелет организма. Такие жирные кислоты: пальмитиновая (34,8%), пальмитолеиновая (14,8%), линолевая (0,6%), эйкозапентаеновая (5,7%) и другие обеспечивают липидный обмен и тканевое питание соединительной ткани.

При приготовлении фитоэкстракта в воду выделяется более 25% БАВ, находящихся в лекарственных растениях, состоящих из основных лечебных веществ и комплекса высокоактивных природных веществ, обладающих высоким лечебным действием. При набухании желатина в фитоэкстракте образуются также связи между заряженными группами звеньев полипептидной цепи и фитокомпонентами (органическими кислотами, антиоксидантами и другими).

Черда трехраздельная привносит с собой (% сухой массы): дубильные вещества – 5,0; аскорбиновую кислоту – 0,7; макроэлементы – 0,55, в том числе, кальций – 0,11, магний – 0,03; также флавоноиды (лютеолин, бетеин, бутин-7-глюкозид, аурон, сульфуретин), кумарины (умбеллиферон, скополетин), кальциферол. Кальций в черде трехраздельной находится в основном в форме растворимых солей – сульфата и щавелевокислого кальция. При этом значительная часть кальция, 20–65%, в черде трехраздельной растворима в воде и поэтому переходит в фитоэкстракт при его приготовлении.

С листьями шалфея лекарственного в фитоэкстракт попадают (% сухой массы): макроэлементы – 3,0, в том числе, калий 1,1, кальций – 1,7, магний – 0,4; микроэлементы – 0,04, в том числе, железо – 0,03; витамины: бета-каротин – 0,003, холин – 0,04, пиридоксин – 0,003, аскорбиновая кислота – 0,03, токоферол – 0,007, филлохинон – 0,002.

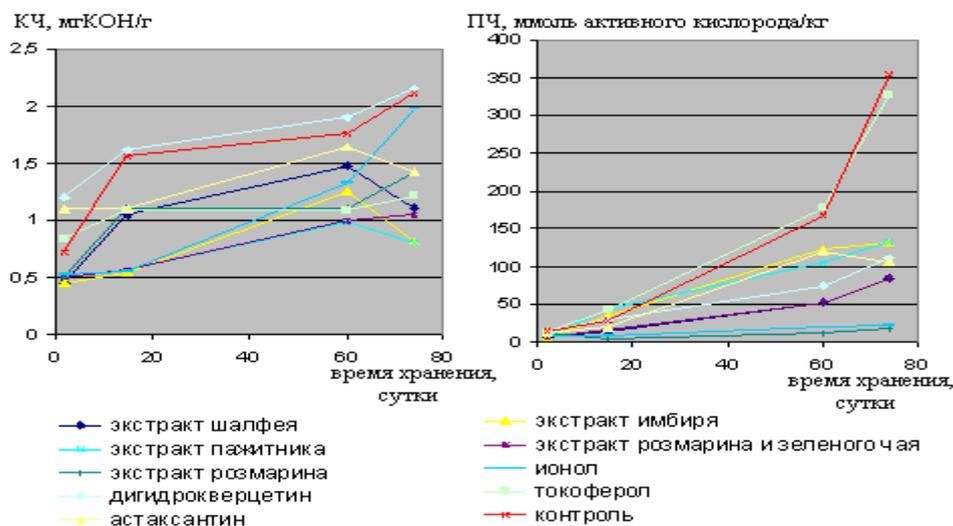
С листьями мяты перечной в готовый продукт привносятся (% сухой массы): витамины: рибофлавин – 0,002, пантотеновая кислота – 0,002, пиридоксин – 0,003, ниацин – 6,6, витамин РР – 0,012; макроэлементы: калий – 1,9, кальций – 1,5, натрий – 0,3, магний – 0,6; микроэлементы: железо – 0,09, марганец – 1,5, цинк – 0,02.

При разработке технологии переработки отходов от разделки рыб требует решения вопрос использования липидной фракции. Перспективным является получение препаратов полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). По своей природе ПНЖК требуют подбора антиоксидантных препаратов. Из множества таких веществ особый интерес представляют природные антиоксиданты [2].

Для оценки действия различных антиоксидантов исследования проводились с жиром, полученным из отходов от разделки семги. Из жира, полученного путем вытапливания, отделилась фракция насыщенных жирных кислот (12,5% от массы жира). Высокие значения йодного числа фракции после отделения насыщенных кислот свидетельствуют о высокой степени ненасыщенности липидов семги.

Испытывались природные вещества, которые в исследованиях других авторов оценивались положительно: экстракты шалфея, имбиря, розмарина и пажитника, смесь экстрактов розмарина и зеленого чая, токоферол, астаксантин, а также ионол и дигидрокверцетин.

Образцы с антиоксидантами (0,2% к массе жира) хранились при положительной нерегулируемой температуре. Исследования динамики гидролитических и окислительных процессов (по ГОСТ Р 52110-2003 и ГОСТ Р 51487-99) показывают, что процессы гидролиза и первичного окисления, интенсивные в контрольном образце, удается стабилизировать при использовании экстрактов розмарина или смеси экстрактов розмарина и зеленого чая (рисунок).



Изменения кислотного и перекисного чисел жира из семги в процессе хранения в присутствии различных антиоксидантов

При разделке рыбы неиспользуемыми часто остаются гонады рыб – икра и молоки, содержащие незаменимые аминокислоты, ПНЖК, ДНК и РНК, витамины, минеральные и другие БАВ [3]. Предложено использовать их в технологии комбинированных плавленых сыров повышенной биологической ценности. Сущность технологии заключается в смешивании пробитой икры, измельченных молок, творога, сыра твердых сортов, коровьего молока, солеплавителя «Фанакон», дальнейшем плавлении сырной массы при температуре 85°C с добавлением сливочного масла. Готовый продукт разливают в формы для охлаждения.

С использованием ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов определены оптимальные значения вводимого количества икры и молок саляки и коровьего молока. В обогащенном плавленом сыре, приготовленном по уточненной рецептуре определены основные органолептические и физико-химические характеристики, изучены реологические показатели. Дегустаторами отмечены приятный молочный запах и вкус готового продукта, отсутствие в его аромате рыбных оттенков, пластичная консистенция.

Полученные результаты свидетельствуют об актуальности и перспективности разрабатываемых технологий БАВ и пищевых продуктов из ВРС, полученными на основе доступного и до сих пор не используемого рыбного сырья Калининградской области.

## Литература

1. Перова, Л.И. Сравнительная технохимическая характеристика и пищевая ценность леща и судака Куршского и Вислинского (Калининградского) заливов // Материалы VIII Междунар. науч.-практич. конф. «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество», Светлогорск, сентябрь 2011. – Калининград: АтлантНИРО. – 2011.
2. Stockmann H. Einsatz von Antioxidantien zur Stabilisierung von Fisch- und Sojaöl / H. Stockmann, A. Holthausen // Lohmann Information. – 2005. – № 4. – P. 1-4.
3. Биотехнология морепродуктов: учеб./ Л.С. Байдалинова, Н.Т. Сергеева, А.С. Лысова и др.; под ред. О.Я. Мезеновой; КГТУ. – М.: Мир. – 2006. – 560 с.

УДК 639.2/3(470.331)

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПОТЕНЦИАЛА РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Е.А. Оношко, И.А. Грудинова*

*Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, Калининград*

Анализируется рыбопромышленная отрасль Калининградской области, рассмотрен экономический потенциал отрасли: рыночный, производственный, финансовый.

Рыбная промышленность – отрасль пищевой промышленности, занимающаяся добычей и переработкой рыбы, морского зверя, китов, морских беспозвоночных и водорослей в разнообразных видах пищевой, медицинской, кормовой и технической продукции [1].

Рыбохозяйственный комплекс Калининградской области является самым молодым в России. Его становление началось в 1945 г. с создания Балтгосрыбтреста. С этого периода рыбная отрасль области динамично развивалась и к 1970 г. представляла уникальный вертикально и горизонтально интегрированный рыбохозяйственный комплекс, включающий в себя рыбодобывающие и рыбоперерабатывающие предприятия, транспортный флот, современную обслуживающую инфраструктуру (судоремонтные предприятия, предприятия по производству промысловой и рыбоперерабатывающей техники, тары, орудий лова, портовое хозяйство), отраслевую науку и систему подготовки и переподготовки кадров рыбной промышленности. С учетом географического положения Калининградской области, наличием незамерзающего порта, ограниченности ресурсной базы Балтийского моря, рыбодобывающие предприятия были ориентированы на добычу рыбы в зонах иностранных государств, открытых частях Мирового океана, где добывалось более 90% от общего улова рыбы. В то же время прибрежное рыболовство на Балтике, в Куршском и Вислинском заливах вносило свой неопределимый вклад развития рыбного хозяйства региона.

Понятие «потенциал организации» включает в себя источники, возможности, средства, запасы, которые могут быть использованы организацией для решения задач, достижения целей в определенной области.

Важнейшими составляющим экономического потенциала организации являются:

- рыночный потенциал: потенциальный спрос на товар и доля рынка, занимаемая организацией, потенциальный объем спроса на товар организации, организация и рынок труда, организация и рынок факторов производства;
- производственный потенциал: потенциальный объем производства товаров, потенциальные возможности основных средств, потенциальные возможности использования сырья и материалов, потенциальные возможности профессиональных кадров;
- финансовый потенциал: потенциальные финансовые показатели производства (прибыльности, ликвидности, платежеспособности), потенциальные инвестиционные возможности.

Рассмотрим каждую из этих составляющих на примере рыбной промышленности Калининградской области.

Во-первых, рыночный потенциал.

По данным Государственной статистики потребление рыбы и рыбопродуктов имеет устойчивую тенденцию к росту с 10,4 килограммов на душу населения в год до 15,5 кг (Таблица 1) [2].

*Таблица 1*

**Потребление основных продуктов питания (на душу населения в год, кг)**

Показатель	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2015	2020
Рыба и рыбопродукты	10,4	12,6	13,1	13,9	14,6	15,0	15,5	16,7	19,8	23,6

По данным экспертов, к 2020 г. объем потребления рыбы в РФ может достичь 26–28 килограммов на душу населения.

Причем рыбная промышленность Калининградской области не только себя обеспечивает рыбной продукцией, но и Россию в целом (Таблица 2). По данным статистики, на долю Кали-

нинградской области в 2009 году приходится 28,1% общероссийского производства консервов и пресервов рыбных из морепродуктов, 6,4% – улова рыбы и добычи других морепродуктов [3].

Таблица 2

Доля производства рыбной продукции Калининградской области в РФ, %

Показатель	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
производства консервов и пресервов рыбных из морепродуктов	31,6	34,3	36,1	33,1	32,3	30,2	28,2	28,1	53
улова рыбы и добычи других морепродуктов	10,8	10,1	11,2	9,0	8,2	7,1	6,3	6,4	3,7

Калининградская область – эксклав России. Здесь находится основные мощности производства рыбных консервов, но на фоне высокой доли производства консервов – низкая и сокращающаяся доля улова рыбы и добычи других морепродуктов. Это вынуждает рыбоперерабатывающие предприятия закупать сырье у импортных поставщиков.

В настоящее время основные операции технологического процесса укладки кусочков филе, добавление овощных гарниров, формирование и укладка тефтелей и фрикаделек в банку либо слабо механизированы, либо полностью выполняются вручную. Это стало тормозом повышения производительности труда на рыбоконсервных и пресервных линиях. Такое положение дел касается практически всех предприятий, реализующих производство консервов и пресервов, с помощью оборудования, составляющего автоматизированные линии. Поэтому сотрудниками ОАО «НПО «Рыбтехцентр» были разработаны, созданы и внедрены высокопроизводительные набивочных машины-автоматы для рыбного филе, автоматы для дозирования, формирования и укладки в банки фаршевых изделий. Стоит отметить, что качество их продукции отмечено золотой медалью выставки «Рыбпромэкспо-2008» [4].

Во-вторых, рассмотрим производственный потенциал.

Природный потенциал внутренних вод Калининградской области позволяет прогнозировать увеличение продукции аквакультуры в десятки раз (в настоящее время во внутренних водоемах региона выращивается около 30 тонн товарной рыбы).

В Калининградской области существуют благоприятные условия для адаптации как уже разработанных, так и по созданию новых биотехник выращивания морских и пресноводных видов рыб. Регион располагает людскими ресурсами и научно-техническим потенциалом для развития всех направлений аквакультуры.

– Калининградский государственный технический университет – на протяжении полувека выпускает кадры для рыбной промышленности страны;

– Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии – разрабатывающий новые технологии поиска, переработки и воспроизводства водных биоресурсов;

– Федеральное государственное учреждение «Западно-Балтийское бассейновое управление по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и организации рыболовства» (ФГУ «Запбалтрыбвод») – занимается решением вопросов связанных с сохранением, воспроизводством водных биологических ресурсов региона.

Но массовым производством рыбной продукции является ее переработка на заводах и комбинатах. Важнейшим фактором их деятельности составляют основные фонды.

Полная учетная стоимость основных фондов предприятий рыбопереработки составила 2,5 млрд. руб., темп роста за год – 106,2% [3].

Таблица 3

Наличие основных фондов предприятий рыбопереработки

Год	Наличие на конец года, млн. рублей	Основные расчетные показатели по движению основных фондов				
		Коэффициент обновления	Коэффициент ликвидации	Коэффициент износа ликвидированных ОФ	Коэффициент годности ОФ на конец года	Степень износа ОФ на конец года
2009	2383,3	12,0	0,3	83,2	69,4	30,6
2010	2530,5	5,1	0,86	92,9	64,7	35,3

Объем ввода в действие всех основных фондов в крупных и средних коммерческих организациях в 2009 и 2010 гг. превышал объем начисленного за этот год износа организаций в 1,1 раза.

Доля новых основных фондов (за счет ввода в действие новых основных фондов, модернизации, реконструкции) в общем объеме их поступления составила 53,9%.

Степень износа фондов крупных и средних предприятий на конец 2009 г. составила 30,6%, 2010 г. – 35,3%.

Авторы статьи считают наиболее целесообразной третью составляющую – оценка экономического потенциала на основе финансового потенциала.

За 2009 г. представили сведения по годовой бухгалтерской отчетности в Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области 14 крупных и средних организаций. Итоги разработки годовых бухгалтерских балансов показали, что сумма прибыли до налогообложения этих организаций 42,3 млн. рублей (за 2008 г. убыток составил 316,1 млн. рублей) [2].

Таблица 4

**Финансовые показатели**

Показатель	2007	2008	2009
Балансовая прибыль (убыток), млн. рублей	86,8	300,6	42,1
Количество прибыльных, ед.	22,0	16	17
Сумма прибыли, млн. рублей	108,3	66,8	333,9
Количество убыточных, ед.	11	13	10
Сумма убытка, млн. рублей	21,5	367,4	291,7
Рентабельность продукции, %	4,0	4,5	10,8
Рентабельность активов, %	1,8	-4,5	0,4

Для оценки экономического потенциала предприятия целесообразно использовать показатель, оценивающий все активы предприятия и его доходы. Таким показателем выступает рентабельность активов.

Совокупным доходом служит чистая прибыль и величина процентов к уплате. Этот совокупный доход может сравниваться со всеми активами, что и является расчетом рентабельности активов.

Коэффициент рентабельности активов характеризует способность руководства компании эффективно использовать ее активы для получения прибыли. Кроме того, этот коэффициент отражает среднюю доходность, полученную на все источники капитала (собственного и заемного).

$$ROA = \frac{EBIT}{A} = \frac{EBIT}{TA} \cdot \frac{TA}{TO} \cdot \frac{TO}{A},$$

где  $ROA$  – рентабельность активов;  $EBIT$  – операционная прибыль (показатель прибыли компании до вычета налога на прибыль и начисленных процентов по кредитам);  $A$  – активы предприятия;  $TA$  – текущие активы (активы, которые в течение одного производственного цикла или одного года могут быть обращены в денежные средства);  $TO$  – текущие обязательства (статьи пассива баланса, отражающие обязательства со сроком погашения не более одного года);  $Vp$  – выручка предприятия за отчетный год.

Данный коэффициент характеризует возможности генерирования доходов данной комбинацией активов и показывает, сколько рублей операционной прибыли приходится на один рубль, вложенный в активы данной компании. Поскольку операционная прибыль является обобщающим показателем эффекта, коэффициент  $ROA$  – представляет интерес для всех пользователей.

Обобщающим показателем эффекта, имеющим отношение ко всем активам, выступает операционная прибыль ( $EBIT$ ), поскольку именно их этого источника получают свою долю основные участники (акционеры, государство). Операционная прибыль используется при расчете многих финансовых коэффициентов, а также самостоятельно применяется в финансовом анализе. Поскольку она исключает влияние налогового окружения и способов финансирования, то сравнение эффективности компаний на ее основе дает более стабильные результаты, чем при использовании чистой прибыли.

Таким образом, рентабельность активов состоит из 5 отношений, выражающих коэффициенты:

- эффективность использования функционирующего капитала;
- коэффициент текущей ликвидности;
- степень финансового риска (леверидж);
- ресурсоемкость;
- деловая активность (ресурсоотдача).

Для расчета обобщающего показателя экономического потенциала отрасли авторами предлагается использовать показатель приемлемого темпа развития отрасли:

$$q = \frac{r \cdot ROA}{1 - r \cdot ROA} = \frac{r \cdot p}{1 - r \cdot p},$$

где  $r$  – коэффициент реинвестирования прибыли, рассчитываемый отношением реинвестированной прибыли на операционную прибыль отчетного периода;  $ROA$  – рентабельность активов;  $p$  – коэффициент чистой рентабельности продукции, показывающий отношение чистой прибыли отчетного периода к выручке от реализации;  $RO$  – ресурсоотдача, показывает сколько рублей объема реализованной продукции приходится на один рубль средств, инвестированных в деятельность предприятия;  $FD$  – коэффициент финансовой зависимости, полученный путем деления суммы собственного и заемного капитала на собственный капитал.

Данная формула показывает, что при некоторых предположениях оптимальности ресурсоотдачи и отсутствия намерения масштабного наращивания собственного капитала отрасль может развиваться с темпом  $q$ , зависящим от рентабельности активов и политики в отношении рефинансирования прибыли. Кроме того рост показателей  $r$  и  $ROA$  является фактором повышения значения  $q$ .

В Калининградской области более 27 предприятий, занимающихся рыбопереработкой. Наиболее крупными являются рыбоконсервные комбинаты, которые производят большой ряд продукции (консервы, пресервы, соленая и вяленая продукция и прочее). Именно они выступают главными представителями отрасли. Главными производителями являются ОАО «Калининградский рыбоконсервный комбинат», ОАО «Мамоновский рыбоконсервный комбинат», ОАО «Балтийский комбинат». Эти три предприятия производят 27% консервов в России. Поэтому для анализа отрасли используются показатели работы данных предприятий.

В процессе анализа потенциала выявляется единый средний коэффициент по отрасли. Для этого авторы статьи считают необходимым рассчитывать средневзвешенный коэффициент. Причем в качестве весов используется стоимостной показатель выпуска продукции – выручка.

Таблица 5

Рентабельность активов

Год	ОАО «КРК»	ОАО «МРКК»	ОАО «БалКо»	Отраслевой средневзвешенный показатель
2006	0,0002	-0,0168	-0,0710	-0,0043
2007	0,0297	-0,0067	-0,1107	0,0159
2008	0,0122	0,0798	-0,0624	0,0016
2009	0,0011	0,1046	-0,0761	-0,0001
2010	-0,0764	0,0008	0,0180	-0,0473

При проведении факторного анализа было выявлено, что наибольшее влияние на рентабельность активов оказывает эффективность использования оборотного капитала. Для увеличения рентабельности активов отрасли необходимо увеличить рентабельность активов предприятия. Это можно сделать путем повышения деловой активности предприятий – увеличения выручки предприятий и не превышения темпа роста оборотных активов предприятия над темпом роста выручки.

### Литература

1. Большая советская энциклопедия, 1971 г.
2. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2011: Стат. сб. / Росстат. – М., 2011. – 662 с.
3. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2011: Стат.сб./ Росстат. – М., 2011. – 446 с.
4. Создание комплекса машин для рыбной и консервной промышленности / Макаров П.Ю., Доровских В.Н., Никлонский Д.О. // Цикл работ на соискание областной премии «ЭВРИКА» в области науки, технологий и инновационной деятельности. 2010 год.

УДК 556.38(571.66)

## **ОСВОЕНИЕ ВОСТОЧНОГО УЧАСТКА БЫСТРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**Б.А. Опрышко**

*Петропавловский водоканал, Петропавловск-Камчатский*

**В.А. Швецов, О.А. Белавина**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье показана история освоения месторождений подземных вод для водоснабжения Петропавловска-Камчатского и Елизово, сделан вывод о состоянии наблюдательной сети по восточному участку Быстринского месторождения пресных подземных вод.

В соответствии с постановлениями Правительства Российской Федерации [1] и Администрации Петропавловск-Камчатского городского округа [2], инженерно-техническим центром МУП «Петропавловский водоканал» разработано техническое задание на «Обустройство Быстринского месторождения подземных пресных вод со строительством Быстринского водозабора и магистрального водовода до г. Петропавловска-Камчатского».

### **Обоснование выбора источника водоснабжения Петропавловска-Камчатского**

В Российской Федерации питьевые подземные воды относятся к стратегическим видам природных ресурсов [3].

Водным кодексом предусмотрено создание резервных источников водоснабжения, на базе защищенных от загрязнения месторождений подземных вод [4].

Существует ряд особенностей подземных вод, определяющих стратегию развития этих ресурсов и их освоения:

- целесообразность освоения в непосредственной близости от потребителя;
- ограниченное расстояние между объектами добычи подземных вод и объектами водопотребления, при подаче воды к потребителю по трубопроводам.

Значение подземных вод как наиболее защищенных от загрязнения источников питьевого водоснабжения особенно увеличилось в последние годы в связи с участвовавшими техногенными и природными катастрофами [4].

Следует отметить, что в районах с сейсмичностью 8 и 9 баллов надлежит предусматривать использование не менее двух источников водоснабжения [5].

Вышеизложенным требованиям для водоснабжения г. Петропавловска-Камчатского наиболее подходит Быстринское месторождение пресных подземных вод, поэтому Администрацией Камчатского края выделены денежные средства на разработку проекта строительства Быстринского водозабора с водоводом до проспекта Карла Маркса.

### **История освоения месторождений пресных подземных вод для водоснабжения Петропавловска-Камчатского и Елизово**

1. В 1962 г., по ходатайству Камчатского облисполкома, Совмин РСФСР обязал Главгеологию РСФСР провести гидрогеологические изыскания для водоснабжения г. Петропавловска-Камчатского. Изыскания проводились, в том числе на участке «34 км», на правом берегу реки Авачи у посёлка Елизово. После детальной разведки участок было решено осваивать для строительства инфильтрационного водозабора, способного обеспечить питьевой водой население Петропавловска-Камчатского, Елизово и населенных пунктов, расположенных между ними [6]. Основанием для выбора источника водоснабжения стали высокие фильтрационные способности месторождения, близкое расположение от автодороги Петропавловск – Начики и посёлка Елизово.

2. В 1966–1967 гг. в результате работ 1-й Карымшинской гидрогеологической партии, был выявлен участок мощной разгрузки подземных вод в долине реки Быстрой. Результаты гидрогеологических исследований позволили предположить наличие значительного месторождения пресных подземных вод. Этот участок решено было отставить как резервный [6].

3. В связи с хозяйственным освоением долины реки Авача, ростом города Елизово, в начале 80-х годов произошло резкое ухудшение санитарного состояния поверхностных вод Авачи [7].

4. С учетом перспективного роста водопотребления Петропавловск-Елизовской агломерацией, Иркутским отделением института Гипрокоммунводоканал в 1984 г. была выдана заявка на поиски и разведку дополнительного источника водоснабжения города, который должен удовлетворять следующим требованиям:

- удаление от Петропавловска-Камчатского не более чем на 30 км;
- защищенный от поверхностных загрязнений источник подземных вод;
- надёжность подачи воды по 1-й категории.

На основании «заявки», Паратунской гидрогеологической экспедицией в период с 1984 по 1991 гг. у подножий Корякско-Авачинской группы вулканов проведены поисково-разведочные работы, позволившие разведать Быстринское месторождение пресных подземных вод и оценить его эксплуатационные запасы по промышленным категориям [7].

5. В марте 2012 г. МУП «Петропавловский водоканал» получил лицензию на пользование недрами Восточного участка Быстринского месторождения пресных подземных вод с целевым назначением на добычу питьевых подземных вод для водоснабжения Петропавловска-Камчатского.

### **Краткая характеристика Восточного участка Быстринского месторождения пресных подземных вод**

Восточный участок Быстринского месторождения пресных подземных вод территориально расположен в Елизовском районе Камчатского края, в 10 км севернее г. Петропавловска-Камчатского у подножий Корякско-Авачинской группы вулканов.

Участок месторождения разведан в период с 1987 по 1991 гг. Эксплуатационные запасы его утверждены по категориям А+В+С<sub>1</sub> в количестве 100 тысяч м<sup>3</sup>/сутки. На месторождении, на абсолютных отметках 250–260 метров пробурены и подготовлены к эксплуатации десять скважин обеспечивающих по категории А подачу питьевой воды в объёме 44 тысяч м<sup>3</sup>/сутки. Перспективный водозабор располагается линейным рядом, протяженностью 4,2 км с интервалами, позволяющими пробурить дополнительно десять скважин.

Конструкции эксплуатационных скважин приведены в таблице.

Таблица

#### **Характеристики эксплуатационных скважин Восточного участка Быстринского месторождения пресных подземных вод**

№ п/п	Год бурения	Глубина, метры	Проектный дебит Q, $\frac{\text{л/с}}{\text{м}^3/\text{час}}$	Техническое состояние
101	1990	136,0	80,5	Не эксплуатируется
102	1990	130,0	48,0	Не эксплуатируется
103	1990	135,0	46,1	Не эксплуатируется
104	1990	130,0	49,1	Не эксплуатируется
105	1990	130,0	58,0	Не эксплуатируется
106	1991	130,0	46,0	Не эксплуатируется
107	1991	130,0	42,5	Не эксплуатируется
108	1991	130,0	54,0	Не эксплуатируется
109	1991	130,0	49,2	Не эксплуатируется
110	1991	130,0	40,7	Не эксплуатируется

### **Подготовка месторождения к эксплуатации**

Основными задачами Петропавловского водоканала по освоению месторождения подземных пресных вод являются обследование и ревизия скважинного фонда, ликвидация аварийного излива воды из скважин, организация наблюдательной сети.

Работы начались 31 мая 2012 г., когда стал возможен проезд автотранспорта повышенной проходимости. В период с июня по август 2012 г. обнаружены все десять эксплуатационных скважин, произведены работы по расконсервации, а именно:

- вскрыты крышки на устьях;
- установлены герметичные резиновые прокладки, заменены болты;
- устья пронумерованы.

Наиболее сложная ситуация сложилась с поиском разведочных и поисковых скважин, расположенных на месторождении площадью 30 км<sup>2</sup>. Отсутствие карт расположения кустов скважин, отсутствие координат значительно усложнили создание наблюдательной гидрогеологической сети.

За период поисково-разведочных работ пробурено 77 скважин, из них 29 поисковых и 48 разведочных. Согласно актам [9], ликвидировано 24 скважины. Рекомендовано организовать наблюдательную сеть, состоящую из 25 скважин [7]. В период освоения в 2012 году обнаружено 27 скважин, из них рекомендованных для наблюдения 18.

После обнаружения скважин и оценки объема восстановительных работ, работниками МУП «Петропавловский водоканал» изготавливались оголовки, планировался выезд на месторождение для выполнения ремонта и «включения» скважины в наблюдательную сеть.

Следует отметить, что разработка проектов оголовков для наблюдательных скважин осуществлялась совместно с Камчатским государственным техническим университетом. В результате совместного сотрудничества с КамчатГТУ, разработана модель оголовка для самоизливающейся скважины, позволившая не только упростить конструкцию изделия, но и значительно снизить стоимость. Модель оголовка для самоизливающейся скважины установлена и испытана на двух скважинах. После успешно проведенных испытаний подана заявка на изобретение [10].

Для выполнения условий лицензии на пользование недрами, необходимо организовать оперативный ремонт и наблюдение на месторождении. Оперативность ремонта заключалась в ликвидации аварийного разлива, врезке вентилей для проведения замеров пьезометрических уровней и отбора проб воды на химический анализ. Оголовки скважин очищались и окрашивались в синий цвет, наиболее заметный в густых зарослях. Произведены ремонты оголовков 15 наблюдательных скважин.

Выполнены двадцать два выезда на месторождение в период с мая 2012 по январь 2013 г. Учитывая суровые климатические условия, поиск 26 скважин из которых 10 необходимо подготовить для режимных наблюдений, решено перенести на 2013 г., после окончания паводка.

По результатам проведенных работ можно сделать вывод, что наблюдательная сеть по восточному участку месторождения (с учетом наблюдений на эксплуатационных скважинах) и западному блоку, на предэксплуатационный период подготовлена.

Однако для окончательной оценки технического состояния эксплуатационных скважин после 23-летней консервации, подтверждения гидрогеологических характеристик, необходимо произвести комплекс следующих мероприятий:

1. Прокачка эрлифтом:
  - десяти эксплуатационных скважин для очистки от посторонних примесей и подтверждения производительности;
  - пяти наблюдательных скважин для очистки от посторонних примесей;
  - предусмотреть одновременную прокачку не менее 2 (двух) эксплуатационных скважин для определения зоны влияния работающего водозабора.
2. Проведение телеинспекции десяти эксплуатационных и шестнадцати наблюдательных скважин, для оценки их технического состояния и возможности дальнейшей эксплуатации.
3. Замена оголовков на наблюдательных скважинах.

Наиболее затратным мероприятием является прокачка скважин. Поэтому необходимо разработать эффективные и менее затратные способы откачки воды из скважин, с привлечением всего научного потенциала нашего города. Это позволит укорить выполнение проекта обустройства Быстринского месторождения подземных пресных вод, и обеспечить жителей г. Петропавловска-Камчатского питьевой водой в необходимом количестве.

### Литература

1. Правительство Российской Федерации Постановление. Постановление от 06.03.98 № 292. «О Концепции федеральной целевой программы «Обеспечение населения России питьевой водой» и осуществлении первоочередных мероприятий по улучшению водоснабжения населения».
2. Администрация Петропавловск-Камчатского городского округа. Постановление от 29.08.2012г. №2389 «Об утверждении схем перспективного развития водоснабжения и водоотведения Петропавловск-Камчатского городского округа»
3. *Боревский Б.В., Язвин Л.С.* Стратегия развития ресурсной базы питьевых подземных вод на территории России в XXI веке. – М.: Гидрогеологическая и геоэкологическая компания «ГИДЭК». Разведка и охрана недр. – 2003. – №10.

4. Водный Кодекс (Федеральный Закон от 03.06.2006 №74-ФЗ).
5. Строительные Нормы и Правила. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.02-84\*. (в ред. Изменения №1, утв. Постановлением Госстроя СССР от 30.04.1986 №52). Дополнительные требования к системам водоснабжения в особых природных и климатических условиях. Сейсмические районы.
6. Министерство Геологии РСФСР. Камчатское территориальное геологическое управление. Южно-Камчатская геологоразведочная экспедиция. Авачинский гидрогеологический отряд. Братов М.М., Манухин Ю.Ф. ОТЧЁТ о результатах детальной разведки Елизовского месторождения пресных грунтовых вод, проведенной Авачинским отрядом на правом берегу реки Авачи у посёлка Елизово для водоснабжения города Петропавловска-Камчатского в 1966–1968 гг. (с подсчётом эксплуатационных запасов по состоянию на 1 мая 1968г.). Том 1 (текст отчёта). п. Елизово, 1968.
7. Госкомгеологии РСФСР производственное геологическое объединение «КАМЧАТГЕОЛОГИЯ». Паратунская гидрогеологическая экспедиция. М.Г. Патока, В.Б. Звягинцев, Н.А. Репех / Отчёт о результатах предварительной разведки восточного участка Быстринского месторождения пресных подземных вод, проведённой в 1987–1991 г.г. (с подсчётом эксплуатационных запасов по состоянию на 01.08.1991г.). – Кн. 1. Основные результаты. п. Термальный. 1991 г.
8. С.Ю. Киселёв, С.В. Кандинская. Российская Федерация. Общество с Ограниченной Ответственностью «Аква» / Отчёт о результатах обследования эксплуатационных скважин Восточного участка Быстринского месторождения питьевых подземных вод (Лицензионный участок ООО «ТПК «Интераква») г. Елизово, Камчатский край, 2007.
9. Камчатское Государственное Геологическое Предприятие. Паратунская гидрогеологическая экспедиция. Быстринская гидрогеологическая партия. Проект на производство ликвидационного тампонажа скважин Восточного участка Быстринского месторождения пресных подземных вод в 1993–1994 гг. п. Термальный, 1993.
10. Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А. Оголовок наблюдательной самоизливающейся скважины / Заявка на полезную модель. Дата отправки в ФИПС 21.02.2012.

УДК 543:553.411

## **ВЫБОР АНАЛИТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА В ПРОБАХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД ПЕРВОГО КЛАССА**

***В.В. Пахомова***

*ОАО «Камчатгеология», Петропавловск-Камчатский*

***В.А. Швецов, О.А. Белавина, Н.В. Адельшина, В.А. Пахомов***

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье авторы показывают возможность использования наиболее дешёвого атомно-эмиссионного метода для определения золота в золотосодержащих рудах первого класса на стадии геолого-съёмочных и разведочных работ.

В практике аналитических лабораторий для определения золота в пробах золотосодержащих руд первого класса используются следующие методы: пробирный [1], пробирно-атомно-абсорбционный (ПАА) (пробирное концентрирование и атомно-абсорбционное окончание) [2], атомно-абсорбционный (АА) [3] и атомно-эмиссионный с экстракцией золота органическими сульфидами (АЭ) [4]. Стоимость этих видов анализа приведена в табл.1.

Стоимость анализов в 2012 году

Наименование предприятия	Стоимость анализа 1 пробы, руб.		
	пробирный	пробирно-атомно-абсорбционный	атомно-эмиссионный
ОАО «Камчатгеология»	1000	1953,72	427
ЗАО «Западно-Сибирский испытательный центр»г. Новокузнецк	1308,38	2103,56	726,41
ОАО «Бурятгеология»г. Улан-Удэ	946	1753	322
ОАО «ЛИЦИМС»г. Чита	500	870	192

Из данных табл. 1 следует, что наиболее дешёвым методом является атомно-эмиссионный метод (АЭ), однако применение этого метода при разведке месторождений ограничено.

Цель работы: показать, что атомно-эмиссионный метод может быть использован при разведке месторождений.

Для этого авторы участвовали в межлабораторных исследованиях. Данные этих исследований приведены в табл. 2.

Сопоставление результатов анализов, выполненных атомно-абсорбционным и атомно-эмиссионным методами (табл. 2), показывает, что на стадии геолого-съёмочных, разведочных работ для определения золота целесообразно использовать более дешёвый метод: атомно-эмиссионный.

Таблица 2

Результаты межлабораторных сравнительных испытаний по определению золота

№ пробы	Содержание золота, г/т	Результат анализа, г/т			
		пробирного	ПАА	АА	АЭ
1	min	0,10	0,08	0,06	0,13
	max	0,19	0,20	0,14	0,13
	среднее	0,134	0,109	0,09	0,13
	Аттестованное значение содержания золота 0,10±0,01 г/т				
2	min	0,15	0,09	0,09	0,14
	max	0,27	0,20	0,19	0,16
	среднее	0,197	0,149	0,146	0,15
	Аттестованное значение содержания золота 0,15±0,01 г/т				
3	min	1,24	1,12	1,24	1,25
	max	1,50	1,45	1,45	1,33
	среднее	1,36	1,27	1,35	1,30
	Аттестованное значение содержания золота 1,34±0,04 г/т				
4	min	1,14	1,25	0,60	1,26
	max	1,63	1,53	1,39	1,53
	среднее	1,45	1,40	1,16	1,40
	Аттестованное значение содержания золота 1,42±0,04 г/т				
5	min	3,85	3,84	3,10	3,87
	max	4,95	4,65	4,42	4,90
	среднее	4,42	4,29	3,94	4,27
	Аттестованное значение содержания золота 4,33±0,15 г/т				
6	min	6,46	6,41	6,39	6,19
	max	7,10	7,01	6,91	7,18
	среднее	6,86	6,69	6,63	6,74
	Аттестованное значение содержания золота 6,79±0,10 г/т				

Результаты внутрилабораторного контроля определения золота атомно-эмиссионным методом выполненные в центральной лаборатории ОАО «Камчатгеология» показали, что на протяжении нескольких лет внутрилабораторная прецизионность остается удовлетворительной (табл. 3).

Выводы: таким образом, на стадии геолого-съёмочных и разведочных работ для определения золота в золотосодержащих рудах первого класса целесообразно использовать следующую схему анализа:

1-й этап: определение золота во всех пробах атомно-эмиссионным методом;

2-й этап: повторное определение золота пробирным методом в пробах с содержанием его более 0,5 г/т.

Результаты внутрилабораторного контроля качества определения золота атомно-эмиссионным методом

Период	Диапазон измерений Au, г/т	Количество проб	Относительное среднее квадратичное отклонение расчетное, %	Относительное среднее квадратичное отклонение допустимое, %	Запас точности
2009 г.	0,002–0,005	889	14,6	30	2,9
	0,005–0,01	82	30,6	30	1,0
	0,01–0,05	251	29,9	30	1,0
	0,05–0,1	110	26,9	30	1,1
	0,1–0,5	155	27,5	30	1,1
	0,5–2,0	194	21,8	30	1,4
	2,0–5,0	10	23,3	27	1,2
2010 г.	5,0–10,0	10	10,2	18	1,8
	0,002–0,005	318	16,0	30	1,9
	0,005–0,01	73	30,4	30	1,0
	0,01–0,05	297	30,3	30	1,0
	0,05–0,1	165	31,6	30	0,9
	0,5–0,2	322	24,0	30	1,3
	2,0–5,0	31	23,2	27	1,2
2011 г.	5,0–10,0	7	12,9	18	1,4
	0,002–0,005	105	9,6	30	3,1
	0,005–0,01	39	27,1	30	1,1
	0,01–0,05	186	28,4	30	1,1
	0,05–0,1	72	29,1	30	1,0
	0,1–0,5	121	32,8	30	0,9
	0,5–2,0	71	20,2	30	1,5
2011 г.	2,0–5,0	7	6,1	27	4,5
	5,0–10,0	4	8,7	18	2,1

### Литература

1. Инструкция НСАМ № 505 – X. Определение золота и серебра пробирным методом в горных породах, рудах и продуктах их переработки. – М.: ВИМС, 2010. – 19 с.
2. Инструкция НСАМ № 497 – XC. Методика количественного химического анализа. Золото. Определение золота пробирным и пробирно-атомно-абсорбционными методами в горных породах, рудах благородных металлов и продуктах их переработки. – М.: ВИМС, 2006. – 21 с.
3. Инструкция НСАМ № 131 – C. Атомно-абсорбционное определение золота в минеральном сырье разнообразного состава. – М.: ВИМС, 2010. – 15 с.
4. Инструкция НСАМ № 354 – C. Атомно-эмиссионное определение золота в геохимических пробах с экстракционным концентрированием органическими сульфидами. – М.: ВИМС, 1995. – 12 с.

УДК 664.68

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*А.Е. Сафонов, И.А. Якушева*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье проанализированы современные тенденции в производстве мучных кондитерских изделий, предложен способ повышения пищевой и биологической ценности продукции путем введения в рецептуры водорослевых добавок.

История хлебопечения насчитывает около 5 тысяч лет, но современные способы приготовления мучных изделий принципиально не отличаются от способов, которые использовались в

древнем Египте и Греции. С течением времени менялось качество и состав компонентов, режимы приготовления становились более точными и сложными, но в своей основе выпекание осталось выпеканием.

Мучные кондитерские изделия имеют не менее древнюю историю. В частности, в древней Руси тесто подслащивали мёдом, сдабривали специями и выпекали в печи. Такое изделие дошло и до наших дней, сохранив древнее название – пряник. Пряники пекли к чаепитию, дарили на праздники и именины, а особо искусно украшенные изделия преподносились в дар правителям [1]. Количество рецептов приготовления пряников достигает нескольких десятков за счёт внесения различных добавок. Пряники пекутся с различными травами и специями, с орехами, ягодами и цукатами.

Тенденция обогащения продукта различными добавками в пищевой промышленности в целом и в производстве мучных кондитерских изделий в частности преобладает и в наши дни. По литературным данным, в качестве добавок применяются самые различные вещества и продукты и вносятся они с различными целями: фрукты, овощи, ягоды и орехи, вводимые в разной степени готовности – для придания оригинальных вкусоароматических характеристик или обогащения продукта минеральными веществами и витаминами; хитин, целлюлоза, клетчатка и другие полисахариды различного происхождения – для обогащения изделия балластными веществами [2–8]. Наиболее популярными являются такие добавки растительного происхождения, как изюм, засахаренные корки цитрусовых (цукаты), джемы и повидла в виде начинок, мак, различные семена и орехи и многие другие [5, 6, 9–17].

Здоровье нации в целом и каждого человека в частности в значительной степени зависит от рациона питания. Для населения Российской Федерации зернопродукты и хлебобулочные изделия – один из основных источников энергии и питательных веществ. Они удовлетворяют потребность человека в белках на 25–30%, в углеводах на 30–40%, в витаминах (прежде всего группы В), минеральных веществах и пищевых волокнах – на 20–25% [1].

Кондитерские изделия являются одними из самых важных и любимых среди потребителей всех возрастов компонентами пищевого рациона, но большая их часть отличается низким содержанием витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон [17].

Литературные данные показывают, что как в мировой, так и в отечественной практике производства мучных кондитерских изделий преобладают тенденции, направленные на получение продукта с заданными диетическими свойствами. Следовательно, при разработке новой продукции следует учитывать такие рекомендации диетологов и гигиенистов, как снижение калорийности, обогащение биологическими добавками, включение пищевых компонентов, способствующих нормализации работы желудочно-кишечного тракта, а также выведению различных нежелательных продуктов обмена [11, 15, 18].

Таким образом, новые мучные кондитерские изделия становятся не столько лакомством: они, будучи обогащенными физиологически полезными пищевыми ингредиентами, входят в обширную группу продуктов функционального питания, разработка которых является одной из задач Концепции государственной политики в области здорового питания [7]. Немаловажно и использование информационных технологий для систематизации разработки новых изделий [12].

Для повышения пищевой ценности продуктов используют добавки как животного, так и растительного происхождения [2, 5, 6, 8, 9, 17]. Но для научного обоснования технологии кондитерских изделий специального назначения необходимо учитывать такие факторы, как особенности рецептурного состава, наличие минеральных веществ, биохимические преобразования и др. Также не маловажна и природа нетрадиционного компонента [17].

В мучные кондитерские изделия чаще всего добавляют нерастворимые пищевые волокна (содержащие клетчатку, целлюлозу и др.), которые применяют для снижения калорийности, гликемического индекса, для биологического обогащения [17]. Помимо этого повышается выход готового продукта, замедляется процесс очерствения [15]. В кондитерских эмульсиях и тесте пищевые волокна проявляют определённые технологические свойства:

- увеличивают содержание влаги в тесте и в готовых изделиях за счёт высокой водоудерживающей способности;
- влияют на реологические свойства теста и готового продукта;
- обеспечивают текстурные характеристики мучных кондитерских изделий, создают воздушную структуру;

– улучшают структурные характеристики, предотвращают разрывы на поверхности печенья, повышают прочность вафельных изделий, снижают растекаемость сдобной выпечки, уменьшают растрескивание при хранении замороженного теста и т.д. [17].

– введение волокон в мучное кондитерское изделие с фруктовой начинкой способствует формированию её гелеобразной консистенции, повышает стабильность начинки при выпечке, снижает миграцию влаги в готовое изделие [10, 13, 17].

Не менее распространено внесение в продукт различных нетрадиционных компонентов, которые содержат в себе как пищевые волокна, так и витамины, макро- и микроэлементы и другие вещества, повышающие пищевую ценность готового изделия. Так, при внесении в традиционную рецептуру коржика «Молочного» плодов боярышника улучшились не только органолептические показатели, но и значительно повысилась биологическая ценность [5]. При введении в рецептуру сахарного печенья пасты из фундука снизилась обсеменённость готового изделия, а содержание макро- и микроэлементов увеличилось в десятки раз [16].

Рациональным является внесение в рецептуру мучного кондитерского изделия порошков из плодовоовощных выжимок. Их получают из побочных продуктов производства натуральных соков. В их составе содержатся как пищевые волокна (в основном пектины), так и достаточное количество макро- и микроэлементов, а также витаминов [15, 17].

В последние годы в рецептуры мучных кондитерских изделий стали вводить морские водоросли. В водорослях содержатся полисахариды, пигменты, являющиеся биологически активными веществами, витамины, макро- и микроэлементы. При введении в рецептуры водорослевых добавок решаются сразу две задачи: продукт обогащается ценными компонентами, и структура его становится более стабильной. Стабилизация структуры происходит за счёт водорослевых полисахаридов (каррагинанов, агара, агароида, фуцелларана и др.), которые играют роль структурообразователей.

К категории водного растительного сырья принадлежат многочисленные виды морских растений, которых объединяют в 4 группы промышленного сырья: морские травы, зеленые, бурые и красные водоросли. Кроме макрофитов, в качестве промышленного сырья приобретают значение одноклеточные водоросли.

Водоросли являются сырьем для выработки многих продуктов (агар-агара, агароида, альгинатов), которые невозможно приготовить из наземных растений. При комплексном подходе из многих водорослей можно вырабатывать пищевые, кормовые и технические продукты [19, 20].

По данным ФАО в 2006 г. мировая добыча водорослей из естественной популяции составляла 800 тыс. тонн. Из них на долю бурых приходилось 80%, красных – 19%, зелёных – 1%. В морях России произрастает около 1000 видов водорослей, из которых на долю зеленых приходится 19%, бурых – 30% и красных – 15%. Однако в качестве промысловых рассматриваются лишь 19 видов, в основном относящихся к ламинариевым. В Камчатском крае на участке побережья от мыса Сопочного до п-ва Шипунского (около 450 км) запас ламинариевых составляет 180 тыс. тонн, из которых 160 тыс. тонн практически не доступны для промысла [21].

В продукции аквакультуры лидирующее место принадлежит бурым водорослям (около 60%) благодаря выращиваемой в Китае ламинарии японской. Красным водорослям принадлежит 40%, зелёным – менее 1%. Большие успехи в культивировании водорослей, в частности красных (багрянок), делает Вьетнам: для производства каррагинана они выращивают 20 тыс. тонн сухой массы в год [22]. Красные морские водоросли широко распространены в прибрежных водах Камчатского полуострова и составляют промышленные запасы.

Красные водоросли представляют особый отдел растительного царства *Rhodophyta*. Насчитывают более 600 родов и около 4000 видов багрянок [19, 20]. Представители *Rhodophyta* широко распространены в Мировом океане. Красные водоросли обитают в морских водах, занимая разный диапазон глубин в зависимости от вида. Среди них больше узкоареальных видов, чем среди других водорослей. Некоторые из них известны только у азиатского побережья, немногие – только в прикамчатских водах. В результате совместного развития разных видов зелёных, бурых и красных водорослей образуются самые разнообразные растительные сообщества, а многообразие их строения и биологии развития обеспечивает максимальное заполнение экологических ниш [19, 23].

Существует теория так называемой хроматической адаптации, по которой проникновение водорослей на те или иные глубины связано с качеством света, проходящего через толщу воды.

Как известно, глубже всего проникают лучи из зеленой и синей частей спектра. Красные пигменты багрянок позволяют им фотосинтезировать в синих лучах, и поэтому, согласно этой теории, они проникают на глубины, недоступные для других водорослей. Проникновение красных водорослей на значительные глубины правильнее объяснить их способностью усваивать малые количества света.

Основные полисахариды большинства красных водорослей – это сульфатированные галактаны, имеющие уникальный моносахаридный состав, так как только в их молекулах встречается моносахарид 3,6-ангидрогалактоза. Сульфатированные галактаны встречаются только в багрянках и представляют собой уникальный класс полисахаридов [24, 25], заполняют межклеточное пространство, входят в состав клеточных структур и обладают выраженными гидрофильными свойствами. Многие из них склонны к образованию прочных гелей, с чем связана их механическая функция в растении: высоко гидратированный гель, обеспечивает легкую диффузию в клетки веществ из морской воды, предохраняет обнажающиеся при отливе водоросли от высыхания и в то же время обеспечивает механическую прочность и эластичность водоросли [24].

Накопление галактанов в водорослях происходит в период их наиболее интенсивного роста (в июле – августе). Их содержание изменяется от 12,6 до 45,6–65,4% (массы сухого вещества) в зависимости от вида водорослей [26].

Сульфатированные галактаны красных водорослей подразделяются на агар, его также называют желозой, или кантенон, и каррагинан, отличающиеся физико-химическими свойствами [11]. Летом содержание агара в водорослях может достигать 55–60% [26].

Кроме запасных полисахаридов водоросли образуют различные сахара и сахароспирты [27]. В качестве продукта ассимиляции у красных водорослей откладывается полисахарид, называемый багрянковым крахмалом. По химической природе он ближе всего к амилопектину и гликогену [19, 23, 27]. Кроме багрянкового крахмала, в качестве запасных веществ у красных водорослей откладываются трегалоза, флоридозид, сахароза и др.

Пектиновые вещества красных водорослей представляют собой соли кальция и магния особых пектиновых кислот. Они обладают способностью растворяться в кипящей воде с образованием слизистых растворов. К группе пектиновых веществ относятся также особые коллоидные вещества, которые содержатся в клеточных оболочках и межклетниках многих багрянок. Они представляют собой сложную смесь содержащих серу полисахаридов и носят общее название фикоколлоидов. Фикоколлоиды получены из многих видов водорослей, в результате установлено несколько их разновидностей. Более всего известны агар, каррагинан, нори, агароиды. Эти вещества отличаются друг от друга по составу и свойствам, но все обладают желеобразующей способностью [23, 27].

У некоторых форм в изобилии встречаются многоатомные спирты. Из жиров известны холестерол, силостерол, фукостерол.

Багрянки отличаются сложным набором пигментов. Кроме обычных для зеленых растений, растворимых в спирте хлорофилла, каротина и ксантофилла, хлоропласты красных водорослей содержат дополнительные водорастворимые пигменты билипротеины. Зеленые растения содержат хлорофилл нескольких модификаций, в том числе сине-зеленый хлорофилл *a* и желто-зеленый хлорофилл *b*. У красных водорослей найден только хлорофилл *a* – универсальный пигмент, характерный для всех растений. Кроме того, у некоторых багрянок обнаружен хлорофилл *d*. Каротиноиды красных водорослей представлены  $\alpha$ - и  $\beta$ -каротином и ксантофиллами лютеином, зеаксантином и, как считают, тараксантином. Билипротеинами багрянок являются красный фикоэритрин и голубой фикоцианин. Они близки к пигментам синезеленых водорослей, но не идентичны им, так как отличаются по химическому составу. Как показано на многочисленных опытах, количество пигментов у багрянок возрастает с глубиной; при этом количество фикоэритрина возрастает в большей мере, чем количество хлорофилла. Окрашенные в красный цвет багрянки растут на глубине и на мелководье они меняют окраску. С увеличением количества света они становятся бледно-красными, затем желто-зелеными, соломенными и, наконец, полностью обесцвечиваются [20].

Состав минеральных веществ красных водорослей достаточно богат. Процентное содержание некоторых минеральных элементов приведено в таблице [26].

Содержание минеральных химических элементов в красных водорослях

Минеральный элемент	Содержание, % от массы сухого вещества	Минеральный элемент	Содержание, % от массы сухого вещества
Калий К	1,0–2,2	Кремний Si	0,2–0,3
Натрий Na	1,0–7,9	Сера S	0,5–1,8
Кальций Ca	0,4–1,5	Фосфор P	0,2–0,3
Магний Mg	0,7–2,1	Хлор Cl	1,5–3,5
Железо Fe	0,1–0,15	Бром Br	До 0,005
–	–	Йод I	0,1–0,15

Нами предложено применять в качестве добавки при производстве мучных кондитерских изделий красные морские водоросли семейства *Palmariaceae*. Запасы этих водорослей являются одними из самых обширных в прикамчатских водах, а сами водоросли характеризуются богатым набором витаминов, микро- и макроэлементов, наличием фотопигмента фикоэритрина, обладающего антиоксидантным действием.

Введение в состав мучных кондитерских изделий водорослевых добавок обеспечит повышение пищевой ценности изделий, приведет к снижению интенсивности протекания окислительных процессов жиров, вносимых в тесто по рецептуре, а, значит, повысит качество и сохраняемость готовой продукции.

### Литература

1. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: ДеЛи Принт, 2006. – 269 с.
2. Хитозансодержащие биологически активные добавки к пище в рационализации питания населения / А.И. Албулов, М.А. Фролова, О.В. Буханцев, В.М. Быкова, С.В. Немцев, Б.А. Комаров // Рыб. пром-сть, 2010. – № 2. – С. 25–28.
3. Бутейкис Н.Г., Жукова А.А. Приготовление мучных кондитерских изделий. – М.: Академия, 2001. – 302 с.
4. Герасимова И.В. Сырьё и материалы кондитерского производства. – М.: Пищ. пром-ть, 1997. – 207 с.
5. Григоренко Е.И. Улучшение качества мучных кондитерских изделий за счёт использования нетрадиционного растительного сырья // Научные труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, 2011. – № 23. – С. 152–155.
6. Перфилова О.В., Митрохин М.А. Использование порошков из плодоовощных выжимок с целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий // Достижения науки и техники АПК, 2008. – № 8. – С. 48–50.
7. Резниченко И.Ю., Гурьянов Ю.Г., Лобач Е.Ю. Разработка рецептур, технологии производства, оценка качества функциональных кондитерских изделий // Новые технологии, 2011. – № 1. – С. 25–29.
8. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в кондитерской промышленности. – СПб.: Профессия, 2005. – 304 с.
9. Производство мучного кондитерского изделия повышенной пищевой ценности / Л.И. Агзамова, З.Ш. Мингалеева, С.В. Борисова, О.В. Старовойтова, О.А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета, 2010. – № 11. – С. 264–268.
10. Кутина Е.Н., Маточкин С.В. Производство кондитерских изделий функционального назначения // Известия УрГЭУ, 2008. – № 1. – С. 158–162.
11. Леонов Д.В., Муратова Е.И., Дворецкий С.И. Системный подход к разработке кондитерских изделий функционального назначения // Вестник ТГТУ, 2011. – № 4. – С. 979–990.
12. Лурье И.С. Технология кондитерского производства. – М.: Агропромиздат, 1992. – 399 с.
13. Платова Л.П. Применение пищевых волокон в различных группах продуктов // Бизнес пищевых ингредиентов, 2008. – № 6. – С. 18–20.
14. Руднева А.И. Использование ароматизированной ламинарии в технологии плавленых сыров // Рыб. пром-сть, 2007. – № 4. – С. 23–25.
15. Струпан Е.А., Тупсина Н.Н. Основные направления повышения пищевой ценности кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ, 2007. – № 6. – С. 271–275.

16. *Стриженко А.В., Першакова Т.В., Тимофеев Т.И.* Перспективы расширения ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения // Новые технологии, 2011. – № 4. – С. 83–87.
17. *Типсина Н.Н., Присухина Н.В.* Пищевые волокна в кондитерском производстве // Вестник КрасГАУ, 2009. – № 9. – С. 166–171.
18. *Тимофеева К.Г., Куприна Е.Э., Скоробагатых В.А., Модестова Н.В.* Функциональные продукты питания на основе рыбных фаршей // Рыб. пром-сть, 2007. – № 4. – С. 47–49.
19. *Клочкова Н.Г., Березовская В.А.* Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология и химический состав. – Владивосток; Петропавловск-Камчатский: Дальнаука, 1997. – 154 с.
20. *Корячкина С.Я.* Новые виды мучных кондитерских изделий. – Орёл: Труд, 2001. – 212 с.
21. *Вилкова О.Ю.* Место России в мировой добыче морских водорослей // Рыб. пром-сть, 2010. – № 3. – С. 4–8.
22. Культивирование и переработка красных водорослей-каррагинофитов во Вьетнаме / *Фан Т.К. Винь, А.В. Подкорытова, Т.А. Игнатова, А.И. Усов* // Рыб. пром-сть, 2010. – № 3. – С. 2–31.
23. *Виноградова К.Л.* Отдел красные водоросли // Жизнь растений / Под ред. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – Т. 3. – С. 72–86.
24. *Усов А.И.* Полисахариды красных морских водорослей // Прогресс химии углеводов. – М.: Наука, 1985. – С. 77–96.
25. *Усов А.И.* Проблемы и достижения в структурном анализе сульфатированных полисахаридов красных водорослей // Химия растительного сырья, 2001. – № 2. – С. 7–20.
26. *Кизеветтер И.В., Грюнер В.С., Евтушенко В.А.* Переработка морских водорослей и других промысловых растений. – М.: Пищ. пром-сть, 1967. – 416 с.
27. *Саут Р., Уиттик А.* Основы альгологии. – М.: Мир, 1990. – 597 с.

УДК 664.95:639.211

## ХАРАКТЕРИСТИКА ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ЛОСОСЕЙ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

*М.В. Сулягина, А.С. Арчибисова, А.А. Шарапова, А.И. Куприянов*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

Приведен анализ литературных данных о биологических, технологических особенностях, массовом и химическом составе горбуши, кеты, нерки и кижуча. Показана пищевая ценность их органов и тканей. Рассмотрены возможности использования рыб данных видов как промыслового объекта.

Рыбохозяйственный комплекс Камчатского края является одним из самых значимых в рыбном хозяйстве Дальнего Востока и России в целом. В среднем за год Камчатскими предприятиями вылавливается 600 тыс. тонн рыбы, в том числе 85 тыс. тонн лосося, что составляет около 50% лосося в доле вылова на Дальнем Востоке. Доля рыбной промышленности Камчатки в общем объеме ее производства составляет около 60% и является наиболее значимой. В отрасли занято более 16 тыс. человек и дополнительно около 21 тыс. человек на сезонном лососевом промысле. Водные биологические ресурсы – основное естественное богатство Камчатки. По своим масштабам, видовому разнообразию, а в ряде случаев и уникальности биологические ресурсы прикамчатских вод и внутренних водоемов области представляют собой значительную часть национального богатства страны.

Исторически первым объектом сырьевой базы развития рыбной промышленности на Камчатке послужили тихоокеанские лососи. Это определило прибрежный и сезонный характер промысла и относительно небольшие масштабы предприятий, их разбросанность по приустьевым участкам нерестовых рек всего побережья Камчатки. Последнее обусловило здесь своеобразие состава предприятий отрасли. Всего в прикамчатских водах обитает более 2 тысяч видов различных гидробионтов, из которых около 300 относится к категории промысловых [1].

Среди всех гидробионтов, перерабатываемых Камчатскими предприятиями, основное значение имеют тихоокеанские лососи. В мировых уловах тихоокеанских лососей 85–90% обеспечивается тремя видами: горбушей (35–38%), кетой (28–35%) и неркой (15–20%).

Рыбоперерабатывающие предприятия Камчатки выпускают широкий ассортимент продукции из тихоокеанских лососей: мороженую рыбу различных способов разделки, фарш, стерилизованные консервы, пресервы, продукцию холодного и горячего копчения, икорную продукцию и др.

В настоящее время продуктом, в большей степени пользующимся спросом в России и за рубежом, является мороженая рыбопродукция. Другие виды рыбной продукции зачастую имеют показатели качества, не соответствующие мировым стандартам по содержанию соли, фенолов, химическому составу, применяемым консервантам. И только мороженая рыбопродукция достаточно успешно проходит жесткий контроль и пользуется спросом у отечественных и зарубежных торговых и промышленных предприятий. Замораживание лососевых – перспективное направление, которое позволит обеспечить сохранность их химического состава, свести к минимуму все биохимические, микробиологические, гистологические и физико-химические процессы и позволит в дальнейшем из такой продукции выпустить различные виды высококачественной пищевой продукции.

Тихоокеанские лососи являются важнейшими промысловыми рыбами, имеющими высокую пищевую ценность и большое экономическое значение.

Представители семейства лососевых (Salmonidae) распространены в Северном полушарии Земного шара, нерестятся в реках, впадающих в Ледовитый и северные части Тихого и Атлантического океанов. Имеются ценные промысловые виды, представляющие мировое значение: чавыча, кета, нерка, горбуша, сима, кижуч, мальма.

В это семейство входит род Тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*). Тихоокеанские лососи являются важнейшими промысловыми рыбами, имеющими высокую пищевую ценность и большое экономическое значение.

Горбуша, кета, нерка и кижуч обеспечивают основу вылова лососевых рыб – около 98% и имеют наибольшее промысловое значение.

Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) – многочисленный проходной эпипелагический (0–250 м) арктическо-бореальный вид. На северо-восточной Камчатке средняя длина самцов горбуши 47 см, самок – 45 см, при массе, соответственно, 1350 и 1193 г. На западном побережье горбуша крупнее: самцы – 55 см, самки – 52 см, при массе 2070 и 1670 г. Отдельные экземпляры достигают длины 68 см при массе 4,5 кг [2]. Это самый мелкий тихоокеанский лосось, но и наиболее массовый, имеющий первостепенное промысловое значение.

Численность подвержена сильным колебаниям, что обусловлено климатическими условиями и обеспеченностью пищей во время морских миграций. Выделяются четные и нечетные поколения. В конце 90-х годов прошлого века в четные годы на Западной Камчатке добывали более 100 тыс. тонн, а в нечетные годы на Северо-Восточной Камчатке – более 80 тыс. тонн [3]. В начале этого века добыча снизилась вдвое. По северо-востоку Камчатки в нечетные годы подходы горбуши были значительно большими, но горбуша обильных поколений растет хуже, размеры ее мельче. Замечено, что чем интенсивнее облавливается горбуша, тем менее резки колебания ее цикличности [4–6].

Горбуша – самый мелкий представитель тихоокеанских лососей. В таблице 1 приведены размеры и масса горбуши в зависимости от ее пола и района лова [7].

Таблица 1

Изменения размеров и массы горбуши по районам ее лова

Район Камчатки	Период	Пол	Длина тела, м	Масса рыбы, кг
Восточное побережье	Июнь–август	Самцы и самки	–	0,93–0,166
Западное побережье	Июль–август	Самцы	0,34–0,5	0,83–0,26
		Самки	0,34–0,48	0,73–0,18
Охотское побережье	–	Самцы	0,41–0,6	0,8–0,29
		Самки	0,38–0,53	0,7–0,21

Средний размер и масса горбуши в уловах зависит от многих причин: соотношения самцов и самок (самки меньше самцов по размерам и массе), района лова, от периода лова по времени

года (в начале года преобладает крупная горбуша, а к концу масса уменьшается). Наиболее мелкую горбушу (средняя масса 1,1–1,3 кг) добывают у западного побережья Камчатки и материкового побережья Охотского моря.

Насыпная масса неразделанной горбуши изменяется в пределах 1010–1030, потрошеной рыбы – 1050–1080 кг/м<sup>3</sup>. Угол естественного откоса при свободном падении горбуши с высоты 0,3–0,5 м – 10–20°, угол начала скольжения по белой жести 20–40°, гладкой резине – 60°, деревянной поверхности – 60–65°. Коэффициент трения при скольжении по дереву для рыбы в стадии посмертного очоления 0,6–0,9, в стадии автолиза – 0,7–1,2 и бактериальной порчи – 1,7–2,2, для рыбы безупречно свежей, при движении вперед головой, коэффициент трения не превышает 6,7, при скольжении вперед спинкой – 0,8–0,9, а при скольжении вперед хвостом – 2,1–2,7.

Химический состав мяса горбуши изменяется от начала к концу хода рыбы в реке, отчетливо увеличивается содержание воды, уменьшается содержание в мясе липидов и белков [3,7,8].

У половозрелой горбуши-серебрянки, добываемой в юго-восточной зоне Тихого океана (побережье Аляски), химический состав мяса изменяется в пределах (%): вода 69,2–76,2, липиды 3,4–6,2, белок 19,4–20,6 и минеральные вещества 1,1–1,5%. К азиатскому побережью подходит более упитанная горбуша.

В мясе горбуши без признаков брачного наряда присутствуют следующие водорастворимые витамины (в %): В<sub>1</sub> (30–150), В<sub>2</sub> (40–580), В<sub>с</sub> (0,5–85), В<sub>12</sub> (10–22), РР (1350–4460), пантотеновая кислота (5800–6600), витамин А (0,7–10 и. е. на 1 г), витамин Д (300–160 и. е. на 1 г).

Изменения химического состава мяса горбуши по периодам ее лова одинаково проявляются у самцов и самок и являются результатом прогрессирующего процесса нерестового голодания.

Технологическая ценность горбуши закономерно понижается от начала путины к концу; в любой период путины пищевая ценность рыбы снижается в прямой зависимости от силы проявления брачных изменений.

В теле горбуши наиболее жирным является мясо брюшка, особенно жирна ткань калтычка и килевой части брюшка, а наименьшее содержание липидов обнаружено в мясе прихвостовой части тела.

Мясо горбуши без признаков брачного наряда содержит полноценную композицию незаменимых аминокислот, среди которых преобладают моноаминокислоты и лизин, содержание гистидина весьма невелико. По количеству незаменимых аминокислот мясо горбуши уступает мясу кеты и нерки.

В мясе горбуши содержится 0,02–0,06 мг% йода (0,12–0,20 мг% на сухое вещество); процент йода более высок в жирном мясе, поэтому в мясе спинки его не более 0,09 мг%, а в мясе брюшка – 0,16 мг%. Содержатся также (мг% в сухом веществе) марганец (0,09), медь (0,35), цинк (12,5), кобальт (0,009), молибден (0,007), бром (0,5) [3,7,8,9].

Кета (*Oncorhynchus keta*) – многочисленный проходной эпипелагический (0–250 м) арктическо-бореальный вид. Длина тела самцов 67 см, самок 64 см, масса тела самцов 3960 г, масса тела самок – 3512 г. Максимальные размеры кеты 81 см, масса 6770 г (р. Кичига). В других местах своего ареала кета крупнее.

В общем улове тихоокеанских лососей кета занимает второе после горбуши место.

Насыпная масса неразделанной кеты в зависимости от способа укладки и размеров рыбы колеблется от 1019 до 1080 кг/м<sup>3</sup>. Угол начала скольжения неразделанной кеты по жести и нержавеющей стали в пределах 6–9°, по оцинкованному железу – 10–15, строганому дереву и гладкой резине – 15–20, железному цементу – 20–25° [7].

Кета – рыба мясистая, значения коэффициента мясистой закономерно возрастают с увеличением размера рыбы. Так, например, для рыб длиной тела 0,56–0,6 м коэффициент мясистой изменяется от 50 до 65 кг/м, а для рыб длиной 0,68–0,72 м – от 80 до 100 кг/м.

Весьма различается по химическому составу мясо тушки кеты: наиболее жирные ткани калтычков и брюшка; более гидратированное мясо спинки, наиболее высокое содержание белков в мясе прихвостовой части. Перечисленные особенности химического состава мяса позволяют заключить, что наибольшую пищевую ценность представляют брюшки кеты. В то же время высокое относительное содержание липидов в них является причиной того, что именно в брюшках появляются первые признаки порчи за счет окисления и гидролиза жира.

При нерестовом голодании в белках мяса несколько уменьшается содержание аргинина, гистидина и цистина и увеличивается количество лизина. Химический состав мяса кеты,

не имеющей признаков брачного наряда изменяется в довольно значительных пределах, а наиболее лабильными компонентами состава мяса являются липиды.

Изменения химического состава мяса кеты происходят по многочисленным причинам биологического характера: крупные рыбы имеют мясо более богатое липидами; в осенней кете содержание липидов заметно выше, чем в летней; в одном и том же районе лова содержание липидов в мясе кеты может существенно различаться. Очевидно, причины различий связаны с условиями нагула кеты в морской период жизни [7].

В мясе кеты обнаружен полноценный комплекс водорастворимых витаминов ( $\gamma\%$ ): В<sub>1</sub> (30–150), В<sub>2</sub> (40–200), В<sub>6</sub> (300–4500), В<sub>С</sub> (5–50), РР (6400–7500), Н (70–150), пантотеновая кислота (5800–6600), В<sub>12</sub> (10–16), а также витамин А (0,7–12 и.е. на 1 г) и Д (до 1260 и.е. на 1 г).

Мясо кеты является ценным источником йода, содержание йода в сыром мясе изменяется от 13 до 42  $\gamma\%$ , или 47–91  $\gamma\%$  в сухом веществе мяса. Среди других микроэлементов в мясе кеты обнаружены (мг% в сухом веществе): марганец (0,09–0,11), медь (0,35–0,46), бром (0,8), кобальт (10,5–11,4  $\gamma\%$  в сухом веществе) и молибден (8,0–10,0  $\gamma\%$ ). Химический состав различных частей тела и отдельных органов кеты специфичен [3,7].

Нерка (*Oncorhynchus nerka*) считается наиболее ценным представителем тихоокеанских лососей. Многочисленный проходной эпипелагический (0–250 м) и пресноводно-озерный арктическо-бореальный вид, у северо-западной Камчатки встречается редко. Нерка воспроизводится в реках, впадающих в Тихий океан, – от южнокалифорнийской р. Кламат до северной части Берингова моря по американскому берегу и от о. Хоккайдо до северной части Берингова моря по азиатскому берегу. Ареал нерки уже, чем у кеты и у горбуши. Районы морского нагула расположены южнее западных островов Алеутской гряды. По уловам она также уступает горбуше и кете.

Длина самцов 71 см, самок – 65 см. Максимальные размеры самцов 80 см, самок – 74 см. Средняя масса тела самцов 4357 г (до 6130 г), самок – 3260 г (до 4410 г – на р. Кичиге).

В промысловых уловах размеры и масса нерки изменяются в довольно значительных пределах, причем самки в отличие от самцов имеют несколько меньшую массу (1,2–3,2 и 1,5–4,4 кг соответственно) и размеры (0,47–0,65 и 0,49–0,67 см соответственно).

Массовые соотношения частей и органов самцов и самок нерки изменяются в следующих пределах (% к массе рыбы): голова 12,3–21,8 (в т. ч. жабры 1,8–3,0), плавники и хвост 1,8–2,8, внутренности 8,7–12,9 (в т. ч. ястыки 2,7–6,3, молоки 0,7–1,5, печень 1,2–3,2, сердце 0,17–0,21) и чешуя 0,4–0,6, тушка 65,5–73,4 (в т. ч. мясо с кожей 57,6–62,6, кости 6,9–11,6, кожа 1,8–3,7). Изменения массовых соотношений частей тела зависят от ряда причин, среди которых пол и биологическое состояние рыбы оказывают решающее значение.

Из всех видов тихоокеанских лососевых нерка имеет наиболее ярко окрашенное мясо. Окраска мяса связывается с присутствием каротинов, в частности астоксантина, содержание которого в сыром мясе различных видов тихоокеанских лососей варьирует в пределах (мг%): у нерки – 3,2–3,8, у кеты – 0,46–0,50, у горбуши – 0,56–0,66 [7].

Химический состав мяса нерки непостоянен (табл. 2) в основном за счет изменения содержания воды (амплитуда 10,6%) и липидов (амплитуда 9%). Непостоянство химического состава мяса нерки вызывается рядом причин биологического характера [7]. Так, содержание липидов в мясе повышается с увеличением массы и возраста рыбы. Особенно значительные изменения химического состава тканей происходят в результате нерестового голодания нерки. Содержание липидов в мясе самок по сравнению с самцами выше.

Таблица 2

Химический состав мяса нерки

Район лова	Период	Масса рыбы, кг	Пол	Пределы содержания, %			
				Вода	Липиды	Белок	Минеральные вещества
Усть-Камчатск	Июнь	<u>2,3</u>	<u>Самцы</u>	<u>67,7</u>	<u>5,3</u>	<u>19,7</u>	<u>1,2</u>
		3,1	Самки	71,8	11,4	22,4	1,3
	Июль	<u>2,5</u>	<u>Самцы</u>	<u>69,2</u>	<u>4,6</u>	<u>19,8</u>	<u>1,2</u>
		3,5	Самки	74,0	10,2	22,3	1,6
	Июль	<u>2,0</u>	<u>Самцы</u>	<u>69,2</u>	<u>4,0</u>	<u>20,9</u>	<u>1,2</u>
		2,7	Самки	72,5	7,0	21,7	1,4
	Август	<u>2,5</u>	<u>Самцы</u>	<u>71,8</u>	<u>4,4</u>	<u>21,5</u>	<u>1,3</u>
		3,2	Самки	72,8	4,6	22	1,3

Район лова	Период	Масса рыбы, кг	Пол	Пределы содержания, %			
				Вода	Липиды	Белок	Минеральные вещества
р. Кихчик	Сентябрь	–	Самцы	67,5	6,0	20,2	1,2
			Самки	68,3	8,8	21,5	1,5
р. Большая	Август	–	Самцы	68,9	8,9	21,2	0,9
			Самки	70,8	10,2	22,9	1,6
р. Паратунка	Август	1,6	Самцы	67,5	5,0	19,0	1,2
		2,1	Самки	70,1	8,8	22,5	1,5
	Октябрь	1,5	Самцы	74,9	2,1	13,7	1,0
		2,7	Самки	81,2	4,1	19,9	2,2

В составе белков мяса нерки присутствуют 17 аминокислот, в том числе все незаменимые. В составе незаменимых аминокислот преобладают моноаминокислоты и много лизина; биохимической особенностью является малое содержание гистамина. В составе заменимых аминокислот преобладают моноаминодикарбоновые и моноаминокислоты.

В мясе нерки присутствуют витамин А (2–15 и.е. на 1 г мяса), Д (до 1000 и.е. на 1 г), В<sub>1</sub> (100–160 γ%), В<sub>2</sub> (40–90 γ%), В<sub>12</sub> (2,5–4 γ%).

В составе минеральных веществ обнаружены: калий (0,18–0,28%), магний (0,15–0,28%), фосфор (0,20–0,31%), кальций (0,02–0,03%), из микроэлементов: железо (0,7–0,9 мг%), йод (13–151%), марганец (20–30%), медь (30–40 γ%), молибден (1,2–1,4 γ%), бром (0,1–0,2 γ%), цинк (5–7 γ%) [3,7,8,9].

Кижуч (*Oncorhynchus kisutch*) – многочисленный проходной эпипелагический (0–250 м) и пресноводно-озерный арктическо-бореальный вид, у северо-западной Камчатки встречается редко. Уловы кижуча в общем объеме лососей значительно уступают горбуше, кете и нерке. При заходе в реки Камчатки длина составляет около 60 см, масса до 3,5 кг. Распространен повсеместно к югу от Берингова пролива. Наибольшей численности достигает на Камчатке и на материковом побережье Охотского моря. Единично встречается в некоторых реках Чукотского моря. Нерестовая миграция начинается в июле и продолжается по октябрь, нерест с конца августа и до глубокой зимы. Плодовитость 1,7–9 тыс. икринок (средняя 4,3–5,4 тыс.).

Кижуч достигает длины 70–75 см и 6–6,5 кг массы. Кижучи, добываемые в районе Камчатки, имеют длину тела 48–73 см и массу 1,3–5,6 кг, Охотского побережья – 60–77 см и 2,4–6,4 кг, самцы несколько крупнее (1,7–5,5 и 1,7–4,7 кг соответственно).

Массовые соотношения частей тела кижучей (масса рыбы от 2,4 до 3,8 кг), добытых в июле-августе в районе Усть-Камчатка, изменялись в следующих пределах (в% к массе рыбы): голова 8,5–11,2 (в т. ч. жабры 2,1–2,6), внутренности 10,6–16,7 (в т. ч. половые железы 5,7–9,9, печень 1,6–2,4), тушка с плавниками 70,9–75,1 [3,7].

У самок относительная масса ястыков изменяется от 3,9 до 20% к массе рыбы, причем относительная масса ястыков закономерно возрастает от начала к концу периода лова.

По содержанию липидов в мясе кижуч следует отнести к рыбам жирным (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав мяса кижуча

Район лова	Период лова	Масса рыбы, кг	Пределы содержания, %			
			Вода	Липиды	Белок	Минеральные вещества
р. Большая	Июль – сентябрь	2,1–3,2	66,9–69,8	6,9–12,3	20,3–22,8	0,6–1,3
Усть-Камчатск	Июль	2,4–3,8	67,8–69,7	9,7–10,1	20,6–21,0	1,2–1,6
	Август	2,8–3,2	67,6–68,4	9,7–10,8	20,2–22,3	1,1–1,3

В мясе самок содержится несколько меньше липидов, чем в мясе самцов, причем в обоих случаях содержание липидов закономерно возрастает с увеличением массы рыбы. Мясо кижуча отличается высоким содержанием белков, имеющих низкий показатель гидратации (2,9–3,2).

Из микроэлементов в мясе кижуча присутствуют йод (13–52%), марганец (20–24%), медь (45–50 γ%), цинк (30–40 γ%) и молибден (1–1,3 γ%) и другие. В мясе кижуча содержится 80–90 γ% витамина В<sub>1</sub> и 90–120 γ% витамина В<sub>2</sub> [3,7,8,9].

Лососевые – рыбы с не очень высокой активностью протеолитических ферментов мышечной ткани и средней способностью к созреванию [10]. Активность протеолитических ферментов лососевых подвержена существенным колебаниям внутри вида. Также существуют глубокие различия в активности ферментной системы мышечной ткани одной и той же рыбы в разные периоды ее лова.

Энергетическая ценность 100 г мяса в среднем составляет от 127 ккал у кеты до 147 ккал у горбуши [9].

По значению белково-водного коэффициента массовые дальневосточные лососевые относятся к высокобелковым рыбам (0,26–0,37), по содержанию жира – к среднежирным (4–8%) и жирным рыбам (более 8%). По классификации Л.П. Миндера (соотношению жирности и оводненности мяса) лососи относятся к IV категории рыб [11,12]. Рыбы четвертой категории при тепловой обработке приобретают плотную, иногда жесткую консистенцию и, как правило, малопригодны для приготовления первых и вторых блюд, а также для приготовления продукции горячего копчения. Из мяса рыб этой категории, как правило, изготавливают деликатесные соленые продукты. Большим спросом у потребителей пользуются комбинированные пищевые продукты на основе мышечной ткани лососевых (фаршевые кулинарные изделия, колбасы), а также натуральные консервы.

Используемая для производства пищевой продукции рыба-сырец должна соответствовать требованиям ТУ 9246-011-33620410 «Рыбы лососевые дальневосточные-сырец» [13].

В соответствии с ГОСТ 1368 «Рыба. Длина и масса» [14], кету подразделяют по массе на крупную (более 4 кг) и среднюю (4 кг и менее). Горбушу, кижуч и нерку по длине и массе не подразделяют.

По показателям безопасности лососи-сырец должны отвечать требованиям СанПиН 2.3.2.1078 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [15].

Таким образом, как видно из литературных данных, дальневосточные лососевые являются ценным сырьевым ресурсом. Соответственно, задачей отрасли является рациональное использование лососевых, разработка новых технологий, расширение ассортимента продукции, максимальное сохранение ценных компонентов сырья для потребителей.

## Литература

1. Ресурсный потенциал Камчатки. Состояние, проблемы, использование / Под ред. А.С. Ревайкина. – Петропавловск-Камчатский: АО «Камчаткнига», 1994. – 288 с.
2. *Сметанин А.Н.* Пресноводные и морские животные Камчатки. – СПб.: Политехника, 2002. – 237 с.
3. *Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норин Е.Г.* Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 264 с.
4. *Савваитова К.А., Медников Б.Н.* Подотряд лососевидные (Salmonoidei) // Жизнь животных. – М.: Просвещение, 1971. Т. 4. – С. 160–187.
5. *Никольский Г.В.* Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. – М.: Пищевая пром-сть, 1974. – 447 с.
6. *Паренский В.А.* Группы экологических и рыбохозяйственных рисков для существования и сохранения популяций и стад лососей, подверженных промыслу // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Матер. VI науч. конф. Петропавловск-Камчатский, 29–30 ноября 2005 г. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – С.125–131.
7. *Кизеветтер И.В.* Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
8. *Скурихин И.М., Тутельян В.А.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов. – М.: Дели принт, 2008. – 276 с.
9. *Голубев В.Н., Кутина О.И.* Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 408 с.
10. *Леванидов И.П., Кунина Н.М., Слуцкая Т.Н.* Методика определения способности мяса соленых рыб к созреванию // Рыб. хоз-во. – 1984. – № 9. – С. 62–63.
11. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов / В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др. / Под ред. А.М. Ершова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.
12. Технология рыбы и рыбных продуктов / С.А. Артюхова, В.В. Баранов, Н.Э. Бражная и др. / Под ред. А.М. Ершова. – М.: Колос, 2010. – 1063 с.

13. ТУ 9246-011-33620410. Рыбы лососевые дальневосточные-сырец. – Владивосток: ООО ЦС «Восток-ТЕСТ», 2003 – 14 с.
14. ГОСТ 1368. Рыба. Длина и масса. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 12 с.
15. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078. – М.: Минздрав России, 2001. – 21 с.

УДК 550.8:91

## ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАК ИНСТРУМЕНТ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

*В.В. Таскин, М.Д. Сидоров, Р.М. Новаков*

*Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения  
Российской академии наук, Петропавловск-Камчатский*

Показана создаваемая в настоящее время географическая информационная система (ГИС) геологической тематики для территории Камчатского края. Приведено ее содержание и структура.

Результатом многолетних исследований, выполнявшихся различными организациями и направленных на изучение месторождений и проявлений медно-никелевых руд Камчатского края стал обширный пакет геологической, геофизической и геохимической информации.

Обобщение и сопоставление имеющихся и вновь полученных данных дает возможность глубже понять особенности процессов рудообразования, оценить перспективы отдельных объектов и участков. Полноценное использование колоссального объема информации невозможно без применения вычислительной техники и специализированного программного обеспечения. В то же время, компьютерная обработка массива данных неэффективна без их унификации в рамках единой системы [1].

С целью хранения и систематизации геологических данных, в Научно-исследовательском геотехнологическом центре в сотрудничестве с ЗАО НПК «Геотехнология» создается геоинформационная система для района Квинум-Кувалорогской никеленосной зоны [2]. Графические материалы проектирующей системы приведены в векторную форму в одной системе координат, а аналитика – в единый формат с учетом единиц измерения и методов анализа.

В настоящий момент геоинформационная система содержит три основных блока (рис. 1):

- каталог электронных версий материалов;
- блок первичной и аналитической информации;
- блок электронных геологических карт.

Каталог электронных версий материалов включает отчеты о проведенных работах, графические приложения и пр. в том виде, в котором они были подготовлены к печати и существуют в настоящее время.

Каталог базируется на двух таблицах, связанных между собой по кодовому полю. Первая таблица содержит общие данные по отчету (название, авторы, год, краткая аннотация и пр.). Во второй таблице приводится ссылка на конкретный файл из отчета с пояснением. Для удобства работы с системой таблиц разработаны формы и поисковые запросы.

После введения в форму данных, необходимых для поиска (автор, год и пр.) и нажатия кнопки «выбрать», система автоматически находит в базе данных запрашиваемый отчет (рис. 2).



Рис. 1. Структура геоинформационной системы  
Квинум-Кувалорогской никеленосной зоны

Кроме того, предусмотрен поиск по графическим данным – после клика мышью по интересующему контуру в электронной схеме изученности система находит соответствующие материалы и выводит их на экран.

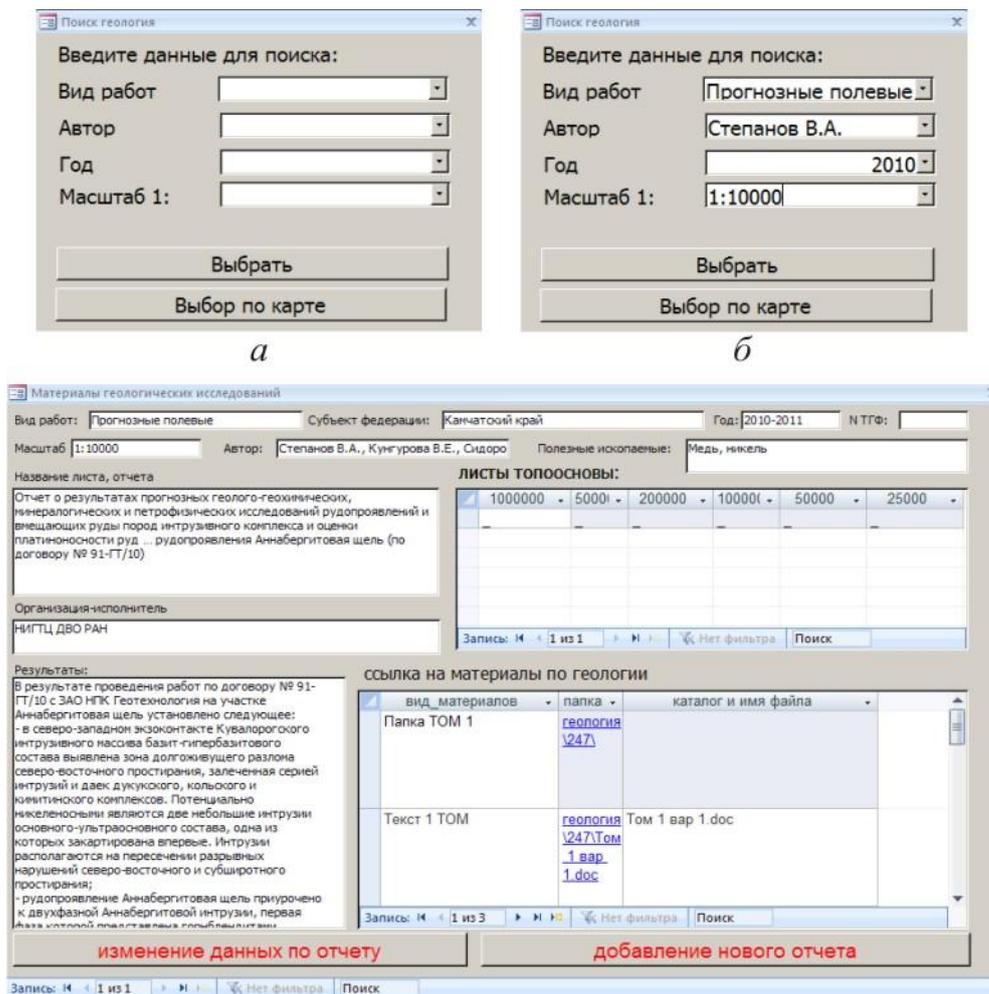


Рис. 2. Пустая (а), заполненная (б) форма для поиска необходимого отчета и автоматически найденный в базе данных запрашиваемый отчет (в)

Блок первичной и аналитической информации содержит в себе два раздела:

- картографический раздел;
- раздел, содержащий информацию о проведенных буровых работах.

Картографический раздел представляет собой набор электронных карт фактического материала с точками наблюдений, маршрутами, описаниями, аналитическими данными и пр.

Все данные имеют географическую привязку в выбранной единой системе координат, а данные атрибутивных таблиц унифицированы.

На данном этапе разработки, раздел фактического материала содержит информацию о маршрутах и точках наблюдений, проведенных в различные годы (точная дата, автор, цель, организация-исполнитель, номер отчета в каталоге электронных версий материалов), а также результаты проводившихся аналитических исследований (рис. 3).

Например, на рисунке 3 показана информация о маршруте № 5 (выделен), выполненном геологом Степановым В.А. 15 августа 2010 года на рудопроявлении «Аннабергитовая Щель» в рамках прогнозных геолого-геохимических, минералогических и петрофизических исследований района рудопроявления Аннабергитовая Щель.

Раздел, содержащий информацию о проведенных буровых работах, состоит из серии стандартных таблиц, используемых специализированными горнорудными пакетами при трехмерном моделировании.

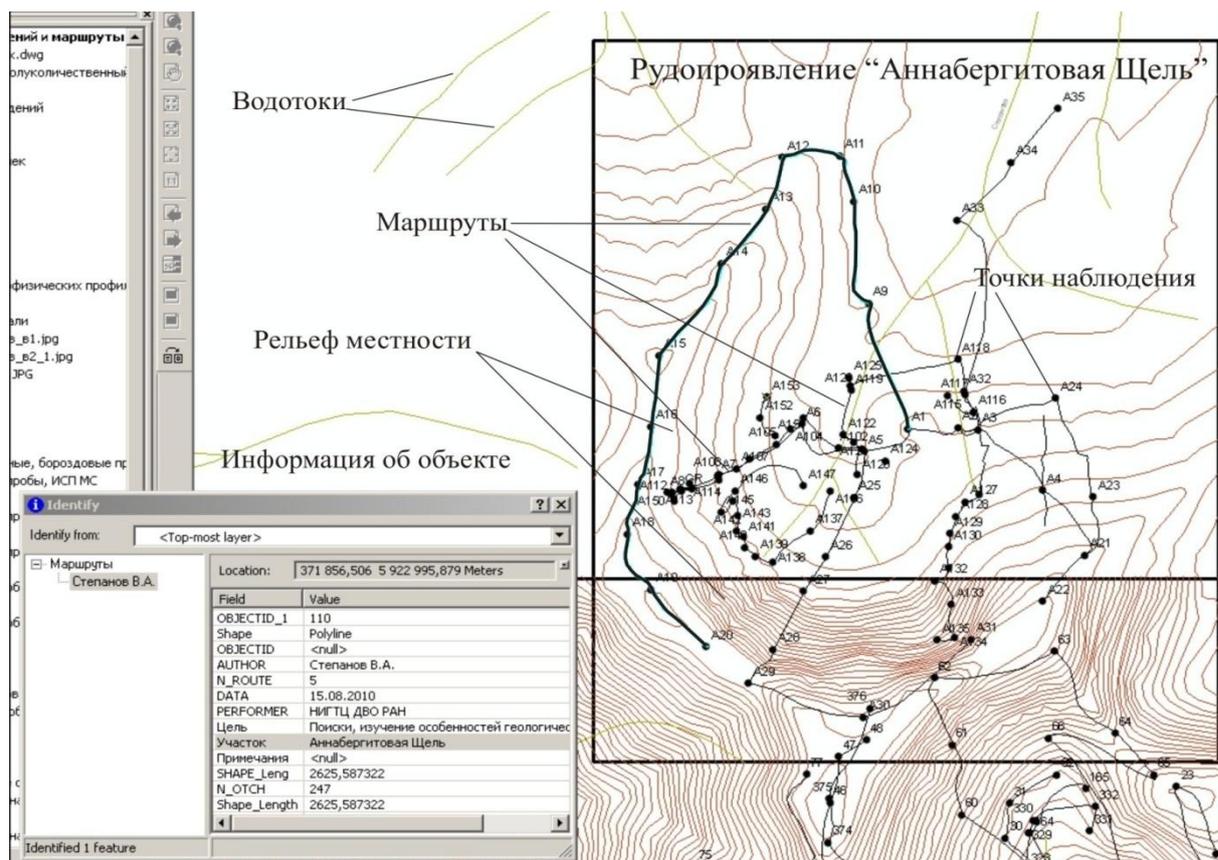


Рис. 3. Фрагмент карты фактического материала

Блок электронных карт содержит унифицированные геологические, геофизические, геохимические и другие картографические материалы, разработанные на основе первичной информации.

При построении карт использованы рекомендации Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ) для цифровых моделей листов Государственных геологических карт и собственные разработки.

### Литература

1. Сидоров М.Д., Бурмаков Ю.А. ГИС Геологическое строение и полезные ископаемые Камчатской области и Корякского автономного округа // ГИС для устойчивого развития территорий – Петропавловск-Камчатский, 2001. – С. 177–181.
2. Сидоров М.Д., Новаков Р.М., Таскин В.В. Геоинформационная система «Квинум-Кувалорогская никеленосная зона» // Материалы конф. с международ. уч. «Никеленосные провинции Дальнего Востока», Петропавловск-Камчатский, 10–12 октября 2012 г. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – С. 36–39.

УДК 621.577

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КОНДИЦИОНЕРА В РЕЖИМЕ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

*И.В. Хлыбов*

*Камчатский государственный технический университет  
Петропавловск-Камчатский*

Изложены функциональные особенности, преимущества и недостатки кондиционеров, работающих в режиме теплового насоса, а также выгода от их использования, выраженная в денежном эквиваленте.

По мере насыщения зданий современными отопительно-вентиляционными системами, осветительной техникой и разнообразным электробытовым оборудованием все более очевидным становится выражение: «Дом – это машина для жилья» [1].

Если говорить о физиологическом воздействии на человека окружающего воздуха, то следует напомнить, что человек в сутки потребляет около 3 кг пищи и 15 кг воздуха. Что это за воздух, какова его свежесть и чистота, душно, жарко или холодно человеку в помещении, во многом зависит от инженерных систем, специально предназначенных для обеспечения воздушного комфорта.

Среди таких систем можно выделить: систему вентиляции, систему отопления (либо комбинированную отопительно-вентиляционную систему) и систему кондиционирования воздуха (СКВ). Помимо выполнения задач вентиляции и отопления, СКВ позволяет создать благоприятный микроклимат (комфортный уровень температур) в летний, жаркий период года.

Подготовка воздуха в СКВ может включать его охлаждение, нагрев, увлажнение или осушку, очистку (фильтрацию, ионизацию и т.п.), причем система позволяет поддерживать в помещении заданные кондиции воздуха независимо от уровня и колебаний метеорологических параметров наружного (атмосферного) воздуха, а также переменных поступлений в помещение тепла и влаги [2].

Современные системы кондиционирования воздуха имеют множество классификаций по различным признакам. Рассмотрим подробнее кондиционеры сплит-систем.

Кондиционеры состоят из двух блоков: внутреннего и внешнего. Работают как на охлаждение, так и на обогрев, и имеют холодопроизводительность от 1,8 до 5,0 кВт. Они были разработаны специально для небольших жилых и офисных помещений, отвечают самым требовательным вкусам, создавая высокий уровень комфорта в кондиционируемом помещении независимо от погоды и времени года [3].

Новейшие дизайнерские решения, изящная форма и плавность линий кондиционера делают возможным установку кондиционеров в помещениях с самым современным интерьером.

У данного типа кондиционеров существуют свои достоинства и недостатки (табл. 1).

*Таблица 1*

**Достоинства и недостатки кондиционеров сплит-систем**

Достоинства	Недостатки
1) Доступны по цене; 2) возможность регулировать мощность потребляемой энергии от 2 кВт до 10 кВт; 3) дистанционное управление; 4) установка особых фильтров; 5) система защиты наружных блоков от обледенения; 6) очень низкий, практически неразличимый уровень шума внутреннего блока; 7) декоративные преимущества; 8) надежность и долговечность	1) Сравнительно небольшая, около 25 метров, длина межблочных коммуникаций; 2) ограничение количества внутренних блоков; 3) весь внутренний воздух, нагреваясь и охлаждаясь, остаётся внутри помещения

В таких кондиционерах при смене режима охлаждения на режим обогрева наружный и внутренний блоки кондиционера как бы меняются местами (внутренний теплообменник

становится конденсатором, а внешний – испарителем) за счет встроенного в систему четырехходового клапана, предназначенного для изменения направления движения хладагента. После того, как кондиционер переведен в режим обогрева и четырехходовой клапан поменял направление потока хладагента в контуре, компрессор начинает всасывать хладагент из внешнего блока и нагнетать его во внутреннюю часть контура. Газ с высокой температурой и давлением поступает во внутренний теплообменник, где он конденсируется в жидкость и выделяет тепло в кондиционируемую комнату. Конденсированная жидкость дросселируется на выходе капиллярной трубки, а затем во внешнем блоке превращается в газ. Этот газ всасывается компрессором и начинается новый цикл.

При наличии в сплит-системе нескольких внутренних блоков конфигурация контура, естественно, усложняется. В этом случае система, как правило, имеет два независимых компрессора, каждый из которых обеспечивает циркуляцию хладагента в одном из внутренних блоков. При этом используется общий теплообменник наружного блока.

Кондиционер, работающий в режиме обогрева помещения, является тепловым насосом. Это означает, что нагрев воздуха в помещении происходит за счет тепла, забираемого у наружного воздуха (происходит перекачка тепла с улицы в помещение). Однако чем ниже опускается температура на улице, тем труднее отбирать тепло от наружного воздуха. Другими словами, мощность обогрева падает по мере понижения температуры на улице. Вот почему не рекомендуется использовать кондиционер на обогрев при наружной температуре ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ : потребляемая мощность при этом возрастает, мощность охлаждения падает, увеличивается износ компрессора.

В обиходе, а иногда и в технической литературе можно встретиться с некорректным утверждением, что коэффициент полезного действия (КПД) кондиционера, работающего в режиме теплового насоса, превышает 100%. На самом деле в данном случае нужно говорить не о КПД, а о коэффициенте эффективности теплового насоса [4].

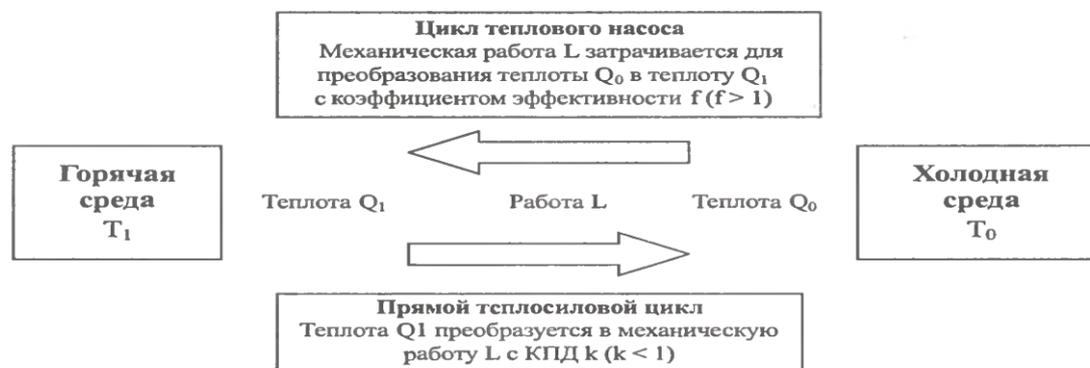


Рис. 1. Принципиальная схема действия теплового насоса

Если среда 1 (рис. 1) имеет температуру  $T_1$  (будем называть ее «горячая среда»), а среда 0 («холодная среда») имеет температуру  $T_0$  ( $T_1 > T_0$ ), то в прямом теплосиловом цикле преобразования высокотемпературного тепла  $Q_1$  в работу  $L$  неизбежно происходит переход части тепла на более низкий температурный уровень  $T_0$  (у нагревателя, имеющего температуру  $T_1$  отбирается теплота  $Q_1$ , а холодильнику, имеющему температуру  $T_0$ , отдается теплота  $Q_0$ ). Согласно закону сохранения энергии в цикле теплового насоса низкотемпературная теплота  $Q_0$  превращается в высокотемпературную теплоту  $Q_1$  за счет совершаемой насосом работы  $L$ . Закон сохранения энергии при этом соблюдается.

Чем ближе значения температур  $T_1$  и  $T_0$ , тем выше коэффициент эффективности цикла теплового насоса. Поэтому, как отмечалось выше, с понижением температуры воздуха на улице ( $T_0$ ) эффективность работающего на обогрев кондиционера падает.

Практически достижимое значение коэффициента эффективности из-за потерь энергии оказывается порядка 0,55...0,7 от теоретического, который дает формула (3). Например, кондиционер в режиме обогрева (работа по циклу теплового насоса) потребляет мощность 1,0 кВт, производя 3,6 кВт тепла, то есть количество переданного тепла в 3,6 раза превышает затраченную механическую работу. Именно поэтому лорд Кельвин назвал тепловой насос «умножителем тепла».

В связи с тем, что производительность теплового насоса существенно падает при понижении температуры наружного воздуха, в ряде моделей кондиционеров (например, в кондиционерах серии Mr.Slim производства фирмы MitsubishiElectric) в дополнение к теплому насосу для нагрева воздуха используется термоэлектронагревательный элемент (ТЭН) мощностью 1.5...3 кВт. ТЭН включается, когда разница между температурой воздуха в помещении и заданной температурой превышает 3°C. В обычной ситуации, когда производительность кондиционера подобрана правильно, а заданная температура лежит в разумных пределах, время работы ТЭН составляет несколько минут. Однако при понижении температуры наружного воздуха до -10°C или ниже, и падении производительности теплового насоса на 30...50%, ТЭН компенсирует

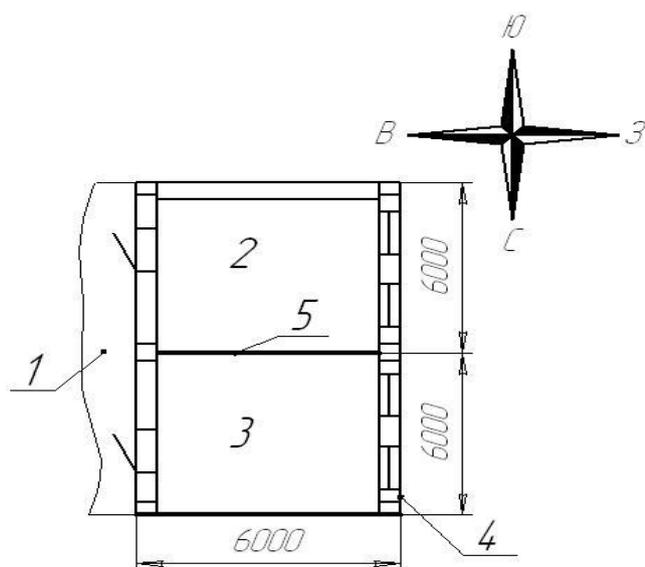


Рис. 2. Планировка помещений:

- 1 – коридор кафедры ХЭУ; 2 – аудитория №205;  
3 – аудитория № 204; 4 – наружная стена;  
5 – внутренняя перегородка

**Исходные данные:**

- 1 Гкал ≈ 3450 руб.;
- 1 кВт/ч = 6,5 руб.;
- объём аудитории №204 ≈ 162 м<sup>2</sup>;
- объём аудитории №205 ≈ 162 м<sup>2</sup>;
- объём УК – 3 ≈ 19939 м<sup>2</sup>;
- стоимость сплит-системы колеблется от 9000 руб. до 50 000 руб. Возьмём среднее значение. Предположим, что сплит-система стоит 30 000 руб., включая монтаж;
- срок службы сплит-системы ≈ 20 лет;
- коэффициент эффективности теплового насоса ≈ 5;
- потребляемая тепловая энергия, потребляемая УК–3 в течение учебного года, и её стоимость, приведённая в рублях (табл. 2).

Таблица 2

Данные за 2012 год по количеству и стоимости тепловой энергии, потребляемой УК-3 в течение учебного года

Месяц	Тепловая энергия, потребляемая УК-3 (Гкал)	Стоимость (руб.)
Январь	115	396 750
Февраль	108	372 600
Март	100,8	347 760
Апрель	84	289 800
Май	63,4	218 730
Июнь	11	37 950
Сентябрь	7,5	25 875
Октябрь	60	207 000
Ноябрь	84,1	290 145
Декабрь	116,9	403 305
Итого:	750,7	2 589 915

Исходя из вышеуказанных данных, рассчитаем, какое количество тепловой энергии необходимо для поддержания соответствующего температурного режима в одной аудитории, а затем узнаем, сколько необходимо кондиционеру потреблять энергии, чтобы обеспечить такой же температурный режим в другой аудитории и переведем эти величины в денежный эквивалент. Полученные данные приведены ниже (табл. 3).

Таблица 3

**Итоговые данные**

Месяц	Тепловая энергия, потребляемая аудиторией № 204 с помощью радиаторов (Гкал)	Стоимость тепловой энергии потребляемой аудиторией № 204 (руб.)	Мощность, потребляемая сплит-системой, аудитория № 205 (кВт/ч)	Стоимость потребляемой мощности, аудитория № 205 (руб.)	Разница (руб.)
Январь	0,934	3223,5	217,3	1412,2	1811,3
Февраль	0,877	3027,3	203,9	1325,9	1701,4
Март	0,819	2825,5	190,5	1238,6	1584,6
Апрель	0,682	2354,6	158,6	1031,1	1323,5
Май	0,515	1777,2	119,8	778,7	998,5
Июнь	0,089	308,3	20,8	135,2	173,2
Сентябрь	0,061	210,2	14,2	92,0	118,2
Октябрь	0,536	1681,9	124,7	810,4	877,5
Ноябрь	0,683	2357,4	158,9	1033,1	1324,3
Декабрь	0,950	3276,8	220,9	1435,9	1840,8
Итого:	5,734	21042,8	1333,76	8669,5	12373,3

В последней графе «Разница» указана разница в денежном эквиваленте между затратами на отопление с помощью кондиционера и радиаторов. Следовательно, в масштабе отдельно взятой аудитории ежегодная выгода будет составлять более 12 000 рублей, срок окупаемости данной сплит-системы – 2,4 учебного года, а амортизационные отчисления по 1500 руб./год или 150 руб./мес. Но не стоит забывать, что кондиционер способен не только нагревать воздух, в отличие от радиатора, а также охлаждать его в теплое время года, фильтровать, ионизировать, осушать и увлажнять воздух для создания комфортных условий пребывания в помещении в зависимости от конструкции кондиционера. В общем, преимущества очевидны.

**Литература**

1. Интернет: [www.lennox.ua/html/sprav/sprav\\_1.php](http://www.lennox.ua/html/sprav/sprav_1.php).
2. Интернет: [www.mir-klimata.com/archive/zakaz/article/article02/](http://www.mir-klimata.com/archive/zakaz/article/article02/).
3. *Ананьев В.А., Балужева Л.Н., Гальперин А.Д., Городов А.К., Ерёмин М.Ю., Звягинцева С.М., Мурашко В.П., Седых И.В.* Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Учебное пособие – М.: Издательство «Арина», 2000. – 416 с.
4. *Коляда В.В.* Кондиционеры. Принципы работы, монтаж, эксплуатация, установка. Рекомендации по ремонту. – М.: СОЛОН-Пресс, 2002. – 240 с.

УДК 664.952

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ПРИМЕРЕ РЫБНЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*А.А. Шаранова, А.И. Куприянов, М.В. Сулягина, А.С. Ивандюкова*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

Приведен литературный обзор современных тенденций в производстве формованных изделий на основе рыбного фарша на примере рыбных колбас. Показана роль растительных ингредиентов как обогатителей состава пищевых продуктов и как компонентов, оказывающих консервирующее действие.

В связи с выходом России на международный рынок, вступлением в ВТО, значительными переменами в структуре потребительского рынка пищевых продуктов, повышением уровня жизни в нашей стране в последние годы резко увеличился спрос на деликатесные продукты, в том числе рыбные. Это определило необходимость совершенствовать существующие и разрабатывать новые технологии, обеспечивающие максимальное улучшение потребительских свойств, повышение пищевой ценности продукции [1].

Эффективность модернизации рыбной отрасли, внедрения и продвижения на рынок современных технологий, предусматривающих глубокую переработку гидробионтов, определяет выход рыбохозяйственного комплекса Камчатки на конкурентоспособный уровень [2].

Серьезное влияние на развитие технологии переработки рыбы и морепродуктов оказывают утвердившиеся в обществе взгляды на «здоровую» пищу, требующие ограничить применение искусственных добавок, уменьшить содержание соли, предъявляющие особые требования к режиму и способу обработки сырья. Производство продуктов питания на основе рыбного фарша становится все более перспективным направлением в обеспечении населения высококачественной продукцией. Эта тенденция обусловлена тем, что технология изготовления фаршевых изделий позволяет рационально и комплексно использовать различные объекты промысла, в том числе рыб, мало пригодных в технологическом отношении и пониженной товарной ценности; введение разнообразных добавок в фарш дает возможность повысить его пищевую ценность, улучшить вкус, аромат и структуру готовых продуктов.

Из рыбного фарша вырабатывают копченые и вареные колбасы, сосиски, котлеты и многое другое. Интерес к такой продукции во всем мире постоянно растет. Именно из-за этого технология производства рыбных пищевых фаршей перспективна и актуальна в свете происходящих перемен в сырьевой базе рыбной промышленности многих стран мира. Рыбные фарши открывают новые возможности в области рационального использования рыбного сырья.

Фаршевая продукция относительно недорогая по сравнению с другими видами рыбных продуктов, и ее производство дает возможность расширения ассортимента одновременно с созданием продуктов с заданными вкусовыми и биологическими характеристиками.

Среди изделий на основе рыбных фаршей большой популярностью у потребителей пользуются колбасные изделия. Интерес к производству колбас обусловлен как необходимостью решения проблем рационального использования сырья, так и необходимостью получения новых продуктов высокой пищевой и энергетической ценности: гидробионты богаты полноценными белками, липидами, витаминами, микро- и макроэлементами. Кроме того, колбасные изделия из рыбы и морепродуктов по пищевой ценности не уступают мясным колбасным изделиям, так как по общему химическому и аминокислотному составу, составу жирных кислот мясо гидробионтов превосходит мясо наземных животных. Рыбные колбасные изделия характеризуются приятным вкусом, гомогенной упруго-эластичной структурой, а также высокой пищевой ценностью за счет использования различных поликомпонентных добавок.

Еще в Древней Греции небольшие колбаски и начиненные молотым мясом свиные желудки служили закуской на пирах. Среди различных блюд, употребляемых византийцами в IV–VII веках, упоминаются окорока и колбасы [3]. Колбасы упоминаются и в письменах XIII века.

Слово «колбаса» объясняется как общеславянское, заимствованное из тюркских языков. Считается, что слово «колбаса» образовано от двух греческих слов: «коло» – кишка и «бас» – дробить. Как известно, оболочками у колбас часто служат именно кишки животных, а содержимое оболочек находится в измельченном виде.

В Россию колбасное дело проникло в конце XVII века из Западной Европы. По данным за 1906 г., в России насчитывалось всего около 2 тыс. колбасных предприятий, в том числе 65 крупных. Большинство крупных предприятий принадлежало в то время немецким фирмам. К 1916 г. только в одной Москве работали 22 колбасных предприятия, которые выпускали более 60 сортов колбас и сосисок [4–7].

Разные аспекты производства мясных и рыбных колбасных изделий с разной степенью глубины изучались многими авторами [1, 8–19].

В настоящее время, как в нашей стране, так и за рубежом разработано множество технологий колбасных изделий из гидробионтов, в том числе вареных и копченых колбас и сосисок. Интерес к производству такой продукции обусловлен не только необходимостью расширения ас-

сортимента, но и получением продуктов высокой пищевой и энергетической ценности. Рыбные колбасные изделия часто употребляют в качестве диетических, лечебно-профилактических продуктов, а также в детском и школьном питании.

Наибольшее развитие производство рыбных колбасных изделий получило в Японии, где в состав изделий часто, кроме рыбы, вводят ракообразных, кальмаров, морские водоросли [20, 21].

Рыбные фаршевые изделия относят к комбинированным пищевым продуктам (КПП). Основное значение гидробионтов в составе КПП заключается в том, что они являются источником незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, витаминов, минеральных веществ. Технология КПП наиболее отвечает технологии «идеального» пищевого продукта – продукта, сбалансированного по основным ингредиентам формулы теории оптимального питания. Теория оптимального питания позволила обосновать основное требование к комбинированным пищевым продуктам на основе водного сырья – обогащение гидробионтов рациональными пищевыми и биологически активными компонентами с целью создания изделий с заданными свойствами.

Обогащение пищевых продуктов уже более 100 лет играет важную роль в здоровом питании и оздоровлении населения. Быстро развивающейся областью обогащения является производство функциональных пищевых продуктов, многие из которых содержат добавленные вещества, оказывающие требуемый физиологический или оздоровительный эффект, а также микронутриенты, в том числе витамины-антиоксиданты [22].

Технология КПП на основе мышечной ткани рыб специфична по сравнению с технологией КПП из мясного и растительного сырья. Это связано, в первую очередь, с высокой лиофильностью белков и окисляемостью липидов тканей гидробионтов, присутствием «рыбного» запаха [20]. В связи с этим важное значение в таких технологиях имеют пищевые добавки, влияющие на внешний вид и консистенцию продуктов, антисептики и антиокислители.

Колбасы и сосиски готовят из охлажденной или мороженой рыбы разных видов – лососевых, минтая, трески, тунцов и др.). В подготовленный рыбных фарш добавляют растительное масло, маргарин, яйца или меланж, свинину, говядину, крахмал, пшеничную муку и другие компоненты по рецептуре [23]. Измельчение мышечной ткани возможно производить одновременно с набором рецептуры. Для этого в колбасную массу в определенной последовательности добавляют различные компоненты, которые улучшают структурно-механические свойства, водоудерживающую способность колбасных изделий, а также интенсифицируют окраску готового продукта и придают стойкость при его хранении. В результате внесения различных добавок получают более сочные и нежные колбасные изделия.

Особое внимание в современных технологиях комбинированных пищевых продуктов, в том числе колбасных изделий, уделяют подбору растительных ингредиентов как наиболее перспективного сырья. При выборе растительных ингредиентов учитывают, что рыбное сырье имеет свой специфический запах, а вследствие переноса запахов между продуктами может изменяться суммарный вкусовой букет [20].

Значительный интерес в пищевой технологии представляют травяные сборы, экстракты, концентраты и грануляты, натуральные соки, настойки, бальзамы, эссенции, ароматические спирты, масляные экстракты [24].

В состав растительного сырья, экстрактов и препаратов на их основе входят эфирные масла, органические кислоты, алколоиды, гликозиды, сапонины, кумарины, каротиноиды, витамины, фитонциды, флавоноиды, пищевые волокна, микроэлементы и множество вторичных метаболитов. Растительное сырье богато витаминами и витаминоподобными веществами. К витаминам-коферментам относятся В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>12</sub>, РР, биотин. Антиоксидантное действие оказывают витамины С, Е, а также каротиноиды (β-каротин, ликопин, лютеин) [25]. Растения содержат большой набор минеральных элементов. Бактериостатическими и бактерицидными свойствами обладают фитонциды. Они продуцируются некоторыми растениями, на их биосинтезе основан естественный иммунитет растений.

В последние годы получило распространение использование в технологии рыбных формованных продуктов овощей, фруктов, плодов, дикоросов. Введение в состав рыбных продуктов нетрадиционных растительных культур и дикоросов дает возможность не только создавать активные в биологическом отношении аминокислотные комплексы, но и позволяет оказывать значительное влияние на органолептические показатели, структурно-механические свойства продукции, ход реакций цветообразования, окисления, ферментации и др.

Использование в производстве рыбных формованных изделий добавок растительного происхождения дает возможность не только регулировать структурные свойства фаршевых систем, но и улучшить их органолептические характеристики, повысить пищевую и биологическую ценность продукции, обогатить продукт витаминами, макро- и микроэлементами, пищевыми волокнами. Кроме того, многие растения, применяемые при приготовлении формованных рыбных продуктов, содержат вещества, обладающие бактериостатическим, бактерицидным, антиоксидантным действием, что оказывает положительное воздействие на сохранение качества готовой продукции, а также позволяет увеличивать сроки ее годности. Так, например, добавление моркови обогащает продукты  $\beta$ -каротином и селеном, проявляющими антиоксидантные свойства. Некоторые корнеплоды (петрушка, сельдерей и др.) придают продукту приятный аромат и вкус и способствуют повышению степени усвояемости, обладают бактерицидными свойствами [26]. Некоторые компоненты корнеплодов обладают антибактериальными свойствами.

Повышенное внимание специалистов к продуктам природного происхождения как к полифункциональным ингредиентам обусловлено их доступностью, возобновляемостью, экологической чистотой, относительной дешевизной, а также накопленной в течение столетий информации о медицинском и фармацевтическом воздействии фитопрепаратов на организм человека [27].

В состав некоторых уже разработанных (ЦПКТБ ВРПО «Дальрыба», «Азчеррыба», «Дальрыба», предприятия Германии) рецептур рыбных колбасных изделий включены чеснок (вареные колбасы «Владивостокская», «Морская», «Тихоокеанская», «Дальневосточная»; сосиски рыбные «Любительские», «Особые»; полукопченые колбасы «Лососевая», «Городская», «Красносельская»), чеснок и паприка (полукопченая колбаса «Лососевая с паприкой»), чеснок и морковь (полукопченая колбаса «Лососевая с морковью»), лук и чеснок (вареная колбаса с использованием пищевого фарша минтая, зельц с использованием темного мяса тунца, подкопченные сосиски из мяса тунца), имбирь, лук и чабрец («Особая ливерная рыбная колбаса», «Языковая рыбная колбаса») [11, 20]. ЗАО «Мясокомбинат Елизовский» выпускает колбасу варено-копченую «Лососевую с морской капустой» и сосиски «Лососевые с морской капустой», где в качестве основного растительного ингредиента выступает измельченная ламинария, выполняющая не только функцию обогатителя, но и функцию структурообразователя.

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

Целью работы является разработка комбинированных пищевых продуктов на основе мышечной ткани рыб, обогащенных растительными компонентами. Для реализации поставленной цели на начальном этапе решалась задача выбора растительного сырья, которое позволило бы обогатить продукты ценными нутриентами. В результате анализа литературных данных о химическом составе, свойствах, доступности сбора и заготовления в качестве растительных компонентов были выбраны рябина обыкновенная, папоротник орляк обыкновенный, черемша.

Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) – один из наиболее доступных и используемых видов витаминного сырья. Плоды рябины содержат яблочную, лимонную, винную и янтарную кислоты (2,5%), дубильные (0,5%) и пектиновые (0,5%) вещества, сорбозу, глюкозу, фруктозу, сахарозу, сорбит, сорбиновую кислоту, аминокислоты, эфирные масла, соли калия, кальция, магния, натрия, железа, марганца, меди. Богаты плоды рябины витамином С (до 160 мг%) и каротином (до 56 мг%). Плоды используют в медицине в качестве поливитаминного средства и каротиносодержащего сырья. Флавоноиды, органические кислоты очень полезны для пищеварения. Сорбиновая кислота обладает бактерицидными свойствами, и поэтому ее применяют при консервировании. В семенах рябиновых ягод содержится до 20% жирных масел. Заготавливают рябину в сушеном, мороженом виде [28–30].

Орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) – один из самых крупных лесных папоротников. Легко отличить от всех других видов по загнутому краю листочка и продольному крытому ряду спорангиев. В Китае, Корее, Японии и России молодые ещё не развернувшиеся листья и побеги орляка используют в пищу наподобие спаржи или маслин в европейских странах, впрямь заготавливают в маринованном виде. В Приморском и Камчатском краях осуществляется их сбор для экспорта в Японию и Китай. Листья используются крестьянами против гниения: в них завёртывают пищу, плоды и овощи. В молодых побегах орляка содержатся аспарагин, ас-

параминовая и глютаминовая кислоты, лейцин, тирозин и фенилаланин. Листья орляка содержат вещества, обладающие антисептическими, радиопротекторными свойствами. По минеральному составу и содержанию витамина С орляк близок к капусте, а по содержанию белка – к бобовым. Из папоротника готовят множество вкусных и полезных блюд [28].

Черемша (лук медвежий, дикий чеснок, калба, (*Allium ursinum*)) – древнее лекарственное растение, известное ещё германцам, кельтам и римлянам. Черемша повышает аппетит, увеличивает секрецию пищеварительных желез, усиливает моторную функцию кишечника. Черемша препятствует накоплению холестерина в крови, стимулирует сердечную деятельность, снижает кровяное давление и способствует нормализации обмена веществ. Кроме того, растение обладает бактерицидным, фунгицидным и противогрибковым действием. Листья, стебли и луковички обладают сильным чесночным запахом благодаря содержанию гликозида аллиина и эфирного масла. В растении много аскорбиновой кислоты (в листьях до 0,73, в луковичках – до 0,10%). Во всех частях растения содержатся белки, фруктоза, минеральные соли, фитонциды, лизоцим, каротин. В пищу употребляют стебель, листья и луковичку растения. Листья черемши обычно собирают весной, до цветения. Собранную траву используют в свежем виде как пряность в салаты, супы, овощи, как начинку для пирогов. Черемшу заготавливают в квашеном, соленом и маринованном виде [28].

Кафедрой «Технология рыбных продуктов» совместно с кафедрами «Экономика и управление» и «Информационные системы» был проведен социологический опрос потребителей. В опросе приняло участие 537 респондентов. Одним из вопросов анкеты был «Готовы ли вы покупать вкусные, красивые, ароматные продукты питания, если в них содержатся пищевые добавки?». 183 респондента (34%) выразили готовность при условии присутствия в продуктах только натуральных пищевых добавок (рис. 1).

Таким образом, вводя в комбинированные пищевые продукты на основе мышечной ткани рыб растительные ингредиенты, широко известные потребителям своими полезными свойствами, можно не только повысить пищевую и биологическую ценность готовых продуктов, но и удовлетворить спрос потребителей на натуральные пищевые продукты. Кроме того, это позволит реализовать одно из основных направлений государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 г. – увеличение доли производства продуктов массового потребления, обогащенных витаминами и минеральными веществами.

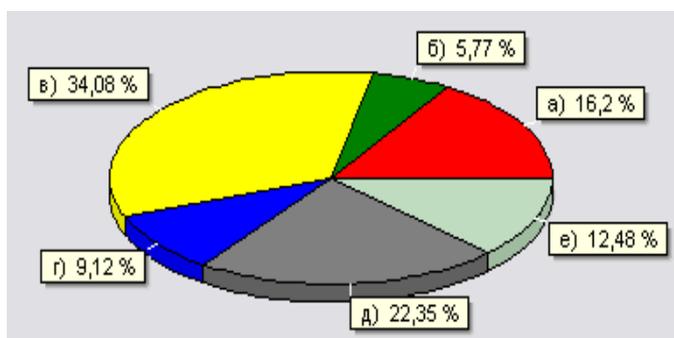


Рис. 1. Распределение ответов респондентов на вопрос анкеты «Готовы ли вы покупать вкусные, красивые, ароматные продукты питания, если в них содержатся пищевые добавки?»: а) да; б) только без усилителя вкуса; в) только с натуральными пищевыми добавками; г) можно попробовать; д) если вдруг захочется; е) нет

## Литература

1. Олейникова К.М., Ефимова М.В., Грачева О.В. Обоснование технологии крупнокусковых колбасных изделий из гидробионтов с использованием связующих веществ // Основные направления социально-экономического и демографического развития Камчатки, повышение качества жизни и качества образования / Матер. первой науч.-практич. конф. в рамках программы «Рыбаки – городу, город – рыбакам» 9–11 декабря 2008 г. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009. – С. 181–187.
2. Стратегия социально-экономического развития Камчатского края до 2025 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gosbook.ru/node/27179>.
3. Культура Византии: IV – первая половина VII в. / Под ред. З.В. Удальцова. – М.: Наука, 1984. – 728 с.
4. Хуришудян С.А., Зайчик Ц.Р. История производства пищевых продуктов и развития пищевой промышленности России: Учебное пособие. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 204 с.
5. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 296 с.

6. Щеникова Н.В. Питание народов мира: культура и традиции: Учеб. пособие. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 268 с.
7. Лищенко В.Ф. Мировая продовольственная проблема: белковые ресурсы (1960–2005 гг.). – М.: ДеЛи принт, 2006. – 272 с.
8. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.
9. Богданов В. Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005 – 310 с.
10. Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
11. Борисочкина Л.И., Гудович А.В. Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование. – М.: Агропромиздат, 1989 – 312 с.
12. Будина В.Г. Технохимический контроль производства рыбных колбасных изделий. – М.: Агропромиздат, 1990. – 97 с.
13. Косой В.Д., Дорохов В.П. Совершенствование производства колбас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 766 с.
14. Стацько В.П. Колбасы. Колбасные изделия. Продукты из мяса. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 352 с.
15. Фатьянов Е.В., Авылов Ч.К. Производство сырокопченых и сыровяленых колбас. – М.: Эдиториал сервис, 2008. – 168 с.
16. Технологический сборник рецептур колбасных изделий и копченостей / Б.С.Сенченко, Рогов И.А., Забашта А.Г., Бондаренко В.И. – Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. – 864 с.
17. Технология комплексной переработки гидробионтов: Учебное пособие / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая / Под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.
18. Технология продуктов из гидробионтов / Под ред. Т.М. Сафроновой, В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
19. Уитон Ф.У., Лосон Т.Б. Производство продуктов питания из океанических ресурсов. – М.: Агропромиздат, 1989. – Т.1. – 350 с.
20. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева, Т.Н. Слуцкая, Г.Е. Степанцова. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
21. Таникава Ичи. Продукты морского промысла Японии. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 352 с.
22. Оттавей П.Б. Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки: технология, безопасность и нормативная база. – СПб.: Профессия, 2010. – 312 с.
23. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность: Учеб.-справ. пособие. / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, Т.К. Каленик, В.М. Дацун; под ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 311 с.
24. Домарецкий В.А. Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2007. – 444 с.
25. Морозкина Т.С., Мойсеёнок А.Г. Витамины: краткое руководство для врачей и студентов медицинских, фармацевтических и биологических специальностей. – Минск: ООО «Асар», 2002. – 112 с.
26. Могильный М.П. Пищевые и биологически активные вещества в питании. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 240 с.
27. Пищевая биотехнология: научно-практические решения в АПК: Монография / А.И. Жаринов, И.Ф. Горлов, Ю.Н. Нелепов, Н.А. Соколова. – М.: Вестник РАСХН, 2007. – 476 с.
28. Сметанин А.С., Богоявленский В.Ф. Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во ГУП ИПК Дальпресс, 2000. – 212 с.
29. Кислухина О.В. Витаминные комплексы из растительного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 308 с.
30. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. – М.: ГУТК, 1980. – С. 294.

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

УДК 639.2/.6

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МОРСКОГО РЫБОЛОВСТВА**

**В.В. Воробьев**

*Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва*

Рассматривается концептуальный подход к развитию государственного регулирования промышленного морского рыболовства водных биологических ресурсов рыбохозяйственного комплекса РФ.

В Рио-де-Жанейро на Всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. была принята программа и введён термин «устойчивое развитие», который оценивался, как интегрированный социальный, экономический и экологический параметр развития мирового сообщества. В этом ключе в 2000 г. всеми государствами, входящими в ООН, была принята Декларация Тысячелетия, которая стала учитываться в стратегиях национального развития [1].

Теория устойчивого развития предполагает осуществлять управление условиями жизни на планете на базе четырёх принципов:

- 1) удовлетворение основных потребностей всех живущих людей;
- 2) равные стандарты этого удовлетворения для всего населения планеты;
- 3) бережное, осторожное использование природных ресурсов;
- 4) сохранение возможностей для будущих поколений реализовывать основные запросы.

В основополагающем третьем принципе содержится идея ограниченной способности природных комплексов к хозяйственным нагрузкам, образующая ядро теории устойчивого развития. Задача устойчивого развития мирового сообщества постулирует – *возвращение планеты в границы воспроизводственного потенциала её биосферы, пока деградация среды обитания не приобрела необратимый характер, не наступил подрыв природно-ресурсной базы существования человечества.*

В соответствии с рекомендациями Конференции Рио-92 была разработана «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» и утверждена Указом Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440 [2]. В указе акцентировано внимание на необходимость учитывать положения Концепции при разработке прогнозов и программ социально-экономического развития, подготовке нормативных правовых актов, принятии хозяйственных и иных решений.

Стратегической целью устойчивого развития Российской Федерации является повышение уровня и качества жизни населения на основе научно-технического прогресса, динамичного развития экономики и социальной сферы при сохранении воспроизводственного потенциала природного комплекса страны, как части биосферы Земли. Основными источниками устойчивого развития России являются: а) большая территория, с сохранившимися естественными экосистемами; б) человеческий потенциал; в) экономические ресурсы.

В социально-экономическом развитии РФ рыбохозяйственный комплекс является стратегическим, обеспечивая решение проблем национальной и продовольственной безопасности, заселения и освоения отдельных прибрежных регионов и территорий, геополитических и геоэкономических целей в открытых районах Мирового океана, демографии, улучшения здоровья россиян и повышения качества их жизни.

В обеспечении сбалансированности и полноценности питания россиян рыбные продукты не имеют альтернативы. Сегодня среднестатистическое потребление рыбных товаров в РФ по различным оценкам составляет от 12 до 15 кг, что значительно ниже рекомендованных Институтом питания РАМН норм (23,7 кг), и существенно отстает от потребления в США, Китае, Норвегии, Японии

и других странах. Научными исследованиями доказано, что регулярное употребление качественной и биологически безопасной пищевой рыбной продукции способствует улучшению работы сердечно-сосудистой системы человека, восстановлению репродуктивной гормональной половой функции у женщин и мужчин, существенному снижению смертности людей от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, и других социально значимых болезней [3].

Более 20 лет назад рыбохозяйственный комплекс России исчерпал внутренние резервы экономического роста и возможности материально-технической базы, вследствие высокого уровня физического износа и морального старения основных производственных фондов – рыбопромысловый флот (около 90% судов) и перерабатывающее технологическое оборудование (77% мощностей находятся на флоте, 23% – на береговых предприятиях), что привело к глубокому системному кризису в отрасли [4].

Рыбохозяйственный комплекс относится к исключительно сложной и проблемной сфере экономики страны, которую рассматривают как многофункциональную систему, состоящую из большого числа секторов и подсистем, с действующими между ними связями. Управление этим комплексом сложный процесс взаимоувязывания и взаимодействия всех секторов и его составных подразделений.

Одним из основополагающих секторов рыбохозяйственного комплекса является промышленное рыболовство во внутренних морских водах и территориальном шельфе, исключительной экономической зоне (ИЭЗ) Российской Федерации, исключительных экономических зонах иностранных государств, конвенционных и открытых районах Мирового океана.

Морское промышленное рыболовство имеет стратегическое значение в обеспечении устойчивого развития экономики рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации. Научкой и многолетней практикой доказано, что при устойчивом рациональном морском промышленном рыболовстве Мировой океан может обеспечить человечество водными биологическими ресурсами (ВБР) в достаточном количестве. В рационе питания человека животные белки из гидробионтов составляют около 15%, а с учётом использования кормовых продуктов из гидробионтов в животноводстве, птицеводстве и аквакультуре – 18–20%. Морское промышленное рыболовство в значительной степени влияет на социальное развитие государства [3].

В Мировом океане вследствие неэффективного регулирования морского промышленного рыболовства сформировалась устойчивая тенденция истощения запасов водных биоресурсов, в результате чего участились случаи международных конфликтов за право обладания этими ВБР, что привело к стремлению прибрежных государств в одностороннем порядке устанавливать суверенитет на право использования биоресурсов в собственных исключительных экономических зонах (200 морских миль).

С целью противодействия данным явлениям в 1982 г. была принята Конвенция ООН по морскому праву. Её реализация создала благоприятные условия для формирования и развития рентных отношений в области управления водными биоресурсами Мирового океана. Это позволило, помимо обеспечения продовольственной безопасности и занятости населения, создать реальные стимулы к развитию рыболовства, организовать действенную защиту запасов водных биоресурсов от истощения, ограничив открытый доступ к их освоению. Однако появление новых возможностей, так и не дало ожидаемых результатов. В Мировом рыболовстве признаки системного кризиса продолжают нарастать, которые проявляются: в виде неустойчивости освоения ВБР; переэксплуатации и переловов, в том числе нецелевых объектов промысла и выброса их за борт; перекапитализации и роста промысловых нагрузок; активизации браконьерства, ННН-промысла и расширения теневых оборотов [5].

Развитие морского промышленного рыболовства в России сдерживается отсутствием эффективной системы управления. Сложившаяся ситуация в этой области требует совершенствования и развития международной практики управления в Мировом океане, разработки и применения действенно-эффективных мер по защите национальных интересов, методов выявления и способов устранения и локализации причин возникновения различного рода конфликтов в национальных границах.

В рыбохозяйственном комплексе Российской Федерации в настоящее время не разработаны политические принципы и основные направления формирования системы регулирования устойчивого развития морского промышленного рыболовства, что является одним из основных сдерживающих факторов выхода рыбной отрасли из затянувшегося кризиса. В этой связи

нами разработаны концептуальные подходы государственного регулирования устойчивого развития морского промышленного рыболовства России [3].

Концепция государственного регулирования устойчивого развития промышленного рыболовства рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации разработана и обоснована на основе выявленных проблем промышленного рыболовства, выработанных политических принципов, позволяющих определить основные направления формирования и развития системы государственного регулирования, обуславливающие рост интегративных положительных эффектов устойчивого развития промышленного рыболовства и экономики страны.

Категория «устойчивость развития» промышленного морского рыболовства характеризует обеспечение устойчивых уловов водных биоресурсов с целью максимизации общественных выгод при не снижающемся объёме природного капитала.

Основные проблемы, мешающие устойчивому развитию морского промышленного рыболовства рыбного хозяйства России, сгруппированы по структурным блокам:

- *административные* (отсутствие системы эффективного управления рыбной отраслью; не достаточно необходимый профессиональный уровень управления отраслью; несовершенство нормативной правовой базы отрасли);

- *экономические* (высокий уровень физического износа и морального старения основных фондов предприятий отрасли; рост цен и тарифов на товары и услуги производственно-технического назначения; сокращение мощностей отечественного производства рыбных товаров; высокий уровень финансовых потерь; слабая инвестиционная привлекательность предприятий отрасли);

- *биоэкономические* (неэффективное использования сырьевой базы отдельных видов водных биоресурсов; браконьерство; ННН-промысел);

- *геополитические* (сокращение присутствия в Мировом океане и в исключительных экономических зонах иностранных государств);

- *социально-экономические* (низкий уровень среднедушевого потребления рыбных товаров; рост безработицы и нарастание социальной напряженности в отдаленных регионах) [3].

В исключительно экономической зоне России обострилась проблема браконьерства и незаконного промысла водных биоресурсов и их теневого экспорта в государства Азиатско-Тихоокеанского региона. Незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел (далее – ННН-промысел) сегодня превратился в биотерроризм XXI века. По данным ФАО оборот ННН-промысла составляет 10–35 млрд. долларов США в год [6]. В 2006 г. в мире от сбыта нелегально добытой продукции при первой продаже было выручено примерно 91 млрд. долларов. ННН-промысел сегодня является глобальной проблемой и имеет место практически во всех акваториях Мирового океана, как в пределах национальной юрисдикции, так и в открытом море.

В результате ННН-промысла в 2010 г. поставки рыбопродукции российского происхождения в Японию превышены в 6,8 раз по допустимым уловам камчатского краба. Разрешённые объёмы добычи волосатого краба составили 15-ти кратное превышение. Из доставляемых российским флотом в порты Японии объёмов морских ежей, только 20% общего количества добыты на законных основаниях. В 2010 г. из поставленного в порт Дон Хэ (Ю. Корея) 5297 т краба и крабовой продукции, лишь 315 т (5,95%) выловлено и экспортировано на законных основаниях.

Ущерб от нелегальных поставок российской рыбы и других гидробионтов в Японию в 2010 г. составил 800 млн. долларов. Из России в 2010 г. было вывезено рыбы и морепродуктов в 2,5 раза больше, чем по данным Федеральной таможенной службы России. Аналогичная ситуация складывается и при экспорте водных биоресурсов в Республику Корея. Принимаются законодательные и административные меры по противодействию ННН-промысла, но они недостаточны [6].

Разработаны политические принципы стратегии устойчивого развития промышленного морского рыболовства в России на основе экологических, экономических и социальных аспектов, декларирующих постановку задач для решения поставленной цели в рыбохозяйственном комплексе страны. Основные направления формирования системы регулирования устойчивого развития промышленного морского рыболовства РФ сформированы по блокам: административное, экономическое, научно-техническое и социальное, предусматривающие взаимосвязь и взаимозависимость интегративных задач и особенностей государственно-частного партнёрства, заключающиеся в решении государством неспецифичных для частного бизнеса задач.

Разрабатывается механизм количественного определения регулирования устойчивого развития промышленного рыболовства, на основании которого будет произведён расчёт интегративного положительного ожидаемого экологического и социально-экономического эффекта, обеспечивающего постмодернизацию и инновационное развитие экономики рыбохозяйственного комплекса страны.

Разработанные концептуальные основы регулирования устойчивого развития морского промышленного рыболовства обеспечивают методологические подходы к решению специфических государственных проблем в рыбохозяйственном комплексе страны. Концептуальные разработки позволяют осуществить формирование единой стратегии развития морского промышленного рыболовства рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации в средне- и долгосрочной перспективе и подготовить соответствующие программные документы по дальнейшему инновационному развитию.

Практическая реализация концептуальных положений позволит целенаправленно сориентировать федеральные органы законодательной и исполнительной власти и органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации на решение задач по ликвидации социально-экономических проблем при государственном регулировании устойчивого развития рыбной промышленности России.

### Литература

1. *Lafferty W.M.* The politics of sustainable development: global norms for national implementation // *Environmental politics*. – 1996. – V. 5. – № 2.
2. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию - Указ Президента РФ № 440 от 01.04.1996 // *Российская газета*. – 1996. – 9 апреля.
3. *Воробьев В.В.* Разработка концепции государственного регулирования развития промышленного рыболовства России // *Аграрная Россия*. – 2012. – № 6. – С. 4–7.
4. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года // Приказ Федерального агентства по рыболовству № 246 от 30 марта 2009 г.
5. *Крайний А.А., Бекашев К.А.* Правовое обеспечение интересов Российской Федерации при реализации Международного плана ФАО по борьбе с ННН-промыслом // *Рыбное хозяйство*. – 2011. – № 6. – С. 40–44.
6. *Бекашев К.А., Крайний А.А.* Понятие, принципы и противоправность ННН-промысла // *Рыбное хозяйство*. – 2011. – № 5. – С. 30–36.

УДК 639.3(571.6)

## РАЗВИТИЕ МАРИКУЛЬТУРЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА СТРАНЫ НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КЛАСТЕРОВ

**В.В. Воробьев**

*Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва*

В статье рассматривается создание производственных кластеров, являющихся основой развития отечественной марикультуры Дальневосточного региона страны.

В развитии экономики государства рыбная отрасль России априори является стратегической, поскольку возобновляемый морской биоресурсный потенциал (высокоэффективные оригинальные лекарственные препараты для лечения многих социально значимых заболеваний, функциональные полноценные продукты питания, кормовая и техническая продукция для сельского хозяйства и т.п.), по оценкам ряда экспертов многократно превосходит доход от экспорта углеводородов (нефти и газа). При разумном использовании морских биоресурсов потенциал рыбной промышленности в оздоровлении россиян и решении демографических проблем несоизмеримо многозначен.

Кардинально ситуацию в рыбохозяйственной отрасли может изменить создание и развитие ряда научно-производственных внедренческих кластеров, обеспечивающих значительный рост экономики и повышение конкурентоспособности бизнеса за счёт реализации потенциала эффективного взаимодействия научно-исследовательских и образовательных организаций, производственных и специализированных предприятий (участников кластера), связанных отношениями территориальной близости и функциональной зависимости в сфере производства продукции, её реализации или потребления ресурсов [1].

Активная деятельность научно-производственных внедренческих кластеров обеспечит успешное развитие пищевого сектора экономики России (рыбной отрасли) за счёт реализации научно-технического и образовательного потенциала и эффективного взаимодействия участников кластера, связанного с их географически близким расположением, включая снижение транзакционных издержек, сокращения сроков реализации совместных кооперационных проектов, расширения доступа к инновациям, новейшим технологиям, «ноу-хау», специализированным услугам и высококвалифицированным кадрам.

Результатами эффективной работы научно-производственных внедренческих кластеров в рыбной отрасли будут рост производительности и инновационной активности предприятий, входящих в кластер, а также повышение интенсивности развития малого предпринимательства и активизация привлечения прямых инвестиций, обеспечение ускоренного социально-экономического развития регионов базирования кластеров.

В настоящее время имеются базовые предпосылки для создания научно-производственных внедренческих кластеров «Марикультура» в Приморском крае с центрами базирования во Владивостоке, Камчатском крае с центром в г. Петропавловск-Камчатский и на Сахалине с центром в г. Южно-Сахалинск [2]. Наиболее подготовлен для создания и развития марихозяйств Приморский край, имеющий значительный практический опыт:

1. Прибрежные морские акватории Приморья имеют уникальные экосистемы, обладающие существенным биопродукционным потенциалом по воспроизводству и культивированию гидробионтов (трепанга, морского ежа, гребешка, устриц, мидии, анадары, карбикулы, креветки, трубака, ламинарии, краба и др.).

2. В соответствии с научно-производственной программой «Марикультура» в Приморском крае успешно развиваются более 40 марихозяйств, которые испытывают серьёзные затруднения с комплексной переработкой выращенных гидробионтов и морских водорослей, а также со сбытом не переработанных двустворчатых моллюсков, морской капусты и др.

3. Институтом биологии моря им. А.В. Жирмунского (ИБМ) ДВО РАН и Тихоокеанским институтом биоорганической химии (ТИБОХ) ДВО РАН разработана «Стратегия управления прибрежными морскими акваториями Дальнего Востока России «Морские биотехнопарки» с обоснованием структуры морского биотехнопарка, путей решения и преодоления системного кризиса в марикультуре страны [3].

4. ИБМ ДВО РАН имеет значительный технологический задел – используются и внедряются технологии по воспроизводству и культивированию в марихозяйствах приморского гребешка, тихоокеанской мидии, дальневосточного трепанга, морской капусты, тихоокеанской устрицы, морских ежей, крабов и креветки.

5. ИБМ ДВО РАН совместно с компанией «Востокфарм» разрабатывает технологии комплексной переработки морских гидробионтов на биологически активные фармакологические субстанции, пищевую продукцию и из вторичного биосырья кормовую продукцию для птицеводства, животноводства, звероводства и т.п.

6. ИБМ ДВО РАН совместно с Владивостокским государственным медицинским университетом разработаны и выпускаются из морского сырья биоактивные препараты – энтеросорбенты «Полисорбовит» и «Детокскал», обладающие антидотным и гепатопротекторным действием, снижающими уровень холестерина в крови.

7. При внедрении разработанных ИБМ ДВО РАН технологий комплексной переработки морских гидробионтов, в том числе выращенных в марихозяйствах, будет организовано производство следующих видов продукции: высокоэффективных новых лекарственных препаратов для лечения многих социально значимых заболеваний, ферментов, модифицированных белков, биологически активных добавок, биохимических реактивов, питательных сред для микробиоло-

гии и биотехнологии, ингредиентов для гипоаллергенного и детского питания, продуктов функционального питания, кормовой продукции для птицеводства, животноводства, звероводства, удобрений для овощеводства и т. п.

8. По экспертным оценкам специалистов ИБМ ДВО РАН общий потенциал развития марикультуры одного Приморского края (табл.) превосходит объёмы программы по внутриводному выращиванию рыбы «Аквакультура» в 7 раз [3].

**Общий потенциал развития марикультуры Приморского края**

Акватории моря	Пригодные площади, кв. км	Урожайность, т/год	Рабочие места
Залив Посыет	376	62 000	18 600
Островные территории г. Владивостока (острова Попова, Русский)	505	84 000	25 000
Уссурийский залив	601	100 000	30 000
Залив Восток, залив Находка	290	48 000	14 000
Северное Приморье	2114	346 000	104 800
ВСЕГО	3886	640 000	192 400

9. Ведётся подготовка по формированию научно-образовательного кластера на базе Дальневосточного государственного университета, Владивостокского государственного медицинского университета, Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета и ИБМ ДВО РАН, для подготовки высококвалифицированных научных кадров, биологов, биотехнологов, фармакологов, фармакобиологов, технологов, инженеров биотехнологических производств, а также переподготовке и повышению квалификации специалистов для марихозяйств, рыбной отрасли и фармацевтической промышленности.

Центром интегративных технологий разработан проект по созданию научно-производственных кластеров в рыбной отрасли, целью которого является обеспечение развития потенциала марикультуры в стране – основы возобновляемых морских биоресурсов, комплексного использования гидробионтов для создания и выпуска оригинальных лекарственных препаратов, увеличения производства рыбных продуктов, кормовой продукции для сельского хозяйства [2].

При реализации стратегии инновационно-технологического развития отрасли и повышения эффективности использования морских биоресурсов за счёт создания и активизации научно-производственных внедренческих кластеров, как показали прогностические расчёты, можно реально в течение 4-5 лет увеличить объём производства качественных рыбных товаров на 60–75%, организовать промышленный выпуск отечественных высокоэффективных новых лекарственных препаратов из морских гидробионтов для лечения социально значимых заболеваний, организовать производство из вторичных биоресурсов кормовой продукции для птицеводства, животноводства, звероводства и т.п.

Результатами эффективной работы научно-производственных внедренческих кластеров в рыбопромышленной отрасли будут рост производительности и инновационной активности предприятий, входящих в кластер, а также повышение интенсивности развития малого предпринимательства и активизация привлечения прямых инвестиций, обеспечение ускоренного социально-экономического развития регионов базирования кластеров.

В настоящее время рыбопромышленный комплекс России в своём развитии практически исчерпал внутренние резервы экономического роста и возможности устаревшей материально-технической и технологической базы. Институциональные преобразования последних лет не способствовали созданию эффективного рыночного механизма, что обусловило тенденции кризисного развития рыбной отрасли в целом.

Решение острых проблем, выведение рыбной отрасли из многолетнего системного кризиса и достижение поставленной цели возможно только на основе инновационного пути развития экономики рыбохозяйственного комплекса, как, впрочем, и других секторов экономики страны.

Центром интегративных технологий разрабатывается отраслевая инновационная система с учётом регионально-структурного развития территорий, обуславливающая взаимодополняющее тесное сотрудничество между вузами, научными учреждениями РАН, РАМН, РАСХН и отраслевыми НИИ, промышленными компаниями, законодательными органами, местными органами

власти и другими структурами, что обеспечит опережающее развитие инновационной экономики рыбной промышленности, а также территорий и регионов.

Центром готовится Федеральная целевая программа «Развитие инфраструктуры новой технологической базы марикультуры на основе инновационной экономики рыбной промышленности на 2013–2015 годы», основной целью которой является рост инновационной активности, обеспечение продовольственной безопасности страны и повышение качества жизни россиян.

Основная задача ФЦП – системное развитие всех компонентов инфраструктуры:

- научно-производственных внедренческих кластеров;
- исследовательско-технологической базы и НИОКР;
- инновационно-технологической производственной и конструкторской базы береговой рыбопереработки, технологического оборудования и линий;
- инновационно-технологической и технической базы марикультуры и аквакультуры для культивирования ценных видов рыб и гидробионтов;
- подготовки высококвалифицированных многопрофильных специалистов, научных, управленческих и педагогических кадров;
- социальной инфраструктуры (строительство жилья для специалистов).

Выполнение поставленных задач ФЦП возможно только за счёт средств федерального бюджета и при содействии финансовых институтов развития.

Федеральная целевая программа является составной частью и первым этапом стратегии инновационного развития экономики рыбной промышленности. Предусмотрено создание инновационных Центров в отраслевых НИИ и университетах, разрабатываются механизмы эффективного трансфера инновационных технологий в производство и стимулирования инноваций, что позволит ускорить переход к непрерывному инновационному процессу в рыбопромышленной отрасли.

Для форсирования и активизации инновационной деятельности в отрасли необходимо создание в структуре Госкомрыболовства РФ Управления развития инфраструктуры и инновационных технологий, поскольку это позволит скоординировать всю многогранную объёмную работу по инноватике между региональными промышленными и рыбодобывающими компаниями, НИИ и университетами, организациями и малым бизнесом, местными органами управления и центром.

### Литература

1. Воробьев В.В. Формирование региональных кластеров рыбопромышленного развития // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 13–17.
2. Воробьев В.В. Стратегия инновационного развития экономики рыбопромышленного комплекса страны // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 1. – С. 9–12.
3. Масленников С.И., Козловская Э.П. Морские биотехнологии (Стратегия управления прибрежными морскими акваториями Дальнего Востока России). – ИБМ РАН. – Владивосток. – 60 с.

УДК 620.97:629.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА МОРСКИХ СУДАХ

*А.В. Дымбровский*

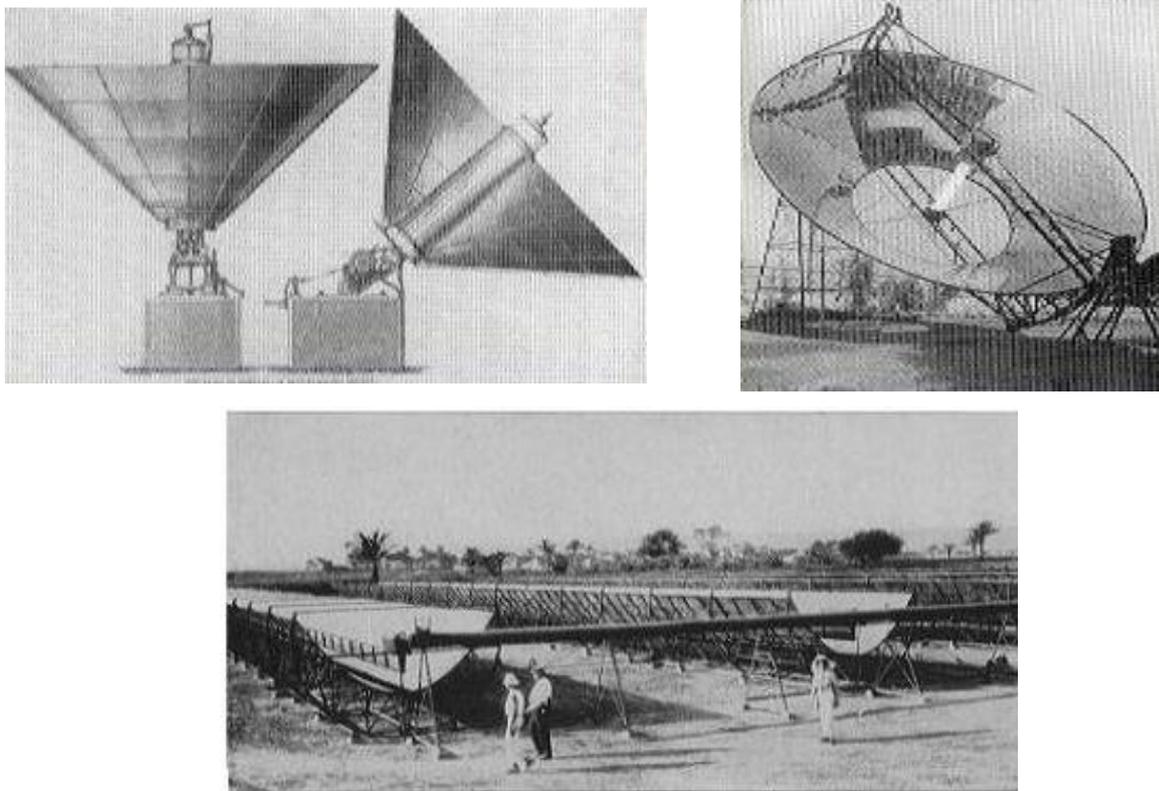
*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье рассматривается возможность использования солнечной энергии как альтернативного источника энергии. Анализируется имеющийся мировой опыт использования солнечной энергии на водном транспорте и перспективы дальнейшего ее использования.

Целью нашего исследования было изучить возможность использования солнечной энергии, как альтернативного источника энергии на водном транспорте. В ходе выполнения работы была изучена история вопроса, принципы преобразования солнечной энергии.

Первые изобретатели научились извлекать энергию из солнечных лучей и превращать ее в механическую чуть меньше века назад. Но попытки внедрить это в жизнь не увенчались успехом из-за отсутствия поддержки со стороны любого государства.

Многие полагают, что первым разработчиком идеи в этой области стала американская нация. Подтолкнуло их к поиску новых источников энергии то, что они стали заложниками «энергетического кризиса» в 70-х годах XX века (рис. 1). Другие страны стали зависимыми от нефтяного эмбарго ОПЕК [1].



*Рис. 1. Первые опытные установки по использованию солнечной энергии*

Действия, направленные на разработку устройств, преобразования энергии, фактически начались около 100 лет назад, в самый разгар промышленной революции. В конце концов, большинство ученых решили остановиться на солнечной энергии.



*Рис. 2. Современные солнечные батареи*

Пионеры в этой области, менее чем 50 лет назад разработали ряд новаторских методов улавливания солнечной энергии, и использование ее для получения пара. Инженеры пришли к выводу, что солнечная энергия не только возможна, но это и экологически чистый метод добычи. Бурно развивающаяся технология преобразования солнечной энергии в наши дни, дошла и до морской стихии (рис. 2).

Прежде чем анализировать возможность использования солнечной энергии на водном транспорте необходимо усвоить некоторые сведения о солнечной энергии. Её преобразование можно классифицировать по двум направлениям: тепловая энергия и световая энергия.

Солнечная тепловая энергия – в основе принципа положено использование тепловой энергии для нагрева вещества (воды, воздуха) через тепловые коллекторы. Она уже достаточно ши-

роко применяется в бытовых целях. Световая или фотоэлектрическая энергия – в основе этой технологии лежит преобразование энергии света непосредственно в электрический ток. Это позволяет выполнить не совсем обычный полупроводник (микросхему), который может хранить энергию как батарея. Такая технология нашла тоже широкое применение в различных областях, но особенно интегрируется в строительстве, как внешняя оболочка здания [4].

Если пионеров Великих географических открытий гнал через океаны ветер, то магелланы XXI века предпочитают солнце. 27 сентября 2011 г. из Монако вышел в открытое море самый большой на сегодняшний день корабль, питающийся исключительно солнечной энергией [4].

В настоящее время уже накоплен первый практический опыт применения солнечной энергии на водном транспорте. Австралийская компания «Solar Sailor», которая занимается разработкой и продвижением солнечных технологий во всех промышленных сферах, в 2001 г. изобрела абсолютно новый способ передвижения по воде. После успешной презентации своего детища она свершила революцию в морских путешествиях. Компания презентовала гибридную электро-энергетическую систему, которая может применяться на любых транспортных средствах. Она разработала и запатентовала «солнечный парус», так его называют представители организации. В действительности, это и есть парус, но только с полупроводниковыми элементами вместо ткани. «Крыло» солнечной энергии использует два источника – солнце и ветер. Его гибкость является ключевым моментом в дизайне, так как это позволяет без опасений, автоматически и регулярно отслеживать солнце для оптимального сбора солнечной и ветровой энергии. Парус достаточно прочный, несмотря на «хлипкий» внешний вид (рис. 3).



Рис. 3. Катамаран Turanor Planet Solar

Он способен выдержать силу ветра при скорости 74 км/час с 300 % запасом прочности. Батареи являются балластом. Аккумулятированной энергии в них, достаточно для использования без подзарядки на одну неделю.

Гибридный способ позволяет судну двигаться, благодаря мотору-генератору в условиях безветрия и для маневрирования.

«Солнечные паруса» имеют ряд преимуществ над типичными силовыми установками: надежность, маневренность, сокращение расходов на топливо и обслуживание, экологический перевес (отсутствие загрязнения водной среды, портов и акваторий), комфорт (низкий уровень шума, вибрации, отсутствие дыма).

Все вышперечисленное уже скоро, верят специалисты компании, применяться не только на частных яхтах и круизных лайнерах, но и крупных танкерах и грузовых судах.

Применение этой технологии в практике становится все шире. На сегодняшний день единственное в мире грузовое судно, которое частично использует солнечную энергию, было построено японскими судостроителями на верфи «Imabari Shipbuilding Industry Ltd». Спуск «чудо-судна» под названием «AURIGA LEADER» на воду состоялся 19 декабря 2008 года в порту Кобе на западе Японии (рис. 4).



Рис. 4. Грузовое судно «AURIGA LEADER»

Разработками уникального судна занимались инженеры компании «*Nippon Yusen Kaisha*». По предварительным данным стоимость проекта составила 1,7 млн долларов. Судно с солнечными батареями предназначено для перевозки легковых автомобилей. Вместимость может составить до 6400 автомобилей одновременно. Первым коммерческим клиентом стала всемирная компания «*Toyota Motors*».

Вырабатываемая солнечными батареями электроэнергия в 40 кВт обеспечит до 7% всех потребностей судового хозяйства, частично она будет использоваться для освещения кают и запуска ряда технических приборов и устройств. Практическое использование новой экологической и чистой энергосистемы началось через два года после серии испытаний, включая ее проверку на прочность в условиях сильных волн и штормового ветра и подсчетов рентабельности таких перевозок.

Технические данные судна для перевозки автомобилей «*AURIGA LEADER*»:

Длина – 200 м

Ширина – 32 м

Водоизмещение – 60213 т

Силовая установка – дизельный двигатель типа «*Mitsubishi*»

Энергетическая установка – генераторы солнечной энергии с аккумуляторными батареями

Количество панелей для приема солнечного света – 328 шт.

Мощность – 211234 л. с. [2].

Таким образом, можно сделать вывод, что солнечная энергия все шире будет использоваться на водном транспорте, так как первый практический опыт дал свои положительные результаты и перспективы использования данного вида энергии на водном транспорте очевидны.

Катамаран *Turanor Planet Solar* в течение восьми месяцев совершил кругосветное путешествие. 5 мая 2012 года он успешно завершил свою кругосветку. Размеры солнечного корабля внушают уважение: длина – 31 м, ширина – 15, высота над ватерлинией – 6,1. Верхняя палуба *Turanor* являет собой приличных размеров площадку площадью 536 м<sup>2</sup>, полностью покрытую панелями солнечных батарей. При КПД 18,6% батареи позволяют вырабатывать до 93 кВт. Солнечное электричество приводит в движение два мотора мощностью 26,6 л.с. (рис. 5). Все это дает возможность судну развивать скорость до 14 узлов [25 км/ч]. Специальная конструкция батарей позволяет накапливать энергию для использования в пасмурные дни. За всеми устройствами судна следят всего 6 членов экипажа [2].



Рис. 5. Катамаран *Turanor Planet Solar*

Яхту построили на немецкой верфи *Knieirim*, однако у истоков проекта стоит интернациональная швейцарско-франко-германско-финская команда, одним из членов которой является Жан Верн – правнук знаменитого основоположника жанра научной фантастики Жюль Верна. Несмотря на то что экологически чистое судно создано по частной инициативе, финансовую поддержку проекту оказало и правительство Швейцарии. Катамаран «*Turanor Planet Solar*» стал настоящим международным проектом. Его дизайн разработали в Новой Зеландии, создавали в Германии, а бороздит моря и океаны под швейцарским флагом.

Японская компания *Nissan*, мировой лидер электромобильного рынка, показал транспортное судно с новым уровнем энергетической эффективности, предназначенное для доставки морем автомобилей компании. Автомобильный паром *Nichioh Maru* оснащен небольшой солнечной

электростанцией состоящей из рядов фотоэлектрических панелей (рис. 6). Солнечная энергия обеспечивает энергией светодиодные источники света, которые используются, как для освещения помещений судна, так и для сигнальных огней. Специальное покрытие корпуса снижает силу сопротивления потоку воды, а электронная система управления дизельной установкой оптимизирует расход топлива. Nichioh Maru потребляет на 1400 тонн дизельного топлива в год меньше, чем обычное судно такого же водоизмещения, что равно снижению выбросов CO<sub>2</sub> на 4200 тонн. Это первое японское транспортное судно с фотогальваническими панелями на борту. На палубе размещена 281 панель, которые производят достаточно энергии, чтобы не использовать классический дизель-генератор (рис. 7). В первое плавание корабль отправился 27 января 2012 г. с 1380-ю автомобилями на борту [2].



Рис. 6. Автомобильный паром Nichioh Maru



Рис. 7. Проект судна на солнечных батареях

Таким образом, можно сделать вывод, что перспективы использования солнечной энергии на водном транспорте очень велики, так как первый практический опыт дал свои положительные результаты и солнечные батареи могут либо полностью, либо частично заменить традиционные энергетические установки на водном транспорте. Это позволит снизить риск загрязнения вод мирового океана в результате утечек традиционного топлива и повысить грузоподъемность судов за счет снижения веса судна порожнем в результате замены энергетической установки и отсутствием необходимости иметь на борту большие запасы топлива.

### Литература

1. energy-source.ru
2. korabley.net
3. korabli.iso.ru
4. ru/ wikipedia.org
5. space.rin.ru

УДК 629.5.066.3

## ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИЩЕННЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ И ОБМЕНА ДАННЫМИ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ

*А.А. Марамзина*

*Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота,  
Калининград*

Безопасность людей всегда остается актуальным вопросом. Необходимо постоянное развитие и совершенствование аспектов, непосредственно влияющих на обеспечение такой безопасности.



*Составляющие безопасности мореплавания*

Объектами безопасности мореплавания являются, прежде всего, морские суда – основное звено морской транспортной системы, использование которых составляет сущность мореплавания. Можно выделить четыре составляющих понятия безопасности мореплавания (рисунок).

Рассматривая безопасность мореплавания как состояние про-

цесса функционирования морской транспортной системы, можно предложить следующие определения для ее составляющих:

– безопасность судов – состояние защищенности морских судов и процессов их функционирования от угрозы утраты ими мореходного состояния вследствие воздействия опасных для мореплавания факторов;

– безопасность человеческой жизни на море – состояние защищенности людей, участвующих в деятельности на море, от угрозы их жизни здоровью вследствие воздействия опасных факторов, проявляющихся в мореплавании;

– безопасность судоходных путей – состояние защищенности судоходных путей, их оборудования и других искусственных сооружений на море, обеспечивающее их использование для мореплавания, от угрозы их нормальному функционированию со стороны факторов природной и техногенной среды, а также неблагоприятных проявлений самого мореплавания.

Вопрос обеспечения безопасности людей всегда является актуальным и приоритетным. Необходимо постоянное развитие и совершенствование аспектов, непосредственно влияющих на качество обеспечения такой безопасности.

Для защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера во внутренних водах (Приморская бухта площадью 0,2 тыс. кв. км и Калининградском морском канале до п. Светлый протяженностью 21,7 км) и территориальном море (зона ответственности МСКЦ «Калининград» акватории Балтийского моря от государственной границы Польской республики – побережье Калининградской области – до государственной границы Литвы протяженностью по побережью 142 км и общей площадью более 6 тыс. кв. км) создан Центр «Аварийно-спасательная служба по проведению подводных работ специального назначения на Северо-Западном направлении» (Северо-Западный филиал ГОСАКВАСПАС) [1].

Одним из важнейших направлений в вопросе качественного выполнения поставленных филиалу задач является обеспечение связи и процесс обмена данными между спасателями на месте чрезвычайной ситуации и координирующего центра. Возможность использования беспроводных телекоммуникационных каналов связи и обмена данными, таких как телекоммуникационная технология WiMAX, открывает огромные возможности для обеспечения безопасности мореплавания и реализации множества услуг. Для этого необходимо создать широкополосную высокоскоростную сеть передачи данных.

Цель технологии WiMAX заключается в том, чтобы предоставить универсальный беспроводный доступ для широкого спектра устройств (рабочих станций, бытовой техники «умного дома», портативных устройств и мобильных телефонов) и их логического объединения – локальных сетей. Надо отметить, что технология имеет ряд преимуществ. Беспроводные технологии более гибки и, как следствие, более просты в развёртывании, так как по мере необходимости могут масштабироваться [2].

На сегодняшний день возможности WiMax 802.16 это пропускная способность до 75 Мбит/с и радиус действия 25–80 км. Но ожидается вторая версия стандарта 802.16, которую утвердил Институт инженеров электроники и электротехники (IEEE). Стандарт IEEE 802.16m, известный как WirelessMAN-Advanced и WiMAX-2 позволит повысить пропускную способность беспроводных сетей в несколько раз. Так, стационарное оборудование в сетях нового поколения сможет принимать данные на скорости до 1 Гбит/с, а мобильные гаджеты и портативные компьютеры – до 100 Мбит/с. При этом сохранится обратная совместимость с существующим оборудованием WiMAX. Существующие мобильные сети WiMAX (IEEE 802.16e) обеспечивают теоретическую пропускную способность до 40 Мбит/с. При передаче данных на стационарный компьютер скорость достигает 75 Мбит/с. WiMAX второго поколения обеспечит скорость передачи данных в 330 Мбит/с. Сертификация оборудования стандарта 802.16m, вероятно, начнётся в текущем году. Запуска первых коммерческих сетей WiMAX-2 стоит ожидать в текущем или следующем году [3].

В свою очередь, локальные сети Wi-Fi становятся логичным продолжением сетей WiMAX. Сети Wi-Fi работают на частотах 2,4 ГГц или 5 ГГц [4].

Использование данной технологии позволит решать следующие задачи:

- передача текстовых сообщений;
- передача голосовых сообщений;
- передача видеoinформации и информации от геоинформационных систем;
- возможность удаленного управления узлами корабля и системой видеонаблюдения;
- распространение информации для всех судов, находящихся в зоне действия системы.

Для установки защищенного канала связи и обмена данными необходимо отослать запрос на береговую станцию. При помощи специального программно-аппаратного комплекса можно отслеживать все суда, находящиеся в радиусе действия беспроводной системы. Это обеспечит возможность широкоэвещательной рассылки необходимой информации общего доступа. База данных береговой службы будет хранить информацию обо всех устройствах беспроводного доступа на каждом судне. Таким образом, суда будут идентифицироваться и проверяться береговыми СУДС.

Наиболее приоритетным направлением в этом вопросе является передача видеoinформации и информации от геоинформационных систем. Такого рода информации может существенно повысить безопасность экипажа и самого судна.

Геоинформационные системы – многофункциональные средства анализа сведенных воедино табличных, текстовых и картографических бизнес-данных, демографической, статистической, земельной, муниципальной, адресной и другой информации. Геоинформационные системы получают все большее распространение в таких областях как: управление природными ресурсами, сельское хозяйство, экология, кадастры, городское планирование, а также и в коммерческих структурах – от телекоммуникаций до розничной торговли [5].

Необходимо рассмотреть такие варианты связи наземных систем с судами:

- 1) скачивание информации в виде архивов в фиксированные промежутки времени;
- 2) включение камер в случае определенных событий, установленных ранее (срабатывание датчиков);
- 3) непрерывная трансляция видеoinформации с судна в течение всего времени его нахождения в канале;
- 4) подключение в случае чрезвычайной ситуации на борту.

Использование такого защищенного канала связи важно в целях обеспечения безопасности людей на борту судна. Это дает возможность организовать видеоконференцию с квалифицированными врачами, которые смогут дать необходимые консультации и поставить предварительный диагноз.

У стандарта 802.16e есть важные достоинства, такие как мобильность и скорость передачи данных. Этот стандарт разрабатывался непосредственно для применения в мобильных термина-

лах. В нем реализованы функции хэндовера, которые позволяют абоненту быть на связи при движении на скорости до 150 км/ч. Недостатком же является низкая помехозащищенность и безопасность передаваемых данных.

В дальнейшем планируется разработка математической модели и протокола обмена данными, с возможностью снижения избыточности и повышения пропускной способности беспроводного канала связи и обмена данными.

Таким образом, разработанная система беспроводных каналов связи и обмена данными позволит существенно повысить качество управления движениями судов обеспечения безопасности мореплавания.

### Литература

1. Сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. [Электронный ресурс] = МЧС России. – «МЧС России», 2010. – Режим доступа: [http://www.mchs.gov.ru/ministry/?SECTION\\_ID=2374](http://www.mchs.gov.ru/ministry/?SECTION_ID=2374). Свободный. – Загл. с экрана.
2. *Vijay Garg* Wireless Communications and Networking. – Elsevier. – 2007. – ISBN: 978-0-12-373580-5. – 931 pp.
3. *Syed Ahson, Mohammad Ilyas* WiMAX: Technologies, Performance Analysis, and QoS. – CRC Press, 2008. – ISBN 9781420045253. – 296 pp.
4. *Daniel Sweeney* WiMax Operator's Manual: Building 802.16 Wireless Networks (Second Edition). Apress, 2006. – ISBN (pbk): 1-59059-574-2. – 233 pp.
5. *Журкин И. Г., Шайтура С.В.* Геоинформационные системы. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.

УДК 621.313.333:629.5

## ПРОЦЕСС ИСПЫТАНИЙ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ОБРЫВАХ И НЕПРАВИЛЬНОМ ПОДКЛЮЧЕНИИ ОБМОТОК СТАТОРА

*А.А. Марченко*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье представлена модель, позволяющая осуществить резкий сброс частоты питающего напряжения асинхронного двигателя. Представленный в статье график мощности позволяет судить о переводе электродвигателя в генераторный режим. Эксперименты по переводу машины в режим генератора проводились при введении неисправностей в обмотке статора.

Ситуация на рыбопромысловом флоте является общеизвестным фактом. По официальному прогнозу списания судов по Дальневосточному региону к 2020 году планируется сокращение судов до 700 единиц. Ясно, что этого не произойдет, так как рыболовецкие предприятия не допустят этого, так как некоторые из них имеют на вооружении по одному судну. Единственным возможным решением сложившейся проблемы является максимальное продление срока эксплуатации судового оборудования. На данный момент это привело к тому, что судоремонтные предприятия заполнены электрооборудованием, большая часть из которого – асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Это объясняется его преимуществами перед двигателями постоянного тока. Он имеет лучшие массогабаритные показатели, высокую эксплуатационную надежность и более прост в исполнении [1]. К ремонту асинхронного двигателя предъявляются серьезные требования, так отремонтированный двигатель по своим свойствам должен не уступать новому, выпускаемому промышленностью.

Существующая проблема испытаний судовых электрических машин не решена на сегодняшний день. Создание эквивалента механической нагрузки на валу электродвигателя при его

испытаниях является одной из задач испытаний, но процесс динамического нагружения электродвигателя может быть осложнен наличием неисправностей в обмотках статора.

При разрыве в одной из фазных обмоток статора или в проводе, ее питающем, после пуска двигателя в ход двигатель становится однофазным. При соединении статорной обмотки звездой разрыв одной фазы оставляет под напряжением две трети обмотки, в случае небольшой нагрузки двигателя, став однофазным, он может с нею справиться, то есть продолжать свое вращение. Характерным показателем может быть отсутствие тока в одном из проводов.

Как было упомянуто, определение неисправностей при испытании электрических машин возможно производить в кратковременном генераторном режиме путем нагружения двигателя электромагнитным моментом, эквивалентным механическому.

Для получения необходимых показателей разработана имитационная модель, представленная на рис. 1.

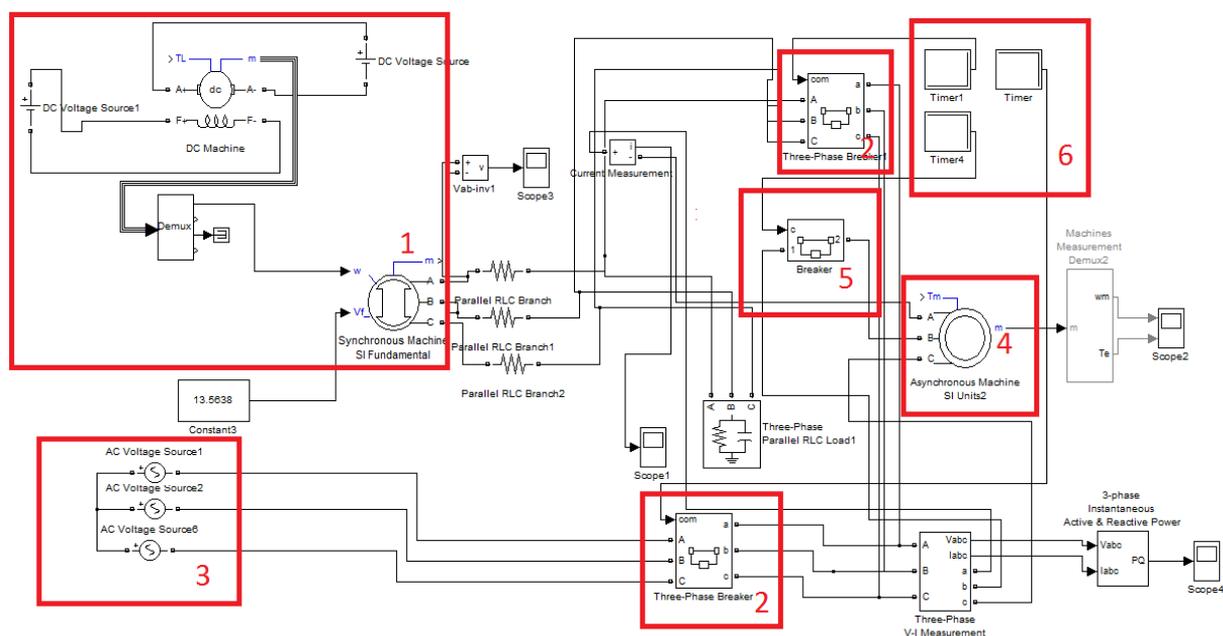


Рис. 1. Имитационная модель с использованием синхронного генератора:

блок 1 – двигатель постоянного тока и синхронный генератор, блок 2 – трехфазный переключатель, блок 3 – трехфазная сеть, блок 4 – асинхронный двигатель, блок 5 – блок имитации обрыва фазы, б – блок управления

На рис. 1 представлена имитационная модель, позволяющая оценивать характеристики электродвигателя в генераторном режиме при обрыве одной из фаз. Блок 1 представляет собой двигатель постоянного тока с независимым возбуждением и синхронный генератор (электромашинный преобразователь). Переключение от источника с частотой напряжения 50 Гц на источник с частотой 25 Гц (синхронный генератор) происходит при помощи блоков 2, которые являются трехфазными безинерционными выключателями [2]. Сигнал управления на выключатели формируется при помощи блока управления 6. Асинхронный испытуемый электродвигатель обозначен блоком 4. Изменение скорости вращения приводного двигателя осуществляется изменением напряжения на якоре. Асинхронный двигатель в первый момент времени вращается от сети частотой 50 Гц, затем при достижении номинальной частоты вращения переключается на синхронный генератор. В этот момент времени двигатель переходит в генераторный режим и отдает энергию на синхронный генератор. При испытании электродвигателя по такой схеме можно ожидать снижения напряжений биений в силу пропорциональности частот двух питающих напряжений.

Далее представлены результаты моделирования при введении в компьютерную модель неисправностей, указанных выше.

В момент времени 0,5 с ключ размыкается, тем самым образуя разрыв одной из фаз. Так как двигатель используется без нагрузки на валу, машина вращается с номинальной скоростью. На рисунке 5 возможно отследить работу электродвигателя по изменению скорости.

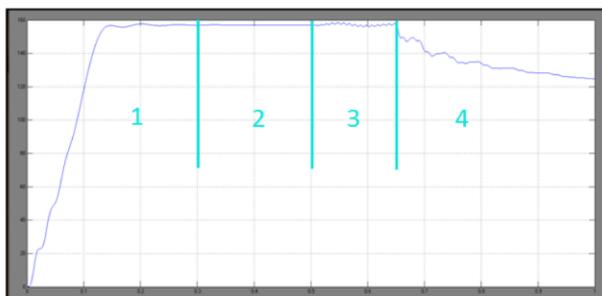


Рис. 2. Изменение скорости асинхронного электродвигателя при обрыве одной из фаз

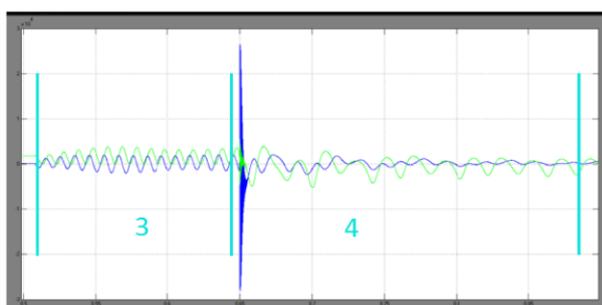


Рис. 3. Результаты моделирования эксперимента на участке 3 – 4

График изменения скорости разделен на четыре временных промежутка, соответствующих разным режимам работы электродвигателя (рис. 2). Участок 1 соответствует разгону электродвигателя. Участок 2 соответствует работе машины с номинальной скоростью. Участок 3 соответствует обрыву одной из фаз. Участок 4 соответствует генераторному режиму.

Определение неисправности также возможно по отдаваемой в сеть активной мощности.

На рис. 3 отчетливо различимы неустойчивые режимы работы асинхронного электродвигателя. На участке 4 активная энергия, отдаваемая электродвигателем в сеть имеет случайный характер, по этой причине диагностирование обрыва в одной из фазных статорных обмоток электродвигателя возможно при использовании электронного ваттметра, по постоянным изменениям показаний которого можно судить о наличии данной неисправности.

Еще одной неисправностью является ошибочное соединение статорной обмотки по

вместо треугольника звездой. Данная ошибка встречается довольно часто на ремонтных предприятиях. В первом случае, когда вращающееся поле создается трехфазной системой токов, подводимых к обмоткам статора, соединенным между собой звездой, напряжение на каждой обмотке в  $\sqrt{3}$  раз меньше линейного напряжения сети, а при соединении треугольником – равно ему [3]. При соединении обмоток треугольником каждая из них находится под напряжением 220 В, а если они соединены звездой, то каждая обмотка находится под напряжением 127 В.

Часто такое соединение используется в электроприводе для получения искусственных механических характеристик, позволяющих добиться более плавного разгона электродвигателя.

Для проведения эксперимента использовалась модель, представленная на рис. 1. Так как двигатель потребляет из сети мощность не более паспортной для данного двигателя, то в имитационной модели [4] блок 3 был выставлен на напряжение 127 вольт в каждой фазе и производился запуск двигателя на холостом ходу. Время разгона электродвигателя до номинальных оборотов можно оценить на рис. 4.

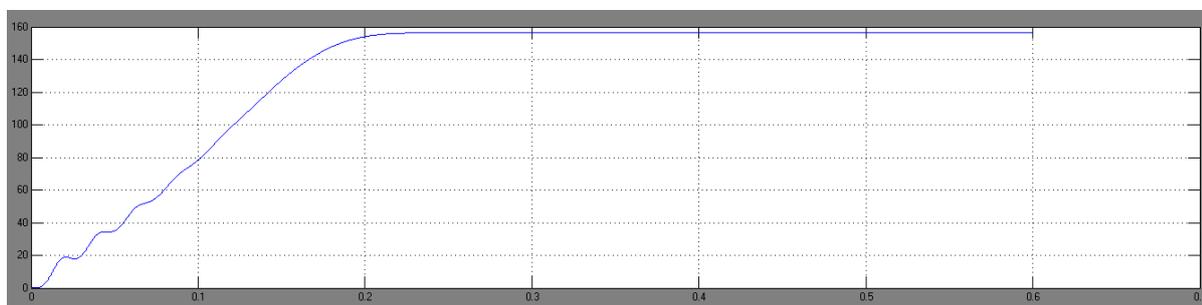


Рис. 4. Кривая разгона электродвигателя при неправильном соединении обмоток статора

Двигатель развивает номинальную скорость за время разгона примерно 0,2 секунды.

Результатом работы является расчет средней механической мощности на валу электродвигателя мощностью 3 Квт, полученный путем интегрирования произведения скорости и момента без учета знака на участке от 0,25 до 0,45 секунд (рис. 5).

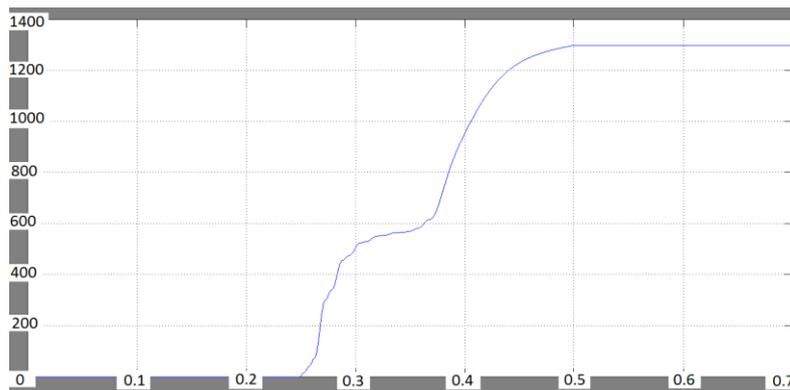


Рис. 5. График изменения механической мощности на валу испытуемого электродвигателя

Из графика на рис. 5 видно, что путем динамического нагружения электродвигателя был получен эквивалент механической мощности на валу машины около 1300 Вт, что значительно меньше номинального момента.

Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод о возможности испытания электродвигателя под нагрузкой без применения нагрузочных устройств. Кроме того, данный метод позволяет сохранить часть запасенной энергии.

Нужно отметить, что нагружение электрических машин рассматриваемым методом требует наличия преобразователя частоты, обеспечивающего взаимный обмен энергией между сетью и двигателем.

#### Литература

1. *Вольдек А.И.* Электрические машины: учеб. для высш. техн. заведений. – 3-е изд. – Ленинград: Энергия, 1978г. – С. 510–514.
2. *Герман-Галкин С.Г.* Компьютерное Электрические машины: учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2003. – С. 88–95.
3. *Слоним Н.М.* Испытания асинхронных двигателей при ремонте. – 2-е изд. – Энергия, 1970. – С. 53–54.
4. *Черных И.В.* Моделирование электротехнических устройств в MATLAB Sim Power Systems и Simulink. – М.: ДМК Пресс, 2008. – С. 167–172.

УДК 639.2.081.1

### ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОДОБИЕ КАНАТНО-ВЕРЕВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*А.А. Недоступ, А.В. Дегутис*

*Калининградский государственный технический университет, Калининград*

В статье приводятся правила подобия динамических процессов, протекающих с канатно-веревочными изделиями.

Физическое моделирование трибопар или фрикционного их взаимодействия является первым необходимым шагом при исследовании процесса трения и изнашивания орудий рыболовства. Оно способствует раскрытию механизма его протекания и создает предпосылки к научно-обоснованному конструированию фрикционного узла и управлению его работой. Важно отметить, что сложность напряженного деформированного состояния трибопары усугубляется тем, что механические воздействия на контакте носят периодический характер, частота и амплитуда которых определяется видом поверхностей и условий взаимодействия. Эффективные модели, максимально отвечающие практическим целям, могут оказать помощь при использовании методов подобия и размерности.

В настоящей статье рассмотрены рациональные методы решения встречающихся задач промышленного рыболовства (выборка орудий рыболовства с помощью промысловых механизмов фрикционного типа и др.). Предлагаем теорию динамического подобия канатно-веревочных изделий (КВИ), совершающих пространственное движение в поле массовых сил в сопротивляющейся среде. КВИ рассматриваются как растяжимые гибкие нити.

Уравнение в динамике пространственного движения элемента КВИ в поле массовых сил в сопротивляющейся среде запишем в виде [1]

$$\frac{\partial^2 \vec{r}}{\partial t^2} = \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial(T\vec{\tau})}{\partial s} + F + \frac{1}{\rho} \vec{R}, \quad (1)$$

где  $t$  – время;  $s$  – лагранжева координата (длина дуги нерастянутой нити);  $\vec{r}$  – радиус-вектор, определяющий положение элемента;  $T$  – натяжение;  $\vec{F}$  – массовая сила, отнесенная к единице массы;  $\vec{R}$  – сила сопротивления среды, отнесенная к единице длины;  $\vec{\tau}$  – единичный вектор касательной к нити в точке  $\vec{r}$ ;  $\rho$  – линейная плотность;  $\rho_0$  – плотность в нерастянутой нити.

Дополним уравнение (1) уравнениями, вытекающими из рассмотрения геометрии и законов упругости и сохранения массы

$$\left. \begin{aligned} |\vec{\tau}| &= 1 \\ \frac{\partial \vec{r}}{\partial s} &= (1 + \varepsilon)\vec{\tau} \\ \vec{T} &= T\vec{\tau} \\ (1 + \varepsilon)\rho &= \rho_0 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  – относительное удлинение КВИ и  $f(\varepsilon)$  – известная (определенная экспериментально) непрерывная неубывающая функция относительного удлинения КВИ (деформация).

Уравнения (1) и (2) образуют замкнутую систему пяти нелинейных (физически и геометрически) уравнений относительно пяти искомым функций  $\vec{r}$ ,  $\vec{\tau}$ ,  $\varepsilon$ ,  $T$  и  $\rho$  от двух независимых переменных  $s$  и  $t$ .

Приведем уравнения (1) и (2) к системе, состоящей из трех уравнений с частными производными первого порядка

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} &= a^2 \frac{\partial \varepsilon}{\partial s} \vec{\tau} + (1 + \varepsilon)b^2 \frac{\partial \vec{\tau}}{\partial s} + F + \frac{1 + \varepsilon}{\rho_0} \vec{R} \\ \frac{\partial \vec{v}}{\partial s} &= \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} \vec{\tau} + (1 + \varepsilon)b^2 \frac{\partial \vec{\tau}}{\partial t} \\ |\vec{\tau}| &= 1 \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

где  $\vec{v} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial t}$  – вектор скорости рассматриваемого элемента КВИ;  $a(\varepsilon) = \sqrt{\frac{1}{\rho_0} \frac{dT}{d\varepsilon}}$  и

$b(\varepsilon) = \sqrt{\frac{T}{\rho_0(1 + \varepsilon)}}$  – характеристики скорости распространения продольных и поперечных возмущений.

Система уравнений (3) содержит три неизвестные функции  $\vec{v}$ ,  $\vec{\tau}$  и  $\varepsilon$  которые характеризуют движение КВИ, ее форму и деформацию.

После решения системы (3) положение КВИ определяется путем интегрирования равенства

$$d\vec{r} = \vec{v}dt + (1 + \varepsilon)\vec{\tau}ds, \quad (4)$$

причем  $\rho$  и  $T$  определяются по формулам системы (2).

Для решения системы (3) недостает ровно одного скалярного уравнения – уравнения состояния, определяющего материал КВИ. Плотность КВИ – величина переменная. Конечно, нельзя однозначно определить все возможное многообразие существующих и появляющихся новых материалов, из которых может быть изготовлено конкретное КВИ. Поэтому, ограничимся идеально упругой нитью, при этом для определенности будет рассматриваться изначально однородное КВИ  $\rho = \text{const}$ :

– модель нерастяжимой нити

$$\varepsilon = 0, \quad (5)$$

– модель линейно-упругой нити

$$T = E\varepsilon, \quad (6)$$

– модель нелинейно-упругой нити

$$T = T(\varepsilon), \quad (7)$$

– модель вязко-упругой нити, (точка означает производную по времени)

$$T = T(\varepsilon, \dot{\varepsilon}). \quad (8)$$

На основании теории динамического подобия [2–4] приведем масштабы подобия

$$C_l = C_l^{\frac{5}{4}}, \quad (9)$$

$$C_v = C_l^{\frac{1}{4}}, \quad (10)$$

$$C_r = C_l^{\frac{3}{2}}, \quad (11)$$

$$C_\omega = C_l^{-\frac{3}{2}}, \quad (12)$$

$$C_m = C_l^3, \quad (13)$$

где  $C_l$  – геометрический масштаб;  $C_t$  – масштаб времени;  $C_v$  – масштаб скорости;  $C_r$  – масштаб сил;  $C_\omega$  – масштаб ускорения;  $C_m$  – масштаб массы.

На основании (9)–(13) можно утверждать, что если движения КВИ в поле массовых сил в сопротивляющейся среде являются динамически подобными, то для соответствующих моментов времени мгновенные положения (в том числе начальные положения) КВИ будут геометрически подобными и подобно расположенными. Кроме того, в соответствующих точках принимают равные значения деформации  $\varepsilon$ , критерии Рейнольдса  $Re$ , Ньютона  $Ne$ , обобщенный критерий Фруда  $Fr$ , Струхала  $Sh$  и др. [5] и имеют одинаковые направления соответственно векторы скоростей, массовых сил и сил сопротивления среды. Необходимым и достаточным условием существования двух динамически подобных движения будет равенство численных значений определяющих безразмерных характеристик в соответствующих точках КВИ в соответствующие моменты времени.

На основании (9)–(13) представим характеристики модели «м» и натурального «н» образцов в виде

$$t_n = \frac{t_m}{C_l^4}, \quad (14)$$

$$v_n = \frac{v_m}{C_l^{\frac{1}{4}}}, \quad (15)$$

$$R_n = \frac{R_m}{C_l^{\frac{3}{2}}}, \quad (16)$$

$$\omega_n = \frac{\omega_m}{C_l^{-\frac{3}{2}}}, \quad (17)$$

$$M_n = \frac{M_m}{C_l^3}, \quad (18)$$

при этом следует соблюдать масштаб плотности  $C_p = 1$ , что крайне сложно [3].

Таким образом, теория динамического подобия позволяет: определить группу преобразований подобия, относительно которой инвариантны основные уравнения, краевые условия и полная система безразмерных характеристик; получать необходимые и достаточные условия существования динамически подобных движений; устанавливать критерии и формировать законы подобия и на их основе сознательно упрощать общую задачу, выделяя из нее частные задачи. Следовательно, метод подобия играет исключительно важную роль при постановке задач и выборе наиболее рациональных методов их решения и анализа, а также при моделировании.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

### Литература

1. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити. Наука. – 1980. – 240 с.
2. Недоступ А.А. Правила физического моделирования динамических процессов рыболовства // Рыбное хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 97–98.
3. Недоступ А.А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вестник томского государственного университета. Математика и механика. Томск. – 2012. – № 3(19). – С. 55–67.
4. Недоступ А.А. Физическое моделирование орудий и процессов рыболовства: Монография. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. – 375 с.
5. Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 328 с.

УДК. 639.2.081.117.22:004

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ПО РАСЧЕТУ ХАРАКТЕРИСТИК СНИОРРЕВОДА - II

*А.А. Недоступ, А.О. Ражев*

*Калининградский государственный технический университет, Калининград*

В статье приводится реализация математического моделирования процесса выборки снюрревода в программной среде Embarcadero RAD Studio XE2.

Исследования процессов эксплуатации снюрреводов (донных неводов) в основном базируются на физических экспериментах. Отметим, что в последние годы в мире широко используются компьютерные программы моделирования снюрреводов [1–4]. Математические модели моделирования снюрреводов, применяемые в компьютерных программах, обеспечивают быстрый расчет таких параметров, как натяжение в уресе, время процесса и др.

Для создания компьютерной программы использовалась среда разработки программного обеспечения Embarcadero RAD Studio XE2, позволяющая визуально проектировать пользовательский интерфейс. RAD Studio XE2 рассчитана на работу в операционных системах семейства Windows с использованием языков программирования Delphi, C++, NET и PHP, а также разработки веб-приложений с JavaScript.

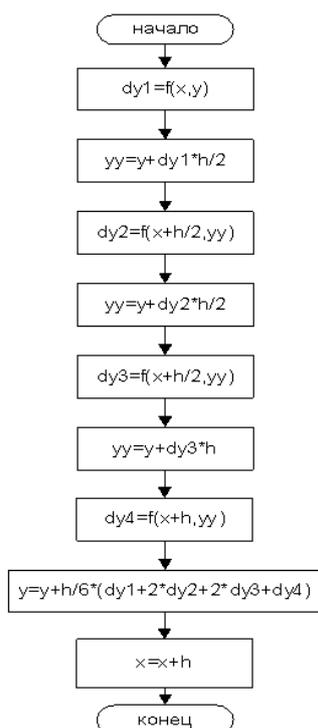


Рис. 1. Алгоритм метода Рунге-Кутты

Движение снюрревода определяется действующими на него силами, к которым относятся гидростатические, гидродинамические, грунтодинамические силы и силы связи с судном. Процесс выборки снюрревода динамический. Особое значение имеет достаточно точный расчет, следовательно, и оценка влияния действующих сил, что позволяет на стадии проектирования обосновано определять необходимые параметры и характеристики снюрревода и судовых механизмов, а в условиях промысла контролировать поведение снюрревода. Наличие подводного течения усложняет задачу математического моделирования процесса выборки снюрревода [5, 6].

Метод Рунге-Кутты [7] является одним из алгоритмов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Данный метод применяется в таких математических пакетах, как Maple, MathCAD, Maxima. Этот метод является итерационным и приближенным. Точность вычисления зависит от порядка точности. Наибольшее распространение получил метод четвертого порядка, который принято называть классическим методом Рунге-Кутты. Рассмотрим алгоритм классического метода Рунге-Кутты (см. рис. 1). Входными параметрами алгоритма являются  $x, y$ . Необходимо найти:

$$y' = f(x, y). \quad (1)$$

Пусть  $y(x_0) = y_0$ . Тогда приближенное значение в последующих точках вычисляется по итерационной формуле:

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4). \quad (2)$$

Вычисление нового значения проходит в четыре стадии:

$$\begin{aligned}
 k_1 &= hf(x_n, y_n), \\
 k_2 &= hf\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{1}{2}k_1\right), \\
 k_3 &= hf\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{1}{1}k_2\right), \\
 k_4 &= hf(x_n + h, y_n + k_3),
 \end{aligned} \quad (3)$$

где  $h$  – величина шага сетки по  $x$ .

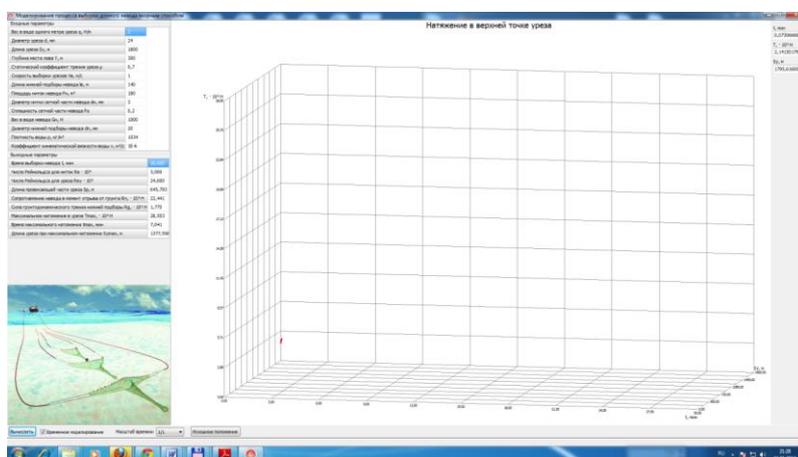


Рис. 2. Окно компьютерной программы «Моделирование процесса выборки донного невода якорным способом»

Этот метод имеет четвёртый порядок точности, то есть суммарная ошибка на конечном интервале интегрирования имеет порядок  $O(h^4)$  (ошибка на каждом шаге порядка  $O(h^5)$ ).

Для моделирования выборки снюрревода была разработана компьютерная программа (КП) «Моделирование процесса выборки донного невода якорным способом». Внешний вид КП показан на рис. 2. Рабочее пространство КП разбито на несколько областей:

- 1) входные параметры;
- 2) выходные параметры;
- 3) область просмотра процесса и результатов моделирования.

Управление процессом моделирования осуществляется посредством задания входных параметров. Моделирование запускается нажатием кнопки «Вычислить» и протекает в реальном времени. Так же имеется возможность изменять масштаб времени кнопкой «Масштаб времени». В процессе моделирования текущие значения отображаются в областях промежуточных и выходных параметров (см. рис. 3), к которым относятся время процесса выборки снюрревода, натяжение в урезе у судна, длина уреза. При этом в области просмотра эти параметры отображаются в виде трехмерного графика (см. рис. 4). В процессе моделирования при помощи манипулятора «мышь» можно перемещать, поворачивать и масштабировать график.

t, мин	0,0730666634
T, · 10 <sup>3</sup> Н	2,1415017916
Sy, м	1795,6160001

Рис. 3. Выходные и промежуточные параметры

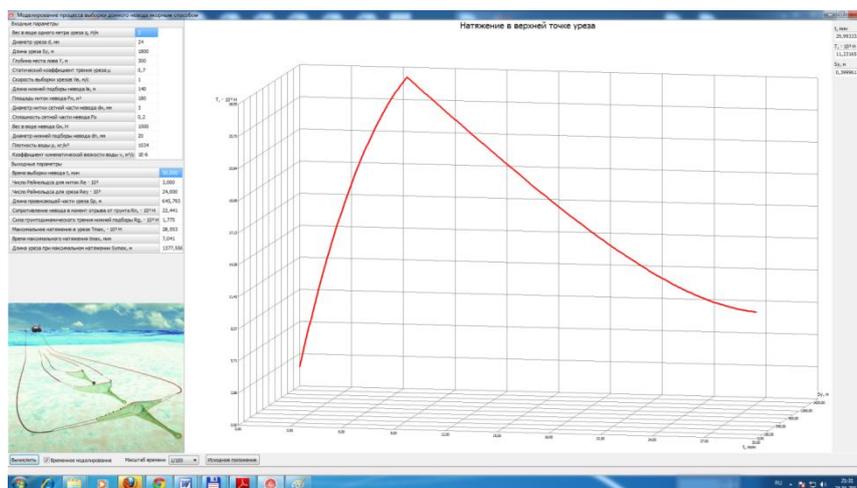


Рис. 4. Вид процесса изменения параметров

Входные параметры КП приведены на рис. 5.

Таким образом, разработанная компьютерная программа моделирования процесса выборки снюрревода якорным способом позволяет использовать ее в учебных и производственных целях.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

Выходные параметры	
Время выборки невода t, мин	30,000
Число Рейнольдса для ниток $Re \cdot 10^3$	3,000
Число Рейнольдса для уреза $Rey \cdot 10^3$	24,000
Длина провисающей части уреза Sp, м	645,793
Соппротивление невода в момент отрыва от грунта $Rn, \cdot 10^3$ Н	22,441
Сила грунтодинамического трения нижней подборы $Rg, \cdot 10^3$ Н	1,775
Максимальное натяжение в урезе $Tmax, \cdot 10^3$ Н	28,553
Время максимального натяжения tmax, мин	7,041
Длина уреза при максимальном натяжении Symax, м	1377,558

Рис. 5. Входные параметры

### Литература

1. Suzuki K., Takagi T. Numerical analysis of dynamic behavior of Danish seining and sea trial verification. Math. Phys. Fish. Sci. – 2008a. – Vol. 6. – P. 11–22.
2. Suzuki K., Takagi T. Dynamics of boat seine fishing using a net geometry simulator. Proc. Off. Mech. Arc. Engng. – OMAE2008-58021. – 2008b. – 6 pp.
3. Takeuchi S., Kimura N., Fujimori Y., Dien H. Characteristics about stability of 160GT offshore trawler under fishing operation in following sea. Mathematical and physical fisheries science. – V.7. – 2009. – P. 28–42.
4. Недоступ А.А., Белых А.В. Компьютерная программа по расчету силы натяжения в урезе во время выборки донного невода якорным способом // Сборник тезисов докладов VIII Международной научной конференции «Инновации в науке и образовании – 2010». КГТУ. 2010. – Ч. 1 – С. 226–228.
5. Недоступ А.А., Белых А.В. Метод расчета натяжения урезом снюрревода при якорном способе лова // Известия ТИНРО. Т. 162. – Владивосток, 2010. – С. 389–406.

6. Недоступ А.А., Белых А.В. Математическое моделирование процесса выборки снюрревода якорным способом // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации Фрийдмана Александра Львовича и 95-летию со дня основания кафедры промышленного рыболовства / Под редакцией Недоступа А.А. – Калининград: Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – С. 326–333.

7. Турчак Л. И., Плотников П. В. Основы численных методов: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 304 с.

УДК 621.39

## GPS – КОМПАСЫ

*С.Р. Николаенко*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье рассмотрен новый вид навигационных приборов – спутниковые измерители курса судна, дана краткая теория, подробно описан один отечественный прибор – спутниковый компас «ФАРВАТЕР РК-2106».

Изучение возможности использования спутниковой радионавигационной системы (СРНС) GPS для целей угловой ориентации объектов началось в США в 80-е гг. Угловая ориентация объекта, в частности судна, определяется тремя параметрами: истинным курсом, креном и дифферентом.

Сначала исследования проводились с неподвижными объектами методом камеральной обработки измерений, в дальнейшем – в процессе движения морских судов и самолетов с обработкой результатов в реальном масштабе времени.

В 1992 г. Фирма Echotec (США) опубликовала результаты экспериментальных исследований, где сообщалось о достижении точности определения угловых параметров до величины около 1 мрад (милирадиана)  $\approx 0,06^\circ$ .

В том же году фирма Trimble Navigation опубликовала результаты экспериментальных исследований, полученных в Стэнфордском университете. При выполнении самолетом разворота на  $360^\circ$ , с углом крена  $45^\circ$  точность угловой ориентации самолета составила  $1,7$  мрад  $\approx 0,1^\circ$ .

В 1993 г. фирма Sercel (Франция) заявила о полученной точности примерно 1 мрад  $\approx 0,06^\circ$ .

Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований показал, что исследование методов угловой ориентации по сигналам (СРНС) позволяет получить надежное средство коррекции показаний судовых гирокомпасов, а также определять с высокой точностью крен и дифферент судна.

В состав аппаратуры угловой ориентации входит антенная система и многоканальный приемоиндикатор, обеспечивающий измерение разностей фаз высокочастотного заполнения сигналов, принятых от спутников на разные антенны.

Антенная система состоит из трех или более антенн, размещенных на базовых линиях, одна из баз ориентируется вдоль оси судна, другая – перпендикулярна этой оси.

По сравнению с n-канальным приемоиндикатором, предназначенным лишь для целей определения координат места судна и скорости, приемоиндикатор, обеспечивающий определение угловых координат с системой из трех антенн, должен иметь 3 n параллельно работающих приемных устройства. Поэтому приемоиндикаторы для определения угловой ориентации имеют 24...30 параллельно работающих каналов.

С увеличением длины баз антенн d, возрастает точность угловой ориентации.

Ориентировочно величину погрешности угловой ориентации можно получить из соотношения:  $\Delta\Pi = \frac{\Delta\varphi}{2\pi \frac{d}{\lambda}}$  (град), где  $\lambda = 19$  см – длина волны,  $\Delta\varphi$  – погрешность измерения разности

фаз, принятых от двух антенн, размещенных на концах базовой линии. Для получения среднеквадратической погрешности  $\Delta\varphi = 0,2''$  при реально достижимых погрешностях измерений  $\Delta\varphi = 7,2''$  должно выполняться условие  $d/\lambda = 5,7$ , что соответствует длине базы  $d = 1,09$  м.

Задача определения угловой ориентации судна решается после определения координат судна. В процессе решения задачи угловой ориентации могут определяться один, два или все три угловых параметра. Если определяется лишь один или два параметра, то другие параметры должны быть известны.

Наибольший интерес для практического использования представляет задача определения с высокой точностью всех трех параметров угловой ориентации судна. При решении полной задачи угловой ориентации составляется система уравнений с учетом измерений разностей фаз сигналов, принятых на три антенны от двух и более спутников. С увеличением числа спутников точность угловой ориентации возрастает.

Алгоритмы обработки результатов измерений, опубликованные в иностранной печати, далеки от совершенства, поэтому в ряде работ отечественных авторов эти алгоритмы улучшены. Произведен также анализ точностных характеристик различных алгоритмов обработки. Проведенные исследования подтвердили перспективность создания приемоиндикаторной аппаратуры для угловой ориентации судна по сигналам спутниковых систем.

При реализации системы угловых измерений необходимо также решить задачу разрешения многозначности фазовых измерений. Многозначность возникает, когда

$$d > \lambda / 2,$$

а это условие почти всегда выполняется.

Возможны два метода устранения многозначности. Первый метод основан на установке дополнительных антенн на длине базовой линии  $d$ .

При среднеквадратической погрешности фазовых измерений  $\Delta\varphi = 7,2''$  отношение длин баз с учетом дополнительной антенны не должно превышать величину 25. Это значит, что при длине баз более 1 м достаточно установить по одной дополнительной антенне на каждой из баз на удалении около 10 см. Задача угловой ориентации в этом случае сначала решается с использованием малобазисных антенн (с низкой точностью), а затем, с учетом полученных данных, - по широкобазисным антеннам.

Второй метод разрешения многозначности не требует установки дополнительных антенн и основан на обработке избыточных измерений фаз по сигналам спутников. Основу алгоритма составляет перебор всех возможных задержек на целое число периодов несущей частоты сигналов спутников и вычисление для каждой задержки весовой функции.

Для реализации этого метода в реальном масштабе времени требуется высокая скорость вычислений и отсекание ряда ветвей вычислений по предложенному критерию.

Российским авторам удалось оптимизировать алгоритм обработки и в несколько раз уменьшить возможное число переборов при вычислениях [2-4].

Создавая новый судовой навигационный приемник, разработчики задали себе вопрос: какие новые функции можно было бы добавить. Безусловно, судовой приемоиндикатор является основным навигационным средством на судне, подающим данные на все судовые системы (РЛС, ЭКНИС, АИС, ГМССБ). Но его возможности по отображению навигационных данных с помощью собственных средств отображения весьма ограничены минимальными эксплуатационными требованиями. Расширение навигационных функций, например, слежение за движением по заданному маршруту, не дадут такой информативности, какую имеет, например, экран современного ЭКНИС или РЛС.

При этом часто на судне возникает необходимость контроля угловых параметров движения судна. К таким параметрам относятся:

- курс (угол между плоскостью истинного меридиана и диаметральной плоскостью корабля),
- крен (угол наклона палубы к плоскости, перпендикулярной диаметральной плоскости),
- дифферент (угол наклона палубы к диаметральной плоскости).

И эту задачу вполне мог бы решить спутниковый интерферометр (или спутниковый компас).

Для того чтобы создать спутниковый компас, разработчики «добавили» в навигационный комплекс дополнительно 2 приемника и оснастили его приемной антенной системой с фиксиро-

ванной базой. Встроенный процессор обрабатывает данные, получаемые от навигационных приемников, и осуществляет расчет динамически изменяющихся углов пространственной ориентации судна.

При наличии 2 приемников и 2 антенн, можно получить курс судна. Если установить 3 или более приемников, возможен расчет всех углов пространственной ориентации. Решение задачи получения углов с высокой точностью не является тривиальной, особенно при работе многочастотной СРНС «ГЛОНАСС». И эта задача была решена в одном из Российских КБ. В результате полученный судовой приемоиндикатор нового поколения ФАРВАТЕР РК-2106 был одобрен Российским морским регистром судоходства и Российским речным регистром и в настоящее время выпускается серийно.

При разнесении приемных навигационных антенн между собой на расстояние порядка 60 см, получаемая точность определения углов не хуже  $0.4^\circ$ , что существенно выше по точности других судовых угломерных изделий – гирокомпаса или магнитного компаса.

– РК-2106, наряду с решением типовых задач навигации, дает и угловые данные судовым системам. Получение таких данных позволяет решать ряд технологических задач, таких как:

– Слежение за остойчивостью судна в части определения углов качки для определения наиболее безопасного курса при сильном волнении.

– Контроль равномерности загрузки трюмов или танков и надежности крепления груза.

– С точки зрения навигационных задач, возможно слежение за курсом движения судна, расчет угловой скорости циркуляции.

– Применение такого прибора позволяет заменить штатный угломер, поскольку у спутникового компаса меньшая инерционность и больший предел измерения углов качки.

– Благодаря высокой точности, возможна выработка поправки для любого судового компаса (магнитного или инерциального), производство коррекции лагов.

Приемоиндикатор РК-2106 использует сигналы СРНС «ГЛОНАСС», «GPS», «GALILEO», «SBAS». Соотношение цена/качество данного комплекса в настоящее время превосходит аналогичные по точности образцы зарубежного производства. При этом зарубежные аналоги используют сигналы только СНСС «GPS».

Традиционно этот комплекс имеет приемники с 24 универсальными каналами, которые позволяют обрабатывать сигналы спутниковых навигационных систем (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид всего устройства

«ГЛОНАСС» (Россия) и «GPS» (США). После ввода в эксплуатацию европейской системы «GALILEO», РК-2106 сможет обрабатывать сигналы и этой СРНС, осуществив замену внутреннего программного обеспечения навигационных приемников. Использование мультисистемного режима дает повышенную защищенность навигационного решения при сбоях систем, плохих условиях приема, больших углах качки или отключении сигнала одной из систем. Это также повышает скорость первичной обсервации. Эта аппаратура может обрабатывать сигналы глобальных систем распространения дифференциальных поправок (SBAS - Satellite Based Augmentation System) и предоставить потребителю повышенную точность определения места в зоне действия этих широкозонных систем.

Для повышения точности в зоне действия морских и речных береговых контрольно-корректирующих станций предусмотрена возможность установки внутрь приемоиндикатора малогабаритного приемника корректирующей информации (ПКИ).

В настоящее время практически вдоль всех береговых линий России, Европы, Азии и Америки построены или строятся базовые контрольно-корректирующие станции, сигнал которых может быть использован для получения более точных (до 2 м) значений координат. В Российской Федерации в настоящее время осуществляется активное строительство подобных станций (рис. 2, 3).



Рис. 2. Выносной блок индикации и управления



Рис. 3. Основной блок

Приемоиндикатор СРНС «ГЛОНАСС»/«GPS» «ФАРВАТЕР» РК-2106 с функцией выдачи курса, углов крена и дифференциала предназначен к использованию на морских и речных судах для круглосуточного всепогодного определения навигационных параметров движения по открытым для потребителей радиосигналам спутниковых навигационных систем «ГЛОНАСС» и «GPS» (рис. 4).

Приемоиндикатор вырабатывает следующие навигационные параметры:

- текущие координаты судна в выбранной пользователем системе координат (с оценкой их точности),
- высоту над геоидом,
- текущее время и дату,
- скорость судна относительно грунта,
- углы пространственной ориентации судна: курс, крен и дифферент.

Указанные параметры отображаются в нескольких формулярах, которые переключаются пользователем простым поворотом ручки селектора. Указанные формуляры разрабатывались таким образом, чтобы обеспечить максимальную информативность и удобство.

Судовой приемоиндикатор «ФАРВАТЕР» обеспечивает режим движения судна по заданному маршрутному плану. Данный режим позволяет задавать до 600 путевых точек и вырабатывать параметры движения судна по маршруту (рис. 5):

- пеленг на заданную точку,
- отклонение от заданного направления,
- вход судна в зону путевой точки или выход из нее.

Приемник РК-2106 имеет встроенную функцию МОВ («человек за бортом»). Активизация данной функции осуществляется нажатием кнопки «МОВ» и позволяет судоводителю осуществлять слежение за маневром относительно предполагаемой точки обнаружения человека за бортом.



Рис. 4. Антенная система



Рис. 5. Отображение текущей информации о координатах, скорости и путевом угле судна, дате, времени, а также необходимой дополнительной информации. Координаты могут быть представлены в географической системе или в картографической проекции Гаусса-Крюгера

Система обеспечивает сопряжение с внешними системами по протоколу NMEA-0183 (IEC 61162). Имеется встроенная система диагностики целостности навигационного поля, исправности основных компонент аппаратуры (рис. 6–9).



Рис. 6. Отображение навигационной информации и графическое представление отклонения от заданного направления при движении судна по маршруту. Отклонение индицируется в графическом и цифровом виде



Рис. 7. Графическое отображение аналоговой шкалы путевого угла, а также дополнительной навигационной информации при движении по маршруту (пеленг, дистанция, отклонение от заданного направления)



Рис. 8. Отображение основной навигационной информации (курс, скорость, пеленг, дистанция) при движении судна по заданному маршруту



Рис. 9. Цифровое и аналоговое отображение углов пространственной ориентации судна: углов курса, крена и дифферента с оценкой точности выработки вертикальных и горизонтальных углов

Приёмоиндикатор «ФАРВАТЕР» соответствует всем международным и национальным требованиям, предъявляемым к аппаратуре данного назначения.

### Литература

1. 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.
2. Лукьянова М.А., Никитенко Ю.И. Алгоритм однозначного определения угловой ориентации оси неподвижного объекта по разномоментным измерениям фазы сигналов навигационных ИСЗ // Радионавигация и время. – СПб.: РВИВ, 1996. – № 1, 2(7).
3. Лукьянова М.А., Никитенко Ю.И., Устинов А.В. Возможность оценки угловой пространственной ориентации интерферометра по сигналам двух ИСЗ. Радионавигация и время. – СПб.: РВИВ. – № 1, 2(7). – 1996.
4. Никитенко Ю.И., Устинов А.В. К определению угловой ориентации осей симметрии судна по сигналам двух ИСЗ. // Радионавигация и время. – СПб.: РВИВ, 1993. – № 1, 2.
5. Спутниковый компас «Фарватер РК-2106»: <http://c.gp.cs.cmu.edu:5103/prog/webster/?DUMMY>

УДК 639.2.05

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЫБОДОБЫЧИ

*И.П. Паршин, И.А. Грудинова*

*Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, Калининград*

Рассмотрено современное состояние и выявлены проблемы отрасли, проанализирована динамика вылова водных биоресурсов, а также эффективность использования сырьевой базы предприятиями Калининградской области.

Рыбохозяйственный комплекс Калининградской области самый молодой в России и является частью рыбной отрасли РФ. Его становление началось в 1949 г., с этого периода рыбная отрасль области динамично развивалась и к 1970 г. представляла уникальный рыбохозяйственный комплекс, включающий в себя рыбодобывающие и рыбоперерабатывающие предприятия, современную обслуживающую инфраструктуру (судоремонтные предприятия, предприятия по производству промысловой и рыбоперерабатывающей техники, тары, орудий лова, портовое хозяйство), отраслевую науку и систему подготовки и переподготовки кадров рыбной промышленности.

С учетом географического положения Калининградской области и наличием незамерзающего порта рыбодобывающие предприятия были ориентированы на вылов рыбы в зонах иностранных государств, открытых частях Мирового океана, где добывалось более 90% от общего улова рыбы. В 1990 г. рыбохозяйственный комплекс области производил более 800 тыс. т пищевой продукции. Промысловый и транспортный флот насчитывал более 500 единиц. Рыбная промышленность давала около 40% всего промышленного производства области. Социально-экономическое развитие Калининградской области в 50–90-х гг. во многом было связано с рыбной отраслью.

Однако сегодня в рыбной отрасли региона существуют следующие серьезные проблемы, идентичные проблемам всей рыбной отрасли страны:

- необеспеченность квотами на вылов водных биологических ресурсов имеющихся мощностей промыслового флота;
- физический и моральный износ основных производственных фондов;
- несовершенство механизма управления использованием и сохранения водных биоресурсов.

Структура сырьевой базы водных биологических ресурсов (биоресурсов) за последние 5 лет существенных изменений не претерпела, за исключением мойвы, на которую возобновился промысел. Увеличился вылов сардин, скумбрии, тунца, ставриды и палтуса.

Основными объектами промысла в 2010 году были [1]:

- тресковые рыбы;
- сельдь;
- скумбрия;
- морской окунь;
- килька.

В табл. 1 представлена структура сырьевой базы, объемы вылова за период с 2009 по 2010 гг.

Таблица 1

Структура сырьевой базы и объем вылов, тонн

Вид	2009	2010	абсолютное отклонение	относительное отклонение
сельдь	69111	65738	-3373,25	-4,88%
сардины	2816,1	7036,3	4220,2	149,86%
килька	15770	14654	-1116,5	-7,08%
салака	5503,2	5463	-40,2	-0,73%
скумбрия	28025	39063	11037,57	39,38%
морской окунь	17295	17685	389,82	2,25%
ставрида	17407	18113	706,1	4,06%
мойва	8208,2	16411	8203,22	99,94%
тресковые	56383	56116	-267,04	-0,47%
прочая рыба	5598,3	5722	123,7	2,21%

В ряде случаев существенно изменилась численность отдельных биоресурсов: в одних она возросла, в других – уменьшилась.

В 2010 году по сравнению с предыдущим годом выловлено больше в 2,5 раза сардин, в 2,0 раза тунца, в 2,0 раза мойвы, в 2,0 раза скатов, на 69,6% угря, на 39,4% скумбрии, на 22,4% палтуса, на 4,1% ставриды.

Наряду с этим улов зубатки снизился на 69,8%, сиговых – на 37,5%, шуки – на 12,3%, кильки – на 7,1%, сельди – на 4,9%, тресковых – на 0,5%.

В целом улов рыбы и добыча других водных биоресурсов предприятиями и организациями Калининградской области за 2010 год по сравнению с 2009 годом увеличился на 4,2%, а с 2002 г. сократился – на 29,3% и составил 249,7 тыс. т.

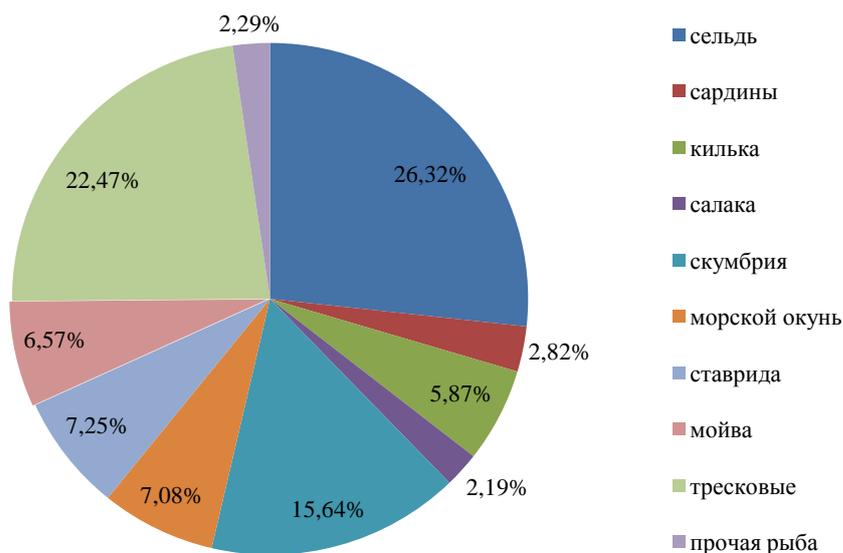


Рис. 1. Структура улова рыбы и добычи других водных биоресурсов по видам (тонн) в 2010 году

В 200-мильных прибрежных водах зарубежных государств улов рыбы и добыча других морепродуктов возросла на 59,2%. По другим районам промысла произошло снижение.

В 2010 г. улов рыбы и добыча других морепродуктов в открытой части океана сократился к предыдущему году на 36,8%, в рыболовной зоне России на 7,3%, во внутренних водоемах на 2,0%.

Таблица 2

**Распределение вылова водных биоресурсов**

	2008		2009		2010	
	тыс. тонн	в % к итогу	тыс. тонн	в % к итогу	тыс. тонн	в % к итогу
Улов – всего	208,9	100	239,7	100	249,7	100
в том числе: во внутренних водоемах	6,3	3	5,1	2,1	5	2
в рыболовной зоне России	23,5	11,3	37	15,5	34,3	13,7
в 200-мильных прибрежных водах зарубежных государств	110,3	52,8	89,2	37,2	142	56,9
в открытой части океана	68,8	32,9	108,3	45,2	68,4	27,4

Наибольшие объемы вылова рыбы и добычи других водных биоресурсов приходились на организации:

- ООО «МОРСКАЯ ЗВЕЗДА» – 23,3%;
- ЗАО «Рыбфлот – ФОР» – 15,0%;
- ЗАО «ВЕСТРЫБЛОТ» – 21,0%;
- ОАО «АТЛАНТРЫБФЛОТ» – 10,1%;
- РПК ЗАО ФОР – 6,7%;
- ООО «Транско» – 6,6%.

Таблица 3

**Выполнение квот предприятиями рыбодобывающего комплекса**

Бассейн	2010 г.			2011 г.		
	Годовая квота	Вылов с начала года	Остаток вылова в %	Годовая квота	Вылов с начала года	Остаток вылова в %
НЕАФК окунь	17934	13518	24,6	18072	11080	38,7
НЕАФК путассу	16830	14137	16,0	11845	9066	19,0
НЭЗ сельдь	65328	13800	79,0	47644	10110	78,8
ФЭЗ скумбрия	5004	4280	14,5	9266	7691	17,0
ФЭЗ путассу	29085	25580	12,1	2743	5465	-99,2
В. Гренландия, окунь	1604	332	79,3	2066	160	92,3
ОЧНМ Скумбрия	25115	25841	-2,9	27313	28792	-5,4

Из представленной таблицы видно, что объем выполнения квот достаточно разнородный. Объем вылова по бассейну НЕАФК в 2011 году 20146 тонн. Таким образом, квота была выполнена лишь на 67%. По сравнению с 2010 годом объем выполнения квоты сократился на 12%. Низкие показатели вылова в 2010 году зафиксированы в Норвежской экономической зоне – 21%. В 2011 году показатель достиг 78%. По некоторым бассейнам план добычи рыбы был перевыполнен (рис. 2). Так в экономической зоне Фарерских островов 2011 году план по добычи путассу был перевыполнен в 2 раза. Так же на протяжении 2010 года и 2011 года был перевыполнен план по вылову скумбрии в открытой части Норвежского моря на 2,9% и 5,4% соответственно [2].

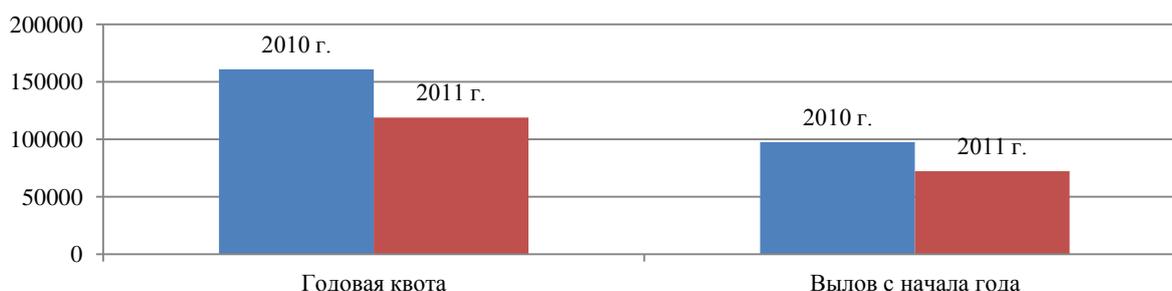


Рис. 2. Выполнение квот в 2010–2011 годах

Из рисунка, приведенного выше, видно, что квота на вылов водных биоресурсов в указанных районах в 2010 году составляет 160900 тонн, в 2011 году объем допустимого вылова снижается до 118949 тонн. Общий объем вылова в 2010 году составил 97488 тонн или 60% от выделенной квоты. В 2011 году то же показатель составляет 61%, при вылове на уровне 72364 тонн.

Исходя из всего вышесказанного, можем сделать вывод о низкой эффективности использования биоресурсов. Низкий процент выполнения плана ведет к недополучению предприятиями около 40% выручки, а государством налоговых отчислений [3].

Кроме того при анализе ряда предприятий рыбодобывающего комплекса было явлено, что с 2008 по 2010 года объем выручки от основной деятельности в общей структуре доходов сокращалось. Так объем выручки от основного вида деятельности на предприятии ОАО «КРК Рыбфлот- ФОР» в составили 27% от общей структуры дохода, а уже в 2009 году этот показатель сократился до 4%. По ЗАО «Вестрыбфлот» прослеживается обратная ситуация доля выручки от основного вида деятельности составляет более 90% в общей структуре доходов. Превышение суммы прочих операционных доходов по предприятиям рыбодобывающего комплекса свидетельствует о передачи основных средств (флота), сторонним предприятиям по договору аренды.

Таблица 4

**Структура прибыли предприятий рыбодобычи, %**

Структура прибыли	ОАО «КРК «Рыбфлот – ФОР»			ЗАО «Вестрыбфлот»		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Показатель						
Всего доходов и поступлений	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Выручка от продаж (010)	29,71	81,10	4,40	92,70	89,29	95,52
Прочие операционные доходы (090)	70,29	18,90	95,60	7,30	10,71	4,48

Объем выделенных квот по анализируемым предприятиям составил 33397 тонн для ОАО «РПК Рыбфлот – ФОР» и 30139 тонн для ЗАО «Вестрыбфлот». Процент выполнения квот по первому предприятию составил 68 %, по второму лишь 55%. Таким образом, мы можем сделать вывод о неэффективности распределения квот. В первом случае предприятие на предприятие имеются дополнительные мощности для повышения эффективности использования сырьевой базы. В ситуации в ЗАО «Вестрыбфлот» мы видим, что у предприятия отсутствуют необходимые мощности для выполнения квот. Это подтверждает президент компании Владимир Горбачев. По его словам квоту на вылов окуня и мойвы Вестрыбфлот передавал другой рыбодобывающей компании, расположенной под Калининградом в городе Пионерский, т. к. у предприятия нет возможности одновременно вести промысел в море Ирмингера и у африканского побережья.

Таким образом, необходимо разработать методику выдачи квот, учитывающую как технический потенциал предприятия, так и его финансовые возможности, чтобы обеспечить рост вылова и эффективность использования сырьевой базы.

### Литература

1. Обзор промысла в январе 2011 г. ФГУП АтлантНИРО, Калининград, 2011 г.
2. Росрыболовство возобновляет продажу квот на вылов рыбы // FishIndustry.
3. Бажутов С.А. О состоянии борьбы с незаконной добычей водных биологических ресурсов и мерах по её оптимизации (на примере Камчатского региона) // «Право и безопасность». – 2006. – № 3–4 (20–21).

УДК 629.5.072.1

## РЕШЕНИЕ НАВИГАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КООРДИНАТ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ДВУХ ПРЯМЫХ И ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПРЯМОЙ И ОКРУЖНОСТИ

*С.Е. Хмелькова*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье рассмотрено применение прямого метода решения некоторых навигационных задач по определению места судна.

Как известно, математика царица всех наук, и в навигации без нее тоже никак не обойтись. Существует достаточно много способов определения местоположения судна. Сейчас мы рассмотрим два самых простых из них, к которым можно применить несложные математические зависимости. Первый способ называют «По двум пеленгам», а второй – «По пеленгу и дистанции».

### Определение места судна по двум пеленгам

Этот метод можно применить в той ситуации, когда нам известны пеленги двух ориентиров, измеренных с судна, и координаты этих ориентиров.

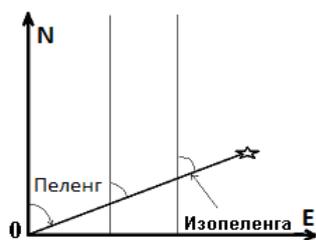


Рис. 1. Пеленг и изопеленга

Пеленгом называется угол между меридианом и направлением на ориентир (рис. 1.) Если соединить прямой линией судно с ориентиром, получим навигационную изолинию – «изопеленгу». На этой линии пеленги на ориентир будут одинаковыми. Иначе говоря, если судно будет находиться на этой линии, пеленг на ориентир будет один и тот же в любой точке данной линии (рис 1).

Одним из способов представления прямой линии в математике является способ «с угловым коэффициентом»:

$$y = k \cdot x + b, \quad (1)$$

где  $k$  – угловой коэффициент,  $b$  – ордината точки пересечения данной прямой с осью ординат,  $x$  – случайное значение абсциссы в пределах определения ее значения,  $y$  – значение ординаты, соответствующее значению абсциссы.

Угловой коэффициент определяется, как тангенс угла наклона данной прямой к оси абсцисс. При решении навигационной задачи угол наклона прямой найдем, как величину, дополняющую измеренный пеленг до  $90^\circ$  (рис. 2 а). Пеленг отсчитывается от направления на север до направления на ориентир «по часовой стрелке» от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ , поэтому при определении указанного «дополнения до  $90^\circ$ » необходимо решить простую задачу по вычислению этого «дополнения» для различных случаев (рис. 2 а, б).

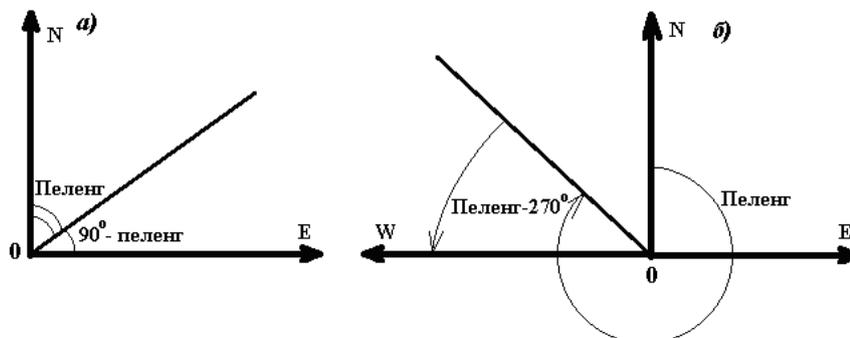


Рис. 2. Преобразование пеленга

Итак, предположим, что нам известны прямоугольные координаты двух ориентиров: А ( $x_A, y_A$ ) и В ( $x_B, y_B$ ), и мы измерили пеленги на ориентир А ( $\Pi_A$ ) и ориентир В ( $\Pi_B$ ). С позиции навигации необходимо найти такую точку, из которой можно одновременно наблюдать ориентир «А» по пеленгу  $\Pi_A$ , а ориентир «В» – по пеленгу  $\Pi_B$ . Понятно, что такой точкой будет точка пересечения двух изопеленг (рис. 3)

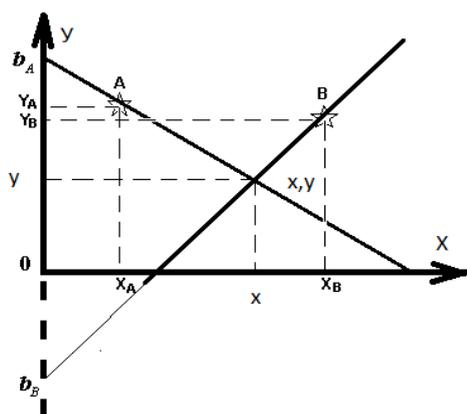


Рис. 3. Графическое решение задачи

Указанным выше приемом перейдем от пеленгов ориентиров к соответствующим дополнениям и вычислим их тангенсы. Получим величины  $k_A$  и  $k_B$  соответственно. Тогда решением данной навигационной задачи будут корни следующей системы уравнений:

$$\left. \begin{aligned} y &= k_A \cdot x + b_A \\ y &= k_B \cdot x + b_B \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

В этой системе уравнений  $x$  и  $y$  – искомые координаты нашей точки,  $b_A$  и  $b_B$  – ординаты линий пеленгов соответствующих ориентиров. Для их вычисления вновь воспользуемся формулой (1), подставив в нее координаты ориентиров:

$$y_A = k_A \cdot x_A + b_A; \quad y_B = k_B \cdot x_B + b_B \quad (3)$$

Из (3) определяем:

$$b_A = y_A - k_A \cdot x_A; \quad b_B = y_B - k_B \cdot x_B \quad (4)$$

Решая систему (2) с учетом (4), получим:

$$k_A \cdot x + b_A = k_B \cdot x + b_B,$$

откуда следует:

$$x = \frac{b_B - b_A}{k_A - k_B} \quad (5)$$

Подставив полученное выражение для  $x$  в одну из формул (первую) системы (2), получим:

$$y = k_A \cdot \frac{b_B - b_A}{k_A - k_B} + b_A \quad (6)$$

Таким образом, мы нашли прямоугольные координаты судна, как точку пересечения двух линий пеленгов (см. рис.3).

### Определение места судна по пеленгу и дистанции

Существует еще один очень распространенный способ определения места судна: по пеленгу и дистанции (рис.4). Если в пределах видимости имеется всего один ориентир, то место судна можно определить, измерив пеленг на него, и определив дистанцию (расстояние от судна до ориентира). Если изолинией пеленга является прямая линия, то изолинией дистанции будет окружность радиусом, равным измеренной дистанции, Центром окружности будет ориентир (рис. 4)

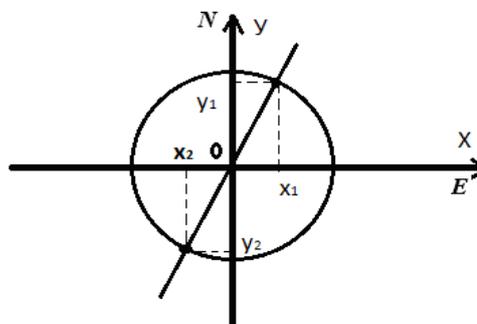


Рис. 4. Принцип определения места по пеленгу и дистанции

Проще всего решается такая задача, если начало координат находится в точке расположения ориентира. В этом случае мы можем получить два алгебраических уравнения, которые можно объединить в систему.

Уравнение окружности при указанных условиях (с началом координат при ориентире) будет выглядеть следующим образом:

$$x^2 + y^2 = R^2 . \quad (7)$$

Уравнение изопеленги несколько упрощается и принимает вид:

$$y = k \cdot x . \quad (8)$$

Таким образом, координаты места судна можно получить, решим систему уравнений (9). Найдем аналитическое решение системы двух уравнений следующего вида:

$$\left. \begin{aligned} x^2 + y^2 &= R^2 \\ y &= k \cdot x \end{aligned} \right\} . \quad (9)$$

Решаем систему методом подстановки: в первое уравнение подставим вместо второго уравнение:

$$\begin{aligned} x^2 + k^2 \cdot x^2 &= R^2, \quad x^2 \cdot (1 + k^2) = R^2 \\ x &= \pm \frac{R}{\sqrt{1 + k^2}} \quad y = \frac{k \cdot R}{\sqrt{1 + k^2}} . \end{aligned} \quad (10)$$

Как видно, при решении данной системы получается два решения. Геометрическое подтверждение этому: прямая линия с окружностью в общем случае пересекаются в двух точках. При определении места судна необходимо получить одну единственную точку. Для разрешения двузначности надо использовать алгебру логики, то есть, проверить некоторое условие. Например, при пеленгах «северного направления» на ориентир (т.е.  $\Pi > 270^\circ$ ,  $\Pi < 90^\circ$ ) координата  $y$  всегда будет меньше 0, в противном случае – больше 0. Удобнее анализировать координату  $x$ . Если для пеленга выполняется условие:

$$180^\circ < \Pi < 360^\circ,$$

то координата  $x$  будет положительной, в противном случае – отрицательной.

Определенный интерес представляют «пограничные» пеленги  $0^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $270^\circ$ . При таких значениях пеленгов и их «дополнения до  $90^\circ$ » также принимают «пограничные» значения, в которых тангенс равен нулю или не определен. В первом случае ( $\Pi = 90^\circ$  или  $\Pi = 270^\circ$ ) координата

$y$  (ордината) равна нулю (совпадает с координатой  $y$  ориентира), а координата  $x$  (абсцисса) по модулю равна  $R$ , а её знак определяется, как указано ранее. Во втором случае ( $\Pi = 0^\circ$  или  $\Pi = 180^\circ$ ) строгого математического решения не существует. Но логическое решение, исходя из рис. 4, всё же есть:  $x = 0$ ;  $|y| = R$ , знак ординаты определяется пеленгом, как указано выше.

В работе приведено простое математическое решение двух навигационных задач. Н это только «ученическое» решение. В реальной навигации, прежде, чем так решать задачи, необходимо от географической системы координат (широты  $\varphi$  и долготы  $\lambda$ ) ориентиров перейти к прямоугольной Декартовой системе координат  $x$  и  $y$ , решить задачу, как было показано выше (найти  $x$  и  $y$  судна), осуществить перевод в географическую систему и определить место судна, как приращение широты и долготы к географическим координатам ориентиров. Но в данной работе такая задача не ставилась.

### **Литература**

1. Баранов Ю.К., Гаврюк М.И., Логиновский В.А., Песков Ю.А. Навигация. – СПб., 1997. – 328 с.
2. Кожухов В.П., Жухлин А.М., Кондрашихин В.Т., Логиновский В.А., Лукин А.Н. Математические основы судовождения. Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1993. – 108 с.

**Секция 3. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

УДК 502/504:37.03

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КАК НАИБОЛЕЕ ДОСТУПНАЯ СРЕДА СОЗДАНИЯ ВОЛОНТЁРСКОЙ ГРУППЫ**

*Е.Г. Беннер*

*Средняя общеобразовательная школа № 10,  
Петропавловск-Камчатский*

В работе представлено содержательно-технологическое обеспечение организации экологического волонтерского отряда в школе; показаны пути взаимодействия школы и других социальных институтов в процессе развития социальной активности молодежи.

Глобальные социальные, экономические, политические и культурные изменения, происходящие в современном российском обществе, предъявляют новые требования к воспитанию подрастающего поколения. Как подчеркивается в плане первоочередных действий по модернизации общего образования, направленных на реализацию инициативы «Наша новая школа», развивающемуся обществу необходимы инициативные люди, которые могут самостоятельно принимать решения в ситуации выбора, способны к сотрудничеству, отличаются мобильностью, динамизмом, конструктивностью, обладают чувством ответственности за судьбу страны, за ее социально-экономическое процветание.

Самостоятельная инициативная общественная деятельность подростков и молодых людей может стать средством их жизнеобеспечения и самостоятельности, способом самоопределения, утверждения себя как личности, возможностью проверки и развития способностей и деловых качеств, процессом накопления жизненного и делового опыта [1].

Одной из форм приобретения такого опыта, развития в себе важных личностных качеств является участие в волонтерской деятельности. Волонтерство приносит пользу как государству и обществу, так и самим волонтерам, которые посредством добровольческой деятельности развивают свои умения и навыки, удовлетворяют потребность в общении и самоуважении, осознают свою полезность и нужность [2].

Волонтерство – это особый взгляд на жизнь, целое мировоззрение, впитавшее в себя все самое достойное из созданного в мировом педагогическом пространстве за много столетий [3, 4].

На сегодняшний день не существует единого мнения по вопросу технологизации волонтерской деятельности, пока можно говорить лишь о комплексе используемых методов и приемов. Однако полагаем, что больше направлений деятельности волонтера должны быть в той или иной степени технологизированы. Поэтому, как считает Л.В. Мардахаев, в каждой конкретной ситуации волонтеру необходимо определить:

- цель волонтерской деятельности объекта;
- условия ее реализации;
- особенности и возможности объекта деятельности;
- особенности места реализации;
- возможности по времени реализации;
- возможные формы реализации [5].

Если человек полностью отдает себя деятельности, в которой страстно хочет добиться успеха, у него интенсивно развиваются характеристики личности и свойства субъекта, которым эта деятельность благоприятствует, формируется потребность к совершению новых деяний, стремление к самореализации.

Одним из критериев подготовленности школьников к волонтерской деятельности является сформированность мотивации к достижению успеха в волонтерской деятельности; осознание и принятие ценностей волонтерства как жизненно важных.

Вторым критерием подготовленности к волонтерской деятельности является специальная образованность, включающая в себя знания, умения и навыки, овладение которыми обеспечивает развитие умственных и физических способностей обучающихся, формирование их мировоззрения, морали, поведения, подготовку к жизни и труду.

Наряду с сущностью знаний, не менее важны и особенности их преподнесения школьнику-волонтеру. Мы считаем, что ориентация содержания образования на подготовку школьников-волонтеров станет более продуктивной, если организация и подача учебного материала будут акцентироваться на научности и новизне материала, его практической значимости и разнообразии его подачи [6].

Современные подходы к подготовке специалистов, работающих в области волонтерства, должны быть основаны на интеграции в учебно-воспитательный процесс школы интенсивных методов обучения, которые способствуют одновременно и овладению технологиями деятельности, и развитию личности школьника. Их участие в добровольчестве позволяет научиться понимать других и самого себя, искать и находить ресурсы собственного личностного и профессионального совершенствования, а в целом способствует развитию аналитического типа мышления, его личностной рефлексии [7].

Для успешной организации волонтерской деятельности школьников необходимы в первую очередь их добрая воля, минимум подготовки и понимание необходимости и смысла своей работы. Дополнительная подготовка нужна для того, чтобы доброволец понимал свои реальные возможности, возможности своей деятельности и умел привлекать на свою сторону тех, с кем работает. Подготовка должна быть гибкой, ориентированной на практические умения. При этом желательно использовать современные методы обучения: групповая дискуссия, деловые игры, видеотехника. Необходимы равные права для обучающихся и обучающихся, создание единой команды, атмосферы взаимопонимания [8].

Идеи Блонского, Венцеля, Ушинского указывают на то, что педагогическое взаимодействие будет плодотворным, а, соответственно, организация волонтерской деятельности будет успешной, если педагог помогает познать не только мир, но и самого себя в процессе творческого взаимодействия, на основе общих ценностей, интересов, дружелюбия, снисхождения, привязанности и любви, через «личное влияние воспитателя на воспитанника, ума на ум, нравственности на нравственность, характера на характер, воли на волю». Таким образом, можно предположить, что личность воспитывается личностью, духовность порождается духовностью, добро – добром [9, 10].

Ушинский подчеркивал, что «наставник должен только помогать воспитаннику бороться с трудностями, не учить, а только помогать учиться» [11].

В школе разработана программа объединения активного действия экологической направленности «Гиацинт».

В разработке программы принимали участие Куринова, заслуженный эколог России, специалисты в деле охраны природы: Ирина и Александр Безугловы, Ворожейкина, Вяткин, педагоги-психологи школы Абраменко, Торкаченко; социальный педагог Черных, учитель права и экономики Аристова, специалист Департамента экономической и бюджетной политики Евгений Матвиенко.

#### *Цели программы:*

1) привлечение детей и молодежи к социально значимой деятельности, позволяющей, помимо конкретной помощи обществу, развить у подростка социальную инициативу, создать условия для самостоятельного включения в жизнь общества, действовать на основе постоянного творческого поиска;

2) организация практической экологической деятельности сохранения биоразнообразия уникальной флоры и фауны полуострова.

#### *Основные задачи программы:*

##### *Социально-педагогические:*

- формировать мотивацию у детей к участию в волонтерском движении;
- способствовать обучению подростков-лидеров;

- совершенствовать взаимодействие федеральных, региональных, муниципальных органов власти и управления, коммерческих и некоммерческих организаций, средств массовой информации по развитию экологического волонтерства;
  - привлекать известных и авторитетных представителей творческой интеллигенции, социальных педагогов к волонтерской работе с социально активными детьми и молодежью;
  - содействовать разработке и принятию проектов, программ и других материалов перспективной деятельности в области развития и поддержки детских и молодежных социальных инициатив;
  - поддерживать и развивать творческую одаренность детей и подростков;
  - развивать исследовательские навыки, культуру исследовательской деятельности детей и подростков;
  - способствовать профориентации детей и подростков;
- Экологические:
- воспитывать начальные навыки экологической культуры, элементарные навыки взаимодействия с природными объектами ближайшего окружения;
  - развивать навыки укрепления и сохранения здоровья, укреплять и развивать силу воли и духа;
  - выработать основные навыки и умения экологического контроля состояния окружающей среды;
  - способствовать созданию проектов, направленных на развитие и поддержание в сохранности городских лесопарковых зон, защиту зеленых насаждений и природоохранных зон города и пригорода.

Данная программа предназначена для учащихся 14-18 лет, рассчитана на год (в целом 210 часов), но дети вправе на протяжении четырёх лет посещать занятия объединения, так как сами выбирают темы проектов, исследовательских работ, готовятся к участию в олимпиаде. Меняется только уровень работ, выбираемые темы, формы и методы работы, в зависимости от желания ребёнка. Согласно выбранной работе составляются индивидуальные планы работы. Сначала воспитанник делает то, что ему интересно и то, что он может делать в силу своих возможностей и способностей. Постепенно в группе у него появляются друзья, которые со временем превращаются в единомышленников, и на первый план выходят мотивы группы. Сложившийся коллектив добровольцев принимает участие в акциях: «Край, в котором я живу», «Чистый город», «Чистый берег», «Чистый ручей», «Дорога к храму», «Уберём мусор из нашей жизни», «Спорт против наркотиков», «Камчатка за здоровый образ жизни»; выступает с лекциями в школе перед учащимися, сверстниками, родителями, педагогами, перед коллективами предприятий, воинских частей, детских садов, детских домов, поликлиник. Опыт добровольческой работы представляется на краевом конкурсе «Лидеров ученического самоуправления», на городском конкурсе «Я – лидер», на конкурсе «Я – гражданин России».

### Организационный период

Мотивация детей на программу, освоение детьми навыков самораскрытия, самодиагностики. Знакомство детей друг с другом. Знакомство с программой кружка. Выявление имеющихся у детей умений и навыков. Создание благоприятных взаимоотношений между детьми. Создание условий видения собственной перспективы. Создание условий для применения экологических знаний на практике. Создание атмосферы доверия и доброжелательности. Коллективные игры и упражнения на сплочение группы. Принятие правил групповой работы.

Практикум.

1. «Давайте познакомимся!»
2. «Хвалебная речь»
3. «Кто Я?»
4. «Немое кино».
5. «Знакомство в парах»
6. «Сесть по алфавиту»
7. «Что между нами общего? Что нас объединяет?»
8. «Миссия»
9. «Телеграмма»

А) Мотивационный блок – ориентация участников в предстоящей деятельности и изучение собственных мотиваций.

Б) Информационный блок:

а) становление и развитие волонтерского движения;

б) современные подходы к организации профилактической работы.

1. Упражнение «Контакты».

2. Мини-лекция о становлении и развитии волонтерского движения, о современных подходах к организации профилактической работы.

3. Работа в группах. Разработка эффективной модели организации волонтерского движения.

4. Упражнение «Мои ожидания».

5. Определение личностного потенциала.

6. Диагностика личностных качеств и определение поведения в повседневной жизни.

7. Развитие коммуникативных навыков, лидерских качеств, личностного контроля над ситуацией.

8. Обсуждение проблем личностного развития.

9. Тренировка навыков противодействия давлению среды.

Общие вопросы охраны природы

с) Ресурсный блок – раскрытие личностного потенциала участников.

1. Определение личностного потенциала.

2. Развитие коммуникативных навыков, лидерских качеств, личностного контроля над ситуацией.

3. Тренировка навыков противодействия давлению среды.

д) Работа над проектами.

В ходе реализации программы была проведена диагностика социально-психологических установок личности в мотивационно-потребностной сфере у школьников-волонтеров, а также диагностика коммуникативных и организаторских способностей школьников-волонтеров. Итоговый и начальные срезы показали, что деятельность школьников - волонтеров эффективна, позволяет увидеть реальную пользу, приносимую людям, окружающей среде.

Это ведет к изменению мотивационной сферы, воспитанию потребности в общественной деятельности, сознательной дисциплины труда, выработке умения планировать свое время и творческому подходу в решении жизненных ситуаций. Волонтерство способствует личностному росту, а также развитию профессиональных навыков, которые им пригодятся в жизни.

### Литература

1. Благотворительность и милосердие: сборник научных трудов. / Под редакцией В.Н. Ярской. – Саратов: Изд-во Поволжского философского Российского учебного центра, 1997. – 244с.

2. Бодалев А.А. Психология о личности / А.А. Бодалев. – Москва: Изд-во МГУ, 1988. – 188 с.

3. Волонтер и общество. Волонтер и власть: научно-практический сборник / под ред. Л.Е. Никитина. – Москва, 2000. – 160 с.

4. Волонтер и общество. Волонтер и власть: Научно-практический сборник / Составитель С.В Тетерский, под редакцией Л.Е. Никитиной. – Москва: «Academia», 2000. – 158 с.

5. Мардахаев Л.В. Методика и технология работы социального педагога / Л.В. Мардахаев. – Москва: Гардарики, 2003. – 269 с.

6. Гершунский Б.С. Толерантность в системе ценностно-целевых приоритетов образования / Б.С. Гершунский. – 2002. – С. 3–9.

7. Гражданские инициативы и будущее России. / Под редакцией М.И. Либоракиной и В.Н. Якимца. – Москва: Школа культурной политики, 1997.

8. Слабжанин Н.Ю. Как эффективно работать с добровольцами? / Н.Ю. Слабжанин. – Новосибирск: МОФ «Сибирский центр поддержки социальных инициатив», (Второе издание), 2002. – 96 с.

9. Блонский П.П. Память и мышление. / П.П. Блонский. – СПб.: Петербург, 2001. – 287с.

10. Венцель К.Н. Свободное воспитание: сб. избр. трудов / сост. Л.Д. Филоненко. – Москва: АПО, 1993. – 170 с.

11. Ушинский К.Д. Собрание сочинений / К.Д. Ушинский. – Москва: Изд-во акад. пед. наук РСФСР, 1948. – С.63–64.

УДК 502/504:37.03

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ШКОЛЬНИКОВ (ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ МБОУ «СРЕДНЯЯ ШКОЛА № 10»)

*О.И. Жовтонога*

*Средняя общеобразовательная школа № 10,  
Петропавловск-Камчатский*

В статье представлен опыт работы МБОУ «Средняя школа № 10» по воспитанию молодого поколения в духе бережного, ответственного отношения к природе, охране природных богатств.

Люди погибнут  
от неумения  
пользоваться силами природы  
и от незнания истинного мира.

*Надпись на пирамиде Хеопса*

Человек – единственный вид в биосфере, определяющий её судьбу в исторически малом отрезке времени. Деятельность человека вносит всё более глубокие изменения в окружающий мир, и он сам как биологический вид не успевает адаптироваться к быстро меняющимся условиям жизни.

Глубоко понять проблемы окружающей среды во всей их сложности, определить пути их решения для обеспечения устойчивого развития очень трудно. Для этого требуется новый тип образования – экологическое образование.

Экологическое образование – это непрерывный процесс обучения, воспитания и развития личности, направленный на формирование системы знаний и умений, ценностных ориентаций, нравственно-этических и эстетических отношений, обеспечивающих экологическую ответственность личности за состояние и улучшение социоприродной среды.

Учитель как личность и профессионал творит в жёстких условиях разрушения социальной и природной среды. В общественном сознании населения бытуют невежество, потребительство, жестокость. Л.Н.Толстой почти 100 лет тому назад ставил перед педагогикой, школой задачу: «...как, живя дурно, воспитать хорошего человека». Актуальность этих слов не утрачена и в наше время.

Движение школы в содружестве с прогрессивными силами общества способно внести свой вклад в становление экологической культуры. Мы обязаны донести до молодого поколения чувство оптимизма, веру в то, что «... по мысли В.И.Вернадского, человек способен прежде всего управлять собой в отношениях с природой... Тогда биосфера неизбежно превратится в сферу Разума» и человечество выйдет из сферы глупости.

Экологическое образование нельзя считать обособленной частью общего образования. Все предметы рассматриваются с позиций экологической культуры личности.

Что выявляет личностный подход в экологическом образовании?

Нужно обладать талантом, чтобы развивать способности ребёнка сознательно (добровольно) совершать моральный выбор, формировать у него мотивы поведения, регулируемые совестью [1].

Важно при этом учитывать психо-возрастные особенности человека, который в разные периоды жизни по-разному отражает мир в своём сознании:

- Младший школьник осознаёт способность освоения мира: «я могу познать мир»;
- Подросток осознаёт способность воздействовать на мир: «Я могу изменить мир»;
- В юношеском возрасте формируется позиция взрослого: «я могу познать мир, изменить его; я ответственен за него».

Каковы компоненты и структура содержания?

Сбалансированное содержательное ядро экологического образования можно выразить в виде трёх взаимосвязанных компонентов:

- Знание экологических законов, правил, теорий, понятий, научных фактов;

– Деятельность в реальных социоприродных ситуациях, связанная с решением экологических проблем;

– Эмоционально-эстетическое восприятие природы, художественных образов её выражения и отношения человека к ней [2].

Что нового в способах и средствах экологического образования?

Постепенно происходит обогащение методического арсенала экообразования в связи с использованием современных технических средств обучения: компьютерных программ; интерактивных технологий, технологий проектного обучения. Нововведения могут сочетаться с позитивным опытом традиционного использования способов и средств изучения экологии.

Цели и задачи экологического образования.

Цель – становление экологической культуры личности, что достигается путём воспитания всесторонне развитой личности, обладающей знаниями, умениями и необходимыми навыками для принятия экологически грамотных решений и делает личность способной жить в гармонии с окружающей средой [3, 4].

Для достижения этой цели экологическое образование должно иметь следующие характерные черты:

– Непрерывность образовательного процесса, охватывающего весь период обучения в школе, с 1 по 11 класс;

– Соответствие форм образования потребностям и интересам различных возрастных групп;

– Межпредметный подход.

Перед экологическим образованием ставятся основные задачи:

– Дать основы экологических знаний;

– Предоставить необходимую достоверную информацию об окружающей среде и проблемах, связанных с загрязнением атмосферы, воды и почвы.

– Воспитать в каждом человеке чувство озабоченности состоянием природы, ответственности за принятие решений, касающихся воздействия на окружающую природную среду, внутреннюю потребность работать над разрешением проблем охраны природы;

– Выработать устойчивые эстетические идеалы восприятия природы.

В начальной школе (1–4 классы) основной целью экологического образования является развитие наблюдательности, повышение эмоционально-эстетического восприятия нравственной позиции учащихся, приобщение их к посильному труду, связанному с природой.



В основной школе (5–9 класс) – овладение системой социально-экологических знаний: развитие экологического мышления на основе понимания причинности и взаимосвязей в природе и обществе; развитие эмоционально-ценностной сферы (отношение к себе, людям, природе); приобретение навыков полезной деятельности через предметы гуманитарного и естественного цикла, а также систему элективных занятий в 9 классе и предметных кружков, объединений.

В средней школе (10–11 класс) – развитие социально-экологических понятий (окружающая среда, антропогенные факторы, экологические проблемы, ресурсы, основы природопользования, мониторинг, здоровье), развитие ценностно-нормативных знаний и практической деятельности учащихся.

Педагогический коллектив школы следует принципам экологического образования, понимая, что «экологическое образование – это не часть образования, а новый смысл и цель современного образовательного процесса – уникального средства сохранения и развития человечества и продолжение человеческой цивилизации...». В план воспитательной работы внесены даты из экологического календаря, разнообразны мероприятия, проводимые классными руководителями, педагогами-организаторами, учителями-предметниками. Ежегодно педагоги и учащиеся школы принимают участие во Всероссийских Днях защиты от экологической опасности. Проведение

Дней защиты от экологической опасности в школе № 10 стало традиционным. «Природа – единственная книга, каждая страница которой полна глубокого содержания», – пишет И.В.Гёте. И чтобы прочитать эту книгу, надо быть чутким и внимательным, добрым и трудолюбивым.

Острота современных экологических проблем выдвинула перед школой задачу большой экономической и социальной значимости: воспитание молодого поколения в духе бережного, ответственного отношения к природе, охране природных богатств.

Особую роль в формировании ответственного отношения к природе ученые отводят начальной школе, закладывающей фундамент личности ребенка.

Цель экологического воспитания младших школьников – формирование ответственного отношения к окружающей среде, которое строится на базе экологического сознания [5].

Учителя и учащиеся младших классов нашей школы продолжают вести активную работу по этому направлению.

Учителя начальной школы используют разные формы проведения мероприятий экологической направленности: классные часы, беседы, устные журналы, праздники, нетрадиционные уроки, театрализованные представления, экскурсии, конкурсы рисунков. В подготовке праздников, нетрадиционных уроков и других мероприятий принимают активное участие и семьи учащихся. Мамы, папы, бабушки и дедушки присутствуют на многих мероприятиях, помогают в подготовке костюмов, декораций.

Очень важно, чтобы взрослые сами любили природу и эту любовь старались привить детям. Учителями начальной школы проводится большая работа по экологическому воспитанию школьников. Этот процесс длительный и непрерывный, поэтому работа по этой проблеме будет продолжена и в дальнейшем.

В старшей школе большое внимание уделяется правовым вопросам. Интегрированные уроки, внеклассные мероприятия, классные часы знакомят учащихся с нормативно-правовыми документами, регулирующими вопросы охраны природы, помогают понять важность здорового образа жизни, сохранения своего физического и экологического здоровья. Примером таких уроков могут служить:

– Охрана лосося: правовые аспекты. Подготовили учитель географии Гонтарёва Е.Ю. и учитель истории Костюченко Е.Я.

– «Я и здоровый образ жизни». Подготовила учитель биологии Бохан В.В

– «Наши пищевые ресурсы» (интегрированный урок по биологии, химии, технологии) в 9б классе (учителя: Бохан В.В., Чечулина Т.В., Капустенко Л.Е.)

– «В судьбе природы – наша судьба» (интегрированный урок по биологии и русскому языку) в 9б классе (учителя: Бохан В.В., Новикова О.В.)

– «Кто любит цветы, тот приносит радость» (интегрированный урок по биологии и литературе) (учителя: Чечулина Т.В., Жовтонога О.И.)

Классными руководителями проводятся классные часы, экскурсии в музеи, теплицы, на выставки, рыбозаводный завод «Кеткино», Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии и т.д.

Учащиеся школы работают над проектами, занимаются исследовательской работой на уроках химии, биологии, экологии, на занятиях элективного курса под руководством учителей Чечулиной Т. В., Бохан В. В.



В День памяти погибших в радиационных авариях и катастрофах (26 апреля) лекторская группа учеников 10-х классов, подготовленная преподавателем-организатором ОБЖ Павловой Л.А.,

выступает перед учениками, учителями школы, военнослужащими в/ч, педагогами д/с № 1, 51, детского дома, перед коллективом ГУ Центробанка РФ, учащимися КГОУ СПО № 3, слушателями краевых курсов повышения квалификации.

Всемирный день воды (22 марта) проходит под девизом «Всё есть вода» (по словам греческого философа Фалеса), подчёркивая значение этой прозрачной жидкости. Цель мероприятий - расширение и углубление знаний учащихся о влиянии человека на гидросферу. Учителя начальных классов проводят классные часы, внеклассные мероприятия, рассказывая ученикам об удивительном веществе – вода, которая не только даёт жизнь, но и служит источником красоты на земле. Учащиеся 8–9 классов под руководством классных руководителей принимают активное участие в акциях «Чистый родник», «Чистый берег»: очищают от грязи и мусора родник у Петропавловского шоссе, в районе Богородского озера.

Члены экологического объединения «Гиацинт» (руководитель Чечулина Т. В.) провели исследование «Влияние антропогенного воздействия на здоровье человека». Защита данного проекта состоялась на школьной научно-практической конференции, а также в Камчатском государственном университете имени Витуса Беринга (Презентация проектной деятельности учащихся средних общеобразовательных школ г. Петропавловска-Камчатского).



Международный день птиц (01 апреля) запоминается школьникам начальных классов ярким праздником, подготовленным Сергиной. Ученики готовят рисунки, плакаты, сценки, родители являются не только гостями праздника, но и помощники в подготовке декораций и костюмов. На празднике исполняются песни, разгадываются загадки, читаются стихи.

На нашей планете живут  
Чудесные создания.  
Они летают и поют  
И землю свято берегут.

Дети получают представление о птицах, живущих в лесах Камчатки. Праздник способствует повышению экологической культуры учащихся.

Традиционно отмечается в школе Всемирный день здоровья (7 апреля). Первая неделя апреля – неделя спортивно-оздоровительных мероприятий, пропагандирующих здоровый образ жизни. В школе проходят соревнования по баскетболу среди мальчиков, блиц - турниры по настольному теннису, соревнования по баскетболу, футболу между командами учителей и учеников, родителей и учеников, матчевые встречи по баскетболу среди сборных команд 8-х, 9-х классов, проходят выставки рисунков, плакатов, газет «Экологический дом». Газеты, посвященные пропаганде здорового образа жизни, по окончании недели вывешиваются в детской поликлинике № 2. На каждой перемене проводятся соревнования между классами по прыжкам в длину, высоту и другим видам. Каждый день носит своё название, например, «День кузнечика», «День прыгуна». В соревнованиях принимают участие не только ученики, но и педагоги школы.

Открываются Дни защиты от экологической опасности Днём экологических знаний (15 апреля). В условиях современной экологической ситуации важна экологизация всей системы образования и воспитания подрастающего поколения. Одно из требований экологического образования и воспитания – понимание, что человек – это часть природы. Задача учителя состоит в том, что помочь ученикам познать законы, по которым живёт и развивается природа, и научить в своих поступках руководствоваться этими законами. С этой целью педагогами школы проводятся уроки, классные часы, интеллектуальные игры («Что? Где? Когда?» – «Наша зелёная планета», «Слабое звено»), эколого-краеведческие олимпиады «Один из четырёх», «Земля – наш общий дом», составленные учителем истории Костюченко.

Целью мероприятий, посвящённых Всемирному дню Земли (22 апреля), является стремление сформировать у учащихся представление о взаимосвязи человека и природы.

Ученики школы принимают активное участие в региональном экологическом форуме «Ради жизни на Земле», посвящённом Дню Земли.

Эту истину знаю отроду  
И её никогда не таю:  
«Кто не любит родную природу,  
Тот не любит Отчизну свою».

Итоги экологической работы школы подводятся на общешкольной конференции в конце мая. На конференции демонстрируются модели из экологически чистых материалов (бумагопластика, батик), изготовленные руками старшеклассниц (руководитель Театра моды Капустенко Л. Е.).

Экологическая работа в школе проводится в системе, охватывает учащихся 1 – 11 классов. Активное участие принимают педагоги, администрация, родители; администрация школы стремится организовать работу по повышению экологической культуры жителей района (организованы выступления учащихся в детских садах, детских домах, воинских частях, на предприятиях и организациях, где работают родители учащихся).

Экологическое образование – одно из направлений работы МБОУ «Средняя школа № 10» на протяжении многих лет. Для решения целей и задач экологического образования школой заключены договоры совместной деятельности с Камчатским отделением ВООП, возглавляемым Куриновой, детским садом № 1.



Согласно договору с Камчатским отделением Всероссийского общества охраны природы мы тесно сотрудничаем с представителями особо охраняемых природных территорий Камчатского края.

Цель совместной деятельности реализуется путём организации мероприятий в соответствии с планом совместной работы, составленным в начале учебного года.

Специалисты проводят как выездные занятия, так и занятия на базе нашей школы.

Плодотворным было сотрудничество с КО ВООП и дирекцией лососёвого заказника «Река Коль». Ежегодно под руководством преподавателя элективного курса «Камчатский лосось» Гонтарёвой Е.Ю. учащиеся принимают участие в краевом фестивале «Хранители лосося», где одерживают победу. Команда подготовлена педагогами школы и сотрудниками заказника.



В течение нескольких месяцев под руководством учителя биологии Емельяновой Г.А., учителя трудового обучения Бобу В.М. учащиеся 5–6 классов увлечённо работали над творческим проектом «Рыбы нашего полуострова».

Каждый опытный преподаватель знает, что учить сразу всему нельзя, этим ничего не добьёшься. Обучение – это наведение порядка в мыслях, умение отличать причины от следствия, главное от второстепенного.

Все усилия при воспитании окажутся тщетны, пока вы не научите ваших воспитанников любить поле, птиц и цветы» (Рескин)

### Литература

1. *Алексеев С.В.* Идея целостности в системе экологического образования младших школьников [Текст] / С.В. Алексеев, Л.В. Симонова // Начальная школа. – 1999. – № 1. – С. 19–22.
2. *Артеменко Н.М.* Природа и эстетическое воспитание школьников [Текст] / Н.М. Артеменко. – М.: Республика, 1990. – 299с.
3. *Бабанова Т.А.* Эколого-краеведческая работа с младшими школьниками [Текст] / Т.А. Бабанова. – М.: Просвещение, 1993. – 173 с.

4. Барышева Ю.А. Из опыта организации экологической работы [Текст] / Ю.А. Барышева // Начальная школа. – 1998. – № 6. – С. 92–94.

5. Бахтибенов А.Ш. Экологическое воспитание младших школьников [Текст] / А.Ш. Бахтибенов // Русский язык. – 1993. – № 6. – С. 23–27.

УДК 502.14

## **МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ, РОЛЬ САМОУПРАВЛЕНИЯ И УЧАСТИЯ ОБЩЕСТВЕННОСТИ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ**

*А.Г. Чувилин*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

Рассмотрены нормативно-правовые аспекты природопользования на примерах участия муниципальных органов управления, общественных организаций и населения в вопросах охраны окружающей природной среды и их взаимодействие между собой.

С учетом высокой социальной значимости отношений в сфере взаимодействия общества и природы необходимость их всестороннего регулирования возникла уже давно.

Общество в равной мере заинтересовано в оптимальном комплексном и одновременном решении ряда наиболее существенных задач, касающихся природы и ее ресурсов, включая в ее содержание деятельность по распоряжению в интересах общества природными ресурсами, находящимися в собственности государства, а также деятельность, направленную на обеспечение рационального использования природных ресурсов с целью предупреждения их истощения, на охрану окружающей среды от деградации, охрану и защиту экологических прав и законных интересов физических и юридических лиц.

Состояние окружающей среды служит одним из важнейших параметров, определяющих качество жизни населения на территории муниципального образования. Проведение эффективной муниципальной экологической политики позитивно влияет на экологическую ситуацию не только в конкретном муниципальном образовании, но и в регионе и государстве в целом.

Формирование местной экологической политики базируется на анализе существующей экологической ситуации и тенденций ее развития. Основным инструментом учета и оценки экологической ситуации служит экологический контроль, который на муниципальном уровне в итоге направлен на проверку соответствия количественных и качественных характеристик объектов и процессов экологического управления установленным (плановым, нормативным) требованиям. Он ориентирован на соблюдение государственных и муниципальных норм и стандартов, строится на принципах законности, плановости, полноты и достоверности информации, целевого использования муниципального имущества и финансовых средств, эффективности контрольной деятельности.

Многочисленные, часто взаимоисключающие по своему смыслу поправки, вносимые в компетенционные разделы природоохранного законодательства в течение последних лет (пример тому – противоречивое регулирование государственного и муниципального экологического контроля), стали одной из главных причин невысокой эффективности экологического управления. Кроме того, есть основания полагать, что неоднократное перераспределение природоохранных полномочий между уровнями власти осуществлялось без достаточного обоснования их принадлежности тем или иным реализующим органам.

Муниципальный экологический контроль как самостоятельный уровень контроля был введен Федеральным законом № 7-ФЗ, что обусловило активизацию деятельности администраций крупных промышленных городов России по созданию в своих структурах городских природоохранных органов. Наделение органов местного самоуправления самостоятельными полномочиями по осуществлению экологического контроля вызвало положительный резонанс со сторо-

ны общественных институтов, гражданского общества, ведущих экспертов-экологов, т. к. местное самоуправление рассматривалось уже не просто как дань демократии, а как важнейший фактор успешного развития российской государственности и прежде всего – как фактор эффективности всей системы публичной власти.

Местный уровень власти – это самый короткий и прямой путь к решению насущных, жизненно важных для граждан проблем, и именно здесь наиболее эффективно должен реализовываться конституционный принцип народовластия. За истекшие годы практически во всех крупных промышленных центрах России созданы и эффективно работают муниципальные природоохранные органы, сформирована правовая основа муниципальной системы экологической безопасности в рамках общегосударственного правового поля. Сегодня система муниципального экологического управления становится неотъемлемой частью системы национальной экологической безопасности.

Федеральными законами от 22.08.2004 № 122-ФЗ «О внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Российской Федерации в связи с принятием федеральных законов «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъекта РФ» и «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», от 29.12.2004 № 199-ФЗ «О внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации в связи с расширением полномочий органов государственной власти субъектов Российской Федерации по предметам совместного ведения Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, а также с расширением перечня вопросов местного значения муниципальных образований» полномочия органов местного самоуправления по осуществлению муниципального экологического контроля были дополнены реальным содержанием правовых функций.

Однако, не успев вступить в действие, данные полномочия утратили силу с принятием Федерального закона от 31.12.2005 № 199-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием разграничения полномочий», и органы местного самоуправления вновь оказались «у разбитого корыта» с массой обязательств перед своим населением, но отсутствием реальных полномочий по их выполнению.

Анализ практики осуществления муниципального экологического управления за период 2006–2009 гг. реально показал негативные последствия исключения муниципального экологического контроля из сферы деятельности органов местного самоуправления, влияющие не только на природоохранные аспекты, но и на сопредельные сферы деятельности муниципальных органов: управление муниципальной собственностью; формирование, утверждение и исполнение местных бюджетов; градостроительная и информационная деятельность и т. д. С каждым годом усложняется процесс разработки планов социально-экономического развития, кратко- и долгосрочных планов стратегического развития городской территории в связи с отсутствием информации об экологической ситуации, источниках и объемах негативного воздействия на окружающую среду, информации о реализации природоохранных мероприятий на промышленных предприятиях. Как правило, органы, осуществляющие государственный экологический контроль, не ведут учет объемов негативного воздействия в разрезе муниципальных образований.

Инициативы органов местного самоуправления в адрес субъектов РФ о передаче отдельных государственных полномочий в сфере охраны окружающей среды остаются без удовлетворения, т. к. рассматриваются региональными властями как необходимость ликвидации собственных полномочий с полной передачей объема функций органам местного самоуправления. Действующая практика совместной работы в рамках соглашений о взаимодействии уязвима с точки зрения законодательства, т. к., по сути, является передачей части полномочий.

Совершенствование механизма управления природопользованием вряд ли возможно без самого широкого участия местного населения в подготовке и реализации экологических программ.

Инструментом такого участия является территориальное самоуправление.

Феномен самоуправления широко распространен в современном мире. В его основе лежит возможность политической и экономической самостоятельности территориальных образований. Однако главной движущей силой, основной «пружиной» самоуправляемых территориальных систем является активность широких слоев населения, кровно заинтересованных в социально-экономическом и экологическом благополучии своих территорий.

Инициатива и активность населения, проживающего на отдельных территориальных образованиях внутри государства, предусматриваются в ряде официальных международных документов и в законодательстве Российской Федерации. В частности, декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию в ряде своих принципов утверждает право людей на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой, на доступ к экологической информации и участие в принятии и реализации жизненно важных решений. В декларации говорится также, что коренное население и его общины, а также другие местные общины призваны играть важную роль в процессах воспроизводства природной среды в силу накопленных ими исторических традиций и опыта эффективного природопользования. Государства в лице правительств обязаны не только признавать, но и должным образом поддерживать их активное участие в достижении устойчивого развития»[1].

В Законе РФ «Об охране окружающей природной среды» тоже провозглашается право граждан на охрану их здоровья от неблагоприятных воздействий окружающей среды (ст. 11), а также на активное участие в природоохранных мероприятиях. Более того, граждане вправе требовать предоставления им необходимой экологической информации, отмены экологически опасных решений, закрытия вредных производств и привлечения к ответственности виновных в природоразрушительных действиях (ст. 12).

Можно было бы назвать и другие юридические документы и нормативные акты, которые открывают принципиальную возможность развития процессов самоорганизации на различных территориальных уровнях, в первую очередь на уровне отдельных районов и населенных пунктов. Становится очевидной не только возможность, но и целесообразность «делегировать» населению широкие полномочия в вопросах охраны окружающей среды и управления природопользованием.

Компетенция органов местного самоуправления в данной сфере определяется, прежде всего, Конституцией РФ, Законом РФ о местном самоуправлении (1991 г.), а также Земельным кодексом РФ (1991 г.) и другими законодательными и нормативно-правовыми актам.

До начала реформирования местного самоуправления (осень 1993 г.) ряд важных полномочий в области природопользования осуществляется представительными органами местного самоуправления - местными Советами. В настоящее время указами Президента РФ по вопросам местного самоуправления полномочия Советов существенно ограничены.

Большинство вопросов в области землепользования и охраны природы решает теперь местная администрация. Органы местного самоуправления в лице администрации планируют использование земель, находящихся в их владении; организуют проведение работ по землеустройству; осуществляют полномочия, связанные с оформлением права собственности на землю, а также иными действиями по владению, пользованию и распоряжению землей; взимают плату за землю; участвуют в осуществлении контроля в области природопользования и охраны окружающей среды [2].

В формировании и выполнении территориальных экологических программ законодательство предусматривает участие федерального финансирования. Федеральные ведомства и структуры управления могут предлагать территориям альтернативные варианты программ, не прибегая к методам жесткого администрирования. Должно соблюдаться следующее правило. Выбор экологических программ для той или иной территории остается за местной администрацией, если выполнение программы предполагается осуществлять за счет местного бюджета. Для зон экологического бедствия должна предусматриваться возможность федерального финансирования территориальных экологических программ.

Обязательным атрибутом разработки и реализации долгосрочных производственно-экономических проектов и схем выступают различные методы привлечения населения к решению вопросов прогностического характера. Социально-экологическое прогнозирование и планирование должны предшествовать подготовке документов по производственно-экономическим разработкам. Такой порядок особенно важен при промышленном освоении новых территорий.

В настоящее время происходит процесс все большего возрастания роли местных и территориальных органов управления в вопросах развития производительных сил. Этот процесс, похоже, не обратим. В целом действующая ранее пирамида территориальной иерархии в обосновании развития и размещения производства – от федерального уровня к местному – принимает в условиях регионализации управления обратный характер – от местного уровня к федеральному.

Роль местных самоуправляемых структур в решении вопросов территориального планирования и развития достаточно велика во многих странах Западной Европы (Германии, Швеции, Швейцарии и др.). В Германии, например, местные общины даже обладают некоторыми преимуществами по отношению к администрации земель. Возможность и форма участия земель в федеральной процедуре составления планов законодательно не определена, в отличие от общин, участие которых как самостоятельных носителей прав (субъектов права) в процедуре составления планов, затрагивающих интересы общин, давно законодательно определено.

В Великобритании местным органам самоуправления предписывается подготавливать планы рециклизации отходов. Теперь эти органы выступают инстанциями, выполняющими функции по удалению отходов и по надзору за ними. В целом правовой статус муниципалитетов довольно ограничен: они могут совершать лишь те действия, которые прямо предписаны законом [3].

Тенденции усиления привлечения общин к участию в природоохранной деятельности имеют место в Австрии. Там общины получили право взять под охрану различные природные комплексы, имеющие эстетическое, культурное или экологическое значение.

В США распространена процедура дарения прав на освоение земель (экологический сервитут) различным местным организациям и частным лицам с целью охраны земель. Благодаря экологическому сервитуту в США поставлено под охрану 0,4 млн. га частных земель, представляющих экологическую ценность. Условиями дарения обычно запрещаются такие виды землепользования, как жилищное строительство, возведение туристических комплексов, коммерческая или промышленная деятельность, лесозаготовки, выпас скота и т.д.

Дарение земель происходит на определенный срок. Компетентным организациям, таким как окружной или земельный фонд, дарственное право выдается на долгие годы с одновременным освобождением от налогообложения. Передача земель на ограниченное время от налога не освобождает.

В США имеются примеры, когда отведение территорий под опеку местных органов самоуправления, предоставление этим органам широких полномочий позволило решить многие вопросы эффективного землепользования и охраны природы. В этом отношении особый интерес вызывает опыт долины р. Теннесси (приток Миссисипи), которая 60 лет назад была самым экологически неблагоприятным и экологически отсталым районом США. Теперь эта долина не только одна из самых процветающих в стране, но и регион, где уже сформировалась и сохраняется тенденция к устойчивому развитию. Об этом в сентябре 1994 г. на конференции в Улан-Удэ был сделан доклад ведущего специалиста, занимающегося разработкой и реализацией программы развития данного региона, - Джона Лоуни. Его доклад заслуживает самого внимательного изучения. Пока же отметим основные особенности рассматриваемого проекта.

По сложившейся ситуации в долине р. Теннесси был принят соответствующий закон, согласно которому была создана администрация долины р. Теннесси (TVA) с широкими полномочиями для реализации программы устойчивого социально-экономического развития при сохранении окружающей среды. Для руководства проектом согласно этому закону был создан Совет (из трех членов), назначаемый президентом и утвержденный сенатом, которому представлялась полная свобода в определении организации структуры и методов управления. Следует подчеркнуть, что государственный закон определил для TVA несколько широких сфер ответственности без определенных ограничений, возложив на новую администрацию планирование в области рационального использования, сохранения и развития всех ресурсов водного бассейна и прилегающих территорий. Очень важно предоставить региональной администрации возможности самой определять необходимые виды деятельности. TVA получает от федерального правительства специальное, но ограниченное (по сравнению с масштабом задач) внешнее финансирование, определяемое ежегодным планом и отчетом за предыдущее время. TVA не подвергается какой-либо регламентации сверху (кроме права, касающегося покупки земли для промышленного освоения, и права утверждения проектов, влияющих на водные ресурсы) [4].

Опыт самоуправления долины р. Теннесси может быть полезен для использования в других странах, в том числе в России.

В частности, он может быть полезен для районов, находящихся в бедственном экологическом положении. Сама идея создания специальной региональной администрации с широкими полномочиями для обеспечения социально-экономической и экологической стабилизации привлекательна и реализуема. Для этого необходимо принять нормативно-правовой акт на уровне

Госдумы и Президента. Предоставленные местной (региональной) администрации широкие полномочия в выборе организационных структур и методов управления природопользованием могли бы обеспечить самый высокий уровень творческой активности населения, его участия в контроле за экологическим состоянием территории и принятии жизненно важных решений.

В решении экологических проблем общественность может играть заметную роль. В перспективе значение этой роли будет возрастать по мере развития экологического сознания. Влияние общественности на природоохранную деятельность подчас обретает неожиданные формы. Так, в Германии, как показали исследования, большая часть населения отвергает товары, услуги и даже производственные технологии, не отвечающие экологическим требованиям. Охрана окружающей среды становится фактором рынка, с которым приходится считаться. Все более жесткие требования предъявляют в связи с этим и к менеджменту на всех стадиях производственного процесса, включая использование отходов. Иными словами, общественность своими действиями на рынке стимулирует у предпринимателей повышенное чувство ответственности за производимую продукцию.

Немаловажное значение имеет предоставление гражданам возможности обращаться в суды, чтобы привлечь к ответу фирмы, виновные в загрязнении окружающей среды. В США такая возможность существует с 1970-х годов. Право частных лиц на возбуждение дел в суде по поводу загрязнения среды было закреплено конгрессом США в законодательном порядке. Раньше это было привилегией федеральных и штатных компетентных органов.

Значительную роль в системе управления природопользованием в США играют многочисленные общественные организации. Формы участия общественности в управлении весьма разнообразны: это может быть организация публичных слушаний при выдаче лицензий на строительство, создание общественных советов, комитетов при министерствах со статусом совещательного органа, участие в разработке планов природопользования и т.д. Закон обязывает Агентство по охране окружающей среды регулярно сообщать населению правдивую информацию не только об уровне загрязнения, но и о предприятиях, нарушающих природоохранное законодательство. В министерствах, ведомствах созданы специальные отделы на уровне аппарата министра, основные функции которых - переписка с гражданами по различным экологическим вопросам. Финансовую базу общественных организаций составляют членские взносы, пожертвования частных лиц, а также субсидии из федеральных штатных бюджетов. Закон предусматривает освобождение общественных организаций от налога с прибыли [5].

В России сложившаяся система управления природопользованием недостаточно использует общественный потенциал.

Как один из положительных примеров хочу отметить создание Управления по экологии и природным ресурсам постановлением Администрации города Красноярска за № 200 от 26 февраля 1997 г.

В соответствии с Положением об Управлении по экологии и природным ресурсам оно имеет следующие задачи:

- 1) формирование и реализация экологической политики в интересах населения города;
- 2) осуществление контроля за выполнением экологических требований в области использования и охраны природных ресурсов (земля, ее недра, вода, воздух, растительный мир и др.) на территории города;
- 3) координация деятельности природоохранных служб города, предприятий – природопользователей независимо от подчиненности, ведомственной принадлежности и форм собственности;
- 4) учет, оценка природных ресурсов, объемов отходов производства и потребления, сбросов и выбросов загрязнений в окружающую среду, ее состояния, участие в создании фонда информации;
- 5) формирование совместно с городским комитетом по охране окружающей среды банка данных и рынка услуг природно-ресурсного и природоохранительного направления;
- 6) определение условий производства изыскательских работ и условий предоставления в пользование природных ресурсов на территории города;
- 7) согласование лицензий, условий пользования природными ресурсами в черте города;
- 8) внесение предложений об установлении льгот природопользователям, исходя из социально-экономических интересов города;
- 9) участие в разработке перечня природных объектов (земельные участки, недра и др.), которые могут использоваться в интересах города;

10) организация в соответствии с решениями государственных контролирующих органов и органов местного самоуправления особо охраняемых природных объектов;

11) организация разработки и реализации городских экологических программ;

12) участие в формировании и распределении средств внебюджетного экологического фонда города в соответствии с целевым назначением;

13) информирование населения об экологической обстановке и принятие мер по обеспечению безопасности населения.

В пределах определенной законодательством компетенции управление имеет право:

– контролировать соблюдение правил и условий пользования природными ресурсами;

– выдавать природопользователям в соответствии с нормативными законодательными актами предписания, распоряжения, направленные на рациональное использование природных ресурсов, и контролировать их исполнение;

– готовить предложения о приостановке проектирования, строительства, эксплуатации предприятий и объектов, выполняемых и эксплуатируемых с нарушениями природоохранного законодательства;

– участвовать в разработке Генерального плана развития города, другой градостроительной документации для решения вопросов рационального природопользования и строительства с минимальным воздействием на природную среду;

– координировать планы социально - экономического развития предприятий, организаций в соответствии с требованиями экологической безопасности;

– выходить с предложениями в органы местного самоуправления о передаче (приобретении) в муниципальную собственность природных объектов, имеющих важное значение в жизнеобеспечении города;

– организовывать производство экологической экспертизы проектной документации объектов и предприятий, расположенных на территории города;

– осуществлять пропаганду экологических знаний, вопросов рационального использования природных ресурсов, их охраны в учебных заведениях, среди населения, в средствах массовой информации.

Решения управления по вопросам, отнесенным к его компетенции, обязательны для всех юридических лиц.

В соответствии с действующим законодательством граждане, общественные и иные некоммерческие объединения имеют право обращаться в органы местного самоуправления для получения своевременной, полной и достоверной информации о состоянии окружающей среды, мерах по ее охране, обстоятельствах и фактах хозяйственной и иной деятельности, создающих угрозу окружающей среде, жизни, здоровью и имуществу граждан. Органы местного самоуправления и должностные лица обязаны оказывать содействие гражданам, общественным и иным некоммерческим объединениям в реализации их прав в области охраны окружающей среды.

Ежегодно в органы местного самоуправления г. Петропавловск-Камчатский по природоохранным вопросам поступает более 1000 обращений граждан, объединений, организаций. В ходе рассмотрения обращений жителей муниципальные органы власти в рамках установленных полномочий организуют осуществление мониторинга окружающей среды в жилых зонах с использованием экоаналитических мощностей. В случаях регистрации превышений допустимых нормативов качества окружающей среды необходимо выявить источники негативного воздействия, послужившие причиной загрязнения окружающей среды и существом обращения жителей. В связи с исключением полномочий по осуществлению муниципального экологического контроля природоохранным структурам органов местного самоуправления достаточно проблематично выявить конкретные источники загрязнения окружающей среды. Обращения муниципальных властей в органы государственного экологического и прокурорского надзора с просьбой принять меры соответствующего реагирования остаются практически без удовлетворения.

Поскольку обращения граждан в органы местного самоуправления являются одной из форм их участия в осуществлении местного самоуправления и служат также гарантией защиты их прав и законных интересов, то бездействие органов и должностных лиц местного самоуправления (в силу ограниченности полномочий) приводит к утрате доверия к ним со стороны населения. При этом гражданин понимает государство как властные структуры вообще. Неся ответственность перед населением (в нравственном смысле), морально нельзя отказать человеку в

решении по сути местной публичной проблемы гарантированного права на благоприятную окружающую среду на основании отсутствия полномочий.

Умение местной власти работать с обращениями граждан, своевременно и компетентно реагировать на них – одно из важных критериев ее дееспособности. В условиях непрекращающейся череды административных реформ федеральных природоохранных структур (только за последние восемь лет пять раз происходило перераспределение полномочий федеральных и государственных органов власти с ликвидацией старых и созданием абсолютно новых структур, становление которых требует значительного времени) целесообразно сохранять дееспособность муниципальных природоохранных структур, оставляя органам местного самоуправления реальные инструменты управления.

Следует отметить, что объектами муниципального экологического контроля могут являться предприятия малого и среднего бизнеса, которые не требуют контроля со стороны федерального и регионального уровней (объекты сферы услуг, общественного питания, социально-культурной сферы). Развитие предпринимательства без учета экологических факторов может привести к серьезным проблемам и экономическим потерям бизнеса, связанным с возмещением вреда, причиненного ухудшением качества окружающей среды.

### Литература

1. Рио-де-Жанейровская декларация по окружающей среде и развитию // Экология и закон. 1993. – № 1. – С. 8–12.
2. *Фадеев В.И.* Муниципальное право России. – М.: Юрист, 1994. – 168 с.
3. *Баранчиков В.А.* Правовое регулирование организации и деятельности муниципальных органов Великобритании // Реформы местного самоуправления в странах Европы. – М., 1993. – 352 с.
4. *Бородина Н.* Вот такой опыт надо перенимать (интервью с Дж. Лоуни) // Наука Сибири. – 1994. – № 44.
5. Социально-правовые механизмы природопользования: Аналитический обзор / Ю.Г. Марков, В.Н. Турченко, Е.А. Чиркин, С.А. Юрков // Серия Экология. Новосибирск, 1995. Вып. 37.
6. *Медведев Д.А.* [Выступление Президента РФ на заседании Президиума Государственного Совета Российской Федерации по вопросам государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды, Московская область, 27 мая 2010 г.] Публикация на официальном сайте: <http://www.kremlin.ru/>
7. *Туголуков Е.А.* [Выступление председателя комитета Государственной думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии на заседании Президиума Государственного Совета Российской Федерации по вопросам государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды, Московская область, 27 мая 2010 г.] Публикация на официальном сайте: <http://www.kremlin.ru/>
8. Конституция Российской Федерации.
9. Федеральный закон от 06.10.03 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».
10. Федеральный закон от 10.02.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
11. *Малышевский А.Ф.* Стране нужен общественный экологический контроль / А.Ф. Малышевский, Н.М. Миронов // Практика муниципального управления. – 2010. – № 1. – С. 68–73.

**Секция 4. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ,  
ЗАПАСОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

УДК 639.2/3

**СОХРАНЕНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ – ГОСУДАРСТВЕННАЯ,  
А НЕ ВЕДОМСТВЕННАЯ ЗАДАЧА**

*П.А. Балькин, А.И. Кушнаренко*

*Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону*

*А.И. Болтнев*

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии, Москва*

Высказано мнение о неудовлетворительном положении в области исследований водных биологических ресурсов и определения общего допустимого улова. Статья приглашает к дискуссии о необходимости и возможных направлениях реформирования отраслевой системы организации НИР. Обосновано предложение об осуществлении количественных оценок запасов гидробионтов и объёмов их добычи на конкурсной основе.

Рыбопромышленная отрасль всегда занимала важное место в продовольственном обеспечении населения нашей страны. Наиболее динамичный период её развития пришёлся на 1980-е гг., когда годовой улов достигал 11,4 млн. т. и по этому показателю СССР поочерёдно делил первое место с Японией (рис. 1). Ежегодное потребление рыбной продукции на душу населения достигало 22–24 кг, что соответствует медицинским нормам.

Вследствие процесса дезинтеграции рыбохозяйственного комплекса с начала 1990-х гг. произошло существенное сокращение вылова водных биоресурсов. Вылов в 2000-х гг. сравнялся с уровнем 1960-х гг. – 3,2 – 3,3 млн. т. В 2011 и 2012 гг. добыто по 4,25 млн. т. водных биоресурсов, что выше результатов предшествующих лет (рис.1).

По оценке Росрыболовства, это обусловило увеличение потребления рыбной продукции, однако оно всё ещё не дотягивает до показателей советского периода.

Ещё одним следствием смены социально-экономической формации стало сосредоточение почти всего отечественного рыболовного флота в пределах 200-мильной экономической зоны России. Так, в 2012 г. 3,59 млн. т, т.е. почти 80%, было добыто в её границах (<http://fishres.ru/news/22137>). Следует сообщить, что советский рыболовный флот вылавливал в открытом океане 5,2 – 5,6 млн. т, т.е. половину или больше от общей величины улова. Теперь, когда Россия стала страной с рыночной экономикой, неизбежна конкуренция с другими государствами за океанские биоресурсы. Даже в случае возврата отечественного рыболовного флота в отдалённые районы Мирового океана рассчитывать на достижение прежних величин улова не приходится. По оценке Росрыболовства, в этом случае можно будет добывать не более 2 млн. т в год (<http://fishres.ru/news/16709>). Поэтому особую значимость приобретает вопрос сохранения и возобновления водных биологических ресурсов в собственных водах.

Отечественное рыболовство в последнее столетие развивалось в пределах одного ведомства, которое отвечало за все этапы использования водных биоресурсов (ВБР) — от изучения их со-



Рис. 1. Уловы СССР и России

стояния с целью определения общих допустимых уловов (ОДУ) промысловых объектов до выпуска рыбной продукции и её реализации (Министерство рыбного хозяйства СССР).

В современной России эти функции (за исключением выпуска и реализации продукции) выполняет Федеральное агентство по рыболовству. (ФАР или Росрыболовство), недавно вновь вошедшее в состав Министерства сельского хозяйства (МСХ). Это ведомство отвечает за изучение и сохранение водных биоресурсов российских морей и внутренних водоёмов, устанавливает Правила промысла и контролирует их соблюдение (вместе с Федеральной пограничной службой).

Научно-исследовательские и оценочные работы в сфере водных биоресурсов (ВБР) возложены на профильные учреждения Росрыболовства. Во времена СССР, начиная с 1920-х гг. научные станции, позднее выросшие в институты, были созданы на всех рыбопромысловых бассейнах страны. В настоящее время сеть рыбохозяйственных НИИ включает в себя 14 учреждений [1]. Значимые ориентиры поставлены перед ними «Концепцией развития рыбохозяйственной науки в Российской Федерации на период до 2020 г». Согласно этому документу, следует достигнуть следующих целевых показателей: объём добычи водных биологических ресурсов – 5 млн.т пищевых объектов и 4 млн.т. – технических; выпуск продукции аквакультуры – 0,84 млн. т и др.. В этой связи следует рассмотреть состояние рыбохозяйственной науки и практикуемые в настоящее время методы изучения водных биоресурсов.

На финансирование этих структур государство с 2009 г. тратит ежегодно 3,1 млрд. рублей, что равно бюджету одного исследовательского центра аналогичного профиля в Бергене, Норвегия [2]. При этом сумма распределяется не только на проведение экспедиционных исследований по оценке запасов и определению ОДУ, но и на финансирование других направлений о функционировании морских экосистем, а также на развитие современных технологий глубокой переработки продукции рыболовного промысла, разработку орудий лова и др. Финансовая недостаточность обуславливает сокращение научно-исследовательского флота, числа экспедиций, «вымывание» квалифицированных кадров. Например, Азово-Черноморский НИИ рыбного хозяйства не имеет собственного судна, в Каспийском некогда работало 7 докторов наук, а ныне остался только 1. Свернуты целые направления исследований, не проводятся поисковые работы по вовлечению малоценных и малоиспользуемых объектов в промысел (морские млекопитающие, моллюски, водоросли, бычки, скаты и пр.), в зачаточном состоянии уже десятилетия находятся экосистемные исследования, которые позволили бы перейти к обоснованию многовидового промысла и повысить точность прогноза ОДУ.

Основой многих общепринятых методов оценки запасов водных биоресурсов является промысловая статистика – объём вылова, его состав, улов на усилие и пр. Однако хорошо известно, что официальная статистика далеко не полно отражает реальный уровень изъятия биоресурсов из-за незаконного и неучитываемого промысла [3–8].

Другим источником «неточности» промысловой статистики является несовершенство существующего подхода к регулированию рыболовства. Основой стратегии рационального использования морских биоресурсов в большинстве развитых стран, включая Россию, является определение общего допустимого улова (ОДУ) для каждого объекта промысла, хотя известно, что зачастую такой подход приводит не к сохранению запасов, а к их депрессии [9]. В тоже время, установлено, что подавляющее большинство существующих промыслов не являются специализированными, а смешанными, причём в большинстве случаев — многовидовыми [10–12].

Резюмируя сведения о масштабном неучтённом улове и «одновидовом» подходе к регулированию рыболовства, можно сделать обоснованный вывод, что реальный вылов водных биоресурсов и их видовой состав неизвестны – ежегодно объявляемые ФАР оценки носят весьма приблизительный характер. Руководство Росрыболовства рапортует о непрерывном росте уловов с 2008 г., и достижении в 2011–2012 гг. объёма добычи 4.25 млн. т., что связывается с грамотным управлением отраслью. Действительно, принятые в последние годы меры (закрепление за пользователями квот и промысловых участков на 10–20 лет, введение обязательного декларирования рыбопродукции в отечественных портах перед отправкой за рубеж, упрощение таможенно-пограничного оформления, частичный возврат оперативного регулирования промысла в регионы и др.), с одной стороны, облегчили жизнь рыбопромышленникам, с другой стороны – вынудили их выводить свой бизнес «из тени». Например, перераспределение, а в перспективе – и лишение квот тех компаний, которые осваивают их менее, чем наполовину, привело к значительному уменьшению сокрытия улова. Эффектом от этой и других мер и объясняется рост уловов с 2008 г.,

которые фактически не растут, а легализуются, причём далеко не полностью. Понятно, что это не может продолжаться бесконечно, поэтому в последние годы наступила «стабилизация», а потом последует и падение российских уловов, если не будет предпринято радикальных шагов для обновления рыбной отрасли, в том числе – её научной составляющей. Например, в настоящее время для оценки состояния водных биоресурсов азово-черноморского бассейна отраслевым НИИ АзНИИРХ используются только учётные съёмки, хотя украинские учёные применяют эхотрихические исследования и виртуально-популяционный анализ, который можно назвать современной модификацией биостатистического метода [13, 14].

Если обратиться к публикации Н.Ф. Тараненко 1967 г. [15], то можно сделать вывод, что в то время применялся более широкий спектр методик оценки состояния запасов азово-черноморских рыб, а именно:

- количественный учёт молоди ставриды, хамсы, барабули и др. путём облова пелагическими тралами в толще воды;
- прямой учёт промысловых рыб при помощи лампар и донных тралов в июне и августе по стандартной сетке станций;
- биостатистический метод оценки относительной численности рыб на основании анализа уловов промысловых и учётных орудий лова с оценкой биологического состояния популяции и количества молоди;
- метод прямого учёта мощности отдельных скоплений рыб при помощи гидроакустических и аэровизуальных наблюдений, в особенности на местах зимовки рыб.

Очевидно, что для выявления многолетних тенденций в динамике запасов рыб простое использование оценок численности и биомассы по результатам траловых работ, без учета сезона проведения исследований, ошибочно с методической точки зрения и приводит к неверным выводам. Состав уловов донных рыб, в зависимости от времени года и конкретных условий траления, претерпевает значительные изменения [16]. За несколько десятилетий осуществления траловых съёмок сменился ряд поколений рыбопромысловых судов и орудий лова, что, несомненно, сказалось на результатах учёта промысловых рыб, причём неодинаково – для разных видов. Специалистами установлено, что уловы одним орудием лова в зависимости от квалификации мастеров добычи и внешних условий могут различаться в несколько раз, следовательно, в ходе учётных съёмок необходимо инструментально определять параметры используемых орудий лова [17]. Соответственно, коэффициенты уловистости, используемые при расчётах численности рыб, нельзя считать постоянными во времени величинами. Между тем, на протяжении многих лет на Азово-Черноморском, Каспийском и других рыбопромышленных бассейнах используются одни и те же значения коэффициентов. Причём, например, для одних и тех же видов осетровых рыб эти показатели для Азовского и Каспийского бассейнов разнятся в 8–10 раз [13].

В силу слабой организации НИР (связанной с недофинансированием, и устаревшей материально-технической базой НИИ) методические нарушения приводят к полной невозможности использования полученных результатов для прогнозирования запаса и ОДУ. Так, съёмка ПИПРО 2003 г. по учёту запасов путассу в Северной Атлантике из-за задержки с выходом в рейс на устаревшем судне в комплексе с низкой скоростью траления привели к трехкратному недоучету биомассы. Соответственно, специалистами ИКЕС данные ПИПРО не были приняты во внимание.

Обобщая информацию о состоянии рыбохозяйственной науки, можно сделать вывод, что к настоящему времени спектр способов определения запасов морских биоресурсов сузился, по сути, до одного – учётных съёмок, методика интерпретации результатов которых не меняется десятилетиями и вызывает обоснованные нарекания. Современные, признанные на международном уровне подходы – гидроакустические съёмки, математические модели – практически не применяются. Выходом из этого комплекса проблем будет решение «поднять» методические основы съёмки запаса и оценки ОДУ ВБР на нормативно-правовой уровень, когда нарушение методологии будет расцениваться как должностное нарушение со всеми вытекающими последствиями для руководителя НИИ. Технически это можно решить через доработку методик оценки запасов (траловых и других съёмок), согласовании их с министерством природных ресурсов (МПР – через государственную экологическую экспертизу Росприроднадзора). Поскольку проблемы репрезентативности методов съёмки запаса ВБР затрагивают не только два ведомства (МСХ и МПР), но и многочисленных рыбопромышленников, для которых достоверное ОДУ – основа успешного бизнеса, было бы целесообразным разработать и утвердить в Минюсте доку-

мент, законодательно обязывающий руководителей рыбохозяйственных НИИ соблюдать согласованные с МПР методики. Это могут быть, например, «Правила съемки запасов и оценки ОДУ ВБР» или «Требования к материалам, представляемых на государственную экологическую экспертизу для оценки ОДУ ВБР».

Этот подход, кстати, позволит активно внедрить использование научных орудий лова меньших по размеру применяемых, что может привести к существенному снижению потребности в «научных квотах» для исследований (например, при использовании норвежского научного трала в ходе тралово-акустической съемки в Баренцевом море требуется всего около 2 тонн ресурсов на 1 месяц работы).

Проблема финансирования – одна из серьезнейших проблем для отраслевой науки. Сложившаяся система обеспечения в отрасли восходит к временам СССР, когда финансовые средства выделялись без конкурса, каждому отраслевому НИИ в соответствии с объективными или субъективными предпосылками. Однако на данном этапе система финансирования в Росрыболовстве является главным тормозом развития НИР и повышения их эффективности. Очевидно, что:

- рыбохозяйственные НИИ не обеспечивают четкой организации экспедиционных исследований, о чем мы говорили выше;
- отсутствуют стимулы к обновлению научно-исследовательского флота,
- НИИ практически не используют современные методы исследований и оценки запасов, расчетов ОДУ;
- Росрыболовство не заинтересовано в истинности результатов оценки величин запасов ВБР, относится к ним соответственно, по несколько раз в год корректируя прогнозы ОДУ в связи с требованиями «текущего момента», которые определяются то ли «свежими данными», то ли коррупционной составляющей.

Эти обстоятельства вызывают недовольство отраслевой наукой со стороны их главного пользователя – рыбной промышленности. Например, астраханская ассоциация рыбопромышленников с 2010 г. сотрудничает не с отраслевым Каспийским НИИ рыбного хозяйства и океанографии, а с Южным научным центром Российской академии наук. В Интернете можно найти и другие подобные примеры, как конфликт Магаданской областной думы и МагаданНИРО (*Интернет-газета «Рыба Камчатского края» от 7.03.2012 г.*). Для поднятия авторитета рыбохозяйственной науки требуется сделать прозрачным и проверяемым методы оценки запаса и расчета ОДУ ВБР. Требуется реформа организации НИР и их финансирования с привлечением элементов состязательности. Эта часть работы должна финансироваться по принципу «размещения госзаказа у единого исполнителя» в соответствии с 94-м ФЗ.

Однако следует также иметь в виду, что экспедиционная тралово-акустическая (или другая) съемка и расчет ОДУ по её результатам – принципиально разные виды работ. Если стандартные условия при проведении съемки строго выдерживаются, то для расчета запасов ВБР по её результатам могут использоваться различные математические модели. Поэтому логично организовать конкурс среди нескольких групп исследователей в целях достижения наиболее обоснованной оценки. Организация независимых определений запасов по результатам учётных съемок, выработка ОДУ на их основе и открытое обсуждение результатов значительно повысит их качество и уровень контроля со стороны природоохранных организаций. Конкурс коллективов расчетчиков ОДУ и открытая дискуссия по обсуждению их результатов значительно повысит доверие рыбацкой общественности к деятельности в этой сфере. Вероятные претенденты на подготовку такого прогноза есть среди институтов Российской академии наук и ведомственных НИИ Министерства природных ресурсов (не исключено участие и вузовской науки), объектами многолетних исследований которых являются морские экосистемы и их обитатели. При этом работа научных учреждений РАН и ведомственных (в первую очередь, МПР) обретает практическую направленность по сохранению природного разнообразия и обеспечению экологической безопасности. Открытое обсуждение величины конкретных запасов ВБР независимыми группами ученых (пример международных комиссий по рыболовству, таких как ИКЕС) явится гарантией невозможности волюнтаристских решений ФАР по величине ОДУ.

В результате такой реформы проводимая в Росприроднадзоре экологическая экспертиза материалов Росрыболовства по ОДУ ВБР будет более объективна в силу лучшей обеспеченности информативным материалом.

## Литература

1. *Крайний А.А.* Приветственное слово // Рыбохозяйственной науке России – 130 лет. Тезисы докладов Всероссийской конференции. – М.: Изд-во ВНИРО, 2011. – С. 5–6.
2. *Бочаров Л.Н.* Актуальные проблемы научного обеспечения российского рыболовства // Известия ТИНРО, 2012. – Т. 168. – С. 3–8.
3. *Зайдинер Ю.И., Грибанов С.Э., Реков Ю.И.* Новые данные об эффективности воспроизводства осетра в Азово-Донском районе // Осн. проблемы рыбного х-ва и охраны рыбохоз. водоемов Азово-Черн. бассейна. – Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 2000. – С. 265–268.
4. *Варкентин А.И., Сергеева Н.П.* Недоучёт вылова минтая в северо-восточной части Охотского моря и его влияние на оценку запасов и величину ОДУ // Тезисы докладов IX Всероссийской конф. по проблемам рыбопром. прогнозирования. – Мурманск: ПИНРО. – 2004. – С. 48–50.
5. Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов в Дальневосточных морях России и северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2005. – 231 с.
6. *Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Котенев Б.Н., Власенко А.Д., Зыкова Г.Ф., Картюк М.И., Романов А.А., Ходоревская Р.П.* Методические рекомендации по обоснованию общих допустимых уловов (ОДУ) каспийских осетровых // Сб. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. – Вып. 4.– М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 60 с.
7. *Кушнарченко А.И.* Опыт оценки неучтенного изъятия рыб Северного Каспия // Материалы международной научно-практической конференции. – Астрахань: Изд. КрУ МВД России, 2007. – С. 148 – 152.
8. *Гусев Е.В.* О рациональном использовании приловов донных рыб на траловом донном промысле и возможности организации многовидового промысла в Баренцевом море // Тезисы докладов X Всероссийской конф. по проблемам рыбопром. прогнозирования – Мурманск: ПИНРО. – 2009. – С. 50–52.
9. *Алексеев А.П., Пономаренко В.П.* Рыбопромысловые прогнозы – есть ли шанс на выживание? // Тезисы докладов IX Всеросс. конф. по проблемам рыбопром. прогнозирования. – Мурманск: ПИНРО, 2004 – С. 14–18.
10. *Бочаров Л.Н.* Перспективный подход к обеспечению населения продуктами рыболовства // Известия ТИНРО. – 2004. – Т. 138. – С. 3–18.
11. *Гусев Е.В., Соколов К.М., Древетняк К.В.* К вопросу о фактическом изъятии и рациональном использовании приловов донных рыб в Баренцевом море // Тезисы докладов IX Всеросс. конф. по проблемам рыбопром. прогнозирования. – Мурманск: ПИНРО, 2004. – С. 56–58.
12. *Матишов Г.Г., Абраменко М.И., Балыкин П.А., Безгачина Т.В. и др.* Ихтиофауна Азово-Донского и Волго-Каспийского бассейнов и методы её сохранения. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009 – 272 с.
13. *Балыкин П.А., Кушнарченко А.И.* О методах исследования водных биологических ресурсов // Использование и охрана природных ресурсов России. – № 2. – 2012. – С. 38–44.
14. *Губанов Е.П., Серобаба И.И.* Промысловая биота Азовского и Черного морей в современных экологических условиях // Тезисы докладов VIII Всерос. конф. по проблемам рыбопромышленного прогнозирования. – Мурманск: ПИНРО, 2001. – С. 35–37.
15. *Тараненко Н.Ф.* Методы оценки состояния запасов и прогноза возможного улова основных промысловых рыб Черного и морских рыб Азовского морей, применяемые в АзчерНИРО // Методы оценки запасов и прогнозирования уловов рыб. – М. «Пищевая пром-ть». – 1967. – С. 181–189.
16. *Лисовский С.Ф.* О репрезентативности донных траловых съёмов // Тезисы докладов X Всерос. конф. по проблемам рыбопром. прогнозирования. – Мурманск: ПИНРО, 2009. – С. 84–86.
17. *Волвенко И.В.* Технические проблемы интерпретации результатов траловых съёмов и пути их решения // Материалы Всероссийской научной конференции, посвящённой 80-летию КамчатНИРО. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2012. – С. 289–295.

УДК 597.541(265.5)

## ГИБЕЛЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОРФО-КАРАГИНСКОЙ СЕЛЬДИ В ПЕРИОД НЕРЕСТА

*А.А. Бонк*

*Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский  
Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский*

*С.В. Агафонов*

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский*

Приведены результаты наблюдений за смертностью корфо-карагинской сельди в ходе нереста. Дана оценка влияния численности погибших особей на величину нерестового и промыслового запасов.

Гибель сельди отмечается повсеместно. Так, в литературе неоднократно указывалось, что наблюдалась массовая гибель атлантической сельди и салаки [1, 2, 3]. По сообщениям средств массовой информации в 2012 г. наблюдалась массовая гибель сельди у побережья Норвегии [4], в 2013 г. отмечено несколько подобных случаев у берегов Исландии [5]. Подобное явление отмечается и у тихоокеанской сельди. Так, в годы высокой численности сельди неоднократно отмечались случаи обнаружения большого количества мертвой рыбы на нерестилищах, расположенных на острове Сахалин [6]. Последний случай такой гибели сельди на Сахалине наблюдался в 1999 г. в заливе Пильтун. В этом заливе на отдельных участках количество мертвой сельди варьировало от 0,907 до 1,12 тыс. т [7]. По оценкам специалистов, массовая гибель сельди на нерестилищах



Рис. 1. Сельдь, погибшая на нерестилищах в заливе Анапка, 1998 г.

и у охотской сельди. Так, по сообщению С.Б. Пономарева в ходе нереста в заливе Алдома (Охотское море) в разные годы погибало от 1,5 до 6,0 тыс. т сельди. Гибель сельди на нерестилищах отмечается и на Аляске, а так же в западной части Берингова моря, где воспроизводится корфо-карагинская популяция (заливы Уала, Анапка и Корфа).

Для корфо-карагинской популяции сельди массовая гибель особей (заморы) отмечается достаточно часто, причем все известные случаи происходили весной, в период её размножения (рис. 1) и в различных участках нерестового ареала (рис. 2; табл. 1). Как видно из таблицы 1, заморы сельди происходят на различных типах нерестилищ, но в основном на нерестилищах лагунного типа.

Для корфо-карагинской популяции сельди массовая гибель особей (заморы) отмечается достаточно часто, причем все известные случаи происходили весной, в период её размножения (рис. 1) и в различных участках нерестового ареала (рис. 2; табл. 1). Как видно из таблицы 1, заморы сельди происходят на различных типах нерестилищ, но в основном на нерестилищах лагунного типа.

Таблица 1

Локализация заморов корфо-карагинской сельди

Год	Район	Тип нерестилища	Численность погибших рыб, млн	Биомасса погибших рыб, тыс. т
1957	Губа Ложных вестей	Лагунное	100,0	20,0
1978	Б. Гека	Береговое открытое	Нет данных	0,18
1982	Гавань Скрытая	Лагунное	Нет данных	Нет данных
1998	Заливы Уала, Анапка	Лагунное	43,3	12,99
1999	Залив Уала	Лагунное	203,0	73,0

Год	Район	Тип нерестилища	Численность погибших рыб, млн	Биомасса погибших рыб, тыс. т
2001	Залив Уала	Лагунное	Нет данных	Нет данных
2004	Залив Уала	Лагунное	Нет данных	Нет данных
2006	Залив Анапка	Береговое закрытое	Нет данных	Нет данных
2010	Б. Оссора	Лагунное	Нет данных	Нет данных
2011	Заливы Анапка, Корфа	Береговое закрытое, береговое открытое	55,0	Нет данных
2012	Заливы Анапка, Корфа	Береговое закрытое, береговое открытое, лагунное	290,6	111,4

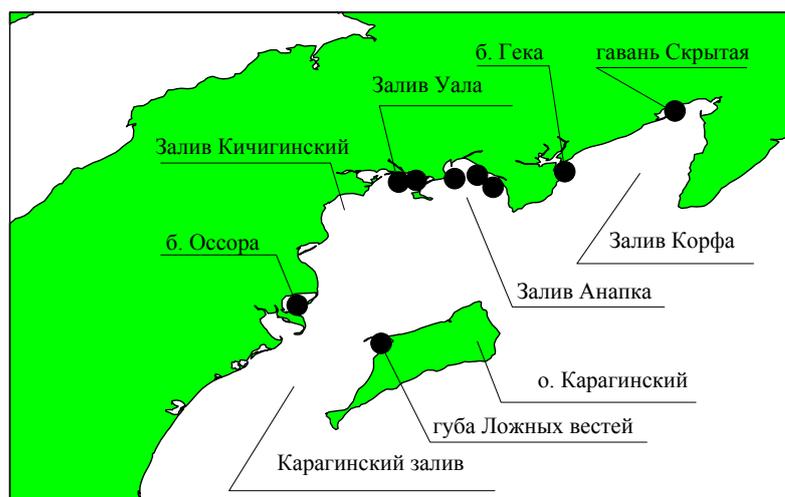


Рис. 2. Районы, где наблюдались заморы сельди в 1957–2012 гг. (схематично)

Первые случаи заморы были зарегистрированы в 1957 г. при обследовании нерестилищ в губе Ложных Вестей [8]. После этого известно еще 10 случаев гибели корфо-карагинской сельди в ходе нереста. Известно, что массовая гибель сельди может вызываться эпизоотией в результате распространения вируса *Ichthyophonus hoferi* [1, 2, 3].



Рис. 3. Косяк нерестящейся сельди (залив Анапка, 2011 г.)

Проведенные специалистами КамчатНИРО в 2007–2010 гг. исследования не обнаружили каких-либо опасных заболеваний, способных вызвать эпизоотию [9, 10]. По нашему мнению, возможной причиной образования заморы сельди в ходе нереста является переполнение отдельных участков (что наблюдается во всех районах) нерестилищ при подходе к ним большого числа производителей (рис. 3). При массовых подходах, часть рыб не успевает завершить икрометание и с наступлением отлива остается на осушаемых нерестилищах, где и погибает [11, 12]. К тому же, в ходе нереста в воду выметывается огромное количество половых продуктов, что вызывает резкое падение

содержания кислорода. В этот период концентрация кислорода составляет 5,0–6,0 мл/л, а недосыщение – 30% [13], что также способствует образованию заморы.

Зафиксирован один случай гибели сельди из-за резких изменений условий среды. Так, в 1982 г. сельдь зашла в сильно опресненную гавань Скрытая и погибла в результате резкого изменения солености и оседания льда при отливе (устное сообщение Н.И. Науменко).

Гибель сельди при переполнении нерестилищ наблюдается как при высокой численности запаса, так и в годы с низким его уровнем. О том, что переполнение отдельных нерестилищ при-



Рис. 4. Замор сельди в заливе Уала (устье р. Хайананка), 2004 г.

водит к гибели сельди указывала Т.Ф. Качина. В отчете об обследовании нерестилищ в 1957 г. она отмечает, что зашедшая с приливом в лагуну Ложных Вестей сельдь оказалась запертой на небольшой площади и при отливе погибла. Общая площадь, на которой находилась мертвая сельдь, составляла 2 км<sup>2</sup>, а численность была оценена в 100 млн. особей или 20,0 тыс. т. При этом величина нерестового запаса в этот год оценивалась на уровне 750 тыс. т или 3,4 млрд особей. В 2004 г. биомасса производителей составляла всего 64,8 тыс. т (141,4 млн. рыб), но замор сельди на нерестилищах также отмечался (рис. 4).

К сожалению, в современный период не всегда удавалось определить количество погибшей рыбы. Такие оценки были сделаны в 1998–1999 и 2011–2012 гг. Так, в 1998 г. в заливах Анапка и Уала погибло 13 тыс. т сельди, что составило 1,7% нерестового запаса. Замор был обнаружен спустя двое суток после случившегося события. К этому времени значительная часть рыбы была смыта приливом, а оставшаяся образовывала на берегу залива Уала полосу рыбы толщиной в 2–3 слоя, шириной 14–15 м и протяженностью 8 км. В заливе Анапка длиной 5 км от м. Валахыл до м. Песчаный; в заливе Уала 3 км в районе северных нерестилищ. Общая площадь замора составляла 0,176 км<sup>2</sup>. В 1999 г. массовая гибель сельди произошла в северной части залива Уала. В этот год погибло – 73 тыс. т. Площадь замора, определенная с помощью системы спутниковой навигации GPS, составляла 15 км<sup>2</sup>.

В 2011 г. замор сельди был обнаружен у косы Атверин спустя трое суток после последнего авиаобследования северной части залива Анапка (рис. 5 а, б). Погибшая сельдь отмечена на площади примерно 2,5 км<sup>2</sup> вдоль косы. В прибойной зоне формировались валы из мертвой сельди от 0,5 до 1,5 м шириной. Непосредственно на нерестилище погибшая сельдь была рассредоточена достаточно равномерно (рис. 5, б). По нашим оценкам, количество сельди составило не менее 55 млн особей.



Рис. 5. Замор сельди у косы Атверин (залив Анапка), 2011 г.: а – вид с борта вертолета; б – вид на нерестилище

В 2012 г. из-за сложной ледовой обстановки для нереста сельди были пригодны нерестилища в заливе Анапка и незначительная часть в заливе Корфа. Основная масса сельди подошла для икрометания в залив Анапка. В результате, в ходе нереста произошла массовая гибель сельди. Погибшие особи наблюдались по всей северной части залива от косы Атверин до м. Песчаный (рис. 6). Общая площадь, на которой отмечена мертвая рыба, составила 30,6 км<sup>2</sup>. Всего погибло 290,6 млн рыб или 111,4 тыс. т.



а



б

Рис. 6. Замор сельди в заливе Анапка в 2012 г. (район м. Валахыл)  
а – вид с борта вертолета, б – выбросы мертвой сельди на берег

К сожалению, нет достаточной информации о биологических показателях погибшей сельди. В заморе 1957 г. 30% особей оказались с невыметанными половыми продуктами. Данных о размерном и возрастном составе нет. В 2004 г. длина тела погибшей сельди варьировала от 28 до 37 см, при этом 90% особей имели размеры тела 30–34 см. Возраст изменялся от 5 до 14 лет, но подавляющее количество особей (63,9%) принадлежало к возрастным группам 7–9 лет. Все особи приняли участие в нересте.

В 2011 г. размеры тела погибшей у косы Атверин сельди варьировали в пределах 29,5–34 см. Среди проанализированных рыб 41,2% имели полностью выметанные половые продукты и 58,8% – лишь частично. В заморе 2012 г. отмечены особи длиной от 27 до 39 см. Выделялись две модальные группы – 28–29 см (29,3%) и 34–35 см (37,2%). Возраст рыб варьировал от 4 до 18 лет. У всех проанализированных рыб половые продукты были выметаны практически полностью.

Корфо-карагинская сельдь – один из важнейших промысловых объектов в западной части Берингова моря [17, 14, 15, 16]. Её про-

мышленная эксплуатация ведется более 70-ти лет. В целях рациональной эксплуатации ресурсов данной популяции определяется общий допустимый улов (ОДУ). Основой для определения ОДУ является оценка величины нерестового запаса [17, 14, 18]. Численность репродуктивной части популяции рассчитывается, исходя из формулы Хаустона [19], согласно которой по количеству отложенной икры, индивидуальной плодовитости и соотношению полов определяется количество особей, участвовавших в нересте. С начала хозяйственного использования корфо-карагинской сельди и до середины 50-х годов XX века нерестовый запас отождествлялся с промысловым. С развитием кошелькового, а позже и тралового промысла вылов сельди в основном происходил в период нагула и зимовки [17, 20, 14], что потребовало определения не только величины нерестового запаса, но и промыслового. В основу расчета промзапаса легло определение величины нерестового запаса [8, 17, 14, 18]. В таком случае правильность определения численности нерестовой части популяции имеет первостепенное значение.

Мы оценили возможное влияние заморов на оценки нерестового и, как следствие, промыслового запаса корфо-карагинской сельди. В качестве примера рассмотрим замор 2012 г. По ре-

зультатам икорной съемки, численность производителей, участвовавших в нересте в заливе Анапка была оценена на уровне 1,5 млрд особей. Эта оценка должна была быть использована в дальнейших расчетах величины промыслового запаса. Но, как отмечалось выше, в этом районе почти 291 млн рыб погибли в процессе икрометания. Если предположить, что все особи в за- море полностью выметали половые продукты, то они были учтены при определении нерестового запаса. Но поскольку наблюдалась массовая гибель производителей сельди, то реальная численность особей, переживших нерест должна быть меньше на 291 млн рыб. Таким образом, величина нерестового запаса составляет примерно 1,2 млрд особей, что почти на 19% меньше, чем было определено по икорной съёмке. Именно эта величина и должна быть использована при определении промыслового запаса, в противном случае возможно завышение численности промзапаса.

Анализ имеющейся информации показал, что в ходе нереста у корфо-карагинской сельди возможна массовая гибель (заморы). Это явление отмечается довольно часто в особенности на нерестилищах лагунного типа. Среди причин – переполнение отдельных нерестилищ в ходе икрометания и снижение содержание кислорода в воде. Данных об иных причинах на данный момент времени нет. Несмотря на то, что количество погибшей в ходе нереста сельди может быть разным, необходимо учитывать факт её гибели при определении величины нерестового запаса и последующих расчетах промыслового запаса.

### Литература

1. *Rahimian H., Thulin J.* Epizootiology of *Ichthyophonus hoferi* in herring populations off the Swedish west coast // Diseases of aquatic organisms. – 1996. – Vol. 27. – P. 187–195.
2. *Mellergaard S., Spanggaard B.* An *Ichthyophonus hoferi* epizootic in herring in the North Sea, the Skagerrak, the Kattegat and the Baltic Sea // An *Ichthyophonus hoferi* epizootic in herring in the North Sea, the Skagerrak, the Kattegat and the Baltic Sea // Diseases of aquatic organisms. – 1997. – Vol. 28. – P. 191–199.
3. *Ralph A. Elston, Theodore R. Meyers.* Effect of viral hemorrhagic septicemia virus on Pacific herring in Prince William Sound, Alaska, from 1989 to 2005 // Diseases of aquatic organisms. – 2009. – Vol. 83. – P. 223–246.
4. <http://finalnews.ru>
5. <http://www.ozemle.net>
6. *Шмидт П.Ю.* Морские промыслы острова Сахалин. – Санкт-Петербург, 1905. – 458 с.
7. <http://www.sakhalin.environment.ru>
8. *Качина Т.Ф.* Материалы по обследованию нерестилищ сельди северо-восточного побережья Камчатки в 1957 г. // Отчет о НИР / КамчатНИРО. Инв. № 00. Петропавловск-Камчатский, 1957. – 15 с.
9. *Бонк А.А., Бочкова Е.В., Гаврюсева Т.В., Рудакова С.Л.* Комплексное обследование тихоокеанской сельди Карагинского залива // Вестн. Камчатского государственного университета. – Вып. 7. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – С. 132–137.
10. *Бонк А.А., Бочкова Е.В., Гаврюсева Т.В., Жукова Л.А., Овчаренко Л.В., Рудакова С.Л.* Результаты наблюдений за состоянием здоровья тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii* val.) корфо-карагинской популяции в 2010 г. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. II Всерос. науч.-практ. конф. (15–18 марта 2011 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – С. 172–177.
11. *Науменко Н.И., Бонк А.А.* Промысел нерестовой корфо-карагинской сельди // Рыб. хоз-во. – 2002. – № 5. – С. 27–28.
12. *Бонк А.А.* Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на выживание корфо-карагинской сельди в период раннего онтогенеза: Дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский. – 2004. – 133 с.
13. *Душкина Л.А.* Отчет о работе комплексной корфо-карагинской экспедиции в 1975 г. // Отчет о НИР / КамчатНИРО. – Инв. №. 3431. – Мурманск, 1976. – 285 с.
14. *Науменко Н.И.* Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. – 330 с.
15. *Балыкин П.А.* Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 142 с.

16. Карпенко В.И., Балыкин П.А. Биологические ресурсы западной части Берингова моря. Петропавловск-Камчатский: МБФ, 2006. – 184 с.
17. Качина Т.Ф. Сельдь западной части Берингова моря. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 121 с.
18. Науменко Н.И. Метод промыслового использования корфо-карагинской сельди // Вопросы рыболовства. – 2005 – Т. 6. – № 1(21). – С. 132–142.
19. Hourston A.S. The spawning population of the herring in the north of British Columbia. Progress reports of the Pacific coast stations, 1954. P. 94.

УДК 595.384(265.5)

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО (CHIONOECETES OPILIO) В ЗАЛИВАХ ОЛЮТОРСКОМ И КОРФА

*Е.Э. Борисовец, В.А. Надточий, П.А. Федотов, М.О. Чалиенко*

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, Владивосток*

Приведены результаты исследований распределения, размерной структуры, репродуктивных особенностей краба-стригуна опилио в Олюторском заливе, заливе Корфа и в районе северо-восточнее о. Карагинского.

Краб-стригун опилио является одним из самых ценных промысловых объектов Берингова моря. В заливах Олюторском и Корфа обитают крупные скопления этого вида. Несмотря на огромное значение в промысле, функциональная структура популяций и особенности воспроизводства краба остаются слабо изученными, публикаций по исследуемому району очень мало [1–4]. Для стабильной эксплуатации этого объекта необходимы надежные знания биологии и сведения по состоянию запасов и структуре их поселений.

Целью данной работы являлось исследование распределения, размерной структуры и некоторых репродуктивных особенностей краба-стригуна опилио в Олюторском заливе, заливе Корфа и в районе северо-восточнее о. Карагинского. Сделана попытка на основании имеющихся литературных источников, дополненных собственными материалами, определить статус скоплений краба-стригуна опилио в исследуемых районах.

Материал, положенный в основу работы собран сотрудниками ТИНРО-центра. Исследования проводились в 2000 и 2001 гг. в заливах Олюторском, Корфа и в районе северо-восточнее о. Карагинского. В 2000 г. учетные траловые работы выполнялись в период с 29 октября по 24 ноября, в 2001 г. с 19 августа по 31 октября. Съемки выполнялись донным тралом с мягким грунтопомом и мелкоячейной 10-миллиметровой вставкой в его кутцевой части. У крабов, взятых на биоанализ определяли пол, измеряли ширину карапакса (ШК) в самой широкой части с точностью до 1 мм и высоту клешни (ВК) с точностью до 0,1 мм. Всех самцов из уловов тралов подразделяли на широкопалых (ШС) – «морфометрически» зрелых, и узкопалых (УС) – «морфометрически» незрелых особей. Показателем морфометрической половозрелости самцов считали увеличение размера клешни относительно ширины карапакса [5]. Самок разделяли на половозрелых и неполовозрелых. Половозрелость самок определяли визуально по наличию икры или ее остатков на плеоподах. Неполовозрелыми считали самок без икры с плотно прижатым абдоменом. Общий объем собранных материалов в 2000 и 2001 г. показан в табл. 1.

В 2000–2001 г. на всей обследованной акватории размеры самцов в пробах варьировали в пределах от 15 до 133 мм, при среднем  $47 \pm 0,2$  мм. Преобладали особи непромысловых размеров, большую часть составляли неполовозрелые крабы с размерами 36–45 мм (30%) (рис. 1). Доля промысловых самцов в уловах во всех исследуемых районах составляла в 2000 г. – 21%; в 2001 г. – 28%, их средний размер в 2000 г. – 109 мм, в 2001 г. – 110 мм.

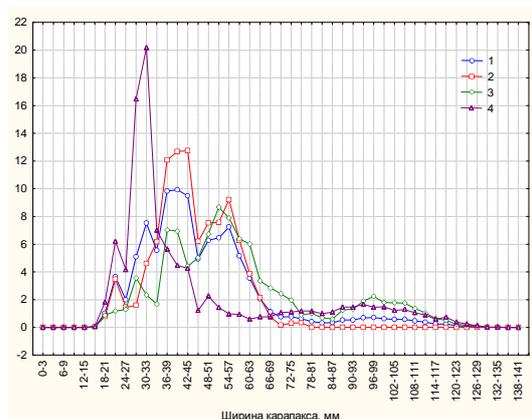
Таблица 1

Статистические характеристики изученных выборок

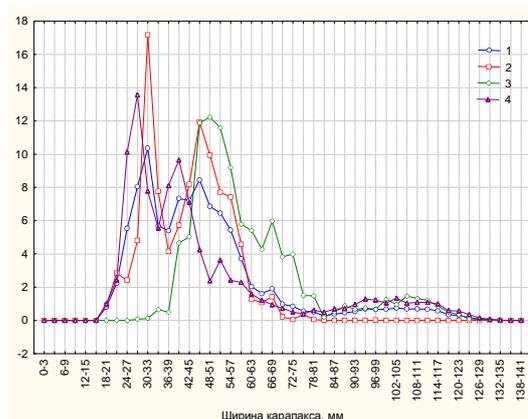
Район	Размерно-возрастные группы	Объем выборки	Среднее	Минимум	Максимум	Стандарт. отклонение
2000 год						
По всем районам	Все самцы	9686	47	15	133	18,4
	Узкопалые самцы	5345	42	15	108	12,7
	Широкопалые самцы	4148	68	42	133	21,2
	Промысловые самцы	1993	109	100	133	6,7
	Все самки	4998	39	15	79	8,1
Залив Корфа	Все самцы	1458	44	15	104	10,6
	Узкопалые самцы	1239	42	15	104	9,9
	Широкопалые самцы	184	55	42	101	6,3
	Промысловые самцы	2	102	100	104	1,5
	Все самки	927	39	15	57	5,9
Район северо-восточнее о. Карагинского	Все самцы	3313	58	14	132	22,9
	Узкопалые самцы	1851	47	14	107	13,4
	Широкопалые самцы	1396	80	43	132	21,8
	Пром. самцы	802	108	100	132	6,2
	Все самки	2101	45	15	79	8,4
Олюторский залив	Все самцы	4915	46	15	133	26,7
	Узкопалые самцы	2710	37	15	108	16,8
	Широкопалые самцы	2113	93	42	133	18,9
	Промысловые самцы	1189	110	100	133	7,0
	Все самки	1970	34	15	77	9,5
2001 год						
По всем районам	Все самцы	9025	47	15	136	20,7
	Узкопалые самцы	4362	41	15	115	13,9
	Широкопалые самцы	3592	72	43	136	23,6
	Промысловые самцы	2336	110	100	136	7,1
	Все самки	4591	40	10	78	10,9
Залив Корфа	Все самцы	2142	42	16	111	11,2
	Узкопалые самцы	1561	40	16	97	10,4
	Широкопалые самцы	351	54	43	111	6,3
	Промысловые самцы	4	105	100	111	4,4
	Все самки	1045	34	15	60	7,5
Район северо-восточнее о. Карагинского	Все самцы	2487	61	26	135	18,6
	Узкопалые самцы	743	51	26	116	9,3
	Широкопалые самцы	1453	73	43	135	20,5
	Промысловые самцы	796	109	100	135	6,3
	Все самки	1816	48	23	74	5,4
Олюторский залив	Все самцы	4396	47	15	136	25,3
	Узкопалые самцы	2058	39	15	114	16,2
	Широкопалые самцы	1788	85	43	136	25,5
	Промысловые самцы	1536	111	100	136	7,3
	Все самки	1730	40	10	78	12,3

В 2000 г. в районе северо-восточнее о. Карагинского размеры самцов в уловах варьировали в диапазоне от 14 до 132 мм, средний размер крабов составлял 58 мм, в пробах преобладали особи размером 51–54 мм (9%), также часто встречались самцы с ШК 36–42 мм (7%) (рис. 1, а). В зал. Олюторском встречались самцы размером от 15 до 133 мм, при среднем  $46 \pm 0,4$  мм, доминирова-

ли особи размером 30–33 мм (20%). В зал. Корфа самцы были мельче, их средний размер –  $44 \pm 0,2$  мм (рис. 1, а). В 2001 г. в районе северо-восточнее о. Карагинского в уловах преобладали широкопалые крабы. Средний размер самцов составлял  $60 \pm 0,4$  мм. Мелкие особи размером до 30 мм в пробах практически не встречались. Основную долю в уловах составляли крабы размером 45–54 мм (36%) (рис. 1, б). В Олюторском заливе в 2001 г. в пробах доминировали самцы размером 27–30 мм (14 %) и 39–42 мм (10%). Средний размер самцов составлял  $47 \pm 0,4$  мм. В заливе Корфа преобладали особи размером 30–33 мм (17,5%) и 45–48 мм (12%). Средний размер краба –  $42 \pm 0,2$  мм (рис. 1, б).



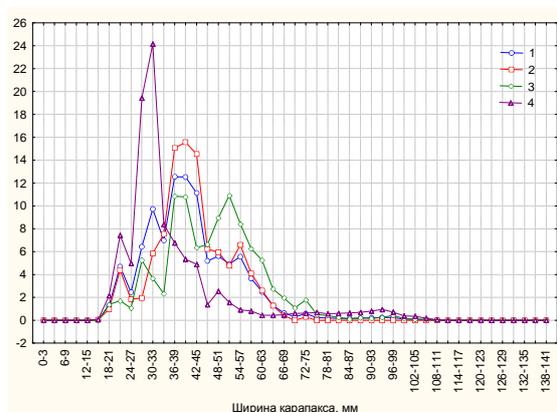
а



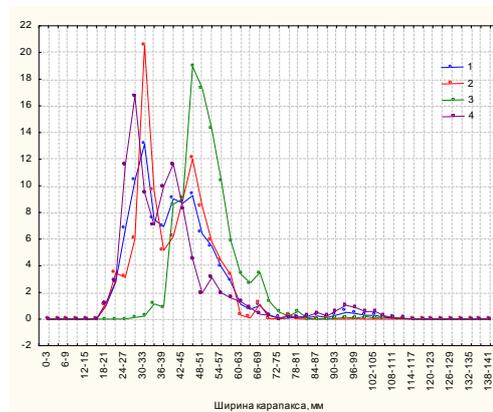
б

Рис. 1. Размерный состав самцов в 2000-2001 гг.: 1 – по всем районам; 2 – зал. Корфа; 3 – р-н северо-восточнее о. Карагинского; 4 – зал. Олюторский; а – 2000 г., б – 2001 г.

В районе северо-восточнее о. Карагинского в 2000 г. размеры узкопалых самцов не превышали 78 мм, средний размер самцов –  $47 \pm 0,3$  мм. В Олюторском заливе максимальный размер узкопалых самцов был наибольшим и достигал 108 мм, однако основную долю в уловах составляли крабы размером 30–33 мм (24%) (рис. 2, а). Средний размер крабов составлял  $37 \pm 0,3$  мм. В заливе Корфа преобладали самцы с ШК 36–42 мм (16%) (рис. 2, а). Средний размер неполовозрелых крабов составлял  $42 \pm 0,3$ . В 2001 г. в районе северо-восточнее о. Карагинского размеры узкопалых самцов изменялись в пределах от 26 до 115 мм, при среднем  $51 \pm 0,3$  мм. Крабы в основном были представлены особями с ШК 45–48 мм (19%) (рис. 2, б). В Олюторском заливе средний размер самцов в пробах –  $39 \pm 0,4$  мм, модальная группа состояла из самцов размером 27–30 мм (17%) (рис. 2, б). В заливе Корфа преобладали самцы размером 30–33 мм (21%) и 45–48 мм (12%), средний размер крабов –  $40 \pm 0,3$  мм.



а



б

Рис. 2. Размерный состав узкопалых самцов в 2000-2001 гг.: 1 – по всем районам; 2 – зал. Корфа; 3 – р-н северо-восточнее о. Карагинского; 4 – зал. Олюторский; а – 2000 г., б – 2001 г.

В 2000 г. в районе северо-восточнее о. Карагинского среди половозрелых крабов преобладали крупные особи промыслового размера (57%) (рис. 3а). Минимальный размер широкопалых крабов составлял 42 мм, максимальный 133 мм, средний –  $80 \pm 0,6$  мм, средний размер промысловых самцов –  $108 \pm 0,2$  мм. В Олюторском заливе широкопалые самцы были крупнее, чем в других районах, их средний размер около  $93 \pm 0,4$  мм, в пробах преобладали особи промысловых размеров (56%) со средним размером –  $110 \pm 0,2$  мм. В зал. Корфа размеры широкопалых самцов варьировали в пределах от 42 до 101 мм, при среднем  $55 \pm 0,5$  мм. Промысловые самцы в уловах встречались единично. Выявлено, что распределение широкопалых самцов по размерам в Олюторском заливе и Корфа образует унимодальные кривые (рис. 3, а). В зал. Корфа модальная группа состоит из самцов размером 51–57 мм, в Олюторском заливе размером 90–110 мм. Распределение «морфометрически» зрелых самцов по размерам в р-не северо-восточнее о. Карагинского характеризуется наличием двух максимумов численности. Первый пик совпадает с таковым в зал. Корфа, второй с модальной группой зал. Олюторского.

В 2001 г. в районе северо-восточнее о. Карагинского среди широкопалых крабов преобладали особи размером от 51 до 75 мм (60%) (рис. 3, б). Средний размер самцов  $73 \pm 0,5$  мм. Доля промысловых крабов в уловах составляла 55%, их средний размер  $109 \pm 0,9$  мм. В Олюторском заливе минимальная ШК широкопалых самцов – 43 мм, максимальная – 136 мм, средний размер  $85 \pm 0,6$  мм. На долю промысловых самцов приходилось 86%, их средний размер составлял  $111 \pm 0,2$  мм. На кривой размерного состава видны две моды. Первой моде соответствуют особи размером 51–54 мм (6%); второй – 111–114 мм (6%). В заливе Корфа средний размер широкопалых самцов –  $54 \pm 0,3$  мм. На гистограмме частоты распределения мод выделяются две модальные группы при ШК 48–51 мм (16%) и 54–57 мм (24%) (рис. 3, б).

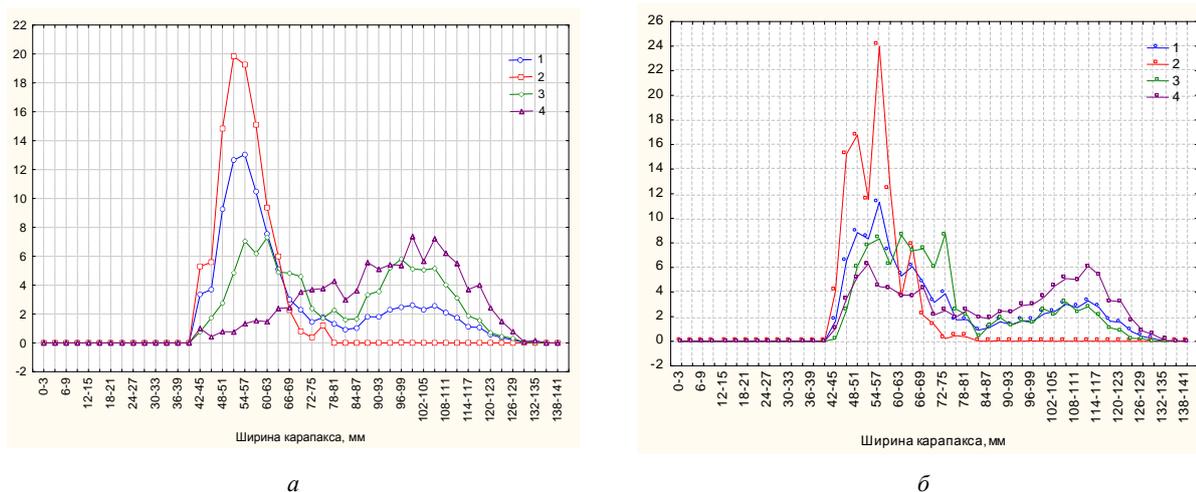


Рис. 3. Размерный состав широкопалых самцов в 2000-2001 гг.: 1 – по всем районам; 2 – зал. Корфа; 3 – р-н северо-восточнее о. Карагинского; 4 – зал. Олюторский; а – 2000 г., б – 2001 г.

Размеры самок в уловах на обследованной акватории в 2000 г. варьировали в пределах от 15 до 79 мм, при среднем  $39 \pm 0,1$  мм. Основную долю в уловах составляли неполовозрелые особи. В 2001 г. в пробах встречались самки размером от 10 до 78 мм, при среднем  $40 \pm 0,2$  мм. Анализируя данные по размерному составу самок, выявлено, что в районе северо-восточнее о. Карагинского в уловах преобладали половозрелые особи, тогда как в других исследуемых районах в основном встречались неполовозрелые. Средний размер самок в районе северо-восточнее о. Карагинского составлял в 2000 г. –  $45 \pm 0,2$  мм, преобладали самки размером 48–51 мм (20 %) (рис. 4, а). В Олюторском заливе средний размер самок составлял  $34 \pm 0,2$  мм, основную долю в уловах составляли самки размером 30–33 мм (30%). В заливе Корфа средний размер самок был –  $39 \pm 0,2$  мм, преобладали особи размером 39–42 мм (36%) (рис. 4, а).

В 2001 г. в районе северо-восточнее о-ва Карагинского минимальный размер самок – 23 мм, максимальный – 74 мм, средний размер –  $48 \pm 0,1$  мм. Модальная группа состоит из самок размером 45–48 мм (30%) (рис. 4, б). В Олюторском заливе размеры самок варьировали в пределах 10–78 мм. Средний размер самок составлял  $40 \pm 0,3$  мм. Основная доля самок в уловах приходи-

лась на особей размером 27–30 мм (18%). В заливе Корфа максимальный размер самок не превышал 60 мм, средний размер самок в пробах –  $34 \pm 0,2$  мм, преобладали особи размером 30–33 мм (17%) (рис. 4, б).

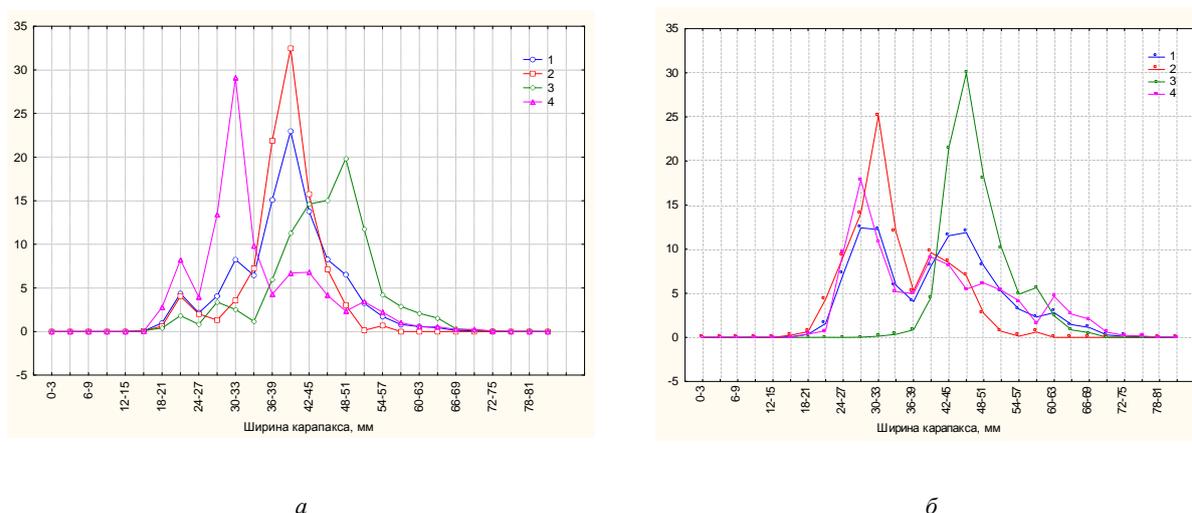


Рис. 4. Размерный состав самок в 2000-2001 гг.: 1 – по всем районам; 2 – зал. Корфа; 3 – р-н северо-восточнее о. Карагинского; 4 – зал. Олюторский; а – 2000 г., б – 2001 г.

Анализ карт пространственного распределения различных половозрастных групп показал, что скопления крабов в заливе Корфа в основном представлены узкопальными самцами и незрелыми самками. В Олюторском заливе основная масса неполовозрелых особей сконцентрирована на мелководье, тогда как половозрелые особи предпочитают большие глубины (рис. 5). В районе северо-восточнее о. Карагинского преобладают широкопальные самцы и зрелые самки, причем доля взрослых особей максимальна в южной части района, здесь же минимально количество молодых особей (рис. 5).

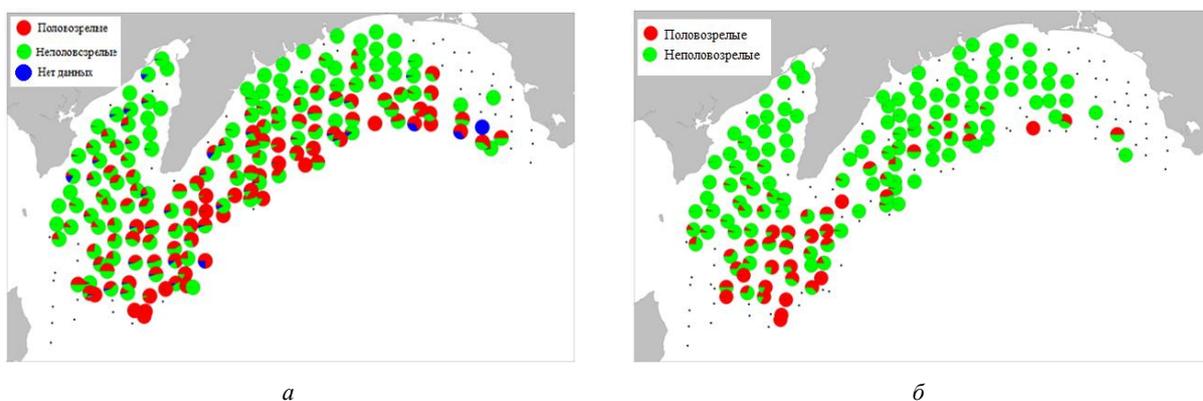


Рис. 6. Пространственное распределение краба стригуна опилю в 2000 г.: а – самцы; б – самки.

На основе полученных данных по пространственному распределению краба-стригуна опилю, можно предположить, что в Корфо-Карагинском районе и в Олюторском заливе скопления краба-стригуна опилю входят в единую популяцию. Вероятно, что в процессе развития крабы из залива Корфа и Олюторского залива мигрируют в сторону о. Карагинского, где происходят линька и спаривание, в этом районе условия обитания по температурному режиму и диапазону глубин для крупных крабов более благоприятны [6]. Однако наличие скоплений молоди в заливах Корфа и Олюторском не согласуется с известными схемами течений. Анализ карт динамической топографии, построенных в 2000 и 2001 гг. [7], показывает, что генеральный перенос вод в районе исследований, обусловленный правой периферией Камчатского течения, имел юго-западную направленность [7], то есть препятствовал переносу личинок краба из Карагинского залива в заливы Корфа и Олюторский. Не исключено, что наряду с генеральным Камчатским

течением имеется вдоль береговой противоток, способствующий распространению личинок краба – стригуна опилио в Олюторский залив и Корфа.

В период исследований в функциональной структуре краба-стригуна опилио значительных изменений не отмечено, однако соотношение в пробах широкопалых и узкопалых крабов в 2001 г. изменилось в сторону небольшого увеличения доли широкопалых.

### Литература

1. Иванов Б.Г., Соколов В.И. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* (Crustacea, Decapoda Brachyura Majidae) в Охотском и Беринговом морях. – 1997. – Т. 6 (3/4). – С. 63 – 86.
2. Исупов В.В. Краб-стригун опилио. О дифференциации группировок в северо-западной части Берингова моря // Рыбн. хозяйство. – 2003. – № 3. – С. 39–41.
3. Селин Н.И., Федотов П.А. Травматизм крабов-стригунов *Chionoecetes bairdi* и *Ch. Opilio* (DECAPODA, MAJIDAE) на шельфе восточной Камчатки // Изв. ТИНРО. – 2007. – Т. 147.
4. Федотов П.А. Состояние запасов и распределение шельфовых видов крабов в заливах Петроп.- Командорской и Карагинской подзон по результатам траловой съемки 2002 г. / В кн.: Тез. докл. V науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». – Петропавловск-Камчатский, 2004.
5. Первеева Е.Р. Размер половозрелости и терминальная линька у самок крабов-стригунов (BRACHYURA, MAJIDAE) Сахалина и северных Курильских островов / Труды СахНИРО. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2002. – Т. 4.– С. 202–211.
6. Лоция Берингова моря : ГУНО МО СССР. – 1981. – Ч. 1. – 492 с.
7. Золотов А.О., Дубинина А.Ю., Тепнин О.Б. Распределение и биологическое состояние сеголеток корфо-карагинской сельди в 2000 и 2002 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2004. – Вып. 7. – С. 196–202.

УДК 597.541(265.53)"2012.12"

## ИЗМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ СЕВЕРО-ОХОТОМОРСКОЙ ПОДЗОНЫ В ДЕКАБРЕ 2012 ГОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПИЩЕВОЙ АКТИВНОСТИ

*Ф.А. Бурлак, А.А. Смирнов*

*Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Магадан*

Показаны изменения биологических показателей сельди в зависимости от пищевой активности. Прекратившая питаться сельдь имела более высокий ГСИ и более зрелые гонады, большие показатели длины и массы тела в возрасте 6+ – 8+ лет. В питании преобладали копеподы.

Охотское стадо сельди, обитающее в северо-западной части Охотского моря, в настоящее время находится на первом месте по численности и биомассе среди сельдей Дальнего Востока, являясь важнейшим промысловым объектом [1]. Ее воспроизводство приурочено к широкому району нереста: от мыса Борисова на западе до Тауйской губы на севере [2, 3]. В период нагула она распределяется на акватории между о. Ионы, п. Охотск и полуостровом Кони [4].

В декабре 2012 г. первым автором настоящего сообщения в Северо-Охотоморской подзоне в районе восточнее банки Кашеварова (55°39' с.ш. 148°40' в.д.) на РТМС «Простор» были собраны данные о биологическом состоянии нагульной сельди. На полный биологический анализ взято 700 экз. сельди.

Как известно, в период нагула охотская сельдь в сентябре сосредотачивается севернее 58° с. ш., от района Охотска до полуострова Кони с наибольшей концентрацией в районе горла Тауйской

губы. Затем, в октябре, происходит сокращение площади локализации ее скоплений с центром южнее о-вов Завьялова и Спафарьева. В ноябре начинается смещение скоплений к югу, в сторону свала глубин, и в декабре образуются зимовальные скопления в районе со средними координатами 57°30' с. ш., 149°00' в. д. [2, 5].

Как известно, в период формирования зимовального скопления интенсивность питания сельди значительно снижается [6]. Следовательно, сельдь, образующая зимовальные скопления, должна накопить необходимое количество энергетических веществ для зимовки, прекратить или резко снизить потребление пищи и ее биологические показатели должны отличаться от тех особей, которые продолжают питаться.

Мы сравнили биологические показатели сельди, которая уже не питалась и тех особей, которые продолжали питаться. По нашим данным, длина тела (по АС) и масса тела у непитающейся сельди почти не отличались от таковых у сельди, которая питалась, но размах колебаний был значительно шире (табл. 1, 2).

Таблица 1

Соотношение питающихся и не питающихся рыб по длине (АС), %

Физиологическое состояние	Длина, см												М
	23,5	24,5	25,5	26,5	27,5	28,5	29,5	30,5	31,5	32,5	33,5		
питающиеся	–	–	–	–	3,8	30,8	23,1	23,1	15,4	3,8	–	–	29,32
не питающиеся	0,2	0,3	0,2	1,5	14,1	22,9	17,9	17,6	14,1	9,0	1,5	0,9	29,34

Таблица 2

Соотношение питающихся и не питающихся рыб по массе тела, %

Физиологическое состояние	Масса тела, г																	М
	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	
питающиеся	–	–	–	–	–	7,7	26,9	15,4	19,2	7,7	11,5	11,5	–	–	–	–	–	265,11
не питающиеся	0,2	0,3	0,2	0,5	4,1	14,7	17,1	13,4	13,1	11,8	9,3	8,2	5,2	1,4	0,3	0,2	0,2	265,13

В собранных нами материалах питающиеся особи имели возраст от 6+ до 10+ лет. Мы сравнили рыб этих возрастных групп по длине (по АС) и массе тела питающихся и не питающихся особей. У тех рыб, которые питались, в возрастных группах 6+ – 8+ и 10+ лет, вышеуказанные показатели были ниже, чем у сельди, которая не питалась (табл. 3). Исключением стали особи возрастом 9+ лет. Однако мы считаем, что данное исключение стало следствием малого количества особей этого возраста, взятых для анализа.

Таблица 3

Средние показатели длины (АС) и массы тела в соответствии с возрастом питающихся и не питающихся рыб

Физиологическое состояние	Показатель	Возраст, лет				
		6+	7+	8+	9+	10+
питающиеся	Длина АС, см	27,7	28,2	29,4	31,1	31,0
	Масса тела, г	231,4	245,0	270,4	315,0	327,5
не питающиеся	Длина АС, см	28,1	29,2	29,7	30,5	31,3
	Масса тела, г	233,8	258,3	271,6	293,6	340,0

По нашим данным, особи, переставшие питаться, имели более зрелые гонады (III–IV – 48,3%), тогда как питающиеся рыбы, с аналогичной стадией зрелости, встречались только в 26,9% (табл. 4).

Таблица 4

Распределение по III и III-IV стадиям зрелости гонад питающихся и не питающихся рыб, %

Физиологическое состояние	Стадии зрелости гонад, %	
	III	III–IV
питающиеся	73,1	26,9
не питающиеся	51,7	48,3

Масса гонад, не питавшихся особей, была равна в среднем 33,1 г, тогда как у особей, продолжавших питаться, средняя масса гонад была ниже и составляла 31,9 г. Гонадо-соматический индекс (ГСИ) у особей, прекративших питаться, был выше и составил 14,5%; ГСИ продолжавших питаться особей был на уровне 12,6%.

В рационе тех особей, которые продолжали питаться, в декабре 2012 г. преобладали копеподы (84–94%). Ведущая роль принадлежала трем видам: *Metridia okhotensis*, *Metridia pacifica* и *Calanus glacialis*. На втором месте по значимости в питании были гиперииды (1,3–6,8%). Среди них наиболее часто встречалась *Themisto japonica* (54%), особенно часто она отмечалась у особей сельди длиной 25–30 см, но в общем рационе сельди составляла не более 5%. Из других групп планктона встречались декаподы (личинки), сагитты, мизиды, а также полихеты, которые в общей сложности составляли 3,5% от веса пищи. Все эти организмы можно отнести к разряду случайной пищи сельди и существенной роли в питании они не имели.

При сравнении характера питания сельди в декабре 2012 г. и в аналогичный период 2002 г. [7], видно, что соотношение видов планктона в питании сельди несколько отличалось: в 2002 г. в питании преобладал один представитель копепод – *Metridia okhotensis*, его доля составляла 64,6%. В рационе сельди в декабре 2012 г. доля данного представителя составила 47,1%. Доля *Neocalanus plumchrus* в рационе сельди в декабре 2012 г. составила 3,6 %, тогда как в 2002 г. его доля была на уровне 20,2%. Доля *Neocalanus cristatus* в рационе сельди в декабре 2012 г. была 0,2% и 0,8% в 2002 г. Доля *Thysanoessa raschii* в рационе сельди 2012 г. составила 0,08%, а в 2002 г. – 9,0%.

Таким образом, в декабре 2012 г. в Северо-Охотморской подзоне в районе восточнее банки Кашеварова, сельдь, которая прекратила питаться, имела более высокие ГСИ и массу гонад, а также более зрелые гонады. Показатели длины и массы тела по возрастным группам 6+ – 8+ лет у не питавшихся особей были выше. У рыб, которые продолжали питаться, в рационе преобладали копеподы.

### Литература

1. Панфилов А.М. Динамика возрастного состава и формирование урожайных поколений охотской сельди // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана». – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Ч. I. – С. 84–86.
2. Тюрнин Б.В. Структура нерестовой популяции сельди северо-западной части Охотского моря, ее динамика и биологические основы прогнозирования улова: Дис... канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО-центр, 1975. – 221 с.
3. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. – 330 с.
4. Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 366 с.
5. Панфилов А.М. Возрастная структура нерестового и нагульного стад охотской сельди в 2003 г. в связи с формированием двух районов нагула // Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2004. – Вып. 2. – С. 165–172.
6. Харитонова О.А. Биологическая характеристика, особенности распределения и поведения охотской сельди (*Clupea harengus pallasii* С. V.) в период нагула: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. – Магадан, 1967. – 20 с.
7. Смирнов А.А. Гижигинско-камчатская сельдь. – Магадан: МагаданНИРО, 2009. – 149 с.

УДК 502.2:622.2(282.256.64)

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ КРУПНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АЛДАН (БАССЕЙН РЕКИ ЛЕНА)

**С.Ю. Венедиктов, Ф.М. Жирков, А.Ф. Кириллов, Л.В. Сивцева, Л.Н. Сивцева**

*Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства, Якутский филиал,  
Якутск*

Рассмотрено влияние горнодобывающей промышленности на экосистемы водных объектов района, подверженного высокой антропогенной нагрузке. Показана необходимость проведения импактного мониторинга.

Водоемы Якутии в последние годы стали испытывать избыточное антропогенное воздействие [1–6]. Трансформация экосистем в результате антропогенного влияния, и в частности, горнодобывающей промышленности нередко носит глобальный и, подчас, необратимый характер. При этом категория рыбохозяйственного значения водного объекта, присвоенная ему до вмешательства в его экосистему, остается неизменной. Также, часто бывает так, что данные о состоянии экосистемы водного объекта до антропогенного вмешательства отсутствуют. Это придает особую актуальность слежению за состоянием живых компонентов пресноводных экосистем, направлениями и темпами изменений их основных характеристик, определению допустимых уровней загрязнения, характера и величины ответных реакций.

Горнопромышленный комплекс загрязняет водоемы взвешенными веществами, минеральными солями, тяжелыми металлами, токсичными органическими веществами. Из широкого спектра токсикантов особую опасность для гидробионтов представляют тяжелые металлы, накопление которых ведет к биохимическим, физиологическим и морфологическим нарушениям в организме рыб [7, 8, 9].

В бассейнах рек в результате разработки месторождений и добычи золота происходит нарушение структуры и функционирования водных экосистем. Меняются физические и химические свойства воды; в биоценозах усиливаются сукцессионные процессы; появляется высокий процент рыб с патологией, происходит накопление тяжелых металлов в их органах и тканях; снижается биоразнообразие населяющих водоемы гидробионтов, их численность и биомасса. При разработке россыпных месторождений золота в водную среду попадают и погребенные в аллювиальных отложениях элементы, увеличивая в ней и, соответственно, в тканях рыб, концентрации металлов. В зонах повышенного содержания в воде взвешенных частиц снижается кормовая база, изменяется спектр питания и темп роста рыб. В результате отработки русловых россыпных месторождений золота дражным способом естественное русло уничтожается. Река после этого представляет собой чередующиеся друг за другом карьерные водоемы.

В Якутии интенсивно развивается золотодобывающая промышленность. В связи с этим, возникла необходимость оценки антропогенной нагрузки на водные экосистемы в зонах ее действия, что и определило цели и задачи исследования.

Промышленная разработка россыпных месторождений золота ведется на реках Большой Кураны, Селигдар и Якокит (Куранахское рудное поле), которые являются составляющей бассейна реки Алдан. Из 20 видов рыб, встречавшихся в бассейнах этих рек до начала золотодобывающих работ, в обследованных притоках установлено обитание 11 видов (табл. 1).

*Таблица 1*

**Видовой состав ихтиофауны и его частота встречаемости видов в водоемах бассейна реки Алдан**

Вид рыбы	Водоем		
	Якокит	Б. Куранах	Селигдар
Острорылый ленок ( <i>Brachymystax lenok</i> )	редкий	не отмечен	не отмечен
Валек ( <i>Prosopium cylindraceus</i> )	обычен	редкий	не отмечен
Сибирский хариус ( <i>Thymallus arcticus</i> )	обычен	редкий	не отмечен

Вид рыбы	Водоем		
	Якокит	Б. Куранах	Селигдар
Обыкновенная щука ( <i>Esox lucius</i> )	не отмечен	не отмечен	обычен
Сибирская плотва ( <i>Rutilus rutilus lacustris</i> )	не отмечен	не отмечен	редкий
Речной голянь ( <i>Phoxinus phoxinus</i> )	обычен	редкий	редкий
Сибирский усатый голец ( <i>Barbatula toni</i> )	обычен	редкий	не отмечен
Сибирская щиповка ( <i>Gobitis melanoleuka</i> )	не отмечен	не отмечен	редкий
Тонкохвостый налим ( <i>Lota lota leptura</i> )	обычен	редкий	редкий
Речной окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	не отмечен	не отмечен	обычен
Пестроногий бычок ( <i>Cottus poecilopus</i> )	обычен	обычен	редкий

Рыбы водотоков Куранахского рудного поля являются представителями трех эколого-географических фаунистических комплексов: арктического пресноводного (валек, налим); бореально-равнинного (щука, плотва, окунь); бореально-предгорного (ленок, хариус, голянь, сибирский голец, щиповка, пестроногий бычок). Представители всех фаунистических комплексов в той или иной мере находятся под негативным воздействием промышленных разработок.

Река Большой Куранах в настоящее время представляет собой систему дражных отвалов (разрезов) различной формы и величины. Сток вследствие этого осуществляется не сосредоточенным потоком, а по отдельным разветвленным руслам, канавам, дражным разрезам. Постоянного русла в долине нет. Основное питание река получает за счет снеготаяния и обильных дождей. Река Большой Куранах была выведена из рыбохозяйственного пользования более 40 лет тому назад дражными разработками ее русла, полностью нарушившими воспроизводство ценных видов рыб: тайменя и ленка. Вместе с тем, снижение уровня промышленных нагрузок обеспечило восстановление запасов валька, хариуса, речного голяня, гольца, налима и подкаменщика, что предполагает возможность в случае прекращения работ восстановление водоема.

Река Селигдар в прошлом имела большое значение для воспроизводства рыбных запасов реки Алдан и высшую рыбохозяйственную категорию, являлась местом нагула и нереста таких ценных видов рыб, как таймень, ленок и валец. В настоящее время в устьевой части реки отмечены щука, плотва, окунь, речной голянь, щиповка, налим, подкаменщик. Запасы рыб незначительны.

Река Якокит с прекращением дражных работ представляет собой восстанавливающуюся водную экосистему. В состав ихтиофауны входят и составляют основу биомассы валец, хариус, сибирский голец и пестроногий бычок. Редко и только в период половодья встречается ленок.

В реках, дренирующих площадь Куранахского рудного поля, промыслового лова рыбы нет. Любительский лов развит на Якоките и в устьевой части Селигдара, а также в котлованах дражных разработок Большого Куранаха. На Якоките любителями добывается по приблизительным оценкам 1,5–2 т рыбы. На Большом Куранахе – 1 тонна рыбы, на Селигдаре (устье) – 0,4–0,6 т рыбы.

Интенсивная хозяйственная деятельность человека существенно влияет на гидробионтов. Антропогенное воздействие в бассейне реки Алдан, которое будет, несомненно, усиливаться, может угрожать снижением биологического разнообразия ихтиофауны на экосистемном уровне [10]. Проблемы охраны рыб в бассейне Алдана определяются изменением видового состава водных сообществ, снижением устойчивости из-за нарушения их видовой структуры и деформации трофических связей; необратимостью антропогенных изменений водных экосистем.

Бассейны притоков являются важным звеном в сохранении биологического разнообразия рыб реки Алдан и заслуживают особого внимания как места нереста ценных видов рыб, численность которых под действием антропогенных факторов на речные экосистемы продолжает сокращаться.

Влияние золотодобывающей промышленности на гидробиоценоз бассейна реки Алдан определило направление антропогенной сукцессии, типичное для водотоков Республики Саха (Якутия), подверженных подобным промышленным нагрузкам [11]. Оно выражается в замене длинноциклового вида рыб бореально-предгорного фаунистического комплекса рыбами с коротким жизненным циклом бореально-равнинного комплекса, исчезновении видов чувствительных к загрязнению, сокращении численности промысловых рыб и, в первую очередь, ценных видов – тайменя, ленка, хариуса.

Результаты исследования гидробионтов свидетельствуют о негативном характере изменения среды обитания и необходимости импактного мониторинга, имеющего перед собой цель – определение современного состояния экосистемы водных объектов и присвоение им соответствующей категории рыбохозяйственного значения.

### Литература

1. Саввинова П.П. Оценка загрязненности водных объектов г. Якутска (озер Теплое, Сайсары, Атласовское) / Материалы международной конференции «Озера холодных регионов». Ч. 3. Гидрогеохимические вопросы. Якутск: Изд-во Якутского госун-та, 2000. – С. 152–159.
2. Кириллов А.Ф., Мамилов Н.Ш., Ходулов В.В. и др. Воздействие г. Якутска на ихтиофауну реки Лены // Фауна Казахстана и сопредельных стран на рубеже веков: морфология, систематика, экология. Материалы междунар. научн. конф. – Алматы. – 2004. – С. 142–143.
3. Кириллов А.Ф., Саввинов А.И., Ходулов В.В., Попов П.А. Содержание металлов в рыбах среднего течения реки Лены / Докл. 111 междунар. науч.-практич. конф. «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы биофили в окружающей среде» Семипалатинск. 7–9 окт. 2004 г. – Семипалатинск. – 2004. – С. 277–231.
4. Кириллов А.Ф., Ходулов В.В. Оценка воздействия горнодобывающей промышленности на фауну рыб внутренних водоемов / Вестник КБГУ. Серия «Биологические науки». – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2006. – Вып. 8. – С. 69–72.
5. Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Собакина И.Г. и др. Биология реки Анабар. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2007. – 224 с.
6. Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжнин И.Б. и др. Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. – 176 с.
7. Перевозников М.А., Богданова Е.А. Тяжелые металлы в пресноводных экосистемах. – СПб., 1999. – 228 с.
8. Рубан Г.И. Сибирский осетр *Acipenser baerii Brandt* (структура вида и экология). – М.: ГЕОС, 1999. – 236 с.
9. Даувальтер В.А., Кацулини Н.А., Моисеенко Т.И. Тяжелые металлы в донных отложениях и сигах (*Coregonus lavaretus*), как показатель загрязнения водных объектов // Международная конференция и выездная сессия Отделения общей биологии Российской академии наук «Проблемы сохранения биоразнообразия в наземных и морских экосистемах Севера». – Апатиты: КНЦРАН, 2001. – С. 123.
10. Черешнев И.А., Шестаков А.В., Скопец М.Б. и др. Пресноводные рыбы Анадырского бассейна. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 336 с.
11. Венедиктов С.Ю., Соломонов Н.М. Трансформация ихтиофауны под воздействием горнодобывающей промышленности на примере р. Ирелях / Материалы Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов с международным участием, посвященной 90-летию со дня постройки первого научно-исследовательского судна ПИНРО «Персей». – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2012. – С. 52–56.

УДК 502.51(285)

## ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛИМНИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

А.Е. Голованева

Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский

В работе рассматривается воздействие урбанизированной Петропавловском-Камчатским территории на лимнические водоемы. Воздействию подвержены озера Култучное, находящееся в центре города и Халактырское, расположенное на окраине города. Водоемы, расположенные на урбанизированной территории, испытывают на себе сильнейшее антропогенное воздействие, которое приводит их к деградации.

К сожалению, эта проблема набирает обороты, а процесс восстановления требует значительных вложений, изменения государственной политики и сознания граждан города.

Озера – это аккумулирующие природные системы с замедленным водообменом, что отличает их от рек и других водотоков. Замедленностью водообмена и структурой водного баланса обусловлена роль озер как природных регуляторов стока речных систем.

Ход естественной эволюции лимносистем резко нарушается при направленном воздействии человека. Невиданные ранее темпы интенсификации сельского хозяйства, роста транспортных средств, процесс урбанизации, скопление промышленных и энергетических объектов не могли не оказать влияния на естественные компоненты природы, в том числе на озера.

Развитие городов, промышленности, сельского хозяйства во много раз увеличивает нагрузку на озера. Создается реальная опасность спонтанного повышения их биологической продуктивности, вызванной избыточным поступлением биогенных веществ (фосфора, азота), что вызывает появление гипертрофных черт в процессе антропогенного (принудительного) эвтрофирования [1].

В неудовлетворительном санитарном состоянии находятся водоемы на территории г. Петропавловска-Камчатского, в том числе лимнические: озера Култучное и Халактырское.

Эти водоемы находятся на урбанизированных территориях и используются в рекреационных, Халактырское также в технологических целях. Особенностью влияния урбанизированной среды на них является расположение в черте города Петропавловска-Камчатского.

Култучное озеро расположено в центре г. Петропавловск-Камчатский. Современные его параметры имеют следующие характеристики: длина – 815 м, ширина – 283 м, глубина – около 6–7 м, толща ила – 3 м. С Авачинской губой оно сообщается протокой протяженностью 120 м [2].

В первые десятилетия XX века Петропавловск располагался между Култучным озером и песчаной косой, где сегодня находится Морвокзал, а в 30-х стал расширяться. Именно в это время окрестности Култучного озера начали застраивать. Вода в озере долгое время оставалась почти прозрачной, обилие обуславливало его рыбохозяйственное значение, а берега были излюбленным местом отдыха горожан.

В него заходили на нерест кижуч, голец и корюшка. Постепенно озеро утрачивало свое первоначальное значение. Его экологическое состояние изменилось в связи с интенсивным загрязнением сточными водами различного происхождения.

Пик разговоров о защите водоема пришелся на 80–е годы. Однако в 90-х на старые проекты практически не обращали внимания – их воплощение требовало немало финансовых вложений. Береговую территорию, некогда освобожденную от городских бань, вновь застроили: выросли автостоянка, АЗС, кафетерии [3].

Площадь озера в связи с расширением города сокращалась во второй половине XX века на 70 % (засыпано привозным грунтом) [4].

Постоянное и многолетнее воздействие в разных проявлениях на экосистему озера способствовало постепенному ухудшению гидрологического режима и изменению трофического статуса водоема. Озерные воды подвергаются загрязнению стоками с дорог и прилегающих территорий, в том числе через 10 выпусков ливневой канализации, а также загрязнение бытовыми отходами. Загрязнения разного уровня приводят к прогрессирующей эвтрофикации гидросистемы, накоплению химических токсикантов в разных средах, снижению биопродуктивности. Местами наблюдается полная или частичная деградация озерной экосистемы. По состоянию зообентосных сообществ экологическая обстановка (качество воды) на большей акватории озера соответствует «грязному» и «очень грязному». Это касается не только глубоководных, но и мелководных биотопов. По величине сапробности озеро является полисапробным, лишь некоторые участки, расположенные в западном районе озера (их два – юго-западный и протока) являются более чистыми [5].

Исследования по содержанию биогенных, органических веществ и определению роли микроорганизмов в процессах окисления органических соединений, проведенные в 2007 г. и 2009 г. показали, что в воде идет интенсивное разложение азотсодержащих органических веществ аммонифицирующими и нитрифицирующими бактериями. Повышенное содержание нитритного азота в водах западного района является показателем происходящих процессов окисления ам-

миака до нитритов с участием нитрифицирующих бактерий. Наибольшее содержание нитратного азота в воде наименее загрязненного участка озера (юго-западный район) свидетельствует об интенсивных процессах минерализации [5].

При продолжении антропогенной нагрузки на данную территорию могут произойти необратимые процессы в озере Култучное, которое прекратит выполнять функции водного объекта, положительно влияющего на здоровье горожан, являющегося центром проведения досуга населения и эстетического воспитания подрастающего поколения.

Халактырское озеро расположено в восточной окраине г. Петропавловска-Камчатского, в долине реки Кирпичной-Халактырки, впадающих в Авачинский залив Тихого океана несколько севернее Авачинской бухты. Площадь озера – около 220 га, средняя глубина – 4,12, максимальная – 12 м [6].

Оно расположено в древней морской лагуне, ранее являющейся дельтой р. Авачи.

В прежние времена на озере велся промысел лососей, на базе которого существовал поселок Халактырка. Основным промысловым видом здесь был кижуч. Со временем стадо сильно сократилось и промысел пришлось прекратить. Причина сокращения стада – перелов, так как водоем невелик по акватории, а промысел велся интенсивно [7].

Озеро Халактырское является местом нереста и нагула нерки, кеты, горбуши, кижуча, гольцов.

В начале 1990-х гг. на оз. Халактырском были акклиматизированы теплолюбивые рыбы-фитофаги – амурский сазан и серебряный карась. Там обитает редкая жилая форма кижуча (молокан). Приведенные данные свидетельствуют о высокой потенциальной рыбохозяйственной продуктивности озера. Данные о современных заходах и уловах лососей и других видов рыб в озеро отсутствуют. В настоящее время ведется только незаконный браконьерский лов рыбы.

За последние 30–40 лет под влиянием антропогенных факторов (нарушение путей миграции, гидрологического режима и водосборной территории, загрязнение поверхностных и грунтовых вод хозяйственно-бытовыми и производственными сточными водами) нерестово-нагульный потенциал озера существенно снизился, нерест лососевых рыб во многих частях бассейна прекратился, в большинстве ручьев и притоков лосося исчезли. Но нерестово-вырастной потенциал по-прежнему остается на высоком уровне, и, в случае очистки и рекультивации оз. Халактырского, а также реализации мер по восстановлению путей миграции и зарыблению, может стать основой восстановления популяций до наблюдавшейся исторической промысловой величины.

Близость г. Петропавловска-Камчатского определяет большое количество органических взвесей в воде, а зимой – резкий дефицит кислорода в нижних слоях озера. В акваторию поступают загрязненные воды с окружающих территорий, застроенных городскими постройками. Значительное количество загрязнителей в озеро вносятся вместе со стоком р. Кирпичная – Халактырка: в верхнем течении через русло реки в 2009 г. построена и до сих пор некультивирована трасса межпоселкового газопровода от АГРС-2 до ТЭЦ-2; ниже по течению загрязнители вносятся с городских территорий (со строительных площадок новых жилых микрорайонов до водовыпусков канализационных коллекторов и перекачивающих станций хозяйственно-бытовых сточных вод) [4].

В марте 2012 года РОО «Экологическая безопасность Камчатки» было установлено, что на берег озера стекают канализационные отходы жизнедеятельности проживающих в поселке Халактырка жителей, а также отходы в виде сточных вод с сильным запахом фекалий в районе нахождения в/ч № 2439.

В Халактырском озере ежегодно наблюдаются нарушения кислородного режима, высокое содержание свободной углекислоты, легкоокисляемых и органических веществ, соединений азота, фосфора, фенолов, железа (2008 г.) [8].

Озеро также подвергается тепловому загрязнению сбросами циркуляционной воды с ТЭЦ-2 (в южной части озера функционирует водосбор и сбросной канал с несколькими водовыпусками). Экологическое состояние (качество воды) по оценке зообентосного сообщества в литоральной зоне соответствует «слабо загрязненному», а в профундали «очень грязному» [4].

Изменение Култучного озера под воздействием антропогенного фактора происходило в течение длительного времени и успело утратить свое рыбохозяйственное значение, Халактырское озеро перетерпело изменения менее значительно, но необходимо предпринять меры по его восстановлению и сокращению загрязнения, оказывающему отрицательное воздействие на водную среду.

Восстановление Култучного озера до его первоначального состояния невозможно, так как изменен водный баланс, утрачены родники, которые играли основную роль в обеспечении озера

чистой водой. В то же время улучшение экологического состояния водоема вполне возможно и зависит от полного прекращения поступления в озеро загрязненных вод [9].

Для решения проблемы изменения озер Култучного и Халактырского необходимо решить проблему усовершенствования очистных сооружений канализационных стоков и очистки ливневых стоков, а также проведение работ по охране, экологическому контролю и мониторингу в районах развития промышленных производств, оказывающих наибольшее воздействие на водные экосистемы вблизи урбанизированных территорий. Необходимо проведение работ по воспитанию экологического сознания населения и введение существенных штрафов, связанных с загрязнением водоемов.

### Литература

1. Дракцова В.Г., Прыткова М.Я. Восстановление экосистем малых озер. – СПб.: Наука, 1994. – 144 с.
2. Введенская Т.Л., Бонк Т.В., Макаренченко Е.А. Предварительные сведения о составе донных организмов в озере Култучном (Петропавловск-Камчатский) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XI межд. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения выдающихся российских ихтиологов А.П. Андрияшева и А.Я. Таранца. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2010. – С. 183–185.
3. Сидорова О. Жемчужина Петропавловска или уже болото? // Рыбак Камчатки. – 2008 – № 12. – С. 8.
4. Улатов А.В., Введенская Т.Л. Антропогенное влияние на некоторые лососевые реки Камчатского края // Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО» (Петропавловск-Камчатский, 26–27 сентября 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. – 622 с.
5. Введенская Т.Л., Уколова Т.К. Результаты гидрохимических исследований в озере Култучном (Петропавловск-Камчатский) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Тезисы докладов XII межд. науч. конф., посвящ. 300-летию со дня рождения С.П. Крашенинникова. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. – С. 145–147.
6. Улатов А.В., Леман В.Н. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Оценка эффективности рыбозащитных устройств береговой насосной станции-2 филиала Камчатские ТЭЦ». – Петропавловск-Камчатский, 2008. – 47 с.
7. Толстяк Т.И., Вронский Б.Б. Отчет по теме «Состояние запасов, регулирование промысла и воспроизводство тихоокеанских лососей». Ихтиофауна Халактырского озера. – Петропавловск-Камчатский: Издательство КамчатНИРО, 1974. – 32 с.
8. <http://www.jur-portal.ru/work>
9. Введенская Т. Кто спасет озеро Култучное? // Камчатское время. – 2012. – № 1. – С. 32.

УДК 502.175

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ К РАЗЛИЧНОМУ ТЕХНОГЕННОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

*Е.А. Горбачева*

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии им. Н.М. Книповича, Мурманск*

Исследована токсичность морской среды с использованием в качестве тест-объектов золотистой водоросли *Phaeodactylumtricornutum* и личинок жаброногого рачка *Artemiasalina*. Показана избирательная чувствительность биотестов к различному техногенному загрязнению.

В настоящее время при проведении экологического мониторинга, зачастую, ограничиваются определением уровня содержания загрязняющих веществ в компонентах водных экосистем.

Вместе с тем не вызывает сомнения необходимость дополнения химико-аналитических исследований водных экосистем биологическими показателями. Невозможно с помощью методов химического анализа определить все загрязняющие вещества, поступающие в водоем и оценить их биологическую доступность. С экологической точки зрения сами по себе результаты определения концентраций вредных веществ имеют относительную ценность. В конечном счете важно знать не уровни загрязнения, а вызванные ими биологические эффекты, однако даже самый точный и совершенный химический анализ не может дать информации об этих эффектах [1].

Одним из подходов к изучению биологических эффектов загрязнения морской среды является исследование ее токсичности методом биотестирования. Биотестирование характеризует качество среды по интегральному показателю «токсичность» на основе унифицированной экспериментальной оценки реакции водных организмов (тест-объектов) на токсическое воздействие [2].

В качестве объектов для биотестирования используются разнообразные гидробионты: бактерии, водоросли, высшие растения, пиявки, ракообразные, моллюски, рыбы. Каждый из этих тест-объектов заслуживает внимания и имеет специфические преимущества. Однако ни один из организмов не является универсальным, самым чувствительным ко всем веществам в равной степени [3].

В наших исследованиях сравнивалась чувствительность к различному техногенному загрязнению двух тест-объектов – морской золотистой водоросли *Phaeodactylum tricornerutum* и личинок солонатоводного жаброногого рачка *Artemiasalina*. Биотестированию подвергались вода и донные отложения, отобранные на участках размещения хозяйств марикультуры, портов, свалок старых судов, и донные отложения районов, удаленных от источников загрязнения. Исследования проводились в прибрежье и открытых районах Баренцева и прибрежье Белого морей в 2001–2012 гг.

О токсичности донных отложений судили на основании биотестирования их водных вытяжек. При получении вытяжек каждую пробу донных отложений смешивали с водой из условно чистого района моря в объемном соотношении 1: 4 и встряхивали в течение 2 ч. После смешивания суспензии давали отстояться 1 ч. Полученную надосадочную жидкость сливали и центрифугировали в течение 10 мин при скорости 4000 об/мин.

Водоросль *Ph. tricornerutum* культивировали на среде Гольдберга в модификации Кабановой, при освещенности 4000 лк и температуре 20–22 °С. При постановке экспериментов использовали общепринятую методику [4]. В качестве регистрируемого показателя выбрали изменение численности водоросли.

Изучение воздействия проб воды и вытяжек донных отложений на *A. salina* осуществляли по выживаемости личинок. В соответствии с методикой [4] в чашки Петри, содержащие 40 мл чистой морской воды или исследуемого раствора, помещали по 20 личинок в возрасте до 1 сут. Подсчет количества выживших рачков проводили через каждые 24 ч. Продолжительность экспериментов 96 ч.

Токсичность среды определяется целым комплексом поллютантов (металлы, нефтепродукты, пестициды, фенолы и т. д.), которые могут как усиливать, так и ослаблять токсическое действие друг друга (явления аддитивности, синергизма или антагонизма) [2]. Очевидно, что набор загрязняющих веществ, поступающих в морскую среду в районе загрязнения, как и преобладание в стоках какого-либо поллютанта, зависит от источника техногенного воздействия.

В районах размещения хозяйств марикультуры наблюдается накопление органических веществ в прибрежных водах, и изменяется качественный состав биоотложений под рыбоводными установками. Причем в водных массах, прилежащих к форелевым хозяйствам, обычно возрастает содержание азота. Фосфор преимущественно накапливается в донных отложениях [5]. В морскую среду попадают также различные химические вещества, применяемые для увеличения продуктивности выращиваемых видов и борьбы с различными болезнями [6].

Исследования, проведенные в районе размещения хозяйства марикультуры в губе Палкина Кандалакшского залива Белого моря, показали, что наименее токсикорезистентна к загрязнению отходами форелевой фермы водных масс оказалась водоросль *Ph. tricornerutum*. Пробы воды, отобранные рядом с садками летом (в период интенсивного кормления рыбы), обладали выраженным альгицидным действием. Численность водоросли в них снижалась до 7–11% от контроля. Повышенной гибели личинок *A. salina* в этих пробах воды, как правило, не наблюдали. Более высокую чувствительность к загрязнению отходами аквафермы, накапливающимся в донных отложениях, проявили личинки *A. salina*. В вытяжках донных отложений, отобранных под сад-

ками, смертность рачков достигала 25–93%. Негативное воздействие воды на водоросль и вытяжек на выживаемость личинок прослеживалось на расстоянии 20 и 100 м от садков. Снижение численности водоросли *Ph. tricornutum* в вытяжках не зависело от места отбора проб и, вероятно, не было связано с функционированием марихозейства на акватории губы.

В воде и донных отложениях из районов Мурманского торгового и Мурманского рыбного портов, РТП «Атомфлот» и ПО «Судоверфь» (объекты расположены в Кольском заливе Баренцева моря) в значительных количествах присутствуют нефтяные углеводороды, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), тяжелые металлы, полихлорбифенилы (ПХБ) и хлорорганические пестициды. К загрязнению среды в данных районах наиболее чувствительной оказалась культура *Ph. tricornutum*. В вытяжках донных отложений клетки водоросли или полностью погибали, или их численность снижалась до 24–33% по сравнению с контролем. Подавление роста *Ph. tricornutum* отмечали и в отдельных пробах воды поверхностного слоя. На личинок *A. salina* вода и вытяжки донных отложений этих районов токсическое действие не оказывали.

На участках размещения свалок старых судов в Кольском заливе загрязнение морской среды нефтяными углеводородами, ПАУ, тяжелыми металлами, ПХБ и хлорорганическими пестицидами близко к уровню, зарегистрированному в районе портов. Вытяжки донных отложений, отобранные на участках свалок старых судов, характеризовались альгицидным действием. Так, в вытяжке донных отложений из района свалки судов у мыса Мишуков численность водоросли *Ph. tricornutum* снижалась до 39, Зеленого мыса – 39–76, в губе Тюва – 7–75% по сравнению с контролем. Снижение численности водоросли *Ph. tricornutum* до 49 % по сравнению с контролем зафиксировали в воде из поверхностного слоя губы Тюва. Повышенной гибели личинок *A. salina* в воде и вытяжках донных отложений из районов свалок старых судов не регистрировали.

В открытые районы Баренцева моря поллютанты поступают с водами Северо-Атлантического течения, несущего загрязняющие вещества от побережья северной Европы, в результате атмосферного переноса и работы рыбопромысловых и транспортных судов. Содержание в донных отложениях нефтяных углеводородов, ПАУ, тяжелых металлов, ПХБ и хлорорганических пестицидов здесь на 1–2 порядка ниже, чем в Кольском заливе, и соответствует фоновым уровням. К загрязнению донных отложений открытых районов Баренцева моря наиболее чувствительны личинки *A. salina*. Из 89 исследованных проб донных отложений токсичными для рачков являлись 13 (15%). Отобраны они были как на незначительном удалении от берега, так и на расстоянии нескольких сотен километров от материка. Для водоросли *Ph. tricornutum* из 56 изученных образцов донных отложений токсичными оказались только 2 (4%).

Токсичные для обоих тест-объектов пробы воды или донных отложений регистрировались крайне редко и в непосредственной близости от источников антропогенного воздействия. Так, например, в вытяжке донных отложений Кольского залива, отобранных вблизи пос. Белокаменка, все личинки *A. salina* погибли в течение 96 ч. Численность водоросли *Ph. tricornutum* в конце эксперимента составляла здесь лишь 12% по сравнению с контролем. Повышенную смертность личинок (до 48%) и снижение численности водоросли (до 61% по сравнению с контролем) отмечали в вытяжках донных отложений бухты Озерко (Мотовский залив Баренцева моря), на расстоянии 700 м от расположенной на берегу буровой установки. Анализ содержания загрязняющих веществ в донных отложениях, отобранных в бухте Озерко и в районе пос. Белокаменка не проводился.

Несмотря на то, что «токсичность» является интегрированным показателем и ее уровень определяется всем комплексом поллютантов, присутствующих в водоеме, при проведении исследований, как правило, пытаются выявить загрязняющие вещества, оказавшие наибольшее отрицательное воздействие на жизнедеятельность тест-объектов. На основании таких данных можно принять меры для сокращения сбросов загрязнителей, ставших причиной токсичности, и с наименьшими затратами улучшить качество среды в районе, подверженном воздействию. Высокая чувствительность биотеста к присутствию в среде какой-либо группы поллютантов может быть использована при определении границы зоны устойчивого загрязнения водного объекта этими веществами.

Сопоставление результатов биотестирования и химико-аналитических исследований показало, что токсичные для водоросли *Ph. tricornutum* донные отложения в районах портов, РТП «Атомфлот», ПО «Судоверфь» и свалок старых судов в Кольском заливе характеризовались

высоким содержанием меди, цинка и свинца до 156, 656 и 156 мкг/г сухой массы соответственно. Установлены статистически достоверные значения коэффициента корреляции между уровнем токсичности донных отложений Кольского залива для водоросли и содержанием в донных отложениях меди ( $r = 0,52^*$ ; \* – достоверно при  $P < 0,05$ ), цинка ( $r = 0,49^*$ ) и свинца ( $r = 0,51^*$ ). Повышенный уровень накопления меди и цинка в донных отложениях указанных районов может быть связан с использованием красок, содержащих эти металлы, при техническом обслуживании судов [7]. Медь является высокотоксичным металлом для фитопланктона. Ингибирующее действие на различные виды одноклеточных водорослей оказывали концентрации меди 10–50 мкг/л. Полагают, что медь затрудняет перенос электронов в фотосинтезирующей системе водорослей [8]. Негативное действие цинка на *Ph. tricorutum* регистрировали при концентрации 50 мкг/л [1]. При совместном действии меди и цинка характерен синергизм. Неорганический свинец менее токсичен для водорослей. Острое и хроническое его воздействие проявлялось при концентрациях 100–500 мкг/л [8].

Токсичность для личинок *A. salina* донных отложений, отобранных в районах размещения форелевой фермы, может быть обусловлена повышенным содержанием в них фосфатов. В период исследований содержание общего фосфора (минерального и органического) в донных отложениях под садками достигало 0,246% масс. Установлено, что до 51–59 % фосфора, поступающего в морскую среду вместе с отходами садковых хозяйств, накапливается в донных отложениях, а в водной толще остается лишь 16–26% [5]. Результаты наших экспериментов и литературные данные [9] указывают на способность фосфатов легко переходить из донных отложений в их водные вытяжки. Известно, что высокие концентрации фосфатов могут вызывать гибель ракообразных [10]. В экспериментах на микрокосмах показано, что внесение в течение 8 сут минерального фосфора в концентрациях 0,05–1,60 мгР/л оказывало в последующие после прекращения внесения 37 сут угнетающее действие на численность *Diaphanosomabrachiurum*, *D. dubia* и *Daphnia longispina*. Так, у *D. longispina* ингибирующий эффект проявлялся сразу после внесения фосфора в воду. Доза 0,70–0,82 мгР/л затормозила рост численности опытной популяции, что привело к сдвигу максимума численности на 2 недели и его уменьшению на 25% относительно контроля. В тоже время увеличение вносимой дозы всего в 2 раза привело к необратимому снижению численности вплоть до конца эксперимента [11].

Не всегда удается выявить зависимость между токсичностью и содержанием одного или нескольких загрязняющих веществ в воде или донных отложениях. Не прослеживается связь между уровнем накопления нефтяных углеводородов, ПАУ, тяжелых металлов, ПХБ и хлорорганических пестицидов в донных отложениях открытых районов Баренцева моря и повышенной гибелью личинок *A. salina* или подавлением роста водоросли *Ph. tricorutum* в полученных из них вытяжках. Не выявлена зависимость между ингибированием роста водорослей в воде, отобранной на акватории форелевой фермы, и концентрациями в ней металлов, нитритов и нефтяных углеводородов. Возможно, в морской среде присутствовали загрязняющие вещества, которые не были определены в результате проведенных исследований. Химико-аналитическому определению, из-за отсутствия технических возможностей и высокой стоимости анализов, обычно подвергается далеко не весь спектр токсикантов, поступающих в водоем. Так, например, в экосистеме Баренцева моря обнаружены полихлорированные нафталины, перфлуороктан сульфат и полибромированные дифениловые эфиры, которые характеризуются достаточно высокой токсичностью [12], но содержание их в донных отложениях в наших исследованиях не изучалось. Вместе с тем суммарное действие всего комплекса загрязняющих веществ на тест-объекты могло оказаться выше, чем токсичность каждого отдельного поллютанта или даже их арифметической суммы за счет синергического эффекта.

При проведении исследований зафиксировали незначительное количество проб токсичных для обоих тест-объектов. Это также связано с существенными отличиями в чувствительности биотестов к отдельным загрязняющим веществам. Кроме того, мы изучали преимущественно донные отложения, и биотестированию подвергались их водные вытяжки. Известно, что многие токсиканты плохо переходят из донных отложений в водные вытяжки [13]. В результате высокие концентрации поллютантов, способные оказывать токсическое действие как водоросль *Ph. tricorutum*, так и личинок *A. salina*, создаются в вытяжках достаточно редко даже в случаях значительного загрязнения донных отложений.

Полученные данные о чувствительности водоросли *Ph. tricorutum* и личинок *A. salina* к различному техногенному загрязнению среды расширяют наши знания об этих тест-объектах и

могут быть использованы при проведении биологического мониторинга. При организации такого мониторинга важным является вопрос о выборе тест-объектов для биотестирования. Для адекватной оценки токсичности морской среды необходимо учитывать токсикорезистентность биотестов к загрязняющим веществам, поступающим водоем, и включать в набор тест-объектов для проведения исследований наиболее чувствительные к этим поллютантам организмы.

Таким образом, изученные биотесты существенно отличались по уровню токсикорезистентности к различному техногенному загрязнению морской среды. К загрязнению воды и донных отложений в районах портов, свалок старых судов и водных масс на участках размещения марикультуры наиболее чувствительной оказалась водоросль *Ph. tricornutum*, донных отложений открытых районов Баренцева моря и на участках размещения марикультуры – личинки *A. salina*. Результаты исследований могут быть использованы при выборе тест-объектов для проведения токсикологического мониторинга морской среды.

### Литература

1. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. М.: Пищевая промышленность, 1979. – 301 с.
2. Соколова С.А., Старцева А. И. Экотоксикологические исследования в Двинском заливе Белого моря // Комплексные исследования экосистемы Белого моря: сб. научн. трудов / ВНИРО. – М.: ВНИРО, 1994. – С. 94–104.
3. Филенко О.Ф. Биотестирование: возможности и перспективы использования в контроле поверхностных вод // Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – С.185–193.
4. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. М.: РЭФИА, НИА – Природа, 2002. 118 с.
5. Clark J. Coastal zone management handbook. Boca Raton, New-York, London, Tokyo: Lewis Publishers, 1996. – 694 pp.
6. Аквакультура: Марикультура: ИП/ВНИЭРХ. 1997. – Вып.1. – 21 с.
7. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 265 с.
8. Мур Д., Раммамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния: пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
9. Особенности обменных процессов между донными отложениями и водой при перемешивании / Терешин А.Б., Коростылева А.Б., Иванов О.В., Авинская Е.В. // Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах: тез. докл. IV Всес. симп. (Петрозаводск, 3–5 октября) / Карельский филиал АН СССР. Отдел водных проблем. – Петрозаводск, 1983. – С. 97–99.
10. Метелев В.В., Канаев Н.Г., Дзасохова Н.Г. Водная токсикология. – М.: Изд-во «Колос», 1971. – 245 с.
11. Вербицкий В. Б. Понятие экологического оптимума и его определение у пресноводных пойкилотермных животных // Журн. общ. биологии. – 2008. – Т. 69. – № 1. – С. 44–53.
12. Щербань Э.П., Арсан О.М., Шаповал Т.Н. Методика получения водных вытяжек из донных отложений для их биотестирования // Гидробиол. журн. – 1994. – Т. 30. – № 4. – С. 100–111.
13. Sakshaug E, Johnsen G., Kovacs K. Ecosystem Barents Sea. Trondheim: Tapir Academic Press, 2009. – 587 pp.

УДК 592(265.546)

## НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О МАКРОЗООБЕНТОСЕ СУБЛИТОРАЛИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА

*А.А. Дуленин, П.А. Дуленина*

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, Хабаровский филиал, Хабаровск*

*Е.А. Рижийс*

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева  
Дальневосточного отделения РАН, Владивосток*

Водолажными съемками ХфТИНРО 2010–2012 гг. охвачены прибрежные акватории западной части Татарского пролива. В сборах отмечено 198 видов макрозообентоса. Прослежен характер распределения животных, он определяется прежде всего типами грунтов.

Западное побережье Татарского пролива (Японское море) в пределах Хабаровского края характеризуется значительной протяженностью с юга на север (около 600 км) [1]. Прибрежная зона отличается существенными градиентами абиотических факторов [2, 3]. Наличие открытых побережий, бухт и заливов в пределах района создает разнообразие топоческих условия, благоприятные для обитания различных групп донных животных.

При этом макрозообентос сублиторали района изучен относительно слабо. Имеются лишь не-



Рис. 1. Участки проведения водолажных исследований ХфТИНРО в Татарском проливе в 2010–2012 гг.

многие публикации, характеризующие его состав и структуру [4–7]. Однако они касаются лишь отдельных участков пролива. Кроме того, в последнее десятилетие появились работы, посвященные биологии и распределению отдельных массовых видов макрозообентоса [8–12]. В целом, имеющиеся сведения о бентосе района требуют обобщений.

Цель данной публикации – кратко охарактеризовать состав, количественные показатели, наиболее общие закономерности распределения и ресурсы макрозообентоса верхней сублиторали района в целом.

Использованы материалы экспедиций Хабаровского филиала ФГУП «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр» (ХфТИНРО), проведенных с 2010 по 2012 гг. В Татарском проливе исследованиями практически полностью охвачена прибрежная зона в пределах Хабаровского края, т.е. от мыса Туманный на юге (47°23' N; 139°40' E) до мыса Южный на севере (51°40' N; 141°07' E).

Работы проводились водолажным способом по общепринятым гидробиологическим методикам [13, 14]. Водолажные разрезы выполнялись перпендикулярно берегу на глубинах от 0–2 до 20–27 м. Расстояние между разрезами составляло от 0,1 до 6 миль, в зависимости от однородности биоты. Расстояние между станциями, в зависимости от уклона дна, составляло от 10 до 500 м. Всего выполнено 953 водолажных станции (рис. 1).

Во время проведения водолажных работ для количественного учета эпибентоса использовали рамки по 1 м<sup>2</sup> или 0,25 м<sup>2</sup> с последующим пересчетом на квадратный метр. Оценивали характер поселений бентоса (поясный, пятнистый, диффузный, и т. д.). Для количественного учета инфауны использовали несколько модифицированный рычажный водолажный дночерпатель [14] площадью 0,05 м<sup>2</sup>.

Учитывали видовой состав, относительную плотность (экз./м<sup>2</sup>) и относительную биомассу (кг/м<sup>2</sup>) гидробионтов. Животных идентифицировали по отечественным [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26] и зарубежным [27, 28] атласам и определителям.

В сборах отмечено 198 видов животных, принадлежащих к 12 типам и 20 классам животных. Наибольшее количество видов отмечено среди *Bivalvia* (66 видов), *Polychaeta* (46 видов) и *Malacostraca* (29 видов). Менее представлены в сборах *Asteroidea* (15 видов) и *Gastropoda* (9 видов). Прочие группы (*Porifera*, *Anthozoa*, *Hydrozoa*, *Plathelminthes*, *Nemertea*, *Echiura*, *Sipuncula*, *Bryozoa*, *Polyplacophora*, *Maxillopoda*, *Brachiopoda*, *Holoturoidea*, *Ophiuroidea*, *Echinoidea*, *Ascidiacea*) представлены в пробах не более, чем 1–5 видами.

Рассмотрим основные черты распределения макробентоса. От литорали до глубин 8–12 м на севере района, и 12–20 м на юге, преимущественно вдоль открытых побережий, протянулся пояс твердых (скалито-валунных, местами галечных) грунтов. В этом поясе на всех глубинах доминируют селящиеся на твердых субстратах представители сидячих полихет *Serpulavermicularis* (2–12 экз./м<sup>2</sup>, 40–500 г/м<sup>2</sup>). Также здесь повсеместно распространены морские звезды *Patiriapectinifera* (1–4 экз./м<sup>2</sup>, 30–200 г/м<sup>2</sup>). В бухтах и заливах на скалито-валунных склонах обычны крупные хитоны *Cryptochitonstelleri* (0,05–0,2 экз./м<sup>2</sup>, 50–200 г/м<sup>2</sup>). У открытых участках под валунами повсеместно встречаются мелкие хитоны *Ishnochiton hakodatensis* и *Lepidozona albrechti* (10–50 экз./м<sup>2</sup>, 20–100 г/м<sup>2</sup>). На вертикальных поверхностях глыб на глубинах более 10 м встречаются небольшие пояса и пятна мшанок *Retepora elongata* (площадью 0,1–5 м<sup>2</sup>, ПП 5–90%). Участки валунных равнин на глубинах более 10 м характеризуются повсеместным распространением губок *Suberites domuncula* (0,01–0,1 экз./м<sup>2</sup>, 10–100 г/м<sup>2</sup>) с селящимися в них раками-отшельниками *Pagurus sp.* На этих же глубинах встречаются одиночные экземпляры и поселения гребешка *Chlamys swiftii* (0,01–4 экз./м<sup>2</sup>, 2–600 г/м<sup>2</sup>). На полузащищенных участках на глубинах от 3 до 10 м местами встречаются одиночные экземпляры мидий *Crenomytilus grayanus* (0,1–0,5 экз./м<sup>2</sup>, 20–150 г/м<sup>2</sup>). Кроме того, на глубинах от 5 до 20 м вид формирует друзы из 4–33 моллюсков общей массой 300–3700 г с плотностью расположения друз 0,01–0,2 экз./м<sup>2</sup> и биомассой 20–100 г/м<sup>2</sup>. Близ друз на глубинах до 12 м располагаются колонии сидячих полихет *Bispira polymorpha* (0,01–0,1 колония/м<sup>2</sup>, 20–200 г/м<sup>2</sup>). Колонии полихет формируются как самостоятельно, так и в качестве ассоциированного бентоса на друзах мидии. На глубинах более 12 м среди друз мидии располагаются отдельные особи *Cicumaria japonica* (0,01–0,1 экз./м<sup>2</sup>, 5–100 г/м<sup>2</sup>). На отдельных пологих участках твердых грунтов имеются обширные плотные поселения молоди и взрослых особей серого морского ежа (0,01–80 экз./м<sup>2</sup>, 5–1500 г/м<sup>2</sup>). Отвесные участки глыбовых мелководий (1–12 м) на севере района заселены гигантской устрицей *Crassostrea gigas* (1–50 экз./м<sup>2</sup>, 0,1–20 кг/м<sup>2</sup>). На участках с высокой плотностью поселений раковины почти сплошь покрывают дно, формируя характерную черепицеподобную поверхность. Общая относительная биомасса эпибентоса твердых грунтов изменяется в широких пределах – от 70–100 г/м<sup>2</sup> на участках, заселенных серпулами и морскими звездами до более чем 20 кг/м<sup>2</sup> на устричниках.

На севере района (близ входа в лиман р. Амур и в окрестностях залива Чихачева) ниже пояса твердых грунтов на глубинах от 8–10 до 20 и более метров располагаются заиленные равнины. Участки заиленных грунтов располагаются также в центральных частях бухт и заливов на глубинах от 3 до 27 м. На заиленных равнинах севера района, занимающих площади в многие сотни квадратных километров, наиболее многочисленные представители эпибентоса – офиуры *Amphiodia fissa* (20–1320 экз./м<sup>2</sup>, 0,2–740 г/м<sup>2</sup>) и *Ophiura sarsi* (20–1020 экз./м<sup>2</sup>, 4–134 г/м<sup>2</sup>). Массовые представители инфауны здесь – полихеты *Maldane sarsi* (20–1940 экз./м<sup>2</sup>, 0,2–181 г/м<sup>2</sup>), *Owenia fusiformis* (6–1280 экз./м<sup>2</sup>, 0,17–370 г/м<sup>2</sup>), *Pectinaria hyperborea* (4–20 экз./м<sup>2</sup>, 5,02–22 г/м<sup>2</sup>), *Scoloplosarmiger* (2–120 экз./м<sup>2</sup>, 0,2–8 г/м<sup>2</sup>), двустворчатые моллюски *Yoldia toporoki* (40–200 экз./м<sup>2</sup>, 24–160 г/м<sup>2</sup>), *Protothaca adamsii* (1–3 экз./м<sup>2</sup>, 50–300 г/м<sup>2</sup>), *Pandora pulchella* (20–40 экз./м<sup>2</sup>, 100–400 г/м<sup>2</sup>), *Megayoldia thraciaiformis* (10–40 экз./м<sup>2</sup>, 50–200 г/м<sup>2</sup>), голотурии *Paracaudina ransonetti* (0,2–2 экз./м<sup>2</sup>, 0,04–0,4 кг/м<sup>2</sup>). На заиленных участках бухт и заливов наиболее заметные представители эпибентоса – актинии *Metridium giganteum* (0,01–1 экз./м<sup>2</sup>, 20–1000 г/м<sup>2</sup>). На мелководьях залива Советская Гавань, кроме того, широко распространены поселения приморского гребешка *Mizuchopecten yessoensis* (0,01–3 экз./м<sup>2</sup>, 2–600 г/м<sup>2</sup>). В заливе Чихачева на мелководьях обитают офиуры *Ophiura zebra* (40–120 экз./м<sup>2</sup>, 6,4–59,8 г/м<sup>2</sup>), дополнены сцифоидными полипами *Tubularia indivisa* (1–6 экз./м<sup>2</sup>) и асцидиями *Chelyosoma orientale* (5–30 экз./м<sup>2</sup>). Поселения полихет сходны с описанными выше, тогда, как среди двустворчатых моллюсков на разных участках преобладают *Yoldia seminuda* (40–140 экз./м<sup>2</sup>, 160–560 г/м<sup>2</sup>), *Y. toporoki* (20–120 экз./м<sup>2</sup>, 46–276 г/м<sup>2</sup>), *Macoma calcarea* (20–40 экз./м<sup>2</sup>, 270–540 г/м<sup>2</sup>). Кроме того, в заливах (Советская Гавань, Накатова и Чихачева) на илах в массовых количествах встречается

*Miodontiscus annakensis* (20–1240 экз./м<sup>2</sup>, 12–744 г/м<sup>2</sup>). Общая относительная биомасса макрозообентоса заиленных участков варьировала в пределах от 60 до 1050 г/м<sup>2</sup>.

На юге района ниже пояса твердых грунтов, преимущественно расположены участки песчаных равнин. Эпибентос песчаных грунтов представлен звездами *Distolasterias nipon* (0,01–0,2 экз./м<sup>2</sup>, 1,5–30 г/м<sup>2</sup>), *Asterias amurensis* (0,01–0,2 экз./м<sup>2</sup>, 2–40 г/м<sup>2</sup>), *A. rollestoni* (0,01–0,2 экз./м<sup>2</sup>, 1–40 г/м<sup>2</sup>). Местами, преимущественно вдоль валунных склонов располагаются поселения гребешка *Mizuchopecteny essoensis* (0,01–0,5 экз./м<sup>2</sup>, 2–100 г/м<sup>2</sup>). Инфауна представлена преимущественно двустворчатыми моллюсками *Cadella lubrica* (20–400 экз./м<sup>2</sup>, 5–100 г/м<sup>2</sup>), *Miodontiscus annakensis* (7–240 экз./м<sup>2</sup>, 2–120 г/м<sup>2</sup>), *Liocyma fluctuosum* (1–80 экз./м<sup>2</sup>, 3–240 г/м<sup>2</sup>), амфиподами *Byblis gaimardi* (20–260 экз./м<sup>2</sup>, 3,6–17,2 г/м<sup>2</sup>) и *Orchomenella minuta* (20–40 экз./м<sup>2</sup>, 0,6–7,8 г/м<sup>2</sup>), изоподами *Tecticeps renoculis* (20–100 экз./м<sup>2</sup>, 2,6–20,0 г/м<sup>2</sup>). Местами, обычно на участках близ впадения встречаются поселения крупных двустворчатых моллюсков *Mercenaria stimpsoni* (1–4 экз./м<sup>2</sup>, 100–400 г/м<sup>2</sup>). На ряде участков имеются поселения плоского морского ежа *Echinarachnius parma* (1–125 экз./м<sup>2</sup>, 30–3600 г/м<sup>2</sup>). Общая относительная биомасса макрозообентоса песчаных грунтов варьировала в пределах от 30 до 3600 г/м<sup>2</sup>.

Анализ полученных материалов позволяет констатировать, что распределение макрозообентоса верхней сублиторали района определяется прежде всего составом грунтов. Для жестких грунтов характерны поселения сидячих полихет, серого морского ежа, прикрепленных двустворчатых моллюсков, губок. На илистых грунтах характерны поселения офиур и полихет. Для песчаных грунтов характерны поселения обыкновенного плоского морского ежа, амфипод, изопод.

#### Литература

1. Лоция Татарского пролива, Амурского лимана и пролива Лаперуза. – СПб.: ГУНИО МО РФ, 2003. – С. 10 – 193.
2. Пицальник В.М., Бобков А.О. Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. – Часть 1. – Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2000. – 174 с.
3. Пицальник В.М., Бобков А.О. Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. – Часть 2. – Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2000. – 108 с.
4. Кобякова З.И. Бентос северной части Татарского пролива и его значение для питания рыб // Известия ТИНРО. – 1959. – Том XLVII. – С. 50–61.
5. Сиренко Б.И., Бужинская Г.Н., Гонтарь В.И., Потин В.В. К фауне залива Чихачева (Японское море) // Сб. науч. тр. «Биота и сообщества дальневосточных морей: лагуны и заливы Камчатки и Сахалина». – Владивосток, 1988. – С. 31–48.
6. 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.
7. Васильева Л.Е., Дуленин П.А., Федорец Ю.В., Шарова О.А. Изучение морской биоты залива Чихачева (Татарский пролив) в 2011 г. // XI региональная конференция по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых ВУЗов и научных организаций Дальнего Востока России: тез. докл. – Владивосток: ДВФУ, 2012. – С. 12–17.
8. Дуленин А.А., Дуленин 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.
9. Млынар Е.В., Сидяков Ю.В. О воздействии дражного промысла на скопления приморского гребешка // Подводные технологии и мир океана. – 2006. – № 3. – С. 32–35.
10. 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.
11. Дуленин П.А., Дуленин А.А. Распределение, размерный, возрастной состав и рост приморского гребешка *Mizuchopectenyessoensis* (Bivalvia: Pectinidae) в северо-западной части Татарского пролива // Биология моря. – 2012. – Т. 38. – № 4. – С. 290–297.
12. Селин Н.И., Дуленин П.А. Рост и продолжительность жизни мидии Грея *Srenomytilusgrayanus* (Bivalvia: Mytilidae) // Биология моря. – 2012. – Т. 38. – № 4. – С. 298–304.

13. Аверинцев В.Г., Голиков А.Н., Сиренко Б.И., Шереметевский А.М. Количественный вододлазный метод гидробиологических исследований // Подводные гидробиологические исследования. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. – С. 48–56.
14. 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.
15. Фауна СССР. Ракообразные. Том 7. Вып 3. Равноногие дальневосточных морей. Зоол. Ин-т АН СССР, Новая серия № 6. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1936. – 279 с.
16. Ушаков П.В. Многощетинковые черви дальневосточных морей СССР. – Л., 1955. – 455 с.
17. Жирков А.И. Донная фауна морей СССР. Полихеты. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 140 с.
18. Явнов С. В. Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России. – Владивосток: Дюма, 2000. – 196 с.
19. Явнов С.В. Атлас иглокожих и асцидий дальневосточных морей России / Владивосток: Русский остров, 2010. – 176 с.
20. Явнов С.В. Атлас кишечнополостных дальневосточных морей России. – Владивосток, Русский остров, 2010. – 168 с.
21. Явнов С.В. Атлас морских звезд дальневосточных морей России. – Владивосток, Русский остров, 2010. – 240 с.
22. Явнов С.В. Беспозвоночные дальневосточных морей России (полихеты, губки, мшанки, и др.) – Владивосток, Русский остров, 2012. – 352 с.
23. Кантор Ю.И., Сысоев А.В. Каталог моллюсков России и сопредельных стран. – М.: КМК, 2005. – 627 с.
24. Надточий В.А., Прокопенко К.М. Атлас брюхоногих моллюсков дальневосточных морей России (Сем. Vuccinidae) – Владивосток: Дюма, 2006. – 191 с.
25. Растения и животные Японского моря: краткий атлас – определитель. Под ред.: Адрианов А.В. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2007. – 488 с.
26. Lutaenko K.A., Noseworthy R.G. Catalogue of the Living Bivalvia of the Continental Coast of the Sea of Japan (East Sea). – Vladivostok: Dalnauka, 2012. – 247 pp.
27. Clark R.N. Gulf of Alaska invertebrates. – National Museum of Natural History (Smithsonian Institution) and Los Angeles Museum of Natural History, 1999. – 179 pp.
28. Kessler D.W. Alaska's saltwaters fishes and other sea life. – Vol. 2. – Resource Assessment and conservation engineering division, Alaska fisheries science center, National Marine fisheries Service, 2002. – 124 pp.

УДК 502.5:639.2.053(268.45)"2012"

## УГЛЕВОДОРОДЫ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ПРОМЫСЛОВЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В 2012 ГОДУ

*А.Ю. Жилин, А.М. Литовская, У.П. Багрянцева*

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии им. Н.М. Книповича, Мурманск*

Представлены результаты определения содержания алифатических и полициклических ароматических углеводородов в донных осадках промысловых районов Баренцева моря в 2012 г.; обсуждается их состав, особенности распределения и источники поступления в морскую среду.

ПИНРО регулярно проводит в Баренцевом море мониторинг загрязнения водных биологических ресурсов и среды их обитания. Его программа предусматривает, в том числе, выполнение наблюдений за уровнем содержания алифатических углеводородов (*n*-парафинов) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в воде, донных осадках и промысловых видах гидробионтов. Высокие уровни содержания ПАУ и высокомолекулярных алканов в объектах морской среды, зачастую являются показателем нефтяного загрязнения [1]. Мониторинг ПАУ в морской окружающей среде обусловлен их канцерогенным и мутагенным воздействием [2]. В

последнее время исследования углеводородного загрязнения отдельных объектов морской среды и биоты Баренцева моря особенно актуальны в связи с намеченными разработками месторождений углеводородного сырья.

В работе использованы экспедиционные материалы, собранные сотрудниками ПИНРО в Баренцевом море в рейсе № 85 НИС М-0662 «Фритьоф Нансен» в период с 01 февраля по 15 февраля 2012 г. Исследования охватывали следующие промышленные районы: Исследования охватывали 10 из 44 рыбопромысловых районов Баренцева моря: Демидовская банка; Центральная возвышенность; Центральный желоб; Северо-Западный склон Мурманской банки; Финмаркенская банка; Рыбачья банка; Мурманское мелководье; Кильдинская банка; Западный прибрежный район; Северный склон Мурманского мелководья (рис. 1).

Уровни загрязнения углеводородами донных осадков 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 [3-5]. В составе *n*-парафинов определялись соединения C<sub>10</sub>–C<sub>31</sub>, а в составе ПАУ 16 индивидуальных соединений из списка Агентства по защите окружающей среды США (USEPA), а также 2-метилнафталин, 1-метилнафталин и перилен. Всего проанализировано 10 проб донных осадков (поверхностный слой). Содержание *n*-парафинов и ΣПАУ в донных осадках исследованных промысловых районов Баренцева моря представлены на рисунках 2, 3.

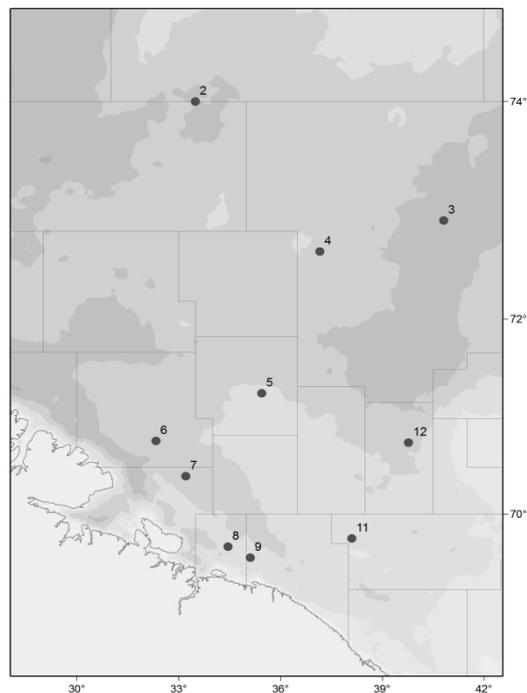


Рис. 1. Станции отбора проб донных осадков Баренцева моря (показаны границы промысловых районов)

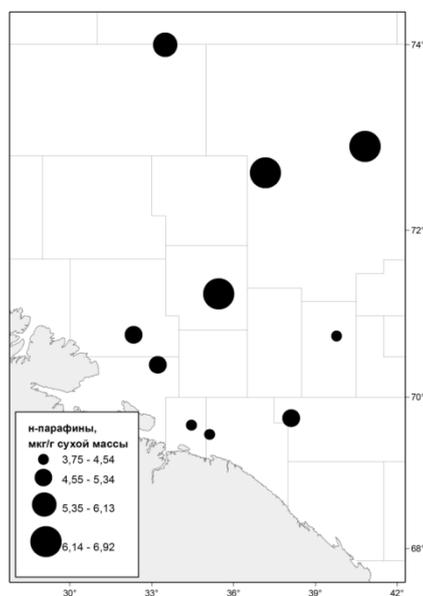


Рис. 2. Содержание *n*-парафинов в донных осадках Баренцева моря

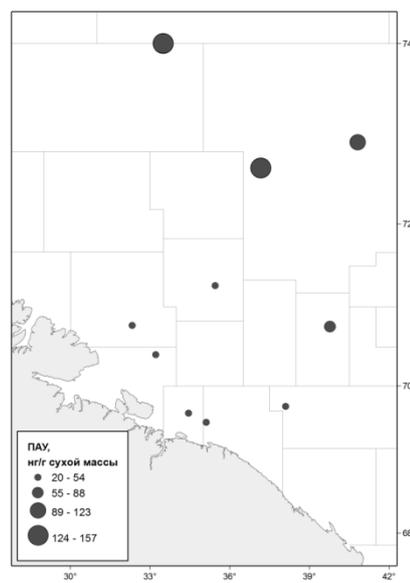


Рис. 3. Содержание ΣПАУ в донных осадках Баренцева моря

Алканы в верхнем слое донных осадков были представлены широким спектром углеводородов от C<sub>10</sub> до C<sub>31</sub>. Их содержание не превышало 7 мкг/г сухой массы осадка. Из изопреноидов были идентифицированы пристан (iC<sub>19</sub>) и фитан (iC<sub>20</sub>), отношение которых можно было бы использовать как индикатор степени превращения углеводородов, их природы и условий нахождения.

ния в донных осадках. Относительно низкие значения коэффициента пристан/фитан (<1,0) характерны для углеводов нефтяного, а не биогенного (свыше 1,5) происхождения. Содержание фитана на всех станциях отбора проб донных осадков находилось на уровне меньше предела обнаружения применяемого метода анализа. О том, что в составе алифатических соединений донных осадков преобладали углеводороды нефтяного происхождения, свидетельствовало доминирование низкокипящих алканов. Одним из критериев определения нефтяных углеводов в исследованных пробах является также наличие на хроматограммах экстрактов углеводов, выделенных из донных осадков, «горба» неразделенных газовой хроматографией соединений, которые представлены в основном циклоалканами и нафтено-ароматическими углеводородами [6].

Нормативы содержания *n*-парафинов в донных осадках отсутствуют, но по литературным данным природный биогенный уровень алифатических углеводов в морских донных осадках обычно не превышает 50 мкг/г сухой массы [7]. Содержание *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 [8].

Суммарное содержание полициклических ароматических углеводородов (ΣПАУ) в верхнем слое донных осадков Баренцева моря не превышало 160 нг/г сухой массы осадка.

Некоторые незамещенные ПАУ и особенно их метаболиты проявляют ярко выраженные канцерогенные свойства [9]. Суммарное содержание канцерогенных ПАУ (ΣКПАУ) (бенз(а)антрацен [BaA], бенз(б)флуорантен [BbF], бенз(к)флуорантен [BkF], бенз(а)пирен [BaP], индено (1,2,3-сд)пирен [Ipy] и дибенз(а,һ)антрацен [DBA]) изменялось от 2,33 (станция 8) до 72,5 нг/г (станция 2) сухой массы осадка и составляло 7–56 % от ΣПАУ. Абсолютное значение ΣКПАУ было наиболее высоким в осадке на станции 2, относительное – на станции 7.

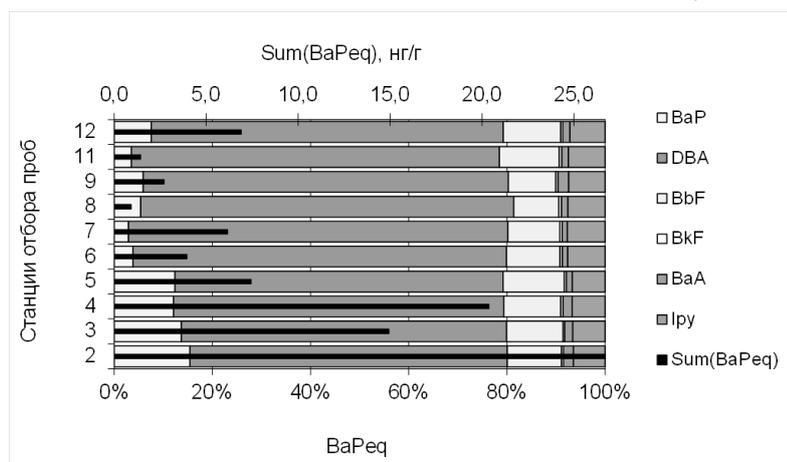


Рис. 4. Суммарная токсичность по бенз(а)пирену  $\text{Sum}(\text{BaPeq})$  и токсичность канцерогенных ПАУ в эквиваленте бенз(а)пирена  $\text{BaPeq}$  в донных осадках Баренцева моря

Среди всех известных потенциально канцерогенных ПАУ, бенз(а)пирен является единственным соединением, для которого установленные токсикологические характеристики позволяют судить об истинном уровне канцерогенной активности [10]. Суммарная токсичность по бенз(а)пирену  $\text{Sum}(\text{BaPeq})$  для исследованных образцов донных осадков Баренцева моря варьировала от 0,92 (станция 8) до 26,7 нг/г (станция 2) сухой массы осадка (рис. 4). Средние значения относительного содержания  $\text{BaPeq}$

канцерогенных ПАУ в суммарной токсичности уменьшаются в ряду: DBA (68,1%), BaP (11,6%), BbF (11,3%), Ipy (6,8%), BaA (1,7%) и BkF (0,4%).

Сходства и различия между составом компонентов ПАУ могут использоваться для идентификации источников их поступления в окружающую среду [11]. В донных осадках исследованной акватории на большинстве станций из индивидуальных ПАУ преобладали нафталин и его метилированные производные, а также фенантрен, в сумме составляющие от 20 до 85% от Σ ПАУ. Исключением были образцы осадка со станций 2 и 4, где доминировали также бенз(б)флуорантен и инденопирен, в основном образующиеся в результате процессов пиролиза.

В качестве одного из критериев происхождения ПАУ в донных осадках Баренцева моря использовалось отношение суммы концентраций низкомолекулярных ПАУ (ΣНМС) к сумме концентраций высокомолекулярных ПАУ (ΣВМС), которое для всех станций, кроме станции 8, было меньше 1, что указывает на пирогенное происхождение ПАУ. На станции 8 наблюдается преобладание ПАУ, образовавшихся в результате петрогенных процессов.

Полученные количественные результаты указывают на низкое содержание ПАУ в донных осадках исследованных районов. В России отсутствуют нормативы содержания загрязняющих веществ в морских донных осадках.

В соответствии с классификацией уровней загрязнения морских донных осадков, принятой Норвежской Государственной Инспекцией по контролю загрязнения окружающей среды (SFT), содержание  $\Sigma$ ПАУ и бенз(а)пирена в донных осадках исследованных районов Баренцева моря, не превышало фоновых уровней – <300 и <10 нг/г сухой массы соответственно [12].

Таким образом, содержание ПАУ в верхнем слое донных осадков исследованных районов Баренцева моря соответствует фоновому уровню. Полициклические ароматические углеводороды в верхнем слое донных осадков исследованных районов имели, в основном, пирогенное происхождение.

В настоящее время антропогенные факторы локального характера не являются определяющими в формировании ПАУ донных осадков этой части Баренцева моря. Основным источником поступления ПАУ в донные осадки исследованных районов являются процессы осаждения органического вещества из водной толщи, течения, атмосферные выпадения, а также естественное просачивание из недр.

### Литература

1. *Hites R.A.* Sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. In Sources, Effects and Sinks of Hydrocarbons in the Aquatic Environment. American Institute of Biological Sciences. – Washington, D.C.: Arlington, 1976. – P. 325–332.
2. *Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А.* Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 275 с.
3. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 9 с.
4. РД 52.24.505-98. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтяных компонентов в донных отложениях с идентификацией их состава и происхождения (утв. Росгидрометом 08.06.1998). – Ростов-на-Д.: 1998.
5. М-МВИ-202-07. Методика выполнения измерений массовой доли полиядерных ароматических углеводородов (ПАУ) в пробах почвы, донных отложений и твердых отходов методом хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением. ООО «Мониторинг», УНЦКП «Высокие технологии энергетических материалов», Св-во № 242/118-07 от 09.11.07.
6. *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.
7. *Немировская И.А.* Углеводороды в океане (снег-вода-лед-взвесь-донные осадки). – М.: Научный мир, 2004. – 328 с.
8. *Гуревич В.И.* Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. – М.: Научный мир, 2002. – 135 с.
9. *Conney A.H.* Induction of microsomal enzymes by foreign chemicals and carcinogenesis by polycyclic aromatic hydrocarbons // Cancer. Res, 1982. – Vol. 42. – P. 4875–4917.
10. *Жилин А.Ю., Киреева Л.И.* Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) в воде и донных отложениях прибрежной зоны Баренцева моря// VIII-IX Междунар. семин. «Рациональное использование прибрежной зоны северных морей». – СПб: Изд. РГГМУ, 2006. – С. 221–250.
11. *Жилин А.Ю., Плотичина Н.Ф.* Состав, источники и токсикологический потенциал ПАУ в донных осадках Кольского залива Баренцева моря. – Известия ТИНРО. – 2009. – Т. 156. – С. 247–253.
12. *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)*

УДК 502.5(268.45)"2012"

## ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОСИСТЕМЫ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В 2012 ГОДУ

*А.Ю. Жилин, Н.Ф. Плотницyna*

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии им. Н.М. Книповича, Мурманск*

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

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 (ВБР) Баренцева моря были исследованы пробы воды и донных осадков из северных, южных и центральных промысловых районов Баренцева моря. Всего проанализированы 54 пробы воды и 12 проб донных осадков по 59 химическим показателям каждая.

В результате проведенных исследований установлено, что концентрации нефтяных (алифатических) углеводородов (АЛУ) в поверхностном слое морской воды варьировали от 1,2 до 9,4 мкг/л, в придонном слое – от 0,9 до 9,8 мкг/л и не превышали предельно допустимую концентрацию воды водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>р/х</sub>) 50 мкг/л [6]. Доминирование в воде низкокипящих алканов и отношение концентраций изопреноидов пристан/фитан <1 указывало на преобладание АЛУ нефтяного происхождения [7].

Общая концентрация полициклических ароматических углеводородов (ΣПАУ) в воде Баренцева моря находилась в широком диапазоне. В поверхностном слое воды она изменялась от 0,17 до 46 нг/л, в придонном – от 0,22 до 67 нг/л, превышая глобальный фоновый уровень 20 нг/л [7, 8]. Из группы ПАУ, которые являются индикаторами индустриальных и неиндустриальных выбросов можно выделить пирен, флуорантен и бенз(б)флуорантен. В поверхностном слое воды Баренцева моря концентрации этих соединений составляли от 3 до 37%, в придонном – от 11 до 67% от ΣПАУ. Суммарные концентрации канцерогенных соединений (ΣКПАУ) (бенз[а]антрацен, бенз[б]флуорантен, бенз[к]флуорантен, бенз[а]пирен, индено[1,2,3-сd]пирен и дибенз[а, h]антрацен) варьировали от 0,12 до 0,60 нг/л в поверхностном слое воды и от 0,14 до 0,34 нг/л в придонном слое, в основном не превышая 5 % от ΣПАУ. Из индивидуальных ПАУ в воде исследованных районов доминировали нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин, не проявляющие канцерогенную активность [8].

Хлорорганические пестициды (ХОП) были представлены α-, β-, γ-изомерами гексахлорциклогексана (ГХЦГ) и остаточными количествами метаболитов дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ). Суммарные концентрации изомеров ГХЦГ в поверхностном слое воды изменялись от аналитического 0 до 4,5 нг/л, в придонном – от аналитического 0 до 4,2 нг/л. Суммарные концентрации метаболитов ДДТ варьировали от аналитического 0 до 1,5 нг/л в поверхностном слое воды и от аналитического 0 до 1,2 нг/л в придонном. Отношение концентраций α-ГХЦГ/γ-ГХЦГ > 1 и р,р'-ДДТ/р,р'-ДДЕ < 1 в поверхностном и придонном слоях воды свидетельствовало о «старом» характере загрязнения Баренцева моря этими пестицидами [9, 10]. Остаточные количества гексахлорбензола (ГХБ) не превышали 0,43 нг/л, а концентрации изомеров хлордана были ниже предела обнаружения применяемого метода анализа.

Суммарные концентрации полихлорбифенилов (ПХБ) в поверхностном слое воды варьировали от 0,15 до 4,70 нг/л, в придонном – от 0,20 до 4,50 нг/л. В воде Баренцева моря доминировали соединения, входящие в состав промышленных смесей типа Aroclor (российские аналоги – Совол и Совтол). Причем, конгенер с номером 118 относится к диоксиноподобным соединениям, так как проявляет токсичность, подобную 2,3,7,8-тетрахлордибенздиоксину, но имеет более низкий токсический потенциал [11]. В поверхностном и придонном слоях на всех станциях суммарные концентрации определяемых ХОП и ПХБ не превышали ПДК<sub>р/х</sub> 10 нг/л [6].

Концентрации определяемых 11-ти микроэлементов (медь, цинк, никель, хром, марганец, кобальт, свинец, железо, кадмий, мышьяк и ртуть) были значительно ниже ПДК<sub>р/х</sub>. Концентрации свинца в поверхностном слое воды варьировали от 0,01 до 0,70, а в придонном – от 0,01 до 0,3 мкг/л, кадмия – от 0,01 до 0,08 в поверхностном и от 0,01 до 0,04 мкг/л в придонном слое воды, мышьяка – от 0,03 до 0,60 в поверхностном слое и от 0,01 до 0,62 мкг/л – в придонном, ртути – от 0,01 до 0,07 мкг/л по глубине [6, 12].

Объемная активность <sup>137</sup>Cs в воде поверхностного слоя на станции 2 стандартного океанографического разреза «Кольский меридиан» в апреле 2012 г. составляла 1,8 Бк/м<sup>3</sup>, а <sup>90</sup>Sr – 2 Бк/м<sup>3</sup>, что не превышало фоновых значений последних лет [13].

Содержание АлУ (*n*-парафинов) в верхнем слое донных осадков Баренцева моря варьировало от 3,8 до 6,9 мкг/г сухой массы. *n*-парафины были представлены широким спектром углеводородов от C<sub>10</sub> до C<sub>31</sub>. В донных осадках углеродный коэффициент CPI изменялся от 0,53 до 0,98, т.е. был меньше 1, что указывало на нефтяное происхождение обнаруженных углеводородов. Доминирование низкокипящих алканов в исследованных пробах также свидетельствовало о наличии «свежего» нефтяного загрязнения [7]. В России отсутствуют нормативы содержания нефтяных углеводородов в донных осадках, но общее содержание *n*-парафинов в донных осадках исследованных районов Баренцева моря было значительно ниже техногенного фонового уровня, характерного для верхнего слоя донных осадков Западно-Арктического шельфа – 340 мкг/г сухой массы [14, 15].

Суммарное содержание 19-ти ПАУ в верхнем слое донных осадков Баренцева моря изменялось в интервале 20-157 нг/г сухой массы осадка. Содержание канцерогенного бенз(а)пирена в исследованных донных осадках не превышало 2% от ∑ПАУ. В донных осадках на большинстве исследованных станций преобладали нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин и бенз(б)флуорантен, в сумме составляющие до 60% общего содержания ПАУ [16]. В России отсутствуют нормативы содержания ПАУ в морских донных осадках, но в соответствии с классификацией уровней загрязнения, принятой Норвежской государственной инспекцией по контролю загрязнения окружающей среды (SFT), содержание ∑ПАУ и бенз(а)пирена в донных осадках исследованных районов Баренцева моря не превышало фоновых уровней – <300 и <10 нг/г сухой массы соответственно [17].

Из ХОП в исследованных донных осадках преобладали остаточные количества α, β, γ-изомеров ГХЦГ и метаболитов ДДТ. Суммарное содержание ГХЦГ в донных осадках промысловых районов Баренцева моря варьировало от 0,75 до 7,9 нг/г сухой массы. Увеличение относительного содержания более стабильного изомера α-ГХЦГ по сравнению с γ-ГХЦГ (α-ГХЦГ/γ-ГХЦГ>1) указывало на давнее поступление ГХЦГ в Баренцево море [9, 10]. Содержание ГХБ изменялось от 0,03 до 0,09 нг/г сухой массы. В настоящее время определяются лишь остаточные количества этого соединения. В соответствии с классификацией SFT, содержание ГХБ в донных осадках Баренцева моря не превышало фоновый уровень (<0,5 нг/г сухой массы) [17]. Сумма изомеров хлордана была ниже предела обнаружения применяемого метода анализа, так как этот пестицид в России никогда не применялся.

Суммарное содержание ДДТ в верхнем слое донных осадков варьировало от 0,30 до 1,43 нг/г сухой массы. Содержание изомера p,p'-ДДЕ превышало содержание изомера p,p'-ДДТ на всех исследованных станциях и свидетельствовало о длительном процессе трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, т.е. о «старом» загрязнении [9, 10]. По норвежской классификации содержание ДДТ в 60% исследованных донных осадков превышало фоновый уровень (<0,5 нг/г сухой массы), и эти осадки соответствовали категории «умеренно загрязненные» [17].

Суммарное содержание ПХБ в пробах донных осадков изменялось от 0,18 до 0,51 нг/г сухой массы. Из индивидуальных соединений ПХБ в донных осадках также преобладали соединения, доминирующие в составе промышленных смесей типа Aroclor, которые составляли от 60 до 85 % 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 и 180 соответствовало техногенному фоновому уровню (< 5 нг/г сухой массы) [17].

В исследованных донных осадках содержание микроэлементов варьировало в следующих интервалах: для меди – 4-29, цинка – 11-81, никеля – 2,8-61,0, хрома – 19-55, марганца – 131-382, кобальта – 5,1-30,0, свинца – 8,5-23,0, мышьяка – 1,3-20, кадмия – 0,01-0,17 и ртути 0,07-0,15 мкг/г сухой массы. В России отсутствуют нормативы содержания тяжелых металлов и

микроэлементов в морских донных осадках, но согласно критериям загрязненности морских донных осадков, принятым в Норвегии, содержание меди, цинка, хрома, свинца, кадмия, мышьяка и ртути в донных осадках Баренцева моря соответствовало фоновым уровням. Содержание никеля в донных осадках на станциях, характеризующих поступление в Баренцево море атлантические водные массы, соответствовало критерию «умеренно загрязненные», на остальных станциях не превышало фоновый уровень [17].

В феврале 2012 г. удельная активность искусственного радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в донных осадках Баренцева моря составила 0,60, а  $^{90}\text{Sr}$  – 0,85 Бк/кг сухой массы, что соответствовало фоновым значениям по литературным данным [13].

Представленные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения морской среды и согласуются с ранее полученными данными (рис. 1).



Рис. 1. Загрязняющие вещества в экосистеме Баренцева моря в 2012 г.

Выполнено определение загрязняющих веществ в рыбах Баренцева моря, выловленных в различных промысловых районах. Исследовались пробы мышц и печени трески, пикши, черного палтуса, камбалы-ерша, морской камбалы и пятнистой зубатки. Всего проанализирована 171 проба (89 проб мышц и 82 пробы печени) по 59 химическим показателям каждая.

Содержание АлУв мышцах трески варьировало от 0,18 до 2,1 мкг/г сырой массы, в печени трески оно было значительно выше – 3,8 до 36,9 мкг/г. Наибольшее содержание *n*-парафинов определено в мышцах трески, выловленной в Центральном желобе, а в печени – на Северо-Западном склоне Мурманской банки. Содержание АлУ в мышцах пикши изменялось от 0,22 до 1,7, черного палтуса – от 2,4 до 5,9, камбалы-ерша – от 0,61 до 6,3, морской камбалы – от 0,58 до 5,3, пятнистой зубатки – от 2,6 до 6,0 мкг/г сырой массы. Наибольшее содержание АлУ определено в мышцах пикши и морской камбалы на Кильдинской банке, черного палтуса и камбалы-ерша – в Центральном желобе, пятнистой зубатки – на Центральном плато. Углеродный коэффициент (СРІ) составлял 1,0–1,5, что подтверждает биогенное происхождение *n*-парафинов как в мышцах, так и в печени рыб [7, 18, 19].

Полученные результаты также свидетельствовали о низком уровне загрязнения промысловых рыб Баренцева моря ПАУ, в том числе проявляющими канцерогенную активность. В различные сезоны года среди ПАУ доминировали нафталин, 2-метилнафталин, фенантрен и флуорантен, составляющие 85–95% от  $\Sigma$ ПАУ. Содержание соединений, проявляющих канцерогенную активность (бенз[b]флуорантен, бенз[a]пирен, дибенз[a,h]антрацен), было <1% от  $\Sigma$ ПАУ [20]. По СанПиН 2.3.2.1078-01 содержание АлУ и ПАУ в мышцах и печени морских рыб не нормируется [21].

Содержание хлорированных углеводородов в мышцах и печени исследованных рыб было значительно ниже допустимых уровней, установленных санитарными правилами и нормативами (рис. 2).

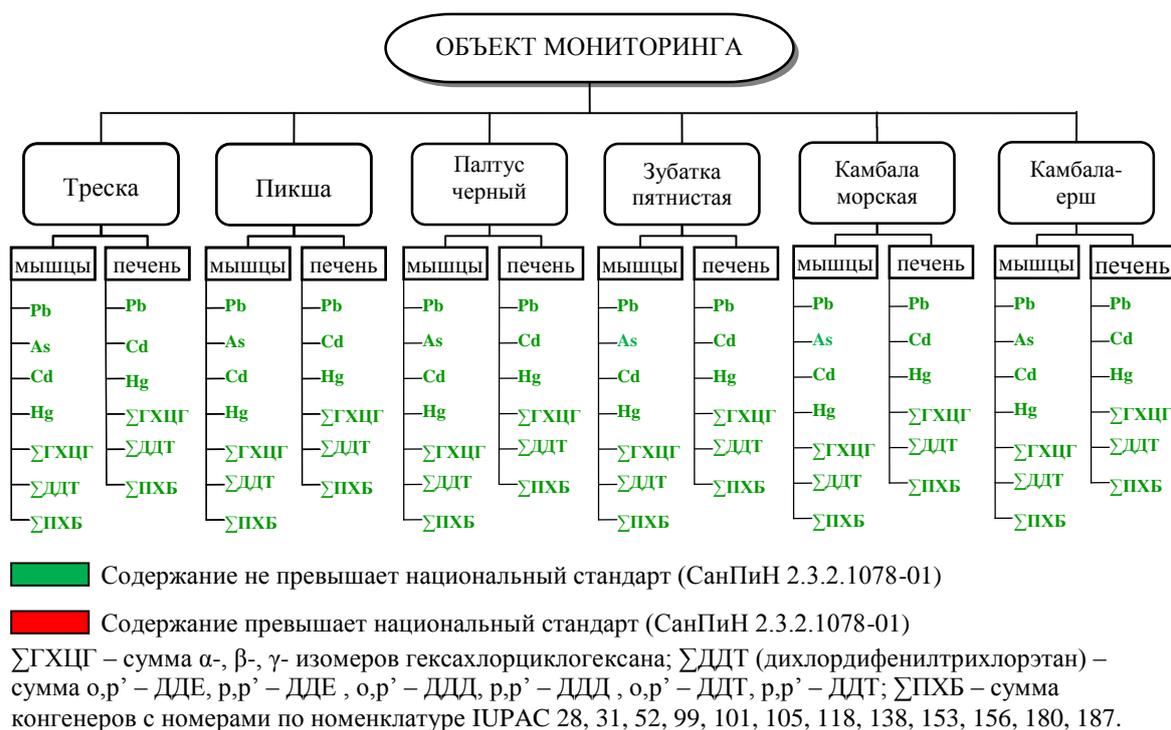


Рис. 2. Загрязняющие вещества в объектах промысла Баренцева моря в 2012 г.

Наибольшее содержание ХОП обнаружено в мышцах и печени рыб, выловленных в прибрежной зоне: Кильдинская банка, Западный Прибрежный и Восточный Прибрежный районы. Преобладание содержания изомеров α-ГХЦГ над γ-ГХЦГ и p,p'-ДДЕ над p,p'-ДДТ в мышцах и печени исследованных рыб указывало на «старое» загрязнение этими пестицидами среды их обитания. Из 12 определяемых ПХБ доминировали конгены с номерами 118, 138 и 153, составляющие более 60 % от ΣПХБ, что указывало на техногенное загрязнение среды обитания рыб промышленными смесями типа Aroclor (российские аналоги совол и совтол) [22]. Суммарное содержание ХОП и ПХБ в мышцах и печени исследованных рыб не превышало допустимые уровни, установленные санитарными правилами и нормативами РФ для морских рыб [21].

Из тяжелых металлов в мышцах и печени рыб преобладало железо. Содержание меди, цинка, никеля, хрома, марганца и кобальта в тканях рыб варьировало в очень узких интервалах и соответствовало природным фоновым уровням [23]. По СанПиН 232.1078-01 в мышцах морских рыб нормируется только содержание кадмия, свинца, мышьяка и ртути, а в печени – кадмия, свинца и ртути. Среднее содержание кадмия и свинца в тканях морских рыб было значительно ниже допустимых уровней, а мышьяка в мышцах не превышало установленный норматив 5 мкг/г сырой массы. В мышцах промысловых рыб содержание общей ртути в различные сезоны года изменялось от 0,01 до 0,20, а в печени – от 0,02 до 0,40 мкг/г сырой массы и было ниже установленного норматива 0,5 мкг/г сырой массы [21].

Одним из видов-индикаторов экосистемы Баренцева моря является атлантическая треска. Поэтому в мае 2012 г. была определена удельная активность искусственных радионуклидов в мышцах трески, которая составила для <sup>137</sup>Cs – 0,10, а для <sup>90</sup>Sr – <1,0 Бк/кг сырой массы, что более чем в 100 раз ниже санитарных нормативов, утвержденных СанПиН 2.3.2.1078-01 [21].

В ходе проведенных исследований установлено, что в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря преобладали n-парафины биогенного происхождения. Полученные результаты свидетельствовали о низком уровне загрязнения рыб ПАУ, проявляющими канцерогенную активность. Удельные активности искусственных радионуклидов, содержание хлорированных углеводородов и микроэлементов – кадмия, свинца, мышьяка и ртути в тканях рыб были значительно ниже допустимых уровней, установленных санитарными правилами и нормативами для морских рыб (см. рис. 2).

## 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. *Chernyakh 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. HealthRespect.* – 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 алканонафтеновых 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 miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning / J. Molvår, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // *SFT Veiledning*, 1997. – 97:03. – 36 pp. (InNorwegian).
18. *Миронов О. Г., Щекатурина Т. Л.* Метод определения углеводородов в морских организмах // *Методы исследования органического вещества в океане.* – М.: Наука, 1980. – С. 269–274.
19. 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. – Vol. 171. – P. 72–78.
20. 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. – Vol. 145. – № 1–2. – P. 71–79.
21. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2. 1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
22. Стойкие органические загрязнители: пути решения проблемы / Худoley В.В. [и др.]. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. – 363 с.
23. Морозов Н. П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.

УДК 581.526.325(268.45)

## ОЦЕНКА ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ФИТОПЛАНКТОНА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

С.А. Иванов

Полярный научно-исследовательский институт  
морского рыбного хозяйства и океанографии, Мурманск

В статье описаны методики расчета гидрохимических параметров, характеризующих фотосинтезирующую активность жизнедеятельности фитопланктона

### Введение

Оценки биопродуктивности вод Баренцева моря, полученные ранее, можно встретить во многочисленных публикациях [1–9]. Необходимость этих оценок определяется тем, что величина продукции фитопланктона в функционировании общей трофической цепи экосистемы определяет биомассу организмов более высоких уровней. Но, несмотря на значительное количество работ, оценки выполнялись в основном на основе информации с некоторых стандартных океанографических разрезов Баренцева моря. В океанографической базе данных ПИПРО за период 1950–2012 гг. материалы не ограничиваются данными только этих стандартных разрезов, покрывающих лишь часть моря. То, что ранее они не включались в расчеты, может быть обусловлено только трудностями, связанными с обработкой больших объемов информации. В настоящее время эти сложности минимизировались, и материалы по гидрохимическим показателям включены в расчеты характеристик фотосинтеза в полном объеме.

При оценке процессов фотосинтеза в данной работе было принято не останавливаться на каком-то одном из способов, а рассмотреть различные характеристики, определяющие активность процессов вегетации. Таким образом, целью работы является получение расчетных гидрохимических характеристик, определяющих активность развития фитопланктона в Баренцевом море. Задачи работы: рассчитать глубину залегания 100 %-ной изоксигены, интегральную характеристику фотосинтеза, средневзвешенные в слое фотосинтеза значения насыщения воды кислородом, концентрации растворенного кислорода и фосфатов.

### Материалы и методы

Существует несколько способов оценки первичной продукции морских вод (табл. 1). Однако чтобы перейти к решению задачи необходимо, во-первых, получить представление о природе рассматриваемых процессов, а во-вторых, определиться со способом ее решения. Основными факторами гидрометеорологического характера, оказывающими определяющее влияние на процессы биопродуцирования являются:

- предстартовый запас биогенных элементов;
- влияние течений;
- вертикальное перемешивание;
- уровень притока солнечной радиации, освещенность;
- волнение моря;
- интенсивность прогрева.

Таблица 1

Методы определения первичной продукции фитопланктона [10]

Экспериментальные методы	Расчетные методы
Радиоуглеродный (C14)	Хлорофилльный
Кислородный скляночный	По сезонным изменениям « <i>in situ</i> » биогенных элементов.
Радиоазотный (N15) и радиофосфатный (P32)	По потреблению « <i>in situ</i> » биогенных элементов, по учету скорости изменения их вертикальных градиентов, по учету изменений компонентов карбонатной системы и органической формы биогенных элементов
Альгологический	По изменению « <i>in situ</i> » концентрации кислорода
Скляночные методы, основанные на регистрации изменений биогенных элементов и компонентов карбонатной системы.	Математические модели для расчета первичной продукции, учитывающие биотические и абиотические факторы среды.
	Некоторые косвенные характеристики первичной продуктивности морских вод.

С учетом данных обстоятельств, для реализации модели учета процессов фотосинтеза может потребоваться значительный научно-исследовательский потенциал. Все перечисленные выше факторы в той или иной степени оказывают воздействие на фотосинтезирующую активность фитопланктона.

Если на основании вышеизложенного представить механизм жизненного цикла фитопланктона, то в простейшем виде биопродуцирование осуществляется по следующей схеме. Фитопланктон потребляет питательные вещества (биогены) и энергию солнечного света, при этом происходит насыщение вод кислородом и уменьшаются начальные (накопленные за зимний период) концентрации биогенов, но одновременно они вновь возрастают в результате рециклинга [9]. При этом общий уровень насыщения вод кислородом регулируется газообменом с атмосферой и вертикальным перемешиванием с глубинными слоями.

В ранее выполнявшихся исследованиях процессов фотосинтеза [2] с учетом газообмена с атмосферой было необходимо ввести ограничение на степень волнения поверхности моря (не более 4 баллов), а также на общий уровень насыщения вод кислородом (не более 105%). Введение таких граничных условий позволило бы максимально достоверно оценить уровень первичной продукции, но в результате в расчет не принимались бы данные полученные в апреле-мае, в месяцы с наибольшей (пиковой) активностью фитопланктона. Дабы использовать максимальное количество имеющихся первичных данных и тем самым охватить больший временной интервал и большую пространственную протяженность в этой работе не осуществляется учет газообмена с атмосферой и глубинными слоями.

Одним из способов определения активности фитопланктона является оценка глубины залегания 100%-ной изооксигены. Для технической реализации ее расчета был разработан соответствующий программный алгоритм в Borland Delphi. Так как в качестве исходных данных используется значительный массив данных, часть экспертных манипуляций с данными было необходимо автоматизировать, при этом не исключено ухудшение качества получаемых результатов. Например, если на некоторой океанографической станции наблюдается стандартное для весенне-летнего периода распределение насыщения воды кислородом, т. е. в поверхностном слое воды перенасыщены, а в глубинных слоях насыщение становится ниже 100%. Но затем с увеличением глубины отмечается перенасыщение нижележащих вод. Таким образом, 100%-ная изооксигена может быть не единожды локализована на различных глубинах. Гидрохимическое объяснение этому явлению может основываться на двух независимых ситуациях. В первой, формирование такого слоя возможно ввиду того, что некоторые горизонты станции попадают в какую-либо из ветвей течений. Во второй, возможен вариант, когда пик фотосинтеза уже отходит и аэрация глубинных вод ослабевает. В глубинных слоях образуются остаточные ядра относительно большей насыщенности. В программе трудно задать возможность автоматизированного анализа той или иной ситуации. Экспертный же анализ полученных данных потребует значительных временных затрат. Поэтому на данном этапе работ к учету принималась только самая верхняя изооксигена 100%.

После реализации программного алгоритма были рассчитаны глубины залегания 100%-ной изооксигены для каждой отдельной станции за период с марта по октябрь 1950–2012 гг. Параллельно с этим, отдельным программным блоком рассчитывались средневзвешенные значения насыщения вод кислородом, его концентрация и содержание фосфатов в слое [0 м – глубина залегания 100%-ной изооксигены] по методу Зубова [11].

Природная характеристика данного подхода базируется на том, что в вышележащих слоях фитопланктон активно продуцирует, выделяя кислород, что обуславливает пересыщение вод. Получается, что слой фотосинтеза ограничен сверху поверхностью моря, а снизу поверхностью 100 %-ного насыщения воды кислородом. Глубина расположения 100 %-ной изооксигены сама по себе является достаточной характеристикой интенсивности образования первичной продукции. Так, Несветовой [12] для оценки первичной продуктивности использовался индекс биологической продуктивности [12, 13].

$$\text{ИБП} = \frac{Z \cdot O_2}{100},$$

где ИБП – индекс биологической продуктивности;

Z – глубина залегания 100 %-ной изооксигены;

O<sub>2</sub> – средневзвешенная величина насыщения вод кислородом в слое 0-Z .

Такой подход в оценке продуктивности приемлем, когда рассматриваются станции стандартного разреза. Если в качестве исходных данных используется полигон станций, то для определения интегральной характеристики, описывающей глубину распространения фотосинтеза всего района, нельзя ее определять простым осреднением ряда глубин залегания 100%-ной изооксигены, т. к. это приведет к значительным искажениям результатов.

Для ясности рассмотрим пример: имеется горный массив (рис. 1, а), и необходимо одним числом представить наиболее точную оценку объема горной породы. Так, если использовать среднее значение высоты этих гор, то мы получим объем параллелепипеда (рис. 1, б), а не истинный объем горного массива. Куда более точным способом оценки объема будет служить использование численного решения задачи интегрирования методом Монте-Карло для многомерного случая (рис. 1, в). Для этого производится разделение области горного массива на сетку параллелепипедов и вычисляется объем каждого из них, с дальнейшим их суммированием.

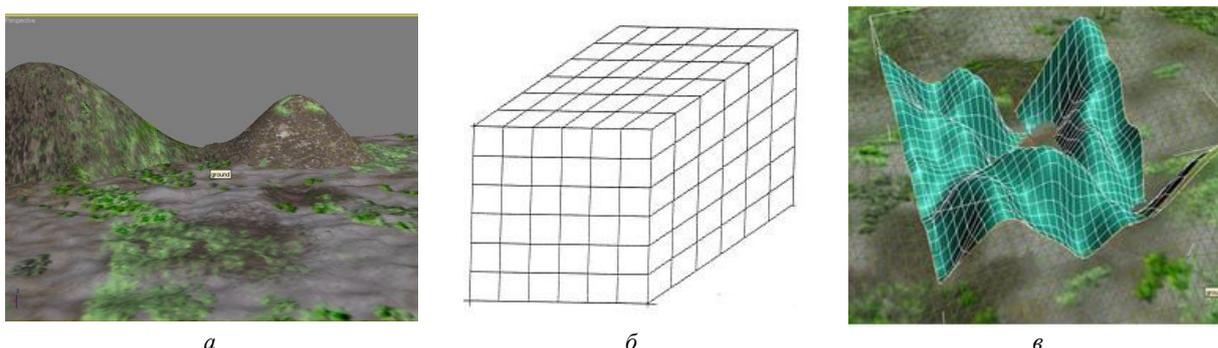


Рис. 1. Расчет объема горной породы (а – горный массив; б – расчет по средней высоте; в – расчет численным интегрированием с использованием метода Монте-Карло для многомерного случая

Таким образом, может быть получена характеристика, учитывающая степень охвата морских вод процессами фотосинтеза для заданного района моря. Для получения общей картины протекания процессов фотосинтеза требуется также иметь представление об их интенсивности. По аналогии, значение средневзвешенного насыщения вод кислородом в слое фотосинтеза не осредняется по району, а интерполируется в узлы регулярной сетки, и в последствии суммируется по трём измерениям. В результате расчетов получается два критерия, обуславливающих интенсивность развития процессов фотосинтеза и представляющих собой, по сути, интегральные характеристики (рис. 2).

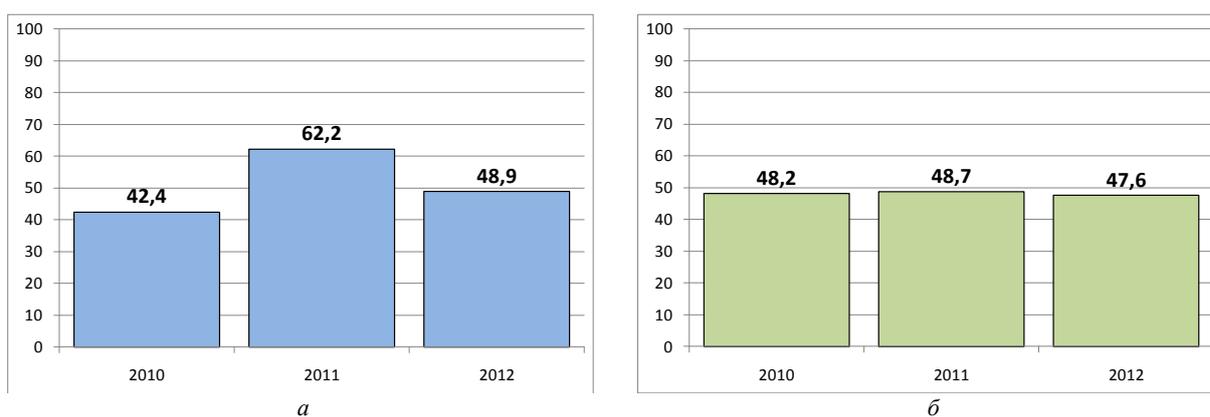


Рис. 2. Характеристики биопродуктивности южной части Баренцева моря в мае 2010-2012 гг. а – объемы фотосинтезирующей воды; б – интегральные величины средневзвешенных в слое фотосинтеза значений насыщения вод кислородом, % [14]

Grid-файлы (их ASCII формат), полученные в ходе подготовки карт глубин залегания 100%-ной изооксигены, использовались в дальнейшем, как входные данные для расчетов интегральных характеристик биопродуктивности.

На основании рассчитанных характеристик фотосинтеза в Баренцевом море для марта-октября, 1950–2012 гг. было построено 640 карт их распределения.

Используя наработки с использованием выбранного метода оценки фотосинтезирующей активности фитопланктона, можно сделать соответствующие расчеты для любого года и любого месяца. Однако для оценки динамики фотосинтезирующих процессов нужно, чтобы акватория исследований оставалась неизменной в своих границах от месяца к месяцу или от года к году. Иначе, данные в различные годы или месяцы нельзя будет сравнивать между собой, т.к. увеличение или уменьшение объема вод, охваченных фотосинтезом, может произойти не из-за активности процессов вегетации, а из-за увеличения площади акватории исследований. Поэтому, кроме расчетов характеристик фотосинтеза, также оценивалась обеспеченность (рис. 3) данными по насыщению морских вод кислородом (получено 6 448 файлов с детализацией по месяцам, годам и горизонтам; построено 496 карт положения станций). Как видно из рисунка, показывающего распределение лишь небольшой части станций в используемом массиве данных, покрытие акватории моря исследованиями от года к году значительно различается. Получается, что охарактеризовать изменчивость гидрохимических характеристик во времени для всей акватории Баренцева моря – задача крайне затруднительная. Поэтому рационально в данном случае использовать разделение моря на 6 квазиоднородных по гидрохимическим характеристикам частей [14]. Чем детальней будет разделение, тем выше вероятность увеличения длины ряда данных. Наряду с этим, непрерывных рядов практически нет и поэтому получение адекватных статистических показателей, характеризующих изменчивость гидрохимических данных для значительных по пространственной протяженности акваторий Баренцева моря, почти невозможно. Ряды данных для выбранных 6-ти районов составляют всего около 10–12 серий.

### Обеспеченность измерений насыщения вод кислородом

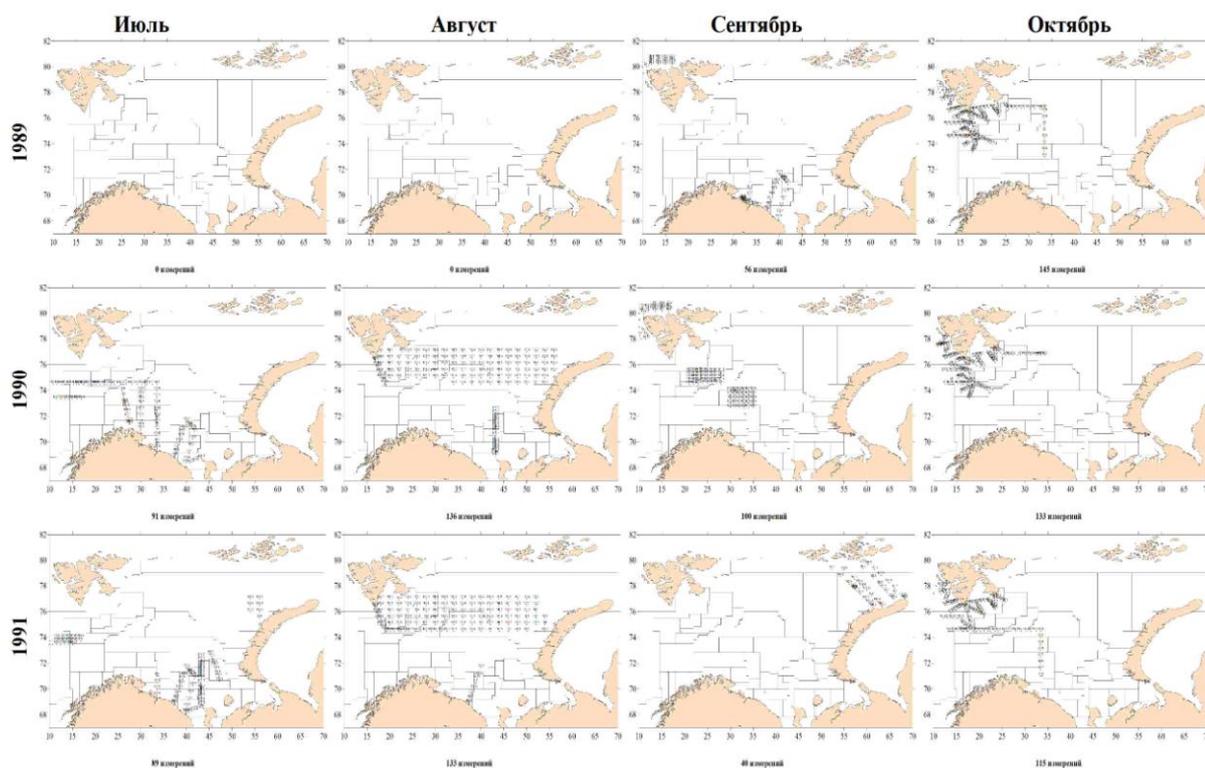


Рис. 3. Обеспеченность данными наблюдений за насыщением вод кислородом в июле – октябре, 1989–1991 гг.

Распределение параметров, определяющих фотосинтезирующую активность фитопланктона. На основании опубликованных материалов о гидрохимическом режиме Баренцева моря [6, 12, 15, 16] можно представить некоторую общую картину распределения характеристик и сформулировать закономерности природных процессов, которые обуславливают рассчитанные в данной работе характеристики. Так, март считается наиболее холодным месяцем года, в это время фосфаты равномерно распределены по всей водной толще, составляя до 0.8  $\mu\text{M}$  [6]. Процессы фотосинтеза начинают проявляться в водах Баренцева моря только в апреле, но пиковой величины они достигают в мае. Тогда же они охватывают практически всю акваторию Баренцева моря,

насыщение вод кислородом изменяется в пределах 105–115%. В июне процесс фотосинтеза активизируется на севере моря. К июлю процессы цветения ограничиваются наличием питательных веществ, по всей акватории моря сохраняются пониженные концентрации фосфатов в поверхностном слое, не превышающие 0.2 мМ. В августе–сентябре процессы цветения затухают, но при этом сохраняются пониженные концентрации фосфатов, а насыщение вод кислородом в поверхностном слое по-прежнему превышает 100%-ный уровень. К октябрю процессы цветения прекращаются [6].

Мощность слоя фотосинтеза как характеристика биопродуктивности оценивалась ранее в работе Несветовой [7], где произведен сравнительный анализ нескольких способов (табл. 2). По результатам работы автор заключает, что в апреле толщина фотического слоя варьирует в пределах от 20–25 до 80 м [7].

Таблица 2

**Помесячные значения глубин залегания (м) нижней границы фотического слоя в водах течений Баренцева моря, полученные разными методами [7]**

Название течения	Глубина залегания 100%-ной изооксигены						Глубина залегания максимального вертикального градиента фосфатов						Нижняя граница фотического слоя по методу Злобина [17].					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	V	VI	VII	VIII	IX	X	V	VI	VII	VIII	IX	X
Южная ветвь Нордкапского течения	50	95	80	45	30	25	40	25	25	25	25	90	55	65	65	50	90	120
Мурманское прибрежное течение	25	80	85	45	30	20	40	25	40	40	40	75	75	65	65	60	70	135
	75	90	60	40	35	25	40	25	40	35	35	40	80	70	70	60	75	100
Основная ветвь Нордкапского течения	35	115	90	50	45	45	35	40	40	40	40	90	110	75	60	70	70	105
Северная ветвь Нордкапского течения	80	135	90	65	35	30	40	40	40	40	40	75	95	95	70	65	65	115
Центральная ветвь Нордкапского течения	50	130	90	55	35	30	40	25	40	40	40	90	115	115	70	60	65	135
Мурманское течение	40	95	75	45	30	25	40	40	35	40	40	65	90	75	60	60	65	85
	60	105	60	45	35	20	25	40	40	40	40	65	80	80	65	60	60	100
	50	105	65	45	40	30	50	65	40	40	40	65	105	120	80	75	75	125
Медвежинское течение	20	80	65	70	45	50	50	60	60	30	40	60	80	90	85	80	85	100
	25	дно	дно	дно	70	35	25	25	40	40	25	80	–	30	50	дно	дно	–

В мае наблюдается максимальное заглубление 100%-ной изооксигены до 115–135 м. Также автор рекомендует не использовать метод Злобина [17], в связи с его излишней субъективностью и ограничением в начальных условиях. То есть этот метод не применим к Баренцеву морю.

В настоящей работе оценка толщины слоя фотосинтеза производилась только по глубине залегания 100%-ной изооксигены. Глубина ее залегания в целом совпадает с оценками производившимися ранее. Однако в некоторые годы в определенных районах Баренцева моря значения глубины залегания могут сильно отличаться от опубликованных. При этом экстремальные отклонения носят не единичный характер, а наблюдались на нескольких станциях. Так, например, в мае 1975 г. для целого ряда станций в юго-западной части моря наблюдались глубины залегания 100%-ной изооксигены в пределах от 100 до 320 м. Анализ вертикальных профилей распределения насыщения вод кислородом выявил, что на этих станциях сохраняется незначительно превышающая 100%-ный уровень аэрация, и тем не менее слой фотосинтеза имеет экстремально высокие значения. Аналогичные, но нечастые и не протяженные в пространстве выбросы наблюдались и в другие годы.

Распределение значений глубины залегания 100%-ной изооксигены в марте – июне от года к году носит мало предсказуемый характер. В различных частях акватории Баренцева моря могут возникать отдельные очаги относительно высоких значений (рис. 4). При этом

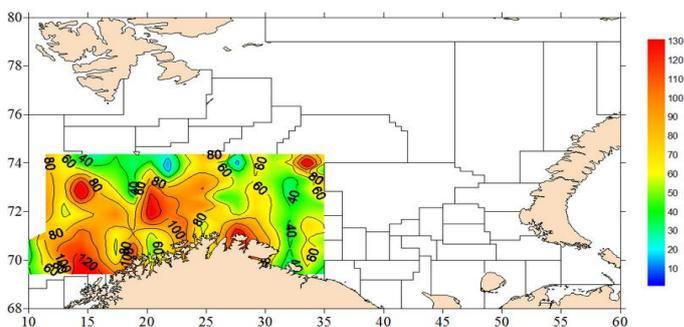


Рис. 4. Распределение глубины залегания 100 %-ной изооксигены в мае 1987 г, Баренцево море

их положение иногда не сохраняется и в другие годы может находиться в других частях моря (рис. 5). Однако в отдельные годы наблюдается равномерное распределение значений глубин залегания 100%-ной изооксигены (рис. 6). Такие значительные различия в распределении обуславливаются целым рядом причин.

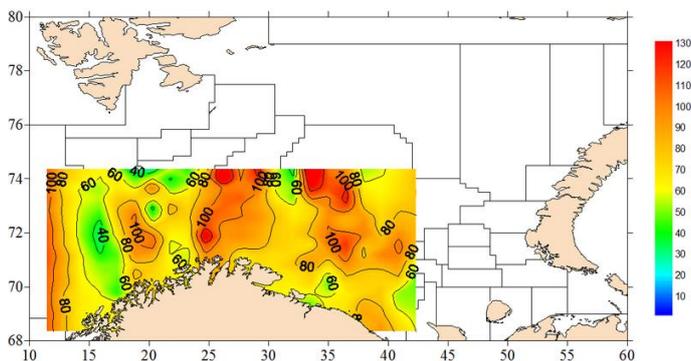


Рис. 5. Распределение глубины залегания 100 %-ной изооксигены в мае 1992 г., Баренцево море

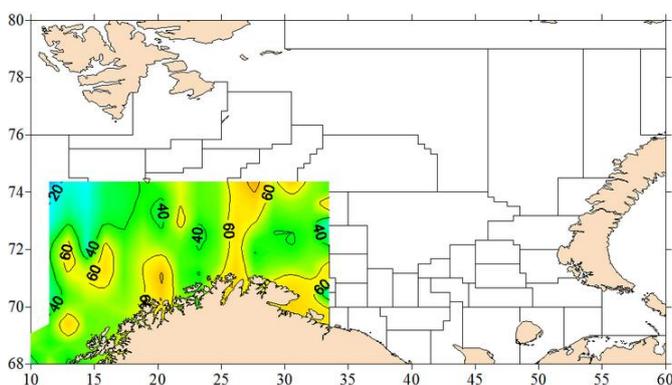


Рис. 6. Распределение глубины залегания 100 %-ной изооксигены в мае 1986 г., Баренцево море

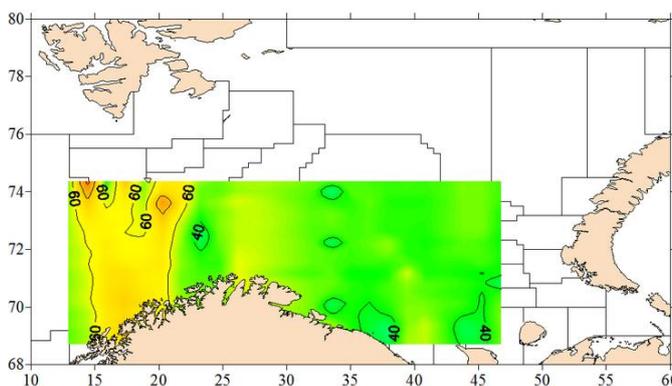


Рис. 7. Распределение глубины залегания 100 %-ной изооксигены в июле 1979 г., Баренцево море

пониженных значений 101–104% наблюдается в западной части моря, а в восточной его значения относительно выше и достигают 105–115%.

При этом отмечается некоторая область обострения горизонтальных градиентов насыщения вод кислородом, которая от года к году может располагаться западнее или восточнее. Например, в мае 2012 г. она располагалась между по-вами Варангер и Рыбачий, а в мае 1992 г. в районе восточной периферии Лофотенских о-вов. Однако такая особенность наблюдается не во все годы. Средневзвешенные в слое фотосинтеза пониженные значения насыщения вод кислородом наблюдались иногда в северо-западной части моря.

Это темпы развития процессов цветения (время начала, интенсивность), уровень предстартовых концентраций питательных веществ, степень весеннего прогрева, адвекция, приток солнечной радиации, волнение моря и др. Кроме того, процессы цветения в различных водных массах Баренцева моря начинаются и протекают по-разному [18–20]. Практически, существенное изменение характеристик может произойти и в течение периода времени соизмеримого с несколькими сутками.

К июлю – августу значения глубины залегания 100%-ной изооксигены значительно уменьшаются, а распределение выравнивается по всей акватории моря (рис. 7), изменяясь в пределах 40–60 м. В сентябре – октябре глубина еще сильнее уменьшается до 20–40 м. Таким образом, полученные значения совпадают с оценками, приведенными Невсевой [7].

Несмотря на то, что апрель считается стартовым месяцем, в процессах вегетации средневзвешенное значение насыщения вод кислородом в этот период немногим превышает 100 %-ный порог.

Средневзвешенное насыщение воды кислородом в слое фотосинтеза в мае в различные годы распределяется по-разному – равномерно или с преобладанием зон повышенных или пониженных значений, в среднем составляя 105–110%. В отличие от глубины залегания 100%-ной изооксигены в его распределении прослеживаются определенные закономерности. Так, для ряда лет область

В июне–июле средневзвешенное насыщение воды кислородом в слое фотосинтеза выравнивается по всей площади моря, составляя около 105–110%, а в августе начинают появляться области пониженных значений (101–105%). В некоторые годы как, например, в 2001 г., эти области охватывают большую часть моря. К сентябрю пониженные значения занимают почти всё море. Резко выделяется из общей картины только распределение 1981 г., когда на северо-востоке Баренцева моря, между 74° и 76° с. ш. наблюдались значения составляющие 105–110%. В октябре, несмотря на прекращение процессов фотосинтеза, наблюдаются значения средневзвешенного насыщения воды кислородом, составляющие около 100%. Средневзвешенные в слое фотосинтеза концентрации растворенного кислорода в Баренцевом море варьируют в пределах 7,0–8,0 мл/л в течение всех месяцев года, за исключением мая, когда их значения в некоторых частях моря достигают 9,0 мл/л. Характер распределения в целом равномерный.

Уровень средневзвешенного в слое фотосинтеза содержания фосфатов в марте колеблется в пределах 0,7–0,9  $\mu\text{M}$ , в апреле с началом фотосинтеза их значения несколько снижаются до 0,3–0,9  $\mu\text{M}$ . В оба эти месяца наблюдается их равномерное распределение по площади Баренцева моря. В мае в результате развития фитопланктона происходит потребление биогенного фосфора, причем в прибрежной части на юге моря, а также на востоке эти процессы начинаются несколько раньше, чем на севере и в западной части моря. Средневзвешенные концентрации фосфатов изменяются в пределах 0,2–0,7  $\mu\text{M}$ . Минимальны они в мелководной южной части моря. В июне распределение вновь выравнивается по площади, а значения концентраций составляют около 0,2–0,5  $\mu\text{M}$ , к июлю они снижаются до 0,1–0,3  $\mu\text{M}$ . В августе в отдельных частях моря происходит прирост средневзвешенной концентрации фосфатов до 0,3–0,5  $\mu\text{M}$  вследствие минерализации органического вещества. В то же время на севере моря они наоборот снижаются до 0,1–0,2  $\mu\text{M}$ . В сентябре, по мере снижения биопродукционных процессов, концентрации составляют 0,1–0,4  $\mu\text{M}$ , распределяясь в основном равномерно, с отклонениями в различные годы либо в меньшую, либо большую сторону. К октябрю процессы потребления биогенов сводятся к минимуму, а процессы минерализации органического вещества продолжают развиваться, в результате чего концентрации средневзвешенных фосфатов вырастают до 0,2–0,7  $\mu\text{M}$ .

#### Сравнение расчетных характеристик с материалами спутникового зондирования поверхности Баренцева моря

Оценка фактической зависимости концентрации фитопланктона от рассчитанных гидрохимических параметров производилась на основании данных по хлорофиллу, полученных со спутника [21]. Как показывает сравнительный анализ карт распределения концентрации хлорофилла, полученных в результате обработки спутниковых данных и распределения рассчитанных характеристик фотосинтезирующей активности фитопланктона, они не всегда хорошо соотносятся друг с другом. Возможно, такое положение вещей обусловлено тем, что спутниковые снимки характеризуют концентрацию хлорофилла только на поверхности моря, тогда как в рассчитанных характеристиках используются средневзвешенные значения по слою моря в несколько десятков метров. На представленном ниже рисунке (рис. 8) область пониженного средневзвешенного насыщения вод кислородом на востоке Баренцева моря соответствует относительно невысоким концентрациям хлорофилла, что может объяснять пониженное относительно соседних районов моря аэрирование, ввиду меньшего количества фитопланктона.

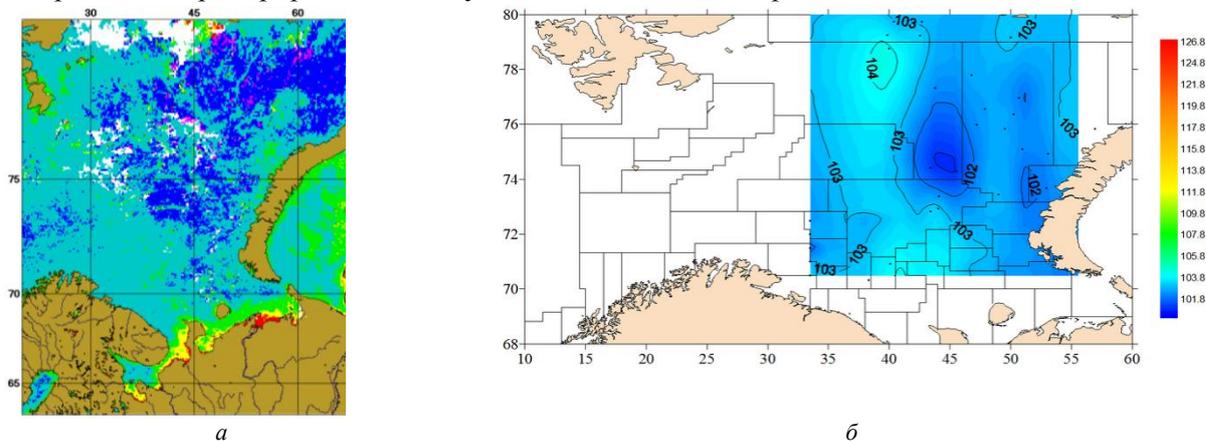


Рис. 8. Распределение концентрации хлорофилла (а) и средневзвешенного значения насыщения вод кислородом в слое фотосинтеза (б) в сентябре 2008 г., Баренцево море

В противовес сказанному выше в мае, когда глубина фотосинтеза максимальна и расчет средневзвешенного значения производится по максимально протяженному слою моря, расчетные пониженные значения фосфатов в южной части Баренцева моря хорошо соотносятся с концентрацией хлорофилла (рис. 9). Это, вероятно обусловлено активными процессами фотосинтеза в южной части моря и значительной биомассой клеток фитопланктона во всем слое фотосинтеза.

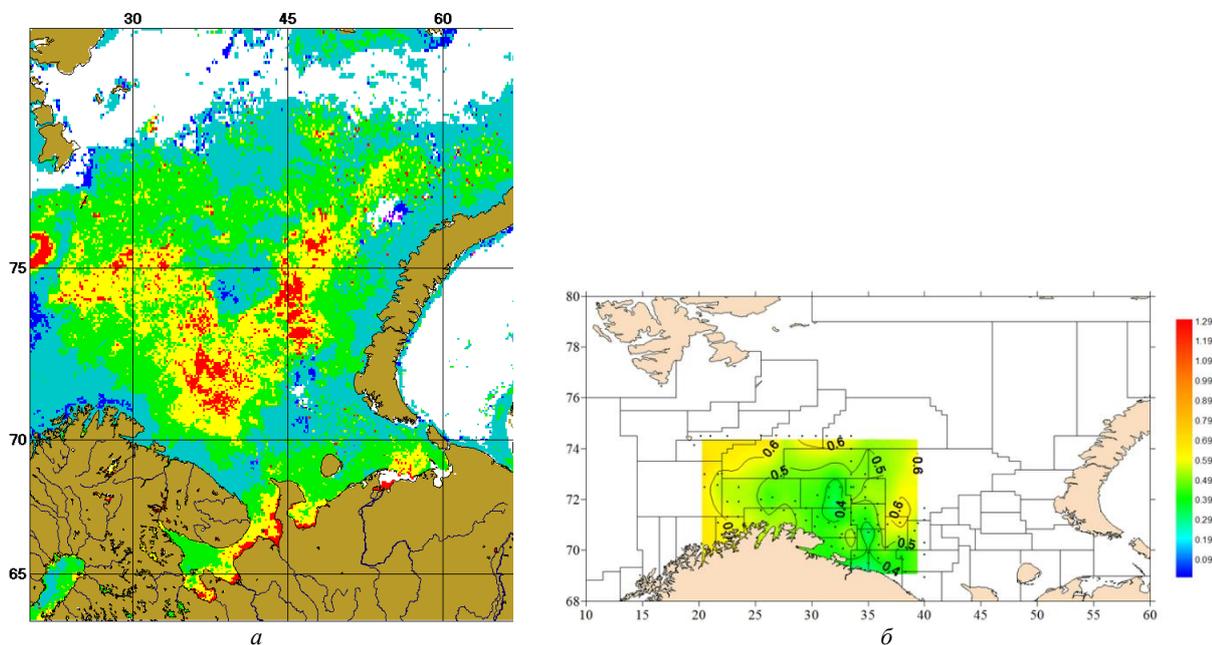


Рис. 9. Распределение концентрации хлорофилла (а) и средневзвешенного значения концентрации фосфатов в слое фотосинтеза (б) в мае 2010 г, Баренцево море

### Заключение

В ходе выполнения данной работы было построено 496 карт обеспеченности наблюдений за содержанием кислорода в Баренцевом море за период 1950–2012 гг., в марте – октябре. Нарботаны методики расчета гидрохимических параметров, характеризующих фотосинтезирующую активность жизнедеятельности фитопланктона. Разработаны программные алгоритмы для автоматических расчетов и визуализации информации. Построено 640 карт горизонтального распределения параметров.

Анализ полученных материалов по глубине залегания 100%-ной изооксигены показал их соответствие ранее опубликованным данным, а характер распределения по акватории Баренцева моря соответствует представлениям о неравномерности протекания процессов фотосинтеза в различных его частях.

На основании расчетных значений глубины залегания 100%-ной изооксигены путем использования численного интегрирования методом Монте-Карло для многомерного случая, были получены интегральные характеристики интенсивности фотосинтеза.

Сравнительный анализ соответствия полученных параметров, определяющих фотосинтезирующую активность фитопланктона с данными спутникового зондирования поверхности океана, выявил незначительное сходство этих двух видов данных. Это обусловлено тем, что информация, полученная со спутника, характеризует активность фитопланктона только на поверхности моря, тогда как расчетные гидрохимические показатели были получены путем расчета средневзвешенных значений в слое, достигающем нескольких десятков метров. И, тем не менее в мае, когда процессы цветения достигают пиковой стадии было отмечено соответствие высоких концентраций хлорофилла в южной части Баренцева моря полю пониженных средневзвешенных концентраций фосфатов.

В перспективе предполагается расширить проведенные исследования путем учета этапов развития процессов цветения, а также произвести включение дополнительных параметров, характеризующих процессы фотосинтеза.

## Литература

1. Злобин В.С. Основы прогнозирования первичной продуктивности фотического слоя океана / Под ред. чл.-корр. АН УССР Г.Г. Поликарпова. – Мурманск: ПИНРО. Мурманское книжное издательство, 1973. – 516 с.
2. Иваненков В.Н. Способ оценки полной продукции в океане и практические рекомендации по его применению // Известия вузов. Геол. разведка. – М. – 1982. – Рукопись деп. в ВИНТИ, № 6310 – 82 ДЕП. – 22 с.
3. Несветова Г.И., Рыжов В.М. Многолетние колебания содержания биогенных элементов и первичного продуцирования в водах Баренцева моря // Влияние океанологических условий на распределение и динамику популяций промысловых видов рыб / Сб. докл. третьего советско-норвежского симп. – Мурманск: ПИНРО, 1987. – С. 56–70.
4. Рей Ф., Шулдал Х.Р., Слагстад Д. Первичная продуктивность в связи с климатическими изменениями в Баренцевом море // Влияние океанологических условий на распределение и динамику популяций промысловых видов рыб / Сб. докл. третьего советско-норвежского симп. – Мурманск: ПИНРО, 1987. – С. 28–55.
5. Титов О.В. Влияние адвективных факторов на формирование первичной продукции в Баренцевом море // Вопросы промысловой океанологии Северного бассейна: Сб. науч. тр. / ПИНРО. – Мурманск: ПИНРО, 1995. – С. 122–130.
6. Титов О.В., Несветова Г.И. Гидрохимический атлас Баренцева моря. 2003 г. (пространственно-временная изменчивость содержания кислорода и минерального фосфора в водной толще). – Мурманск: ПИНРО, 2003. – 148 с.
7. Несветова Г.И. Влияние положения кромки льда в Баренцевом море на формирование биопродукционных районов // Вопросы промысловой океанологии Северного бассейна / Сб. науч. тр. / ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1995а. – С. 111–121.
8. Несветова Г.И. Сезонная динамика и пространственная изменчивость вертикальной протяженности слоя фотосинтеза в Баренцевом море // Вопросы промысловой океанологии Северного бассейна / Сб. науч. тр. / ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1995а. – С. 65–89.
9. Титов О.В. Трансформация фосфатов и первичная продукция в Баренцевом море // Матер. отчет. сессии по итогам НИР ПИНРО в 1993 г. – Мурманск: ПИНРО. – 1994. – С. 296–311.
10. Волковинский В.В. Методы измерения и расчета продукции морского фитопланктона. Обзорная информация // сер. 1. «Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана». – Вып. 5. – М.: ЦНИИТЭИРХ. – 1973. – 24 с.
11. Зубов Н.Н. Сведения температуры гидрологической станции и гидрологического разреза // «Записки по гидрографии». – 1926. – Т. 51.
12. Несветова Г.И. Гидрохимические условия функционирования экосистемы Баренцева моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002. – 295 с.
13. Гололобов Я.К. Оценка и возможности прогнозирования биопродуктивности Черного моря по данным о растворенном в воде кислороде. // Промысловая океанология. – М.: ОИ/ЦНИИТЭИРХ. – 1977. – Вып. 5. – С. 17–23.
14. Интегральный метод расчета характеристик биопродуктивности вод Баренцева моря. Иванов С.А. // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса: Матер. Третьей науч.-практ. конф. мол. уч. ФГУП «ВНИРО» с междунар. уч. – М.: ВНИРО. – 2012. – С. 36–39.
15. Биогенные элементы прибрежных вод Восточного Мурмана. Ильин Г.В., Гаркавая Г.П. / В кн.: Закономерности биопродукционных процессов в Баренцевом море. – Апатиты: Изд. Кольского филиала АН СССР, 1978. – С. 13–27.
16. Среднегодовое распределение кислорода и фосфатов в водах Баренцева моря. Несветова Г.И., Цехоцкая Л.К. / В кн.: Комплексные океанологические исследования Баренцева и Белого морей. – Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР. – 1986. – С. 35–44.
17. Злобин В.С., Сапронецкая Н.Г., Алексеева А.Г. Распределение и регенерация фосфатов в Норвежском море в 1965 г. // Океанология. – 1968. – Т. 8. – Вып. 4. – С. 616–627.
18. Фитопланктон. Рыжов В.М. / В кн.: Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. – Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР. – 1985. – С. 100–105.

19. Сезонные изменения некоторых показателей продуктивности фитопланктона Баренцева моря. *Бобров Ю.А.* / В кн.: Закономерности биопродукционных процессов в Баренцевом море. – Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР. – 1978. – С. 37–52.

20. Исследования первичной продукции в Баренцевом море / *Ю.А. Бобров, В.Л. Шмелева* В кн.: Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. – Апатиты: Изд. Кольского филиала АН СССР. – 1985. – С. 105–110.

21. Институт океанологии, 14.11.2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://optics.ocean.ru/maps.html>

УДК 502.5:665.6(265.52)

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ В РАЙОНАХ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

*Е.В. Касперович*

*Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море,  
Петропавловск-Камчатский*

Приведены концентрации нефтепродуктов в пробах морских вод и донных отложений Авачинской губы из мест разливов. Показано, что значительное количество загрязняющих веществ остается в морской среде и накапливается в донных отложениях.

Эксплуатация морских судов сопровождается сбросом нефтесодержащих (ляльных) вод, а при проведении операций с нефтепродуктами – их разливами. Перевалка нефтепродуктов с танкеров и бункеровка судов флота рыбной промышленности в прикамчатских водах осуществляется в отведенных местах – разгрузочных пунктах [1, 2]. В бухте Авачинская губа бункеровка судов флота рыбной промышленности осуществляется повсеместно.

На приведенном ниже рисунке представлена карта-схема мест проведения операций с нефтепродуктами в Авачинской губе и обозначена большая часть тех мест, где проводятся крупная



*Места проведения операций с нефтепродуктами объектов транспорта в бухте Авачинская губа*

перевалка нефтепродуктов с танкеров на берег и бункеровка судов с причала. Представленные данные получены автором совместно со специалистами ФБУ «Камчаттехмордирекция» при разработке планов по предупреждению и ликвидации разливов нефтепродуктов для коммерческих компаний-судовладельцев и Администрации морского порта Петропавловск-Камчатский.

В работе [2] показано, что места бункеровки флота и перевалки нефтепродуктов в бухте Авачинская губа являются источниками хронического загрязнения, которое приводит к глубокой деструкции биотического компонента экосистемы на всех уровнях его организации. Такие места являются источниками переноса загрязняющих веществ в соседние районы. Сброс загрязняющих веществ с судов в бухте запрещен. Однако нефтепродукты по-

падают в морскую среду при проведении операций с нефтепродуктами: в результате аварий, неразрешенного сброса льяльных вод и образования протечек топлива (разливы нефти малой интенсивности).

При попадании на морскую поверхность пятна нефтепродуктов приобретают пленочные, растворенные, эмульгированные и адсорбированной формы. Привлекаемые для ликвидации разливов нефтепродуктов аварийно-спасательные формирования, расположенные на территории Камчатского края, обрабатывают пятна нефтепродуктов специальными средствами. Эти средства предназначены для удаления только пленочной формы нефти.

Специалистами ФБУ «Камчаттехмордирекция» в период 2007–2013 гг. при обнаружении разливов нефтепродуктов проводился отбор проб морских вод на содержание в них нефтепродуктов. Пробы отбирались пробоотборной системой для экологических исследований ПЭ-1110 из поверхностных слоев вод Авачинской губы непосредственно под необработанной пленкой нефтепродуктов в соответствии с ГОСТ 17.1.4.01-80 и ГОСТ 17.1.5.05-85. Ниже в таблице представлены результаты анализов проб морских вод Авачинской губы из мест разливов нефтепродуктов. Всего отработано восемь случаев обнаруженных разливов. Анализы проводились аккредитованной лабораторией Филиала ФБУ «ЦЛАТИ по ДФО» по Камчатскому краю, в 2008 г. – лабораторией ФГБУ «Камчатское УГМС».

Таблица

**Концентрация нефтепродуктов в пробах морских вод Авачинской губы из мест разливов**

Дата отбора проб	Район места разлива	Концентрация нефтепродуктов, мг/дм <sup>3</sup>
Июль 2007	Бухта Крашенинникова	9171,70
		8085,20
		7658,80
		1451,40
Декабрь 2007	Бухта Раковая	Контрольная проба*
		451,00
		0,44
		293,81
Май 2011	Район мыса Сигнальный	9,32
		5,71
		9,07
		0,33
Июль 2011	Район мыса Крашенинникова	Контрольная проба*
		0,14
		0,09
		0,12
Сентябрь 2011	Район мыса Маячный (Авачинский залив)	Район западного берега сопки Никольская
		0,06
		0,54
		0,93
Сентябрь 2012	Бухта Раковая	Контрольная проба*
		0,03
		0,06
		0,02
Февраль 2013	Бухта Раковая	0,02
		0,01
		0,01
		0,01
Июль 2012	Бухта Раковая	1740,00
		31,20
		8,29
		1,27
Сентябрь 2012	Бухта Моховая	1,38
		0,37
		0,11
		0,11
Февраль 2013	Бухта Раковая	200,00
		9710,00
		419,00
		4710,00
	Контрольная проба*	2725,00

*Примечание.* Контрольная проба\* – проба, отобранная на расстоянии не менее 150 м от разлива нефтепродуктов.

Из представленных в таблице данных видно, что концентрации нефтепродуктов под плавающей пленкой нефти в бухте Авачинская губа варьируются в широких пределах

0,06–9710 мг/дм<sup>3</sup>. За исследуемый период усредненная концентрация нефтепродуктов под плавающей пленкой, с учетом контрольных районов, составила 1505,99 мг/дм<sup>3</sup> и превысила предельно допустимую концентрацию (ПДК) – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, установленную для рыбохозяйственных водоемов, в 30 000 раз. При этом площадь зафиксированных разливов составляла 105–30 000 м<sup>2</sup>. Периодичность и проблемы обнаружения дрейфующих на поверхности морской акватории Авачинской губы пятен нефтепродуктов в 2007–2008 гг. освещались ранее [3].

В июне 2011 г. специалистами ФБУ «Камчаттехмордирекция» отбирались пробы морских вод и донных отложений в районе м. Крашенинникова, спустя полгода после ликвидированного в том же месте аварийного разлива нефтепродуктов. Забор проб донных отложений проводили трубкой ГОИНа ТГ-1 в соответствии с ГОСТ Р 17.1.5.01 и ГОСТ Р 51592-2000. Результаты анализов проб морских вод на содержание в них нефтепродуктов показали, что в морских водах этого района усредненная концентрация загрязняющего вещества составила 1,8 мг/дм<sup>3</sup>, что превышает фоновую концентрацию вод Авачинской губы 2010 г. в 60 и ПДК в 36 раз. Усредненная концентрация нефтепродуктов в пробах донных отложений составила 349,7 мг/кг.

Необходимо отметить, что отобранные в июне 2011 г. пробы донных отложений в районе Петропавловской губы также показали их значительную загрязненность нефтепродуктами. Среди отобранных проб этого района отчетливо выделялось место, где в предыдущие годы принимали и очищали судовые (ляльные) нефтесодержащие воды. Концентрация нефтепродуктов в этом месте в 4,6 раза превышала максимальную концентрацию загрязняющего вещества, содержащегося в пробе донных отложений из других мест района Петропавловской губы. Исследования, проведенные в 2009 г. [1, 2, 4] также показали, что самым загрязненным районом среди 12 изученных мест проведения операций с нефтепродуктами в бухте Авачинская губа, являлся побережье, прилегающее к м. Санникова, где в соответствии с действующим природоохранным законодательством ведется деятельность по приему и очистке судовых ляльных вод.

Проведенные исследования показывают, что проблема ликвидации разливов нефтепродуктов на поверхности вод Авачинской губы остается актуальной. Значительное количество загрязняющих веществ, содержащихся в поверхностных водах под слоем пленки нефтепродуктов, остается в морской среде, накапливается в донных отложениях на месте разлива и переносится водными массами на большие расстояния. Места проведения операций с нефтепродуктами занимают лидирующие позиции в загрязнении вод бухты нефтью. Программа и методики очистки водных масс и мягких грунтов от нефтепродуктов при ликвидации их разливов в бухте Авачинская губа до сих пор не разработаны.

## Литература

1. Касперович Е. В. Техногенное влияние морских транспортных средств на состояние экосистем прикамчатских вод // Дис..... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 154 с.
2. Касперович Е. В. Техногенное влияние морских транспортных средств на состояние экосистем прикамчатских вод // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 28 с.
3. Касперович Е. В. О загрязнении морей нефтепродуктами при эксплуатации судов (на примере Западно-Камчатской и Североохотоморской рыбопромысловых подзон Охотского моря и внутренних морских вод Авачинской губы Камчатского края) // В кн.: Экологические аспекты освоения нефтегазовых месторождений РЭА. № 1. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 105–109.
4. 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 / координация групп по разработке: Касперович Е.В. – Петропавловск-Камчатский: ФГУ «Камчаттехмордирекция», 2009. – 409 с.
5. ГОСТ 17.1.4.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах.
6. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
7. ГОСТ Р 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность (в ред. изменения № 1).
8. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб.

УДК 582.272:502.46(265.52)

РАЗВИТИЕ *ALARIA MARGINATA* В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

А.В. Климова

Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский

В статье обсуждается морфологическая изменчивость аляриевой водоросли *Alaria marginata* у юго-восточной Камчатки в условиях длительного хронического загрязнения. Показаны основные направления адаптивной стратегии вида в неблагоприятных условиях среды, обеспечивающие его максимальное выживание.

Аляриевые водоросли представляют собой одно из наиболее богатых видами семейств порядка Laminariales. Представители этого семейства имеют сложную морфологию слоевищ и состоят из органов прикрепления (ризоидов), стволика, несущего пучки спорофиллов (пластинки, на которых формируется спорогенная ткань), вегетативной пластины, несущей центральную жилку.

Наиболее интенсивно среди аляриевых изучались *Alaria esculenta* у европейского побережья Атлантического океана и виды рода *Undaria* в южных морях восточной части Тихого океана. Одной из обобщающих работ по представителям рода *Alaria* является монография Yendo [1], сохранившая свою актуальность и в настоящее время. Позднее, более полувека спустя, была пересмотрена таксономия рода на основе морфологических признаков [2] и молекулярно-генетического анализа [3]. В современном понимании в роде *Alaria* выделяют 12 видов, 8 из которых распространены в умеренных водах Тихого океана.

В прикамчатских водах в составе сообществ макрофитобентоса из представителей аляриевых встречаются *Alaria angusta* и *A. marginata* [4, 5]. Зачастую они выступают субдоминантными видами в поясе ламинариевых водорослей. Здесь они крайне редко формируют монодоминантные заросли. В природных сообществах наиболее распространенным видом является *A. angusta*, но в условиях антропогенного воздействия он резко сокращает своё присутствие, встречается единично в крайне угнетенном состоянии *A. marginata*, напротив, характеризуется как полисапробный вид, способный вегетировать в условиях длительного хронического загрязнения [6]. Что и определило выбор объекта исследования, позволяющего выявить степень воздействия неблагоприятных факторов среды на общее развитие растений и формирование у них адаптивных стратегий к существованию в условиях стресса.

Материалом для исследований послужили сборы водорослей в Авачинском заливе в течение 2010–2012 гг. В пределах района исследований наблюдается различия, как в гидродинамических условиях, так и в смене характера и уровня воздействия антропогенного загрязнения на прибрежные экосистемы.

В Авачинском заливе общая длина растений *Alaria marginata* может достигать 1,5–2,5 м, ширина – 10–25 (50) см (табл. 1, рис. 1). Стволик у этого вида достаточно длинный, до 30 см длиной, вальковатый, в месте развития спорофилл уплощенный, ризоиды жесткие, пучковатые, отходят по всей окружности стволика.

Таблица 1

Размерно-массовые и некоторые биологические характеристики *Alaria marginata* в Авачинском заливе

Размерно-массовые и биологические характеристики вида	Авачинский залив	Авачинская губа
Длина слоевищ, см	250	160
Ширина пластины, см	30	50
Длина черешков, см	30	20
Масса слоевища, г	160	200
Период спороношения	Растянутый в течение всей вегетации	
Продолжительность жизни, лет	4	3
Ценотическая роль	Субдоминант	

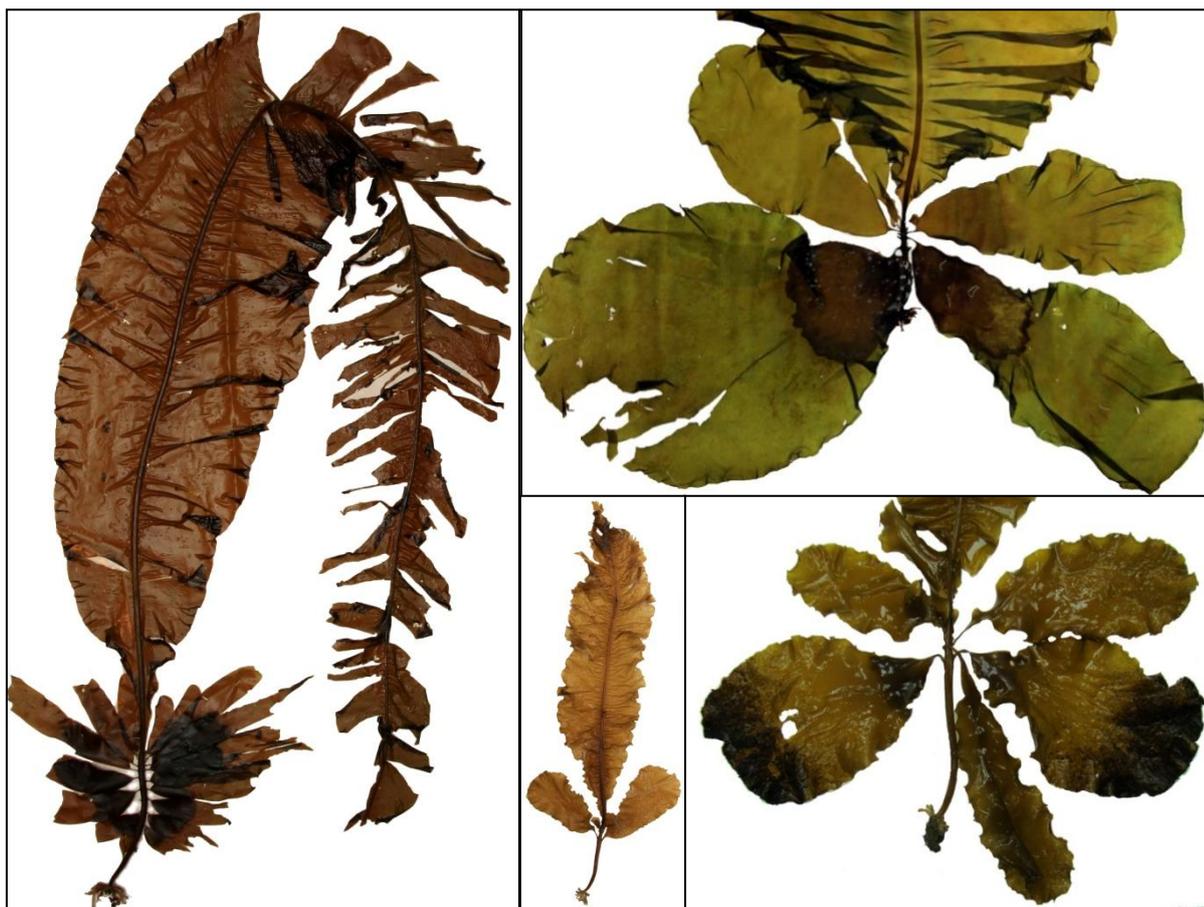


Рис. 1. *Alaria marginata*: 1 – взрослое растение из б. Завойко, 2 – нижняя часть растения из б. Сероглазка, 3 – ювенильное растение из б. Сероглазка, 4 – спорофильный пучок растения у м. Санникова

Спорофиллы у них овальные, ланцетовидные, реже линейные, с округлым или клиновидным основанием и одинаковой по всей длине толщиной, в основании не утолщенные. Спороносная ткань в период полного созревания развивается почти по всей поверхности спорофилла, исключая узкую краевую кайму и небольшой участок его вершины. В зависимости от условий среды спорофиллы могут достигать 35 см длины и 25 см ширины со спороносной тканью, расположенной только у их основания (рис. 1.2). Растения с такими гигантскими размерами спорофиллов характерны для участков побережья, испытывающих постоянное антропогенное воздействие. Спорофиллы располагаются у данного вида чаще всего с двух сторон стволика на некотором расстоянии друг от друга (рис. 1). В местах с сильным прибоем они сближены, образуют плотный пучок. Активный рост слоевищ *A. marginata* происходит в ранневесеннее время, рост спорофиллов в длину и ширину продолжается в течение всего лета. Следует отметить, что спорофиллы со зрелой спороносной тканью можно встретить у взрослых растений в течение всего вегетативного периода. В целом для алярии окаймленной, как и для другого представителя рода – *A. angusta*, характерен растянутый во времени период спороношения, исключая растения первого года жизни, которые весной и в начале лета только начинают формировать спорофиллы [7]. Такая стратегия бесполого размножения обеспечивает присутствие в популяции алярии разновозрастных растений и способствует поддержанию численности представителей вида на относительно постоянном уровне.

В Авачинском заливе *A. marginata* встречается достаточно широко, селится предпочтительно в закрытых и полузакрытых бухтах с подветренной стороны мысов на глубинах 0–2 м. Во внутренней части Авачинской губе в условиях хронического антропогенного загрязнения у некоторых образцов алярии окаймленной наблюдаются признаки гигантизма (рис. 1). В чистых местообитаниях *A. marginata* формирует узкий пояс часто совместно с *Saccharina bongardiana* и *Laminariasp.* Редко одиночные растения встречаются на глубинах 5–6 м. Проективное покрытие

в чистых зарослях не превышает 15–30%, максимальная плотность – 14–16 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 4 кг/м<sup>2</sup> [2]. В прикамчатских водах вид вегетирует до 3 лет, в условиях сильного антропогенного воздействия сокращает продолжительность жизни до 2 лет [7, 8].

У *A. marginata* во внутренней части Авачинской губы заметно увеличиваются в размерах спорофиллы. Довольно часто их размеры превышают таковые у основной пластины. Так у растений *A. marginata*, собранных в б. Сероглазка длина пластины достигала 145 см, ширина – 35 см, спорофиллы имели размер 35 см длины и 25 см ширины. Спороносная ткань у таких растений находится в основании спорофильных листочков (рис. 1.2). Она занимает не больше 20% от общей поверхности спорофилла. На их краях часто начинают развиваться эпифиты. В условиях антропогенного воздействия ингибирование размеров основной пластины и интенсивное развитие стерильной части спорофилл, обеспечивает увеличение фотосинтетической поверхности и эффективный транспорт продуктов ассимиляции к образующимся сорусам зооспорангиев.

Во внутренней части Авачинской губы у представителей *A. marginata* часто наблюдается аномальное развитие перпендикулярно направленных пластинчатых выростов. Они появляются как на спорофиллах, так и на основной пластине (рис. 2). Нередко они затрагивают и ее центральную жилку. Такое явление мы наблюдали и у других представителей ламинариевых водорослей. Скорее всего, это нарушение деятельности меристематических клеток, расположенных в верхнем слое коры, появляющееся в ответ на неблагоприятное воздействие факторов внешней среды, точная природа которых еще не выяснена.



Рис. 2. Аномалии развития у *Alaria marginata*: развитие перпендикулярных выростов на основной пластине (1) и спорофиллах(2) растения 1-го года жизни, собранного в б. Сероглазка

Исходя из результатов проведенных нами исследований, для растений *A. marginata* произрастающих в сильно загрязненных районах Авачинского залива (северное побережье внутренней части Авачинской губы) характерно, во-первых, сокращение продолжительности жизни; во-вторых, появление морфологических изменений в строении слоевищ, выражающихся в ингибции размеров основной пластины и гигантизме спорофиллов, приводящем к увеличению их фотосинтетическую поверхность и усилению эффективности транспорта ассимиляционных веществ к репродуктивной ткани. В качестве третьей выявленной особенности развития следует отметить появление в неблагоприятных условиях внешней среды на поверхности пластины и спорофиллов алярии окаймленной аномалий и большого количества эпифитов.

### Литература

1. Yendo K. A monograph of the genus *Alaria* // J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 43(1). – 1919. – P. 1–145.
2. Widdowson, T.B. A taxonomic revision of the genus *Alaria* Greville // Syesis 4. – 1971. – P. 11–49.
3. Kraan S., Guiry M.D. Sexual hybridization experiments and phylogenetic relationships as inferred from rubisco spacer sequences in the genus *Alaria* (Phaeophyceae) // J. Phycol. – 2000. – № 35. – P. 190–198.
4. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с.

5. Клочкова Н. Г., Королева Т. А., Кусиди А. Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2009. – 216 с.

6. Клочкова Н. Г., Березовская В. А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с.

7. Королева Т.Н. Некоторые сведения по развитию *Alaria marginata* (P. et R.) в Авачинском заливе // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: матер. VII междунауч. конф., посвящ. 25-летию организации Камчат. отд. Института биологии моря (Петропавловск-Камчатский, 28–29 ноября 2006 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2006. – С. 272–275.

8. Королева Т.Н. Некоторые особенности анатомо-морфологического развития представителей рода *Alaria* Grev. в различных условиях среды // Вестник КамчатГТУ. – 2011. – Вып. 15. – С. 49–56.

УДК 595.384(265.53)

## К ВОПРОСУ О ПЛОДОВИТОСТИ КРАБА-СТРИГУНА *CHIONOECETES ANGULATUS* СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

С.В. Клинушкин, А.М. Мельник

Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Магадан

Рассмотрены абсолютная и относительная плодовитость, зависимость плодовитости от ширины карапакса и массы самок краба-стригуна *Chionoecetes angulatus*, собранных на акватории Западной Камчатки.

Краб-стригун *Chionoecetes angulatus* является глубоководным и самым массовым видом крабов батиали северной части Охотского моря. Тем не менее, стоит отметить крайне малую изученность этого вида и, соответственно, небольшой объем печатных работ по этому объекту.

Настоящая работа содержит сведения о плодовитости западнокамчатской группировки краба-стригуна ангулятуса Охотского моря. Этот важный аспект репродуктивной биологии сейчас особенно актуален в связи с тем, что в 2010–2012 гг. интерес к промысловому освоению краба-стригуна ангулятуса значительно возрос. Определение абсолютной плодовитости животных – необходимое звено в познании закономерностей динамики численности популяций [1]. Таким образом, детальное исследование биологии этого вида позволит более корректно оценивать состояние его запасов.

Материалом для данной работы послужили сборы наружной оплодотворенной икры у самок краба-стригуна *Ch. angulatus* (N = 48 экз.), на акватории западной Камчатки в координатах 56°16' с.ш. и 154°05' в.д. с глубин 447–466 м при выполнении научно-исследовательских работ в сентябре 2010 г. У самок краба измеряли ширину карапакса, с точностью до 0,1 мм, определяли стадию зрелости икры (ИО – «икра оранжевая», ИОГ – «икра оранжевая с глазком», ИБ – «икра бурая») и стадию личиночного цикла по принятой в ФГУП «МагаданНИРО» методике [2]. У всех исследованных самок была зарегистрирована стадия «икра оранжевая».

Пробы хранились в замороженном виде. Перед взвешиванием икру отделяли от плеопод, подсушивали на фильтровальной бумаге. Массу икры определяли на электронных балансировочных весах ELECTRONICBALANSEER-120 А, с точностью до 1 мг. Величина навески икры составляла около 0,05 мг (обычно это соответствовало 340–360 икринкам).

Количество икринок в кладке, или индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП), определялось счетно-весовым методом [3, 4], который заключался в оценке количества икринок в небольшой навеске, с последующим пересчетом на массу яйцекадки. Средняя ИАП краба-стригуна ангулятуса была рассчитана, исходя из полученных средних для каждой размерной группы и соотношения этих групп среди икраных самок в уловах ловушек с размером ячеек дели 20x20 мм. Индивидуальную относительную плодовитость (ИОП) определяли как отношение абсолютной плодовитости к массе самки без учета массы икры.

Для сравнения репродуктивных возможностей западнокамчатского краба-стригуна ангулятуса с данными других популяций краба-стригуна ангулятуса Дальневосточного региона, рассчитывались К-г коэффициенты и репродуктивное усилие, которые в применении к ракообразным были рекомендованы Н.Н. Хмелевой [5]. К-г коэффициент определялся как отношение абсолютной плодовитости к массе одного яйца (в мг), репродуктивное усилие – как отношение массы яйцекладки к массе самки после удаления наружной икры.

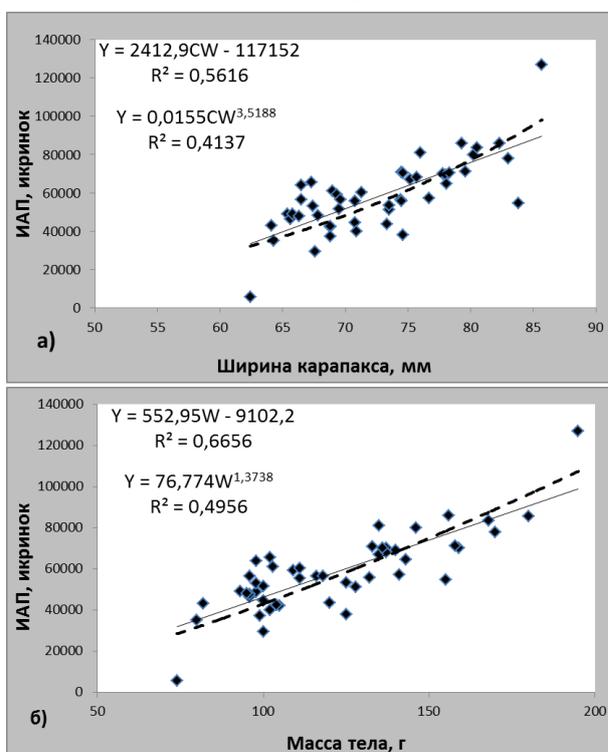
Нами были произведены точные взвешивания самок на весах с демпферным устройством с точностью до 1 г (N = 48). Уравнение, описывавшее связь ширины карапакса самок с их массой, имело следующий вид:

$$W = 0,001CW^{2,7274} (R^2 = 0,95),$$

где W – масса (г), CW – ширина карапакса самки (мм).

Ширина карапакса исследуемых самок краба-стригуна ангулятуса варьировала от 62,4 до 85,7 мм, составляя в среднем  $72,7 \pm 0,8$  мм. Масса тела изменялась от 74 до 195 г, в среднем –  $121 \pm 4$  г. Вес наружной оплодотворенной икры варьировал от 0,9 до 17,4 г, составляя в среднем –  $10 \pm 0,4$  г.

Крайние пределы значений ИАП для краба-стригуна ангулятуса всех размерных группировок на исследуемом локальном участке достаточно велики: от 6 до 127 тыс. икринок. Средняя ИАП составила 57,2 тыс. икринок.



Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости самок *Ch. angulatus* (количество икринок) от ширины карапакса (а) и массы тела самок (б). Сплошная линия соответствует линейной, прерывистая – степенной функциям

Зависимости плодовитости крабов от их размера и массы (для начальной стадии инкубации икры «ИО») наиболее оптимально описываются уравнениями линейной функции:  $Y = 2412,9 CW - 117152$  и  $Y = 552,95x - 9102,2$ , где Y – ИАП, CW – ширина карапакса (мм), W – масса (г) (при коэффициенте аппроксимации  $R^2 = 0,56$  и  $0,67$ , соответственно) (см. рисунок). В печатных работах, посвященных плодовитости самок краба-стригуна опилио, исследователи приводили линейную, а также степенную функции при описании зависимостей плодовитости от размера и массы самок [6, 7]. Вероятно, невысокий коэффициент аппроксимации для полученных уравнений связан с большими колебаниями ИАП у одноразмерных самок. И эта особенность присуща не только крабам-стригунам [8].

Индивидуальная относительная плодовитость варьировала в пределах от 75 до 729 икр./г, составляя в среднем 519 икр./г. Связь ИОП с размерами самок отсутствовала. Максимальная ИОП отмечалась у самки с шириной карапакса 66,5 мм.

Коэффициент К-г стратегии воспроизводства, который используют для сравнительной оценки количества потомков и их

энергообеспеченности, колебался в очень широких пределах от 34236 до 923516, составив в среднем 336360 тыс. икринок/мг. Репродуктивное усилие варьировало у особей от 1,2 до 11,6%, составив в среднем 9%.

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что абсолютная плодовитость ангулятуса варьирует в широких пределах: минимальная и максимальная ее величины различаются в 21 раз. Ее зависимость от размеров самок лучше описывается линейным уравнением. Как и в отношении многих десятиногих дальневосточных морей, связь ИОП с размерами тела самок отсутствовала.

## Литература

1. *Иванков В.Н.* К методике определения плодовитости пойкилотермных животных // Гидробиологический журнал. – 1974. – Т. 10. – Ч. 1. – С. 99–102.
2. *Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А. Н.* Промысловые беспозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря. – Магадан: МагаданНИРО, 2003. – 284 с.
3. *Спановская В.Д., Григораш В.А.* К методике определения плодовитости одновременно и порционно икротечущих рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Ч. 2. – Вильнюс: Мокслас, 1976. – С. 54–62.
4. *Агафонкин С.И.* К плодовитости колючего краба *Paralithodesbrevipes*(A.Milne-EdwardsetLucas) северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. – 1982. – Т. 106. – Владивосток: ТИНРО. – С. 16–18.
5. *Хмелева Н.Н.* Закономерности размножения ракообразных. – Минск: Наука и техника, 1988. – 208 с.
6. *Первеева Е.Р.* Плодовитость крабов-стригунов в водах Сахалина и северных Курильских островов // Вопросы рыболовства. – 2002. – Т. 3. – № 4(12). – С. 639–653.
7. *Карасев А.Н.* Плодовитость краба-стригуна *Chionoecetesopilio* северной части Охотского моря // Вопросы рыболовства. – 2008. – Т. 9. – № 2–34. – С. 373–394.
8. *Клитин А.К.* Плодовитость дальневосточных крабидов в водах Сахалина и Курильских островов // Вопросы рыболовства. – 2002. – Т. 3. – № 3(11). – С. 428–449.

УДК 592(268.45)

## МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В БЕСПОЗВОНОЧНЫХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

*А.М. Лантева*

*Полярный научно-исследовательский институт  
морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, Мурманск*

Приведены результаты исследования содержания микроэлементов в 20 видах беспозвоночных, принадлежащих к семи типам. Представлен анализ зависимости содержания микроэлементов в тканях от вида организма, возраста и типа питания.

Цель настоящей работы – выявить общие тенденции содержания и распределения микроэлементов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) в беспозвоночных, которые являются объектами промысла: краб-стригун *Chionoecetes opilio*, камчатский краб *Paralithodes camtschatica*, креветка северная *Pandalus borealis*, букцидум *Gastropoda Buccinidae* и его кладки (eggs) *Buccinidae*, мидия обыкновенная *Mytilus edulis*, серрипес гренландский *Serripes groenlandicus*, нептуinea *Neptunea ventricosa*). Остальные гидробионты широко встречаются в водах Баренцева моря и являются кормовыми объектами многих промысловых рыб, беспозвоночных и морских птиц: краб-паук *Hyas araneus*, рак-отшельник *Pagurus pubescens*, полихета *Spiochaetopterus typicus* (*Polychaeta*), морская звезда *Ucasterias linkii*, многолучевая морская звезда *Solaster* sp., офиура *Gorgonocephalus eucnemis eucnemis* и *Ophiopleura borealis*, палевый морской еж *Strongylocentrotus pallidus*, актиния *Actiniariag.* sp., морское перо *Umbellula encrinus*, мшанка *Bryozoag.* sp., мягкий коралл альционария *Alcyonaria Gersemia*, морская лилия *Helioметра glacialis*, губка (*Porifera*).

Материалом исследований послужили пробы тканей беспозвоночных, собранные в 2011–2012 гг. в рейсах научно-исследовательских судов ПИНРО в различных районах Баренцева моря. Подготовка и анализ проб на содержание микроэлементов были выполнены в соответствии с ГОСТ 26929-94 [1]. Анализ проб на содержание микроэлементов проводился методами пламенной и непламенной атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе фирмы «Shimadzu», модель AA-6800 (Япония).

Среднее содержание микроэлементов в бентосе варьировало в широких пределах и составляло для железа 4,5–266, цинка – 2,2–37,5, марганца – 0,51–101, меди – 0,61–29,4, мышьяка – 0,35–8,9, никеля – 0,20–11,5, хрома – 0,12–4,8, кобальта – 0,20–1,5, свинца – 0,13–0,92, кадмия – 0,01–2,50 и ртути – 0,04–0,20 мкг/г сырой массы (рис. 1).

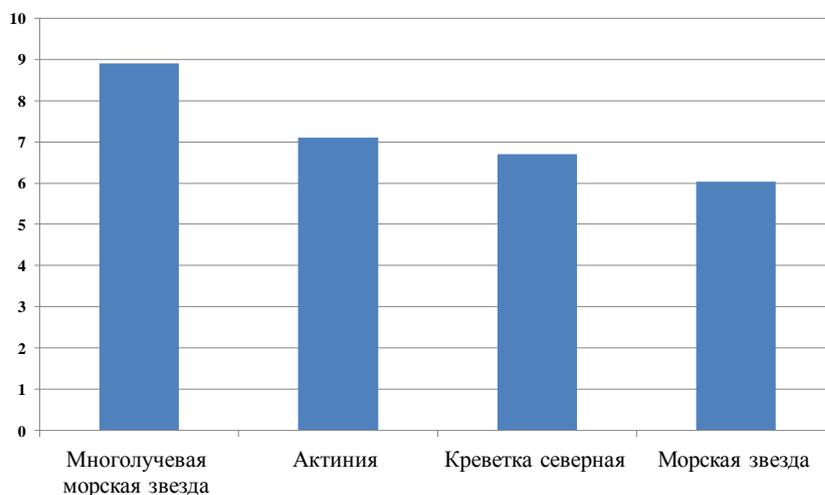


Рис. 1. Среднее содержание As в тканях беспозвоночных, мкг/г сырой массы

Критериями загрязненности морских беспозвоночных являлись санитарно-эпидемиологические правила и нормативы РФ (СанПиН 2.3.2.1078-01) [2]. В России в нерыбных объектах промысла нормируются только свинец, мышьяк, кадмий и ртуть. Содержание свинца, кадмия и ртути в тканях всех беспозвоночных не превышало допустимые уровни 10,0, 2,0 и 0,2 мкг/г сырой массы соответственно [2]. Содержание же мышьяка в тканях северной креветки, нептунеи, краба-паука, многолучевой морской звезды, морской звезды и актинии варьировало от 5,1 до 8,9 мкг/г сырой массы, что превышало гигиенический норматив (5,0 мкг/г) (рис. 1).

Установлено, что в тканях всех беспозвоночных наблюдалось преобладание железа, марганца, цинка и меди (рис. 2). Известна избирательность накопления тяжелых металлов, обусловленная физиологической потребностью в них гидробионтов. Из всех элементов, обнаруживаемых в водной среде, организмы аккумулируют те, которые необходимы для обеспечения нормального протекания процессов их жизнедеятельности. Так, железо присутствует во всех ферментах, регулирующих дыхание. Цинк и медь являются активаторами деятельности многих ферментов организма, а марганец – катализатором процесса образования пировиноградной кислоты [3].

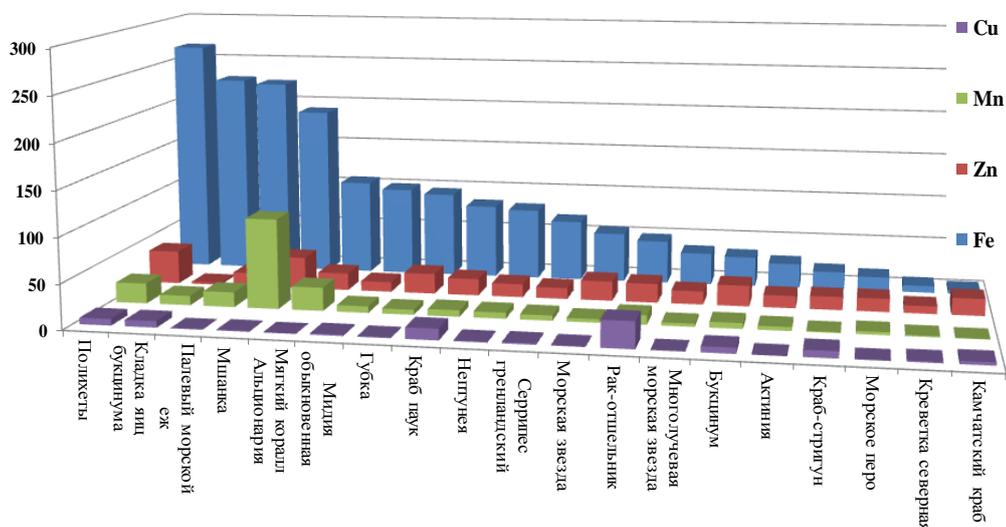


Рис. 2. Среднее содержание Fe, Zn, Mn, Cu в тканях беспозвоночных, мкг/г сырой массы

Видовые особенности микроэлементного состава бентосных организмов проследили на ракообразных (см. таблицу).

Таблица

Содержание металлов в ракообразных, мкг/г сырой массы

Объект	Fe	Mn	Zn	Cu	As	Cr	Ni	Cd	Co	Pb	Hg
<b>Краб-паук</b>	83,0±8,0	7,22±0,60	19,0±1,8	12,0±1,6	5,40±0,60	1,44±0,25	1,10±0,15	0,74±0,07	0,63±0,05	0,34±0,05	0,08±0,01
Краб-стригун	20,0±6,0	1,10±0,21	15,0±0,9	7,54±0,50	4,92±1,30	0,62±0,06	0,50±0,05	0,50±0,07	0,34±0,04	0,60±0,10	0,07±0,01
Камчатский краб	4,50±0,80	0,51±0,04	19,0±0,8	3,41±0,22	3,82±0,50	0,12±0,04	0,20±0,05	0,04±0,01	0,3±0,05	0,15±0,02	0,06±0,01
Рак-отшельник	49,0±3,0	10,0±1,90	21,0±0,2	29,0±4,0	4,93±0,64	1,10±0,10	0,60±0,01	0,41±0,14	0,48±0,01	0,25±0,04	0,04±0,01
Креветка северная	7,80±2,50	1,20±0,40	8,50±2,70	1,40±0,43	6,70±2,11	1,22±0,40	0,40±0,11	0,20±0,05	0,20±0,05	0,30±0,08	0,03±0,01

Среднее содержание микроэлементов в тканях ракообразных в большинстве случаев достоверно не отличалось друг от друга. Однако оказалось, что в мышцах краба-паука и рака-отшельника выше содержание Fe, Mn и Cu по сравнению с остальными видами, а As преобладал в северной креветке.

Динамика микроэлементарного состава органов и тканей декапод в зависимости от пола прослеживалась на примере камчатского краба (рис. 3).

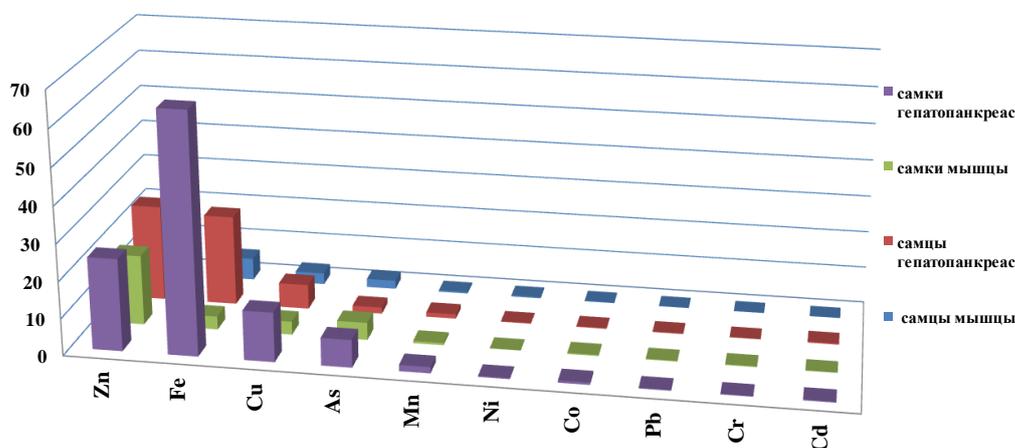


Рис. 3. Содержание микроэлементов в мышцах и гепатопанкреасе самцов и самок камчатского краба, мкг/г сырой массы

Повышенная способность к аккумуляции проявлялась в гепатопанкреасе камчатского краба как у самцов, так и у самок, что связано с функциями этого органа. У мужских особей содержание всех микроэлементов было в 2–4 раза выше, чем у самок за исключением цинка. У ракообразных (крабов, раков и креветок) гепатопанкреас является органом системы пищеварения, который представляет собой совокупность печени и поджелудочной железы позвоночных. Из-за особенностей питания гепатопанкреас секретирует большое количество пищеварительных ферментов, обладающих чрезвычайно высокой активностью [4]. Рацион крабов весьма разнообразен. Список организмов, обнаруженных в желудках *Paralithodes camtschatica*, насчитывает 177 таксонов. Наиболее часто в желудках крабов отмечают бентосные организмы – полихеты, двустворчатые моллюски, иглокожие, ракообразные, брюхоногие моллюски, морские звёзды, офиуры и остатки рыбы [5].

Детальный анализ содержания микроэлементов в разных типах и классах гидробионтов показал отсутствие видовой специфики у бентосных организмов (рис. 4–7). Например, максимальное содержание железа в мышцах иглокожих (морской еж) составляло 224 мкг/г, что превышало в 4–10 раз таковое в других представителях данного типа. В кишечнополостных такие же соотношения наблюдались в тканях морского пера, актинии и мягкого коралла. Наименьшие видовые различия в содержании микроэлементов прослеживались в тканях двустворчатых моллюсков (рис. 7).

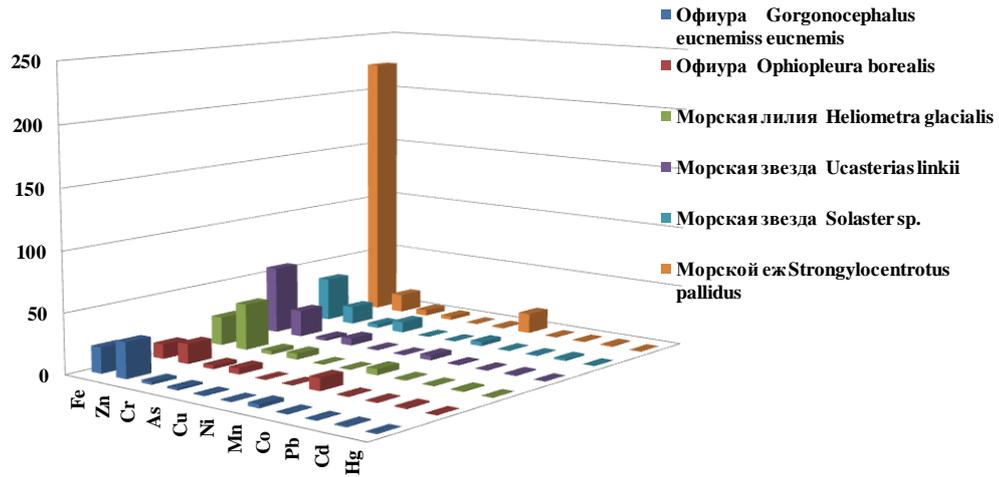


Рис. 4. Содержание микроэлементов в тканях иглокожих, мкг/г сырой массы

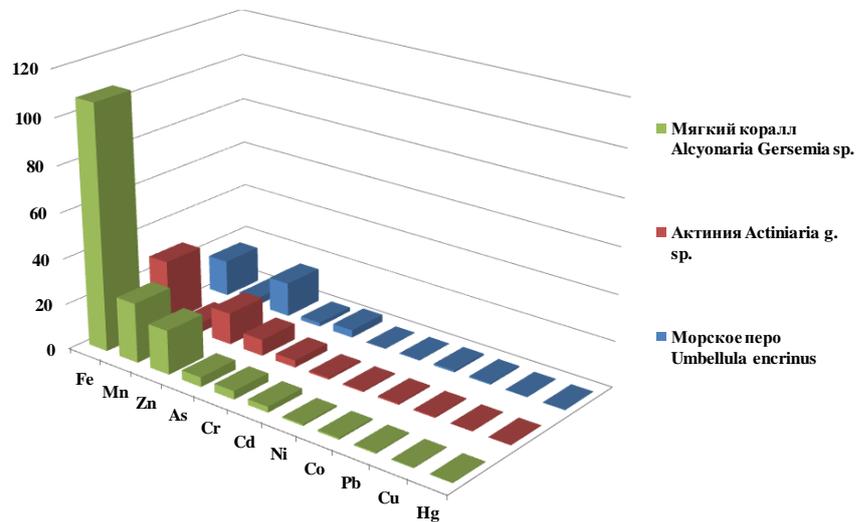


Рис. 5. Содержание микроэлементов в тканях кишечнополостных, мкг/г сырой массы

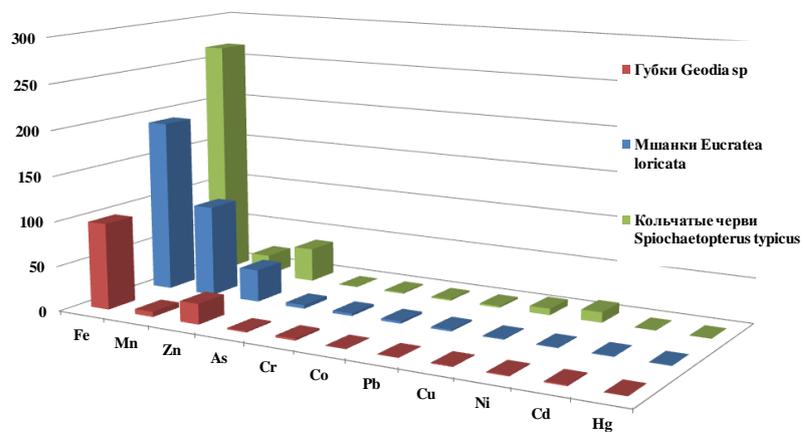


Рис. 6. Содержание микроэлементов в тканях кольчатых червей, губок и мишанок, мкг/г сырой массы

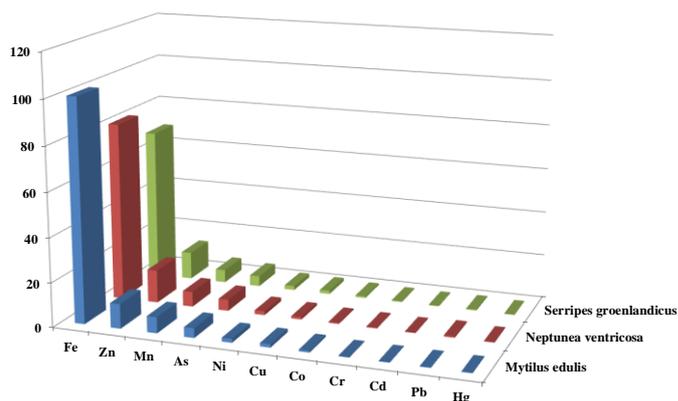


Рис. 7. Содержание микроэлементов в мышцах двустворчатых моллюсков, мкг/г сырой массы

Считается, что оплодотворенная икра интенсивно накапливает микроэлементы из окружающей среды, что происходит главным образом на оболочке икринок [6]. Эта тенденция обнаруживалась в динамике содержания микроэлементов в кладках букцинума (рис. 8). Соотношение всех элементов (кроме Zn) в яйцах моллюска превышало их содержание в тканях взрослого букцинума в 2–13 раз.

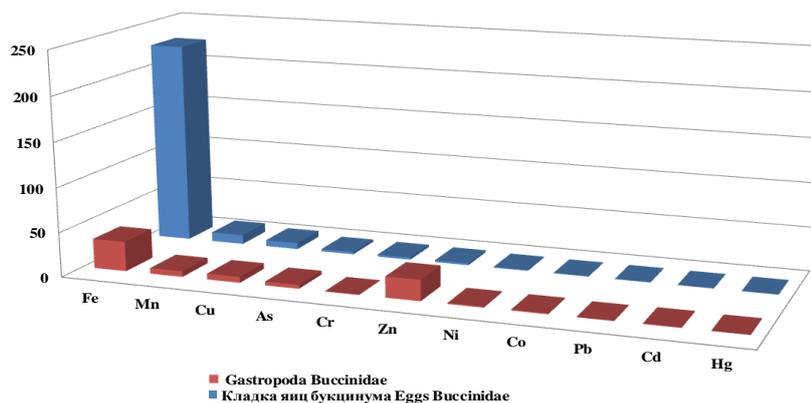


Рис. 8. Содержание микроэлементов в букцинуме, мкг/г сырой массы

Таким образом, уровень содержания мышьяка в тканях северной креветки, нептуеи, краба-паука, многолучевой морской звезды, морской звезды и актинии превышал установленный норматив. Следует отметить, что токсичные неорганические соединения мышьяка в тканях гидробионтов превращаются в органические, которые при попадании в организм быстро выводятся из него и к тому же малотоксичны [8].

В целом в тканях беспозвоночных преобладали железо, цинк, медь и марганец. Такое ранжирование объясняется интенсивной аккумуляцией в гидробионтах элементов, которые принимают активное участие в физиологических процессах (дыхании, кроветворении, депонировании, выделении и др.). Наибольшие концентрации элементов отмечены в гепатопанкреасе камчатского краба и кладках букцинума.

Полученные результаты не противоречат традиционным выводам о накоплении металлов и металлоидов в беспозвоночных организмах и указывают на необходимость дальнейшего изучения и контроля микроэлементов в беспозвоночных, которые являются основным звеном в пищевой цепи водных объектов.

## Литература

- ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – С. 34–40.

2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав России, 2002. – 164 с.
3. Химия окружающей среды / Под ред. А.П. Цыганкова. – М.: Химия, 1982. – 672 с.
4. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1981. – 606 с.
5. Манушин И.Е., Анисимова Н.А., Любин П.А. Бентос южной части Баренцева моря как кормовая база камчатского краба // Материалы X науч. сем. «Чтения памяти К.М. Дерюгина». – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008. – С. 67–88.
6. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
7. Лантева А.М. Мышьяк в органах и тканях гидробионтов Баренцева моря. // Экология северных территорий России. Проблемы, прогноз ситуации, пути развития, решения / Материалы междунар. конф. – Архангельск: Ин-т экологических проблем Севера УрО РАН, 2002. – Т. 2. – С. 444–447.

УДК 597.552.511(265.53)"2012"

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ КЕТЫ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ ОСЕНЬЮ 2012 ГОДА

*О.А. Мазникова*

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
Владивосток*

В статье приводятся результаты траловых съемок в южной части Охотского моря по учету распределения молоди кеты.

В 2000-е гг. ТИНРО-Центром регулярно выполняются осенние комплексные съемки эпипелагиали Охотского моря с ориентацией на тотальный учет посткатадромной молоди лососей

Заключительный этап экспедиции НИС «ТИНРО», включавший в себя экосистемную траловую съемку верхней эпипелагиали Охотского моря, охватил период с 05 октября по 05 ноября 2012 г. В течение этого времени (32 суток) была обследована эпипелагиаль акватории шести биостатистических районов Охотского моря. Аналогично с прошлогодней съемкой исследования осенью 2012 г. не ограничивались только южной глубоководной частью моря, а скорее напротив, были ориентированы на более детальное обследование его центральных и северных акваторий. Четыре из шести обследованных районов Охотского моря (районы 8, 9, 13 и 14) были полностью закрыты сеткой станционных тралений. Площадь обследованной акватории составила 647 тыс. км<sup>2</sup>. Всего было выполнено 79 траловых станций

Траловые съемки по учету молоди лососей, проводимые в осенний период, позволяют в относительно короткие сроки получать картину распределения видов на обширных акваториях, а так же дают достоверный материал для оценки численности поколений после покидания молодью прибрежно-эстуарных зон. Съемка в эпипелагиали и расчет численности молоди кеты выполнялась по традиционной для осенних «лососевых» экспедиционных исследований методике, принятой в практике экосистемных исследований «ТИНРО-Центра» в дальневосточных морях России.

Первоочередной задачей осенних траловых съемок в южной и центральной частях Охотского моря, имеющих многолетнюю историю, является учет численности поколения посткатадромной горбуши и кеты охотоморского бассейна. Сроки начала этих исследований, как правило, приходится на первую-вторую декаду октября. К этому времени сеголетки этих видов из североохотоморского, западнокамчатского и восточносахалинского регионов активно мигрируют в южном направлении и эффективно облавливаются в виде смешанных скоплений в глубоководной котловине моря.

За многие годы осенних учетных работ в южной части Охотского моря картина распределения сеголеток двух наиболее массовых видов лососей – горбуши и кеты в целом не претерпевала существенных изменений: основная масса сеголеток учитывалась в южной глубоководной кот-

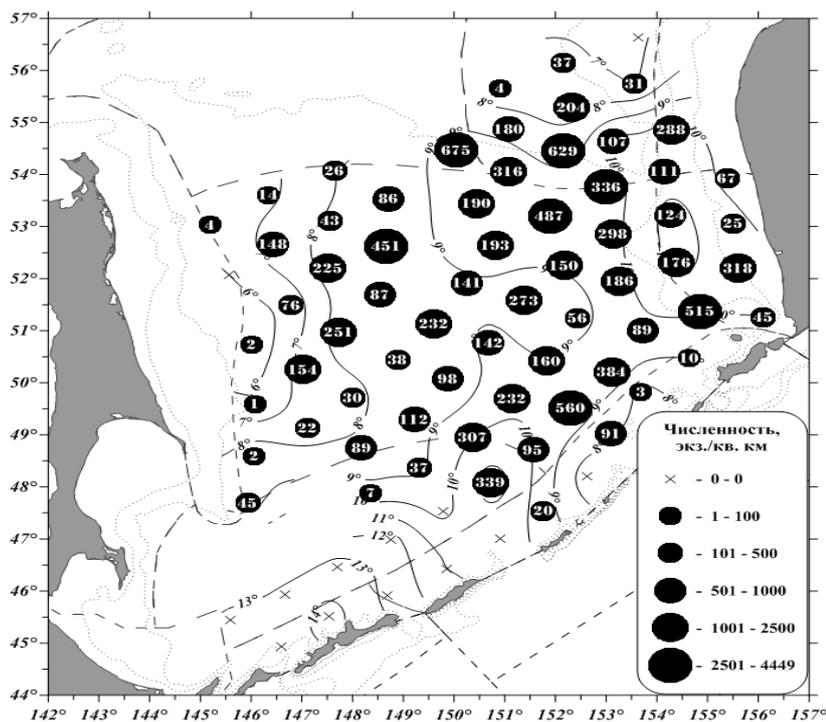


Рис. 1. Пространственное распределение уловов (экз./час) и численности (экз./км<sup>2</sup>) сеголеток кеты в верхней эпипелагиали Охотского моря 05.10 – 05.11.2012 г. Изолинии – температура воды на поверхности; пунктирные линии – границы стандартных биостатистических районов

лая – юго-восточная область района 9, где максимальный улов составил 560 экз./ час траления. В западной же части этого района уловы были минимальны и составляли 1 – 4 экз./час траления. В центральной части моря максимальный улов составил 451 экз./ час траления. На большинстве станций, выполненных вдоль линии Курильской гряды, сеголетки кеты отсутствовали. Максимальный улов в данном районе составил 91 экз./ час траления.

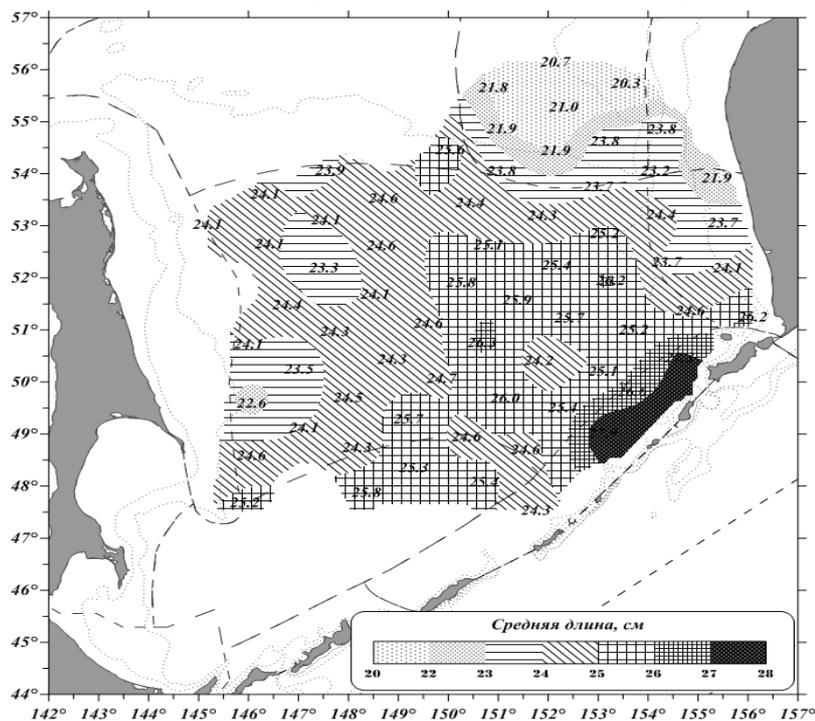


Рис. 2. Пространственное распределение средней длины (см) сеголеток кеты в верхней эпипелагиали Охотского моря 05.10 – 05.11.2012 г.

ловине моря, но уловы кеты были значительно меньше уловов горбуши. Сеголетки отсутствовали лишь на станциях, выполненных в южно-курильском районе (рис. 1).

В осенний период преобладающая часть сеголеток кеты была сконцентрирована в водах глубоководной котловины, при этом в течение второй половины осени происходило расширение площади занятой ими акватории в южном направлении. Как видно из рис. 1, в северо-восточной части акватории отчетливо выделялись две области более высоких уловов: первая – юго-восточная часть биостатистического района 6, где были получены два максимальных улова рекрутов кеты за весь период проведения съемки — 675 и 629 экз./ час траления и вто-

В связи с тем, что в осенний период происходит значительное перемешивание представителей различных стад кеты, за счет поздно скатившихся и соответственно позднее отошедших от берегов сеголеток их размеры в шельфовых районах, т.е. со стороны Сахалина и северной части моря заметно меньше, чем в более мористых. В водах, сопредельных с Курильскими островами, через которые сеголетки уходят в океан, они были значительно (в некоторых уловах на несколько см крупнее). По окраинам полигона, со стороны Камчатки, Сахалина и северной части моря сеголетки были мельче (рис. 2., табл.). Несомненно, что они позднее вышли из прибрежья.

Средние размерно-весовые показатели сеголеток кеты (по данным ПБА) в Охотском море осенью 2012 г.

Биостатистический район	Средняя длина, мм	Средняя масса, г	Количество экз. (ПБА)	Доля особей более 30 см, %
6	23,07	138,8	460	2,1
8	24,41	172,4	373	2,9
9	25,18	181,3	1714	2,2
12	25,63	202,2	145	1,3
13	27,20	245,6	100	22
Итого	24,83	176,5	2792	30,5

В распределении средних длин тела сеголеток кеты на исследуемой акватории отчетливо заметна тенденция увеличения размеров тела в юго-восточном направлении. В целом размерный ряд молоди кеты состоял из рыб с длиной тела от 16 до 34 см.

Так, в районе впадины ТИНРО минимальные средние значения длины тела составляли 20,3 см. В южной части района 8 средние значения 22,1 – 26,1 см. Максимальное среднее значение длины тела (27,3–27,9 см) наблюдались, как и у горбуши – в прикурильских водах (рис. 2–3). Средняя длина сеголеток по биостатистическим районам варьировала от 23,6 см до 27,1 см, при среднем показателе во всех районах 24,8 см и весе – 176,5 г (см. таблицу).

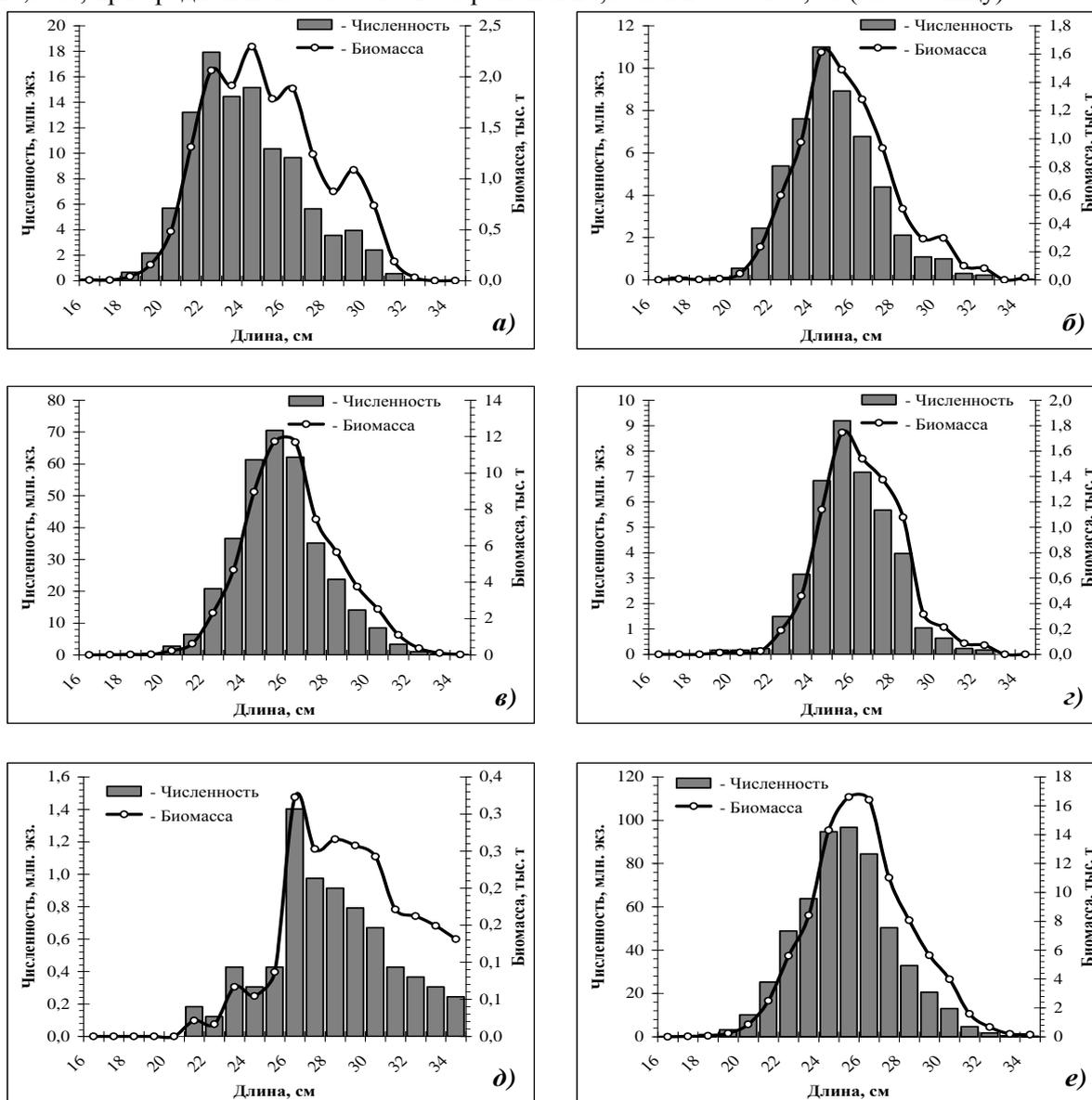


Рис. 3. Распределение численности (гистограмма) и биомассы (график) сеголеток кеты по размерам тела в Охотском море 05.10 – 05.11.2012 г.

В распределении средних длин тела сеголеток кеты на акватории, охваченной съемкой, была отчетливо заметна тенденция нарастания средней длины тела в направлении от берега к центральной части моря с севера на юг. Область смешения образовывали сеголетки со средними размерами тела от 22 до 24 см в центральной части района 9. Самые мелкоразмерные (15,8–19,6 см) особи отмечались на крайних восточных станциях у побережья западной Камчатки. В западных районах сеголетки кеты так же, как и у горбуши, были значительно крупнее – 19,8–22,0 см.

По результатам съемки, численность и биомасса посткатадромной молодежи кеты осенью 2012 г. была оценена в 552,775 млн. экз. и 96,28 тыс. тонн соответственно. Основу учтенной численности (49% или 302,08 млн. экз.) и биомассы (21,3% или 43 тыс. т) сеголеток кеты формировали рыбы с длиной тела от 22,0 до 25,0 см. Распределение данных показателей по размерам тела кеты представлено на рисунке 3.

УДК 581.9 (582.263)

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ULOTHRIX* В МИРОВОМ ОКЕАНЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЕГО КАМЧАТСКИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

*С.О. Очеретяна, Е.А. Сергиенко*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

В акваториях Мирового океана, испытывающего сильное антропогенное загрязнение, в последние десятилетия наблюдается уменьшение биоразнообразия гидробионтов и деструкция биоценозов. Это привело к тому, что в некоторых его районах в литоральной и сублиторальной зонах неоднократно наблюдались «зеленые приливы» в состав, которых, входят виды эфемеры рода *Ulothrix*. В связи с чем, в статье дается краткое описание сем. *Ulotrichales* и рассматривается количество видов рода *Ulothrix*, произрастающих в Мировом океане, их ареалы распространения. Для вида указывается типовое местообитание и автор описавший вид.

Почти половину площади Мирового океана, как известно, занимает самый большой по размерам Тихий океан с площадью 178,7 млн. км<sup>2</sup>. Площадь Атлантического океана составляет 91,6 млн. км<sup>2</sup>, Индийского – 76,2 млн. км<sup>2</sup>. Северный Ледовитый океан существенно отличается по своим размерам и имеет небольшую площадь – 14,8 млн. км<sup>2</sup>. Длина береговой линии Мирового океана огромна, если учесть, что во всех названных акваториях разбросано огромное количество небольших островов. По числу архипелагов и мелких островов, рассыпанных вдали от материкового побережья, резко выделяется Тихий океан. Здесь расположены архипелаги Гавайских островов, островов Лайн, Туамоту, Маршалловых, Гилберта, Фиджи и др. Атлантический и Индийский океаны по сравнению с ним кажутся пустынными. Число архипелагов и удаленных от берега островов здесь несравнимо меньше и размеры их также невелики.

Свойства океанических вод формируются под влиянием большого числа факторов. К основным из них относятся нагрев поверхности вод под воздействием солнечной радиации; тепло- и влагообмен верхних слоев воды с атмосферой; турбулентное и конвективное перемешивание вод; поверхностные течения, определяемые, главным образом, режимом ветров и др. Все эти факторы обуславливают особенности водных масс Мирового океана и, как следствие, растительный мир прибрежной и глубинной зонах.

На произрастание в прибрежной зоне моря зеленых водорослей, к которым относятся обсуждаемые в настоящей работе улотриковые, большое влияние оказывает опреснение. В связи с этим важно отметить, что морские берега опресняются многочисленными ручьями и разными по многоводности реками. Самые крупные из них впадают в Атлантический океан. Так, р. Амазонка, имеет средний годовой расход 175 тыс. м<sup>3</sup>/с. Это составляет 9% от общего речного стока в Мировой океан. С противоположного берега в Атлантику впадает вторая в мире по многоводности река Конго с расходом воды более 40 тыс. м<sup>3</sup>/с. Крупнейшими рекам является Ганг (38 тыс. м<sup>3</sup>/с), несущий

щий свои воды в Индийский океан, Янзы (31 тыс. м<sup>3</sup>/с), впадающая в Тихий океан, сибирские реки Енисей и Лена, впадающие в Северный Ледовитый океан [1]. Устья крупных рек нередко служат фитогеографическими границами и обуславливают распространение морских стеногалинных видов макроводорослей.

Улотриковые водоросли, принадлежащие сем. Ulotrichales (Chlorophyta), характеризуются наиболее примитивным нитчатым строением и исключительной эврибионтностью. Они хорошо развиваются в морских, солоноватых и пресных водах. Неудивительно, что многие из них имеют широкое распространение в Мировом океане и встречаются у побережья всех континентов, на всех широтных зонах, включая арктическую и антарктическую. Они характеризуются высокой экологической пластичностью, но тяготеют к верхним отделам шельфа. В литоральной зоне улотриковые встречаются на разных типах грунта, скалистом, каменистом, гладковалунном и даже крупногалечном и мелкощебенчатом, практически не используемом другими макрофитами. Практически все улотриковые являются полисапробными и политаксобными видами.

Представители данной группы водорослей имеют нитчатое строение изоморфные и гетероморфные циклы развития, в которых чередуются диплоидная и гаплоидная стадии развития. Кроме зооспор и гамет, виды могут размножаться апланоспорами и акинетами. Апланоспоры – это клетки бесполого размножения, которые начинают свое развитие как зооспоры [2], но в силу определенных причин у формирующихся репродуктивных клеток не образуются жгутики, но зато имеются достаточно толстые клеточные стенки. Акинеты – это клетки вегетативного размножения, служащие для переживания неблагоприятных условий. Споры этого типа дают обычные вегетативные клетки путем накопления большого количества запасных веществ и образования толстой клеточной оболочки [2].

Кроме перечисленных способов размножения следует отметить способность улотриковых водорослей к вегетативному размножению путем фрагментации нитей. Отметим также, что представители этой группы, отделившись от субстрата, могут продолжать развитие в виде свободно плавающих нитей, спутанных с другими водорослями. Таким образом, арсенал способов воспроизводства у представителей изучаемой нами группы очень широк.

Клетки нитчатых зеленых водорослей, в том числе улотриковых, имеют оболочки, состоящие из полимерных молекул целлюлозы и пектиновых веществ. Последние, как известно, способны связывать токсические соединения, в том числе тяжелые металлы. Некоторые пигменты зеленых водорослей играют роль исключительно эффективных антиоксидантов. Это позволяет им заселять участки морского побережья с экстремальными условиями обитания, вызванными как природными (температурные аномалии, иссушение, повышенный уровень ультрафиолетовой радиации и т.д.), так и антропогенными факторами (высокое токсическое и биогенное загрязнения) [3]. Неудивительно, что в условиях сильного антропогенного загрязнения улотриковые становятся активными участниками «зеленых приливов», которые появляются постепенно в ходе трансформации литорального макрофитобентоса под воздействием хронического антропогенного загрязнения.

В Авачинской губе зелеными приливами охвачено практически все побережье, прилежащее к г. Петропавловску-Камчатскому [4, 5]. Большую роль в их формировании принимают именно улотриковые, среди которых большая роль принадлежит представителям рода *Ulothrix*. Поскольку в настоящее время они являются доминантами растительных сообществ литорали, большой практический интерес приобретает изучение сезонных и экологических аспектов их развития. Не менее интересным является проведение сравнительного анализа видового состава этого рода в разных районах Мирового океана, которое может дать представление о степени оригинальности их видового состава в Авачинской губе. Это необходимо для оценки возможности экстраполяции данных, полученные в ходе изучения биологии развития и сезонной динамики сообществ нитчатых Chlorophyta в других районах Мирового океана, на процессы, происходящие в Авачинской губе.

Для выявления объема указанного рода и изучения географического распространения его представителей в Мировом океане была изучена научная литература, содержащая сведения о нахождении тех или иных видов в его отдельных районах. Большинство этих публикаций – флористические сводки или работы, содержащие информацию о разных аспектах развития представителей рода *Ulothrix*. В ходе настоящего исследования в общей сложности было проанализировано более 100 публикаций русских и зарубежных авторов, активно привлекались интернет-ресурсы [6]. При изучении распространения улотриков были уточнены типовые местообитания всех валидных представителей рода. Виды, живущие в пресных или преимущественно пресных водах, при проведении географического анализа не учитывались.

Несмотря на простоту морфологической и цитологической организации, для представителей рода *Ulothrix*, согласно данным [6], разными исследователями было описано около 200 видов. Валидными среди них являются 54 вида, т.е. около 20 %. Перечень видов, встречающихся в морских водах, приведен в таблице 1. В ней для каждого вида указаны типовые местообитания, даны ссылки на источники, содержащие их первоописания и сведения о географическом распространении в других районах.

Таблица 1

Видовой состав рода *Ulothrix* во флоре Мирового океана

Название вида	Типовое местообитание	Распространение вида в Мировом океане	Упоминание в литературе	Первоописание
1	2	3	4	5
<i>Ulothrix australis</i>	Южной Америки	Аргентина, Антарктика, Южная Шотландия, Исландия	Boraso, Zaixso 2011[7]; Papenfuss 1964 [8]; Gallardo, et al., 1999 [9]	Gain, 1911[10]
<i>Ulothrix brunthaleri</i>	Италия	Адриатическое море	Giaccone 1978 [11]; Furnari, et al., 1999 [12]	Schussnig, 1915 [13]
<i>Ulothrix discifera</i>	Шпицберген	Шпицберген	Виноградова, 1995[14]	Kjellman, 1877 [15]
<i>Ulothrix endospongialis</i>	Северная Америка	Виржиния	Humm, 1979 [16]	Humm, 1979 [16]
<i>Ulothrix flacca</i>	Британия	Канада, Ирландия, Европа, Северная Америка, Атлантика, Южная Америка, Африка, Азия, Австралия, Новая Зеландия, Антарктика, Камчатка	Вае, 2010 [17]; Brodie, et al., 2007 [18]; Lindeberg, Lindstrom, 2010 [19]; Клочкова и др., 2009 [20]	Dillwyn, 1805 [21]
<i>Ulothrix flexuosa</i>	Германия	Адриатическое море, Япония	Furnari, et al., 1999 [12]; Yoshida, et al., 1990 [22]	Kornmann, 1964 [23]
<i>Ulothrix implexa</i>	Британия	Европа, Ирландия, Куба, Чили, Марокко, Тунис, Китай, Япония, Корея, Россия, Северная Австралия, Виктория, Новая Зеландия, Камчатка	Taylor, 1957 [24]; Вае 2010 [17]; Клочкова Н.Г. и др. 2009 [20]	Kützing, 1847 [25]
<i>Ulothrix laetevirens</i>	Северная Америка	Аляска, Калифорния, Квебек	Lee 1980 [26]; Taylor 1957 [24]; Lindstrom 1977[27]	Harvey, 1833 [28]
<i>Ulothrix gigas</i>	Румыния	Румыния	Caraus 2012 [29]	Vischer, 1933[30]
<i>Ulothrix longicauda</i>	Италия	Адриатическое море	Furnari,etal.,1999 [12]; Giaccone 1978 [11]	Schussnig, 1915 [13]
<i>Ulothrix nitens</i>	Италия	Италия	Silva, 1996 [31]	Kützing, 1849 [32]
<i>Ulothrix novaezelandiae</i>	Новая Зеландия	Новая Зеландия	Chapman, 1956 [33]; Broadyetal., 2012 [34]	Chapman, 1956 [33]
<i>Ulothrix palusalsa</i>	Западная Европа	Франция, Нидерланды	Gabrielsonatal., 2012 [35], Anon. 2012 [6]	Lokhorst, 1978 [36]
<i>Ulothrix pearsonii</i>	Франция	Средиземное море	Fayolle at al.,2001[37]	Starmach [6]
<i>Ulothrixpseudo flacca</i>	Западная Европа	Канада, Ирландия, Адриатическое море, Болгария, Британия, Ирландия, Франция, Италия, Португалия, Калифорния, Аргентина, Тунис, Камчатка, Арктика	Клочкова Н.Г. и др. 2009 [20]; Виноградова 1995 [14]	Wille, 1901[6]
<i>Ulothrixsimplex</i>	Румыния	Черное море	Caraus 2012 [29]	Islam, 1969
<i>Ulothrix speciosa</i>	Италия	Ирландия, Балтийское море, Британия, Франция, Норвегия, Южная Африка	Anon. 2012 [6]; Stegenga, atal.,1997 [38]	Kützing, 1849 [32]
<i>Ulothrix subflaccida</i>	Британия	Канада, Клэр, Адриатика, Балтийское море, Франция, Италия, Ирландия, Румыния, Испания, Швеция, Вирджиния, Вашингтон, Атлантика, Морокко, Тунис, Австралия, Новая Зеландия	Brodie at al., 2007 [18]; Hardy, Guiry 2003 [39]; Wynne 2011[40]	Wille, 1901[6]

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что все представленные в ней виды были описаны в прошлом (12 видов) и позапрошлом (6 видов) столетиях. Часть этих видов, судя по узким ареалам, является эндемичными. Они распространены в основном у островных побережий (Шпицберген, Британия, Новая Зеландия) или побережий закрытых водоемов (Средиземное и Черное моря). Так *U. simplex*, обнаруженный Исламом в 1969 в Румынии, и описанный позже И. Карауш в 2002 и 2012 г. в его книгах «Водоросли Румынии» до сих пор известен только для этого румынского побережья Черного моря [29]. *Ulothrix discifera* до сих пор указывается только для Шпитцбергена. Он был описан еще в позапрошлом веке Ф. Челльманом (1877) [15], и вновь обнаружен К.Л. Виноградовой (1995) [14] в конце прошлого века.

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что большинство узкоареальных видов предпочитает северные, а не южные широты. Они были описаны разными авторами. В работе Ю. Ли (1980) «Каталог морских водорослей Канадской Арктики» [26] указан вид *U. laetevirens*, встречающийся у Аляски, Калифорнии и Квебека. У побережья Аляски *U. laetevirens* был обнаружен С. Линдстром в 1977 г. [27].

К видам, имеющим наиболее широкие ареалы, относятся *U. flacca*, *U. implexa*, *U. subflaccida*, *Ulothrix speciosai* *U. pseudoflacca*. При этом все указанные широкоареальные виды встречаются как в Южном, так и в Северном полушариях. Только в Северном полушарии произрастает 15 видов, только в Южном – один вид *Ulothrix novae-zelandiae*.

Анализ географического распределения представителей рода *Ulothrix* в Северном полушарии (табл. 2) показывает, что наиболее богатым по числу видов является Атлантический океан. В пределах этой акватории встречается 15 видов, что составляет 79% от общего числа валидных морских представителей рода. При сравнении численности видов, встречающихся у разных побережий Атлантики, видно, что европейская альгофлора содержит в три раза больше видов *Ulothrix*, чем североамериканская. Вполне возможно, это объясняется тем, что Европа в прошлом и позапрошлом веках являлась местом наиболее интенсивных альгологических исследований.

Таблица 2

Географическое распространение видов *Ulothrix* в Северном полушарии

Северный Ледовитый океан		Тихий океан				Атлантический океан	
Европа	Америка	Азиатское побережье		Американское побережье		Европа	Северная Америка
		вб.	нб., сбт	вб.	нб., сбт.		
3, 5, 7, 15, 18	5, 7, 8, 15	5, 7, 15	5, 6, 7, 15	5, 7, 8, 15	5, 7, 8, 15	1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18	4, 5, 7, 15, 18

Примечание: вб. – высокобореальная; нб. – низкобореальная и сбт. – субтропическая зоны. Цифры соответствуют номерам, под которыми виды рода *Ulothrix* указаны в таблице 1.

Фитогеографический анализ атлантической флоры рода *Ulothrix* показывает, что одни его виды являются широкобореальными. *U. discifera* встречается только в холодных водах Северного Ледовитого океана и, следовательно, является высокобореальным. Большая часть видов *U. flacca*, *U. implexa*, *U. pseudoflacca*, *U. subflaccida* имеет бореально-арктическое распространение. Тихий океан по числу видов беднее, чем Атлантический и Северный Ледовитый. Здесь известно только 4 вида. При этом *Ulothrix laetevirens* встречается только у американского побережья и в тихом океане его распространение ограничено Аляской.

У азиатского побережья встречается только три вида: *U. flacca*, *U. implexa* и *U. pseudoflacca*. Все они имеют самые широкие ареалы и в Мировом океане встречаются практически повсеместно, в том числе и в разных широтных зонах Южного полушария (табл. 3). Исходя из этого, можно говорить о том, что состав рода *Ulothrix* в азиатской флоре самый банальный и что наиболее оригинальным районом Мирового океана по составу видов этого рода является Европейское побережье. Его, по видимому, следует считать местом видового разнообразия и формирования видов *Ulothrix*.

Таблица 3

Географическое распространение видов *Ulothrix* в Южном полушарии

Индийский океан	Тихий океан		Атлантический океан	
Австралийское побережье	Австралия и Новая Зеландия	Южная Америка	Африканское побережье	Южная Америка
5, 7, 18	5, 7, 12, 18	1, 5, 7, 15	5, 7, 17, 18, 15	1, 5, 18, 15

Анализ географического распространения видов рода *Ulothrix* в Южном полушарии показывает, что разные его представители встречаются у побережий всех континентов. При этом все виды рода, кроме *U. novae-zelandiae*, являются биполярными, т. е. распространенными в обеих полушариях.

В Южном полушарии наиболее богатым по числу видов является африканское побережье, где распространены пять широкоареальных видов *U. flacca*, *U. implexa*, *U. pseudoflacca*, *U. subflaccida*, *U. speciosa*. У Южной Америки встречается 4 вида у атлантического побережья и три у тихоокеанского. Отметим, что это те же широкоареальные, мультизональные виды *U. flacca*, *U. implexa* и *U. pseudoflacca*, которые встречаются у азиатского побережья и в том числе у Камчатки. Видовой состав рода *Ulothrix* в Индийском океане также крайне бедный. Из 19 представителей рода, встречающихся во флоре Мирового океана, здесь распространены только *U. flacca*, *U. implexa* и *U. subflaccida*.

Таким образом, проведенный нами географический анализ показывает, что *Ulothrix* является одним из наиболее многочисленных родов зеленых водорослей. Его представители обитают в разных по солености водоемах, в морских водах встречается только 35 процентов от его общего известного на настоящее время видового состава. Районом основного видового разнообразия является атлантическое побережье Европы. В азиатской флоре и во флоре Камчатки встречается менее 6% видов от их общего состава. Все камчатские виды являются широкоареальными мультизональными. Исходя из этого, можно говорить, что под воздействием антропогенного загрязнения акватории Авачинской губы в ее литоральной флоре доминирование перешло к зеленым водорослям, в том числе к самым банальным с точки зрения географического распространения видам рода *Ulothrix*.

### Литература

1. Циргоффер А. Атлантический океан и его моря. – М.: Гидрометеиздат, 1975. – 168 с.
2. Виноградова К.Л. Определитель водорослей дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. – Л.: Наука, 1979. – 147 с.
3. Силкин В.А., Хайлов К.М. Биоэкологические механизмы управления в аквакультуре. – Л.: Наука, 1988. – 230 с.
4. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с.
5. Очеретяна С.О., Куплинова А.В. Состав, структура и динамика эфемерных литоральных сообществ зеленых водорослей в районах сильного антропогенного загрязнения в Авачинской губе // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы XI международной научной конференции. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2010. – С. 194–198.
6. Альгологическая база данных. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.algaebase.org/search/species/>
7. Boraso, A. & Zaixso, J.M. Atlas de sensibilidad ambiental de la costa y el Mar Argentino. Algas marinas bentónicas. 2011. – P. 1–28.
8. Papenfuss, G.F. Catalogue and bibliography of Antarctic and Sub-Antarctic benthic marine algae. In: *Bibliography of the Antarctic Seas*. (Lee, M.O. Eds). – American Geophysical Union; Washington, 1964. – Vol. 1. – P. 1–76.
9. Gallardo, T., Pérez-Ruzafa, I.M., Flores-Moya, A. & Conde, F. New collections of benthic marine algae from Livingston and Deception Islands (South Shetland Islands) and Trinity Island (Bransfield Strait) Antarctica. // *Botanica Marina*. – America: 1999. – № 42. – P. 61–69
10. Gain, L. Note sur trois espèces nouvelles d'algues marines provenant de la région antarctique sud-américaine. *Bull. Mus. Hist. Nat. (Paris)* 17: 1911. – P. 482–484.
11. Giaccone, G. Revisione della flora marina de Mare Adriatico. *Annuario Parco Marino Miramare* 6(19): 1978. – P. 1–118.
12. Furnari, G., Cormaci, M. & Serio, D. Catalogue of the benthic marine macroalgae of the Italian coast of the Adriatic Sea. *Boccone* 12: 1999. – P. 1–214.
13. Schussnig, B. Algologische Abhandlungen. Über einige neue und seltene Chlorophyceen der Adria. *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse* 124: 1915. – P. 425–455
14. Виноградова К.Л. Перечень морских водорослей о. Шпицбергена // Ботанический журнал СССР. – Владивосток, 1995. – С. 50–61.

15. Kjellman, F.R. Om Spetsbergens marina, klorogyllförande Thallophter. II. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar* 4(6): 1877. – P. 1–61.
16. Humm, H.J. The marine algae of Virginia. Charlottesville. Virginia: University Press of Virginia, 1979. – 263 с.
17. Bae, H.B. Ulotrichales, Ulvales. In: *Algal flora of Korea. Volume 1, Number 1. Chlorophyta: Ulvophyceae: Ulotrichales, Ulvales, Cladophorales, Bryopsidales. Marine green algae.* (Bae, E.H., Kim, H.-S., Kwon, C.-J., Hwang, I.-K., Kiim, G.H. & Klochkova, T.A. Eds), Incheon: National Institute of Biological Resources, 2010. – P. 7–52.
18. Brodie, J., Maggs, C.A. & John, D.M. Green seaweeds of Britain and Ireland. London: British Phycological Society, 2007. – 242 p.
19. Lindeberg, M.R., Lindstrom, S.C. Field guide to the seaweeds of Alaska. Fairbanks: Alaska Sea Grant College Program, 2010. – 188 p.
20. Ключкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиду А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. – Т. 1. – 218 с.
21. Dillwyn, L.W. *British Confervae; or colored figures and descriptions of the British plants referred by botanists to the genus Conferva.* London: W. Phillips, 1805. – P. 45–56
22. Yoshida, T., Nakajima, Y. & Nakata, Y.. Check-list of marine algae of Japan (revised in 1990) // *Japanese Journal of Phycology.* –1990. – № 38. – P. 269–320.
23. Kornmann, P. Die *Ulothrix*-Arten von Helgoland. I. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 11: 1964. P. 27–38.
24. Taylor, W.R. Marine algae of the northeastern coast of North America. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1957. – 509 p.
25. Kützing, F.T. Diagnosen und Bemerkungen zu neuen oder kritischen Algen. *Botanische Zeitung* 5: 1847. – P. 1-5, 22-25, 33-38, 52-55, 164-167, 177-180, 193-198, 219-223.
26. Lee, R.K.S. A catalogue of the marine algae of the Canadian Arctic. National Museum of Canada Publications in Botany: 1980. – № 9. – 82 p.
27. Lindstrom, S.C. An annotated bibliography of the benthic marine algae of Alaska. *Alaska Department of Fish and Game Technical Data Report* 31: 1977. – 172 p.
28. Harvey, W.H. The English Flora of Sir James Edward Smith. Class XXIV. Cryptogamia. Part I. Comprising the Mosses, Hepaticae, Lichens, Characeae and Algae. (Hooker, W.J. Eds). London: 1833. – Vol. V. – P. 263-265, 265-266, 326-389, 389-405.
29. Caraus, I. Algae of Romania. A distributional checklist of actual algae. Version 2.3 third revision. Bacau: Univ. Bacau. 2012.
30. Vischer, W. Über einige kritische Gattungen und die Systematik der Chaetophorales. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Abteilung A: Morphologie und Physiologie der Pflanzen* 51: 1933. – 101 p.
31. Silva, P.C. *Index Nominum Algarum, University Herbarium, University of California, Berkeley.* 1996.
32. Kützing, F.T. *Species algarum. Lipsiae [Leipzig]: F.A. Brockhaus.* 1849. – 922 p.
33. Chapman, V.J. The marine algae of New Zealand. Part I. Myxophyceae and Chlorophyceae // *Journal of the Linnean Society of London, Botany:* 1956. – № 55. – P. 333–501.
34. Broady, P.A., Flint, E.A., Nelson, W.A., Cassie Coope, V., De Winton, M.D. & Novis, P.M. Phylum Chlorophyta and Charophyta: green algae. In: *New Zealand inventory of biodiversity. Volume Three. Kingdoms Bacteria, Protozoa, Chromista, Plantae, Fungi.* (Gordon, D.P. Eds), Christchurch: Canterbury University Press, 2012. – P. 347–381.
35. Gabrielson, P.W., Lindstrom, S.C. & O'Kelly, C.J. Keys to the seaweeds and seagrasses of Southeast Alaska, British Columbia, Washington, and Oregon. *Phycological Contribution.* 2012. – № 8. – 192 p.
36. Lokhorst, G.M. Taxonomic studies on the marine and brackish-water species of *Ulothrix* (Ulotricales, Chlorophyceae) in western Europe. *Blumea* 24: 1978. – P. 191–299.
37. Fayolle, S., Cazaubona, A. & Couté, A. *Pearsoniella variabilis* Fritsch et Rich (Chlorophyta) en France: description et données autoécologiques. *Cryptogamie, Algologie:* 2001. – № 22. – P. 445–457.
38. Stegenga, H., Bolton, J.J. & Anderson, R.J. Seaweeds of the South African west coast. Cape Town: Bolus Herbarium, University of Cape Town, 1997. – 655 p.
39. Hardy, F.G. & Guiry, M.D. A check-list and atlas of the seaweeds of Britain and Ireland. London: British Phycological Society, 2003. – 435 p.
40. Wynne, M.J. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia Beihefte* 140: 2011. – P. 7–166.

УДК 639.518

## СОДЕРЖАНИЕ МОЛОДИ КАМЧАТСКОГО КРАБА (*PARALITODES CAMTSCHATICUS*) В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ: ДИНАМИКА ТЕМПОВ РОСТА И СМЕРТНОСТИ

Д.С. Печёнкин, Н.П. Ковачева, Н.В. Кряхова, Р.О. Лебедев, М.Ю. Назарцева

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Москва

В статье приводится описание экспериментов по культивированию молоди камчатского краба в контролируемых условиях береговых комплексов.

Камчатский краб *Paralitodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) является ценным промысловым объектом как Северного, так и Дальневосточного рыбохозяйственных бассейнов. В связи с активным промыслом вида остро стоит проблема восполнения его запасов, в том числе искусственным способом. Уже в течение нескольких лет эксперименты по культивированию молоди камчатского краба в контролируемых условиях береговых комплексов проводятся в России, Норвегии, Японии и США (Аляска).

В начале 2010 года на побережье Баренцева моря сотрудниками лаборатории онтогенеза и методов восстановления численности ракообразных (ФГУП «ВНИРО») выполнен цикл работ по получению молоди камчатского краба в искусственных условиях и ее последующему выращиванию на береговом комплексе. Основной целью исследований являлась отработка технологии выращивания молоди камчатского краба. Параллельно проведена оценка темпов прироста линейных размеров, а также анализ динамики смертности особей.

### Материалы и методы

*Получение молоди краба.* Исследовательские работы проводили в течение 13 месяцев с марта 2010 г. по апрель 2011 г. в бассейнах берегового комплекса в п. Дальние Зеленцы Мурманской области. Экспериментальный модуль оборудован централизованным водопроводом для подачи морской воды, системой проточного водоснабжения, системами терморегуляции, УФ-стерилизации и аэрации.

Для организации искусственного воспроизводства вида, с целью восстановления природных популяций, в конце марта 2010 года было выловлено в естественной среде 13 самок камчатского краба, у которых на плеоподах находилась икра на стадии «глазка». Транспортировка самок с места вылова на бассейновый комплекс осуществлена в изотермических контейнерах. По прибытии на комплекс самок пересадили в два непрозрачных бассейна из поликарбоната с водой, температура которой соответствовала температуре в море – 1–2°C. Для синхронизации выхода предличинок (презоза) из икры, воду в бассейнах постепенно подогрели до уровня 7°C. Культивирование полученных личинок осуществляли в шести бассейнах (объем одного бассейна 0,78 м<sup>3</sup>), изготовленных из прозрачного поликарбоната, для визуального наблюдения за гидробионтами. Основным кормом личинок на протяжении всего времени выращивания являлись науплиусы *Artemiasp.* Корм вносили 3 раза в сутки. Период содержания личиночных стадий камчатского краба составил приблизительно 2 месяца. В начале мая часть личинок перешла на стадию глаукатоз, а массовый переход на эту постличиночную стадию произошел в середине мая. В конце третьей декады мая отмечено появление первых мальков. Массовая линька глаукатоз на первую мальковую стадию прошла в начале первой декады июня. Детальное описание применявшейся биотехники получения молоди камчатского краба изложено в монографии Ковачевой Н.П. [1].

Выпуск мальков в естественную среду, с целью пополнения запасов вида, состоялся 9 июня 2010 года. Для продолжения исследований в 6 бассейнах берегового комплекса было оставлено 10 000 мальков. В последствие с этими мальками была проведена серия экспериментов по искусственному выращиванию молоди.

### Экспериментальное выращивание молоди краба

В ходе эксперимента мальки камчатского краба были рассажены в шесть бассейнов, различающихся типом находящегося в них субстрата. Плотность посадки мальков в бассейнах варьи-

ривала от 1000 экз. до 4000 экз. на м<sup>2</sup> (см. таблицу). В течение всего периода эксперимента раз в сутки мальки получали в качестве корма смесь из измельченных морепродуктов и корма Wafer Mix компании «Tetra». Выращивание мальков камчатского краба в шести бассейнах продолжалось до конца сентября. В конце сентября 200 наиболее крупных особей были пересажены в индивидуальные ячейки, площадью 100 см<sup>2</sup> каждая. Ячейки сгруппировали в модули по 100 штук и поместили в специальные ванны, подключенные к общей системе водоподачи. Остальных особей до января 2011 года содержали в 6 круглых бассейнах (объем одного бассейна 0,78 м<sup>3</sup>). В начале января 2011 года наиболее крупные мальки из бассейнов были отсажены в два новых типа индивидуальных ячеек, с целью уменьшения внутривидовой конкуренции.

Таблица

**Плотности посадки молоди и характер субстрата в экспериментальных емкостях.**

№ группы	Плотность посадки (экз./м <sup>2</sup> )	Субстрат	
1	Подгруппа А	1000	Полипропиленовые нити
	Подгруппа Б	1000	Водоросли Fucussp.
2	Подгруппа А	2000	Полипропиленовые нити
	Подгруппа Б	2000	Водоросли Fucussp.
3	Подгруппа А	4000	Полипропиленовые нити
	Подгруппа Б	4000	Водоросли Fucussp.

В течение экспериментального периода семь раз производили подсчет количества мальков и измеряли ширину карапакса более чем 200 особей. К концу эксперимента средняя плотность посадки мальков в бассейнах составляла 50 шт/м<sup>2</sup>. А общее число мальков краба сократилось до 369 особей.

Во время проведения эксперимента производили регулярное измерение температуры воды в бассейновом комплексе: наиболее высокие температуры воды отмечены с июня по октябрь (min 9°C, max 11°C), в среднем 10°C за этот период. Наиболее низкие температуры зарегистрированы с ноября по конец февраля (min 3°C, max 6°C), в среднем 4°C. В начале марта среднее значение температура воды в бассейнах составляло 6°C, в апреле тенденция повышения температуры воды сохранилась.

### Результаты и обсуждение

У молоди камчатского краба первой стадии ширина карапакса составляла 1,53±0,05 мм. Резкое увеличение размеров особей происходило сразу после прохождения линьки, пока новые покровы молоди еще оставались мягкими. Наибольший прирост ширины карапакса – 36% от начального размера, наблюдался при переходе с первой линичной стадии на вторую. Наименьший прирост отмечен в конце эксперимента – 3,8%, и обусловлен рассинхронизацией линек у особей. В среднем увеличение размеров карапакса за межлиничный период составляло около 1,0 мм. После 288 суток средняя ширина карапакса достигла 12,69±3,29 мм, что примерно в 8 раз превышает начальные размеры особей (рис. 1).

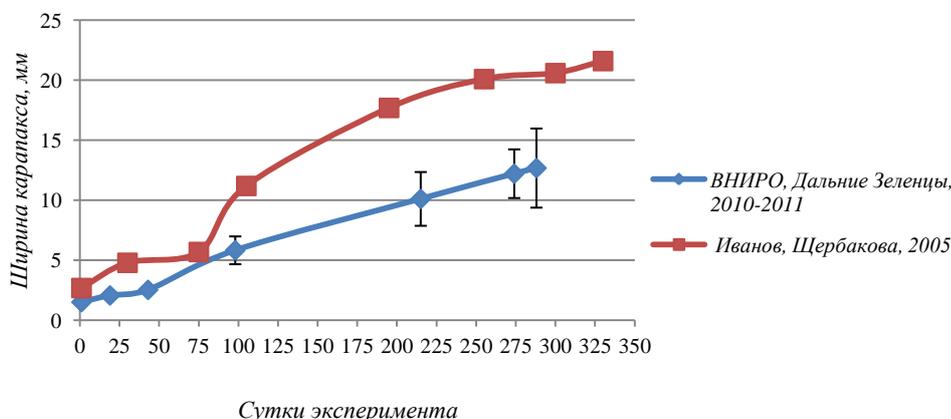


Рис. 1. Прирост ширины карапакса молоди камчатского краба

В Северном рыбохозяйственном бассейне камчатский краб является вселенцем. Скорость роста молоди вида в Арктике может отличаться от таковой в природном ареале вида – на Дальнем Востоке России. В связи с этим нами проведено сравнение данных, полученных нами на Баренцевом море, с данными дальневосточных исследователей НПЦМ «Заповедное» [2]. Так, в НПЦМ «Заповедное» за 11,5 месяцев выращивания молоди камчатского краба средняя ширина карапакса особей составила 20,6 мм, а средний прирост за этот период составил порядка 1,8 мм (рис. 1). Такое различие в скорости роста молоди, выращенной в двух сравниваемых регионах, обусловлено, вероятно, температурным фактором, а также различиями в плотности посадки. Температура воды в бассейнах НПЦМ «Заповедное» постоянно поддерживалась на уровне 15°C. Выращивание мальков камчатского краба на начальных этапах эксперимента происходило при плотности посадки 400 экз./м<sup>2</sup>, и уменьшилось до 50 экз./м<sup>2</sup> к завершению опыта.

Полученные нами данные по смертности молоди камчатского краба хорошо согласуются с работами предыдущих исследователей [2] (рис. 2). Наиболее высокая смертность в наших экспериментах отмечена между III и IV мальковыми стадиями: в начале III мальковой стадии смертность была на уровне 25,3%, к IV стадии ее показатель увеличился до 86,4%. Смертность мальков не уменьшилась при пересадке наиболее крупных особей в ячейки индивидуального содержания. По прошествии 288 суток эксперимента смертность составила 97,6%. В НПЦМ «Заповедное» [2] за 11,5 месяцев выращивания молоди краба смертность достигла 92%, и ее резкий рост с 7,5% до 53% произошел с 30 по 105 сутки эксперимента.

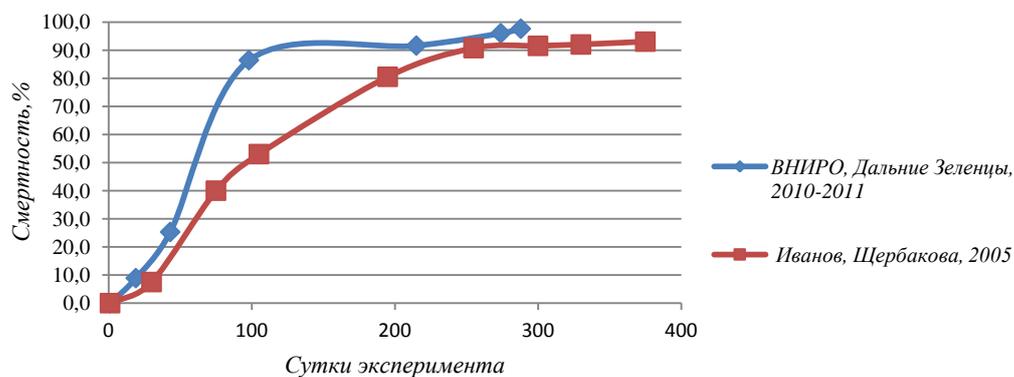


Рис. 2. Динамика смертности молоди камчатского краба

Высокая смертность молоди обусловлена, в первую очередь, внутривидовой агрессией, частным случаем которой является каннибализм. У молоди краба каннибализм распространен как во время линьки, так и после её завершения. В последнем случае особи поедаются своими сородичами до того, как наружные покровы успевают затвердеть.

### Заключение

По завершению эксперимента по выращиванию молоди камчатского краба можно сделать следующие предварительные выводы:

- прирост молоди за 288 суток эксперимента составил 11,16 мм;
- смертность молоди за 288 суток эксперимента достигла уровня 97,6%;
- наиболее высокие показатели относительного роста отмечены при переходе мальков с первой на вторую стадию и составляет увеличение ширины карапакса на 36%;
- низкий процент выживаемости молоди камчатского краба связан с каннибализма, сильно выражен на ранних стадиях развития данного вида. На 98 сутки эксперимента (IV мальковая стадия) смертность достигла 86,4%;
- для снижения смертности от каннибализма в емкости, в которых содержится молодь камчатского краба, необходимо помещать естественные и искусственные материалы (водоросли *Fucus* sp. или различные нити из полимеров), обеспечивающие укрытия малькам;
- содержание молоди на первой стадии при высоких плотностях посадки ведет к активному проявлению каннибализма среди особей одного возраста, что сокращает выживаемость в десятки раз.

Полученные нами результаты свидетельствуют о целесообразности усовершенствования технологии содержания молоди камчатского краба в искусственных условиях. На данный момент, наиболее перспективным представляется выращивание молоди вида до первой мальковой стадии. После ее получения следует в краткие сроки осуществлять ее выпуск в естественную среду. Это обусловлено тем, что при выращивании глаукатоз еще возможно создать высокую плотность посадки особей без проявления каннибализма, так как на этой стадии развития постличинка камчатского краба не питается. Для молоди напротив, создание высоких плотностей посадки не допустимо, так как резко возрастает уровень каннибализма.

#### Литература

1. Ковачева Н.П. Аквакультура ракообразных отряда *Decapoda*: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii*. – ВНИРО. – 2008. – С. 109–122.
2. Иванов П.Ю., Щербакова Н.В. Опыт и проблемы выращивания камчатского краба в контролируемых заводских условиях // Известия ТИНРО. – 2005. – Т. 143. – С. 305–325.

УДК 597.2/.5(268.45)

### ПОЛИХЛОРБИФЕНИЛЫ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

*Н.Ф. Плотичина*

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии им. Н.М. Книповича, Мурманск*

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения полихлорбифенилами мышц и печени промысловых рыб исследованных районов Баренцева моря.

Полихлорбифенилы (ПХБ) относятся к стойким органическим загрязнителям (СОЗ) и являются одними из наиболее распространенных продуктов, загрязняющих окружающую среду. Интенсивное применение в промышленности привело к тому, что огромное количество этих соединений включено в природную биоциркуляцию и этот процесс затрагивает практически всю биосферу. Водные организмы могут накапливать СОЗ в значительных количествах. В естественных условиях скорость их разложения крайне низка [1].

В работе использованы пробы рыб, собранные в различных промысловых районах Баренцева моря в рейсе № 85 НИС «Фритюф Нансен» (февраль 2012 г.). Подготовка и анализ проб выполнены в соответствии с методическими руководствами ФАО и ИКЕС в лаборатории прикладной экологии и токсикологии ФГУП «ПИНРО», аккредитованной на техническую компетентность и независимость (аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.518450, действителен до 12 июля 2016 г.) [2–4]. Всего проанализированы 72 пробы мышц и 63 пробы печени трески, пикши, камбалы-ерша, морской камбалы, черного палтуса и пятнистой зубатки.

Конгенеры ПХБ с номерами по номенклатуре IUPAC 28, 31, 52, 99, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180, 187 определялись на газовом хромато-масс-спектрометре GCMS-QP2010 Plus фирмы «Shimadzu» (Япония) с капиллярной кварцевой колонкой HP-5 MS длиной 30 м, а идентификация индивидуальных соединений проводилась в режиме SIM (метод выбранных ионов). Количественное определение в тканях рыб выполнялось с использованием многоуровневой калибровки тестовыми смесями, приготовленными из сертифицированных кристаллических ПХБ фирмы «Sigma-Aldrich» (США). Для автоматической обработки результатов анализа применялась программа «GCMSsolution 2.5» фирмы «Shimadzu» (Япония).

В качестве критериев загрязненности морских рыб были использованы санитарно-эпидемиологические правила и нормативы для продовольственного сырья и пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01) [5], норвежское руководство по классификации качества окружающей среды в фьордах и прибрежных водах [6], а также фоновое содержание загрязняющих веществ в объектах морской среды по литературным данным [7, 8].

Распределение ПХБ в морских организмах отличается крайней неоднородностью и тяготением их повышенного содержания к системам депонирования, а также к органам и тканям с высоким содержанием жира [9].

В табл. 1 приведены данные о содержании жира в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря.

Таблица 1

Содержание жира в промысловых рыбах Баренцева моря в 2012 г., %

Вид рыбы	Мышцы	Печень
Треска	0,47 ± 0,22	49,3 ± 7,5
Пикша	0,32 ± 0,13	50,9 ± 6,2
Камбала-ерш	0,68 ± 0,36	8,32 ± 2,25
Камбала морская	2,33 ± 0,92	4,39 ± 0,92
Палтус черный	10,3 ± 3,8	16,8 ± 4,3
Зубатка пятнистая	5,6 ± 1,9	17,6 ± 1,5

Из табл. 1 видно, что в печени трески, пикши, камбалы-ерша, палтуса черного и зубатки пятнистой содержание жира значительно выше, чем в мышцах.

Данные о суммарном содержании ПХБ в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря представлены в табл. 2 и на рис. 1.

Таблица 2

Суммарное содержание ПХБ в промысловых рыбах Баренцева моря в 2012 г., нг/г сырой массы

Вид рыбы	Мышцы	Печень
Треска	0,75 ± 0,17	75 ± 23
Пикша	0,86 ± 0,32	54 ± 16
Камбала-ерш	1,50 ± 0,35	10,4 ± 1,9
Камбала морская	2,56 ± 0,93	8,9 ± 2,3
Палтус черный	2,9 ± 1,2	13,9 ± 5,1
Зубатка пятнистая	3,7 ± 1,4	22,4 ± 2,6

Суммарное содержание ПХБ в мышцах исследованных рыб изменялось от 0,59 до 7,0 нг/г сырой массы, в печени – от 4,5 до 212 нг/г сырой массы. Вследствие значительного количества жира содержание ПХБ в печени рыб во много раз превышало их содержание в мышечной ткани

(табл. 2, рис. 1). В мышцах и печени рыб преобладали конгенеры с номерами по номенклатуре ИУРАС 118, 138 и 153, составляющие более 60% от  $\Sigma$ ПХБ. Это указывает на техногенное загрязнение среды обитания рыб промышленными смесями ПХБ типа Агослор (российские аналоги Совол и Совтол) (рис. 2–5).

Наибольшее содержание ПХБ обнаружено в печени трески, выловленной в Восточном Прибрежном районе (212 нг/г сырой массы) и в печени пикши, выловленной на Кильдинской банке (122 нг/г сырой массы).

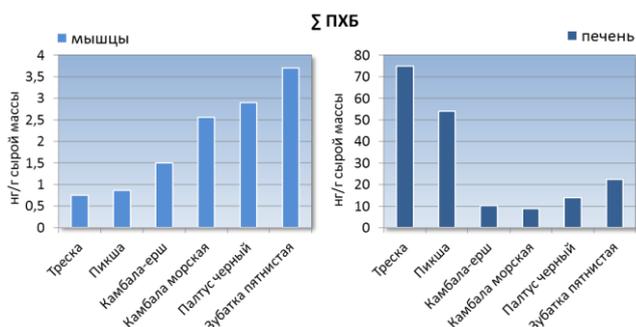


Рис. 1. Суммарное содержание ПХБ в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря в 2012 г.

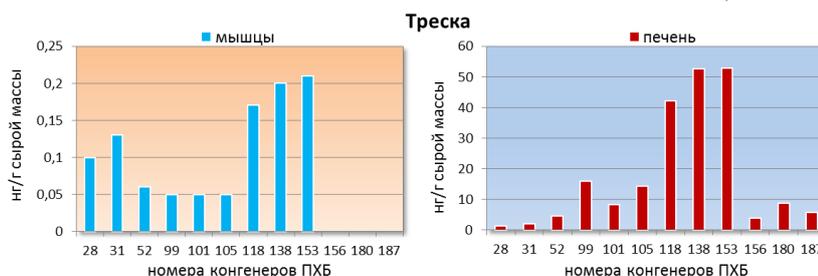


Рис. 2. Содержание конгенов ПХБ в треске Баренцева моря в 2012 г.

Суммарное содержание ПХБ в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря было значительно ниже нормативов, установленных санитарными правилами и нормативами РФ для

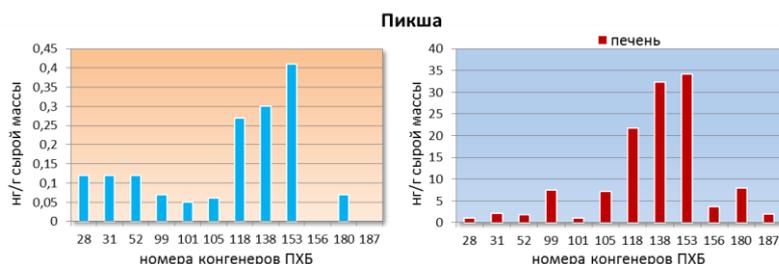


Рис. 3. Содержание конгенов ПХБ в пикше Баренцева моря в 2012 г.



Рис. 4. Содержание конгенов ПХБ палтуса черном Баренцева моря в 2012 г.



Рис. 5. Содержание конгенов ПХБ в зубатке пятнистой Баренцева моря в 2012 г.

или ТЭ). Сложив эти эквиваленты, вычисляют суммарную токсичность пробы в pgTEQ/gww (в пг ТЭ/г сырой массы пробы) [1, 14]. Например, для конгенов ПХБ с номерами 105, 118, 156 и 180, которые обнаружены в исследованных пробах рыб, факторы эквивалентной токсичности составляют 0,0001, 0,0001, 0,0005 и 0,00001 соответственно [1, 14]. Суммарная токсичность указанных ПХБ в мышцах рыб, выраженная в единицах токсического эквивалента, варьировала от 0,019 (треска) до 0,13 (палтус черный) пг ТЭ/г сырой массы, а в печени – от 0,65 (палтус черный) до 7,7 (треска) пг ТЭ/г сырой массы. Токсичность диоксиноподобных ПХБ, обнаруженных в мышцах рыб, была всегда меньше 1. Наибольшая величина этого показателя найдена в печени трески (7,7 пг ТЭ/г сырой массы) из Восточного Прибрежного района и пикши (4,8 пг ТЭ/г сырой массы), выловленной на Кильдинской банке.

### Литература

1. Стойкие органические загрязнители: пути решения проблемы / В.В. Худолей, Е.Е. Гусарова, А.В. Клинский, Г.А. Ливанов, А.А. Старцев. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. – 363 с.
2. ICES Guidelines for Monitoring Contaminants and Fish and Shellfish and in Sediments / Six Year Review of ICES Coordinated Monitoring Programmes // Coop. Res. Report. – 1984. – № 126. – P. 96–100.
3. 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.
4. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3. Sampling and Analyses of Biological Material // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – № 158. – 124 pp.
5. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2. 1078-01). – М.: МинздравРФ, 2002. – 164 с.

морских рыб, 2000 и 5000 нг/г сырой массы соответственно [5]. Полученные результаты хорошо согласуются с ранее опубликованными данными о содержании хлорированных углеводов в ихтиофауне северных морей и в частности Баренцева моря [10–13].

ПХБ обладают теми же токсическими свойствами, что и диоксины, и механизмы их действия на живые организмы идентичны. Разработана международная шкала факторов эквивалентной токсичности (I-TEF), где за эталон токсичности был принят наиболее сильный по своей биологической активности и хорошо изученный 2, 3, 7, 8-тетрахлор-дibenзо-*p*-диоксин (2, 3, 7, 8-ТХДД), фактор эквивалентной токсичности которого принят за 1. Эти факторы представляют собой коэффициенты, при умножении на которые найденное в том или ином образце содержание конкретного конгенера ПХБ может быть выражено через эквивалент токсичности 2, 3, 7, 8-ТХДД (TEQ

6. 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).
7. Мониторинг фонового загрязнения природных сред / Под ред. Ю. А. Израэля и Ф. Я. Ровинского. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 245 с.
8. Мониторинг фонового загрязнения природных сред / Под ред. Ю. А. Израэля и Ф. Я. Ровинского. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 384 с.
9. 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.
10. Kelly A.G. Campbell D. Persistent Organochlorine Contaminants in Fish and Shellfish from Scottish Waters // Scottish Fisheries Research Report. – 1994. – No. 54. – 26 pp.
11. Stange K., Maage A., Klungsoyr J. Chlorinated persistent organics and trace elements in marine fish from northern seas // The AMAP International Symposium on Environmental Pollution in the Arctic. – [Tromsø], 1997. – P. 106–108.
12. Плотицына Н.Ф., Зимовейскова Т.А. Содержание хлорорганических соединений в рыбах Баренцева моря // Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод: проблемы и пути их решения: материалы междунар. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения Г.В. Никольского (Ростов-на-Дону, 20–23 сентября 2010 г.). – Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 2010. – С. 248–251.
13. Плотицына Н.Ф. Диоксиноподобные полихлорбифенилы в промысловых рыбах Баренцева моря // Современные проблемы водной токсикологии: материалы конф. (Петрозаводск, 17–19 мая 2011 г.). – Петрозаводск: ПетрГУ, 2011. – С. 115–118.
14. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 323 с.

УДК 597.2/.5 (265.52)

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ИЗУЧЕННОСТИ ИХТИОПЛАНКТОНА У ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ

*Д.Я. Саушкина*

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский*

Представлен краткий литературный обзор результатов изучения ихтиопланктона у берегов юго-восточной Камчатки и в водах смежных районов. Показано, что, несмотря на то, что, восточное побережье Камчатки один из наиболее продуктивных районов развитого индустриального рыболовства, степень изученности размножения и раннего онтогенеза промысловых рыб в Авачинском заливе и океанских водах юго-восточной Камчатки и Северных Курил, не столь велика, как этого можно было бы ожидать.

Шельф юго-восточной Камчатки, как в пределах территориальных вод, так и экономической зоны РФ, является в настоящее время зоной круглогодичного интенсивного специализированного и прибрежного промысла морских рыб. Известно, что величина доступного промыслу ресурса, а следовательно, и допустимого улова подвержена межгодовым колебаниям. Существует много мнений о вероятном влиянии факторов абиотического и биотического характера на формирование численности и величины запаса объекта до достижения возраста промыслового использования. Многочисленные исследования свидетельствуют об определяющем значении раннего онтогенеза в формировании поколений, и выживание рыб в эмбриональный и постэмбриональный периоды оказывают решающее влияние на численность потомства [1]. Исходя из этого, очевидно, что данные о межгодовых изменениях численности личинок в планктоне дают характеристику интенсивности и эффективности нереста, и служат важнейшими показателями для оценки урожайности поколений, прогнозирования запасов и уловов рыб.

Необходимость и чрезвычайная важность для рыбохозяйственных исследований изучения размножения и раннего онтогенеза в настоящее время уже не вызывает сомнения. Нехватка знаний в этой области биологии морских промысловых рыб ощущалась еще в конце XIX века. Уже тогда В. Гензен и К. Апштейн впервые попытались по пелагической икре, обнаруженной в уловах ихтиопланктонных сетей, определить районы и сроки нереста некоторых промысловых рыб Северного моря [2]. Очевидность перспективности использования в промысловой ихтиологии результатов изучения икринок, личинок, молоди рыб стимулировала и развитие исследований в этом направлении. За довольно короткий промежуток времени в конце XIX и в начале XX столетия появлялось большое количество работ по идентификации ихтиопланктона и описанию раннего онтогенеза морских рыб [3–6], которые затем были обобщены Е. Эренбаумом в его фундаментальном труде об икринках и личинках рыб Северного моря [7].

Однако, если в Европе исследования раннего онтогенеза начались в конце 1880-90 гг., то к изучению ихтиофауны северной части Тихого океана и дальневосточных морей России впервые приступили в первой половине XX века. В 1933 г. впервые в работе В. Шмидта появилось описание икры и личинок тресковых рыб из Анадырского залива [8]. Т.С. Рассом и М.В. Желтенковой были обработаны полученные материалы и впервые представлены сведения об ихтиопланктоне восточной части Охотского моря, а также детально описаны пойманные личинки [9].

В начале 1940-х гг. Камчатским отделением ТИНРО были предприняты попытки по сбору икры и личинок у восточного побережья Камчатки. Полученные материалы долгое время оставались не обработанными. Возобновились сборы и обработка ихтиопланктона у восточного побережья Камчатки уже только во второй половине 40-х гг. Видовой состав ихтиопланктона у берегов юго-восточной Камчатки и водах смежных районов в 1950-60 гг. был представлен в многочисленных трудах [10–13].

В своей статье авторы И.А. Полутов и В.Н. Трипольская сравнивают количественный и качественный состав ихтиопланктона у юго-западных и юго-восточных берегов Камчатки, его горизонтальное и вертикальное распределение в весенне-летний и зимний периоды года [10]. Тем не менее, в 1940-50-е гг. район Авачинского залива оставался малоизученным. Лишь в некоторых публикациях имелись сведения о поимках в данном районе личинок минтая, тихоокеанской песчанки и получешуйника [10], а также личинок тихоокеанского черного палтуса и камбал: узкозубой палтусовидной, желтоперой, четырехбугорчатой, звездчатой [14]. В 1966 г. в результате сотрудничества Т.С. Рассы и И.И. Казановой было издано «Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб» с детальными чертежами орудий лова и рекомендациям по их применению [15]. В 1970-х гг. была опубликована статья Т.С. Рассы, в которой обобщены многолетние данные о морфологии икры, предличинок и личинок морских рыб [16]. В своей работе автор представил основные метрические и пластические признаки предличинок и личинок. Данные материалы представляют собой руководство по определению видовой принадлежности пелагических икры и личинок многих рыб.

Начиная со второй половины 1970-х гг., в тихоокеанских водах Камчатки, включая район Авачинского залива, стали выполнять регулярные ихтиопланктонные работы для оценки численности производителей минтая. Среди современных работ по данному вопросу, следует отметить статью А.В. Буслова с соавторами. Авторы детально рассмотрели видовой состав, а также распределение и количественные характеристики ихтиопланктона в районе глубоководных каньонов Авачинского залива [17]. Описание эмбрионов, личинок и мальков массовых промысловых видов рыб в литературе встречается достаточно часто. В конце прошлого века в печатных изданиях стали обсуждаться вопросы, касающиеся восточнокамчатской популяции минтая [18, 19]. Исследования последних лет направлены на изучение условий нереста и эмбриогенеза минтая, являющегося основным объектом промысла на Дальнем Востоке [20–23]. Можно найти и несколько работ, содержащих описание ранних онтогенетических стадий малоизученных видов рыб [24–29].

Столь активный интерес к данной проблеме не случаен и вполне и понятен и оправдан. Ведь именно условия размножения и выживания рыб в раннем онтогенезе определяют формирование численности поколений [1]. Восточное побережье Камчатки – традиционный и один из наиболее продуктивных районов развитого индустриального рыболовства. Степень изученности размножения и раннего онтогенеза промысловых рыб в Авачинском заливе и океанских водах юго-восточной Камчатки и Северных Курил не столь велика, как этого можно было бы ожидать. Необходимо детально изучить видовую структуру ихтиопланктона, ее сезонную динамику и выявить особенности распределения личинок массовых видов рыб.

## Литература

1. Дехник Т.В., Серебряков В.П., Соин С.Г. Значение ранних стадий развития в формировании численности поколений // Всесоюзная конференция по теории формирования численности и рационал. использ. стад промысловых рыб. Тез. Докл. – М.: ВНИРО, 1982. – С. 34–38.
2. Hensen V., Apstein C. Die Nordsee-Expedition 1895 des Deutschen Seefischerei-Vereins. Uber die Eimenge der in Winter laichenden Fische.- Wiss. Meeres-Untersuch. – 1897. – Bd. 2. – N 2. – PP. 1–98.
3. Cunningham J. The eggs a. larvae of teleosteans. Trans. of the Royal society of Edinburg. – V. XXXVIII. – 1887.
4. Holt E. On the eggs and larval and post-larval stages of Teleosteans Scientif. Transact. Royal Dublin Soc. – v. V. – Ser. 2. – 1893.
5. Schmidt J. On pelagic post-larval Halibut (*Hippoglossus vulgaris* Flem. and *H. Hippoglossoides* Walb). Meddelelser Kommissionen Havundersogelser, s. Fiskeri. – Bd. I. – N 3. – 1904.
6. Petersen C. On the larvae a. post-larvae stages of some Pleuronectidae (*Pleuronectes*, *Zeugopterus*) Meddelelser f. Kommissionen f. Havundersogelser s. Fiskeri. – Bd. 2. – N 1. – 1906.
7. Ehrenbaum E. Eier und Larven von Fishen Nord. Plancton. – Bd. IV – X. – 1904–1909.
8. Шмут В.Ф. К вопросу о нерестилище трески в советских водах Берингова моря и морфологии личинок тихоокеанской трески. – Вестник ДВ филиала АН СССР, 1933. – Вып. 1–3. – С. 79–86.
9. Расс Т.С., Желтенкова М.В. Некоторые данные об ихтиопланктоне западной Камчатки // Известия ТИНРО. – Т. 28. – 1948. – С. 139–149.
10. Полетов И.А., Трипольская В.Н. Пелагическая икра и личинки морских рыб у берегов Камчатки // Известия НИТРО. – Т. 41. – 1954. – С. 295–308.
11. Мусиенко Л.Н. 1963 Ихтиопланктон Берингова моря (по материалам Берингоморской экспедиции ТИНРО и ВНИРО 1958-1959 гг.) // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Т. 50. – С. 239–269.
12. Мусиенко Л.Н. Размножение и развитие рыб Берингова моря // Сб. "Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана". – Выпи. 5. – 1970. – С. 166–224.
13. Кишкина А.А. Зимний ихтиопланктон района Командорских островов. // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана. – Вып. 4. – 1965. – С. 179–188.
14. Перцева-Остроумова Т.А. Размножение и развитие дальневосточных камбал // М.: АН СССР, 1961. – 486 с.
15. Расс Т.С., Казанова И.И. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб // М.: Пищ. пром-сть, 1966. – С. 44.
16. Расс Т.С. Систематика плавучих икринок и личинок морских рыб (ихтиопланктон) // Бюллетень МОИП. Отд. Биол. – Т. 77. – Вып. 5. – 1972. – С. 5–18.
17. Буслов А.В., Тепнин О.Б., Дубинина А.Ю. Весенний ихтиопланктон в районе глубоководных каньонов Авачинского залива (восточная Камчатка) // Известия ТИНРО. – Т. 144. – Владивосток: ФГУП "ТИНРО-центр", 2006. – С. 226–246.
18. Балыкин П.А. Некоторые особенности экологии размножения минтая *Theragra chalcogramma* // Вопросы ихтиологии. – Т. 37. – N. 2. – 1997. – С. 265–269.
19. Балыкин П.А., Тепнин О.Б. Динамика вод и нерест минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) (*Gadidae*) у Восточной Камчатки // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа: Сб. научных трудов. – Вып. 4. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 1998. – С. 7–14.
20. Балыкин П.А., Балыкина Н.В. Ихтиопланктон Карагинского и Олюторского заливов в мае // Известия ТИНРО. – Т. 128. – Ч. 3. – 2001. – С. 751–760.
21. Варкентин А.И., Буслов А.В., Тепнин О.Б. Некоторые особенности нереста и распределения икры минтая в водах западной Камчатки // Известия ТИНРО. – Т. 128. – Ч. 1. – Владивосток. – 2001. – С. 177–187.
22. Буслов А. В., Тепнин О. Б. Условия нереста и эмбриогенеза минтая *Theragra chalcogramma* (*Gadidae*) в глубоководных каньонах тихоокеанского побережья Камчатки // Вопросы ихтиологии. – Т. 42. – N. 5. – 2002. – С. 617–625.
23. Буслов А.В., Тепнин О.Б., Дубинина А.Ю. Особенности экологии нереста и эмбриогенеза восточнокамчатского минтая. // Известия ТИНРО. – Т. 138. – 2004. – С. 282–298.

24. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. К идентификации личинок шлемоносных бычков (gen. *Gymnocanthus*, Cottidae) залива Петра Великого (Японское море) // Изв. ТИНРО-центр. – 1997. – Т. 122. – С. 571–578.

25. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. Личинки и мальки рыб рода *Liparis* (Pisces, Liparidae) из северо-западной части Японского моря // Биол. моря. – 2003. – Т. 29. – № 5. – С. 339–350.

26. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. К идентификации личинок керчаков (*Myoxocephalus*, Cottidae) залива Петра Великого // Вопр. ихтиологии. – 1997. – Т. 37. – № 1. – С. 54–61.

27. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. Новые данные о распространении и воспроизводстве сельди *Lonosirus punctatus* в северо-западной части Японского моря // Биология моря. – Т. 22. – N. 4. – 1996. – С. 227–230.

28. Григорьев С.С. Раннее развитие трехиглой колюшки (*Gasterosteus aculeatus* Linne, 1758, morfa *trachurus*) с восточного побережья Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Докл. III научной конференции. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2003. – С. 35–38.

29. Григорьев С.С. Распределение личинок камбал на западнокамчатском шельфе летом 2001 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы III научной конференции. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2002. – С. 215–218.

УДК 556.555.8

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА КУЛТУЧНОЕ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*Л.Н. Саушкина, О.В. Хурина*

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

Проведен расчет гидрохимического индекса загрязнения воды озера Култучное. На основании полученных данных показано, что озеро по качеству вод относится к V классу, что соответствует «грязным» водоемам и в настоящее время находится в кризисной фазе.

Сохранение биологических ресурсов озер и восстановление качества их вод на сегодняшний день является одной из самых актуальных проблем. Бассейны водных объектов на территории городских, поселковых и сельских населенных пунктов и др. образований, подвергаются повышенным антропогенным нагрузкам и очень быстро изменяются как в качественном, так и в количественном отношении. Природные и антропогенные ландшафты характеризуются единством структуры, взаимозависимостью компонентов, поэтому изменение одних сказывается на других и на общем состоянии ландшафтов, а как следствие – на условиях жизнеобеспечения человека [1].

В ряде работ показано, что особенно сильно на техногенную нагрузку городов реагирует водный компонент ландшафтов [2–4]. Наиболее чувствительны к антропогенному прессу малые водоемы урбандиафтов. В настоящее время малые городские водоемы используются главным образом в двух направлениях: для отвода городских стоков и как рекреационные объекты. Они подвержены неконтролируемому загрязнению и стали важнейшим фактором ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки в городах [5].

Однако до настоящего времени они редко становятся объектами исследований ученых. Поэтому изучение функционирования и устойчивого развития водных экосистем на урбанизированных территориях является важной задачей. Устойчивость таких экосистем зависит от совокупности взаимодействующих абиотических и биотических факторов. Изучение разнообразных процессов, протекающих в урбэкосистемах, может позволить в будущем устранить противоречия между ростом населения городов и стремлением людей сохранить природу городских ландшафтов.

Озеро Култучное, находящееся в центральной части города Петропавловска-Камчатского и подвергающееся систематической антропогенной нагрузке, является практически неизученным

объектом. Имеются лишь результаты отдельных фрагментарных исследований [6]. Но, поскольку данный водный объект, являясь элементом ландшафтно-архитектурной системы города, поддерживает гомеостаз ландшафта, выполняет санитарно-биологическую, культурно-историческую и рекреационную функцию, то необходим комплекс знаний, на основании которого можно судить о качестве вод природного объекта, о влиянии загрязняющих веществ на состояние природно-территориального комплекса водоема и составить прогноз экологической ситуации.

На примере водной экосистемы озера Култучное нами научно обоснована и экспериментально подтверждена возможность применения комплексной оценки для контроля состояния водных объектов и определения их самоочищающей способности. Для оценки качества исследуемого водного объекта мы использовали гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ), установленный Госкомгидрометом СССР [7] и действующий по настоящее время. Этот индекс является типичным аддитивным коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} \cdot \sum \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

где  $C_i$  – концентрация компонента;  $n$  – число показателей, используемых для расчета индекса,  $n = 6$ ;  $\text{ПДК}_i$  – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

Индекс загрязнения воды рассчитывают строго по шести показателям, имеющим наибольшие значения приведенных концентраций, независимо от того превышают они ПДК или нет. В зависимости от величины полученного ИЗВ водный объект может быть отнесен к одному из семи классов качества (табл. 1).

Таблица 1

Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	1
Чистые	0,2–1,0	2
Умеренно загрязненные	1,0–2,0	3
Загрязненные	2,0–4,0	4
Грязные	4,0–6,0	5
Очень грязные	6,0–10,0	6
Чрезвычайно грязные	>10,0	7

Для определения показателей, характеризующих качество водной среды, применялись стандартные гидрохимические методы [8, 9]. При изучении гидрохимического режима оз. Култучное учитывалось, что происходящие в нем процессы характеризуются существенными суточными, сезонными и годовыми колебаниями и что гидрохимический режим озера в значительной степени зависит от таких факторов, как половодье, приливы-отливы, антропогенное воздействие и т.д. Нами были рассчитаны значения шести взятых показателей для 2007 и 2008 годов исследований (табл. 2).

Таблица 2

Значения обязательных нормируемых показателей по отношению к ПДК

Наименование вещества (показателя)	2007 г.	2008 г.
Азот аммонийный	6,08	8,88
Растворенный кислород	0,70	0,68
БПК <sub>5</sub>	0,89	2,79
Нефтепродукты	8	10
Водородный показатель	7,0	6,9
ХПК	2,48	1,46
Сумма (Σ)	25,15	30,71

Исходя из полученных данных, рассчитали индекс загрязнения воды (ИЗВ). В 2007 и в 2008 г. он соответственно был равен:

$$\text{ИЗВ}_{2007} = \frac{25,15}{6} = 4,19 \qquad \text{ИЗВ}_{2008} = \frac{30,71}{6} = 5,11$$

Полученные значения указывают на то, что озеро Култучное относится к V классу качества вод – что соответствует «грязным» водоемам (табл. 1).

Анализируя литературные источники [5] и полученные в ходе наших исследований данные, мы выделили следующие фазы антропогенной деградации озера Култучное: антропогенно-напряженная фаза и кризисная фаза. В истории своего существования озеро Култучное находилось в антропогенно-напряженной фазе в 40-х – 50-х годах прошлого века. В кризисной фазе озеро находилось в 80-х – 90-х гг. XX века и находится в настоящее время.

При существующем уровне антропогенной нагрузки без проведения каких-либо мероприятий озеро Култучное в течение достаточно короткого времени, миновав катастрофическую фазу и фазу развития чрезвычайной экологической ситуации, может превратиться в коллапсирующий водоем, основным источником наполнения которого будет служить поверхностный сток с городской территории. Состояние экосистемы озера требует осуществления специальных экологических мероприятий для сохранения его рекреационного потенциала и экологически приемлемых свойств и качеств.

### Литература

1. Населенные пункты и устойчивое развитие: Доклад ООН. – М., 1991. – 168 с.
2. Ландзберг Г.Е. Климат города. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 248 с.
3. Устюжанин Б.С. Влияние урбанизации на гидрологический режим и качество воды. – Обнинск, 1988. – 50 с.
4. Маслов Н.В. Градостроительная экология. – М.: Высшая школа, 2002. – 285 с.
5. Горюнова С.В. Закономерности процесса антропогенной деградации водных объектов: Автореф. дис.... док. биол. наук. Москва, 2006. – 43 с.
6. Введенская Т.Л., Бонк Т.В., Макаренченко Е.А. Предварительные сведения о составе донных организмов в озере Култучное (Петропавловск-Камчатский) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XI междунар. науч. конф. 24 – 25 ноября 2010 г. – Петропавловск-Камчатский, 2010. – С. 183–185.
7. Временные методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – М.: 1988. – 7 с.
8. Алевкин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 440 с.
9. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. – М.: Медицина, 1990. – 134 с.

УДК 597.551.2(571.620)

## СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ КАРАСЯ (*CARASSIUSSP.*) ОЗЕРА ЧУКЧАГИРСКОЕ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ) В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

*Н.Н. Семенченко, Е.В. Бутова*

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
Хабаровский филиал, Хабаровск*

Приведены биологические показатели карася, а также особенности распределения его в различных участках озера перед началом промысла рыб в оз. Чукчагирское, где карась является основным промысловым видом рыб. Запасы зимующего в озере карася невелики, что необходимо учитывать при распределении промысловой нагрузки на популяцию по сезонам года.

Озеро Чукчагирское – самое крупное озеро Хабаровского края. В связи с чем, предполагаемые запасы промысловых рыб озера постоянно привлекают внимание промышленников. Промысловая ихтиофауна озера по сравнению с другими районами бассейна р. Амур – бедная. Всего 4 основных промысловых вида рыб – карась (*Carassius* sp.), амурская щука (*Esox reicherti*), амурский сом (*Silurus asotus*) и амурский язь (*Leuciscus waleckii*), тогда как в бассейне Амура промы-

словых пресноводных рыб 24 вида. Основой промысла рыб в озере является карась, уловы которого в прошлые годы доходили до 90% годового улова рыб в озере. Промышленный лов пресноводных рыб на оз. Чукчагирское проводится не регулярно. Известно два основных периода интенсивного промышленного лова рыб на озере – с 1942 г. по 1948 г. и с 1963 г. по 1969 г. Максимальные уловы рыб были в 40-х гг. прошлого века и доходили до 1700 т в год. Однако уловы рыб постепенно падали ик 1948 г., вылов рыбы на озере резко снизился, а затем и совершенно прекратился. Возобновлен промышленный лов был в 1963 г. В 1964 г. максимальный годовой улов рыб был 304 т, из них карася – 259 т (примерно 10 часть от вылова карася в р. Амур), а затем уловы стали падать и опять промышленный лов рыбы прекратился. Промысел рыб в прошлом веке был основан на облове нерестовых и преднерестовых скоплений рыб. В мае-июне в озере добывали 79–100% от годового улова рыб [1].

В настоящее время на озере выделено несколько участков для проведения промышленного и спортивного лова рыбы. Для охраны рыб в период нереста введен запрет на лов рыбы с 15 апреля по 15 июля [2]. В связи с чем, промышленный лов рыбы начинается еще подо льдом и продолжается вплоть до периода запрета. Ранее исследования промысловой ихтиофауны проводили в весенне-летнее время, когда озеро уже было свободно ото льда [1, 3 – 6]. В это время на озере присутствовали не только зимующие в озере рыбы, но и заходящие на нерест из р. Амгунь и р. Ольджикан. Состав рыб, их биологические особенности и запасы в зимний период не изучали. В связи с чем, задачей исследований было получить характеристику запасов карася в озере к началу его промысла.

Сбор материала был проведен с 17 по 26 апреля 2012 г. Рыбу ловили набором ставных сетей, шаг ячеи которых был 10, 20, 30, 40, 50 и 60 мм. При планировании проведения исследований, лов рыбы предполагалось проводить по акватории всего озера. Однако в период проведения исследований озеро находилось подо льдом, глубина озера в среднем около 2 м, толщина льда более метра. Во многих местах озеро промерзло до дна или было закрыто надильными сплавинами. Поставить сети можно было только в некоторых точках озера. В основном, это места расположения впадин на дне озера, глубиной до 6 м, которые находятся у островов Годбаньки, Джалу и Нантакан, а также у мыса Дюкуа. Для лова рыбы были найдены участки и на мелководье (до 1,8 м глубиной) у мыса Тимчукан, на выходе залива Амни, за о-вом Шапка Мономаха у восточного мыса о-ва Годбаньки и в районе истока р. Ольджикан.

Биологический анализ рыб проводили по методикам, описанным И.Ф. Правдиным [7]. У всех рыб измеряли длину тела  $Ad$  (см). Массу тела общую и без внутренних органов измеряли на электронных весах с точностью до 1 г (крупные рыбы) и до 0,1 г (мелкие рыбы и молодь). Стадии зрелости гонад оценивали по 6-ти балльной шкале, массу гонад определяли с точностью до 0,05 г. Количество внутреннего жира, индекс наполнения кишечника и желудка определяли по 6-ти бальным шкалам. Возраст определяли по чешуе. Половой состав и стадии зрелости гонад рыб определяли визуально при проведении биологического анализа.

По методике Ю.Т. Сечина [8] восстанавливали размерный состав карася с учетом относительной уловистости набора сетей с разным шагом ячеи к рыбам разной длины. Для определения коэффициентов естественной смертности рыб каждой возрастной группы использовали метод, предложенный Л.А. Зыковым [9].

Уловы каждой сети регистрировались отдельно. Отмечали время застоя сети, длину, высоту и шаг ячеи. Для каждой сети отмечали число пойманных рыб, их длину и массу тела. Плотность рыб, рассчитали с учетом величины улова и зоны облова ставных сетей [10]. Рассчитывали удельный улов карася (экз. и кг на 1 сеть  $50 \text{ м}^2$  за сутки застоя), плотность рыб в точке лова (экз. в  $1000 \text{ м}^3$  воды) и биомассу (кг в  $1000 \text{ м}^3$  воды).

Измерив площадь участка лова и определив с помощью эхолота глубину озера в местах лова, рассчитали объемы воды, в которых обитали пойманные рыбы. Зная плотность и биомассу рыб в каждой точке лова, рассчитывали плотность рыб на очерченной территории озера. Промысловый запас карася определяли, используя промысловый размер рыб, существующий в настоящее время. Возможное промысловое изъятие  $F_{lim}$  определяли по методу Кади [11].

Во все годы существования промышленного лова рыб в озере, основными промысловыми видами являлись карась, амурский сом и амурская щука [1]. Больше всего в озере вылавливали карася – от 62% до 96% от годового улова этих трех видов рыб (60-е гг. прошлого века). Однако, в апреле 2012 г. доля улова карася (кг) в улове этих 3-х видов рыб составила всего 10%. В прошлом веке лов рыбы проводили в мае-июне по открытой воде, тогда как в апреле 2012 г. рыб

ловили подо льдом. Оз. Чукчагирское расположено в самой нижней части Эворон-Чукчагирской низменности. В озеро впадает 48 водных источников, но только 3 из них больше 10 км длиной. Из озера вытекает заболоченная р. Ольджикан, протяженностью около 170 км, в истоке которой имеется бар, сложенный детритом, регулирующий сток. Зимний сток очень слабый, осуществляется за счет притока в озерную котловину грунтовых вод [12]. Бар препятствует и заходу рыб в озеро до весеннего поднятия уровня воды, который начинается с таянием снега в конце апреля или начале мая. Таким образом, в апреле ловили рыб, зимующих в озере.

В зависимости от места лова, доля улова карася (кг) в уловах трех основных видов рыб составляет от 0 до 33,3%, по количеству пойманных рыб – от 0 до 68,3%. Максимальных значений биомасса карася (кг в объеме воды 1000 м<sup>3</sup>) достигает в районе глубоких впадин в дне озера. Коэффициент корреляции Спирмена между значениями биомассы карася и глубиной воды в месте его поимки – 0,817 ( $p < 0,05$ ). Небольшие, но глубокие впадины расположены между островами Годбаньки и Джалу, а также у северного выступа мыса Миваки. Глубина озера в этих местах от 4 м до 6 м. В этих местах держаться самые крупные караси (коэффициенты корреляции между глубиной воды в месте обитания и длиной и массой тела карасей – 0,783, 0,783,  $p < 0,05$ ). На глубине озера до 1,5–2,0 м карася или совсем нет, или в небольшом количестве встречаются молодые особи. Кроме этого, чем больше суммарная биомасса рыб в местах лова, тем меньше доля (%) биомассы карася (коэффициент корреляции = –0,964,  $p < 0,05$ ).

Средние значения основных биологических показателей самок и самцов карася представлены в таблице 1.

Таблица 1

Средние значения биологических показателей карася озера Чукчагирское (апрель 2012 г.)

Показатели	Самки		Самцы	
	Mean ± Standard - Error	Valid N	Mean ± Standard - Error	Valid N
Длина тела, Ad, см	21,7 ± 0,246	142	19,247 ± 0,406	53
Масса тела, г	362,0 ± 11,658	142	251,519 ± 17,774	53
Коэффициент упитанности по Кларк	2,861 ± 0,028	142	2,801 ± 0,044	53
Масса гонад, г	24,82 ± 1,482	141	6,549 ± 0,770	52
Гонадо-соматический индекс	7,507 ± 0,300	141	2,682 ± 0,154	52
Наполнение кишечника, баллы	1,627 ± 0,095	142	1,528 ± 0,128	53
Жирность, баллы	2,169 ± 0,123	142	1,868 ± 0,203	53
Возраст	7,971 ± 0,119	142	6,981 ± 0,213	53

В конце апреля в озере фактически встречается только половозрелый карась. Из всех взятых на анализ самок карася неполовозрелых (II стадия зрелости гонад) было всего 7,7%, самцов – 4,2%. Развитие гонад у разных особей карася различается. Эти различия в развитии гонад связаны с размерами рыб. Так, крупные рыбы фактически уже готовы к нересту (стадия зрелости IV и IV–V). У более мелких рыб гонады находятся на III стадии зрелости. Чем крупнее рыбы, тем более зрелые гонады они имеют, и тем выше у них гонадо-соматический индекс (рис. 1).

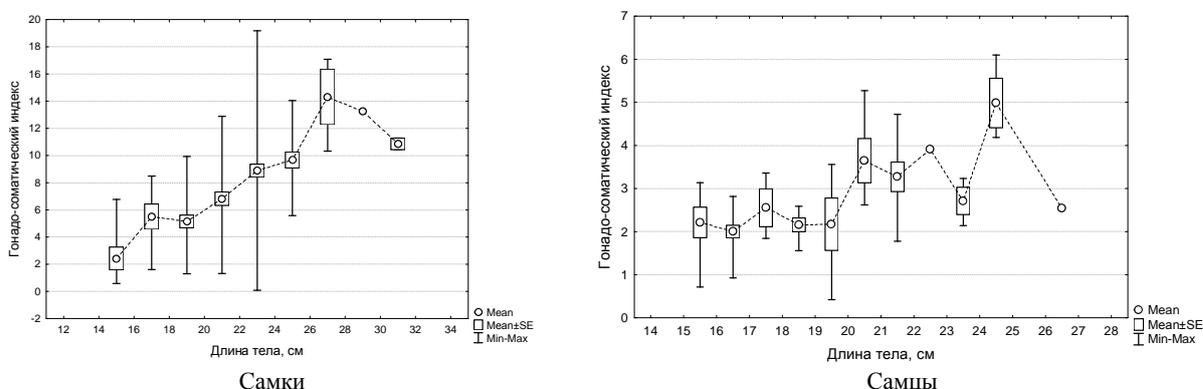


Рис. 1. Значение гонадо-соматического индекса самок и самцов карася у рыб с разной длиной тела

Судя по состоянию гонад, первыми на нерест пойдут крупные караси, длина тела которых больше 21 см, затем более мелкие особи. И самыми последними пойдут на нерест караси с длиной тела от 15 см, гонады которых находятся на более ранних стадиях развития.

Карась в апреле после зимовки только начинает кормиться. У 72% рыб кишечника были пустые. Наполнение кишечника, как самок, так и самцов карася – низкое (табл. 1). Такое наполнение кишечника в это время характерно для карася, обитающего и в других районах р. Амур. Тогда как у карася из других водоемов полостного жира перед нерестом значительно больше, в среднем для самок и самцов этот показатель в апреле равен 4,6. Значительно меньше и коэффициенты упитанности по Фультону карася оз. Чукчагирского по сравнению с этим показателем карася из других районов. Так, среднее значение коэффициента упитанности по Фультону самок карася 3,420, самцов – 3,241, а в других водоемах – у самок 3,564, у самцов – 3,661. Таким образом, перед нерестом энергетические запасы карася оз. Чукчагирского меньше, чем в других водоемах Амура, что вероятно является следствием низкой калорийности объектов кормовой базы карася. В р. Амур и во многих других его пойменных озерах карась – бентофаг. Основную роль в питании играют детрит, ветвистоусые рачки, личинки хирономид, а также диатомовые и сине-зеленые водоросли [13]. Однако, в связи с бедностью бентоса оз. Чукчагирское, карась этого озера стал планктофагом и питается в основном диатомовыми и сине-зелеными водорослями, численность которых высока только в летние месяцы. В другие периоды года карась питается детритом [5]. Как водоросли, так и детрит по калорийности значительно уступают бентосу. В связи, с чем показатели жирности у карася оз. Чукчагирское также значительно уступают этому показателю из других водоемов бассейна р. Амур. Так, жирность карася оз. Чукчагирское, оцененная в баллах, у самок 2,169, у самцов 1,868, тогда как у карася из других водоемов полостного жира перед нерестом значительно больше, в среднем для самок и самцов этот показатель в апреле равен 4,6.

С помощью рассчитанных значений относительной уловистости сетей к карасю с разной длиной тела определили размерный состав облавливаемого стада карася (рис. 2). В апреле в оз.

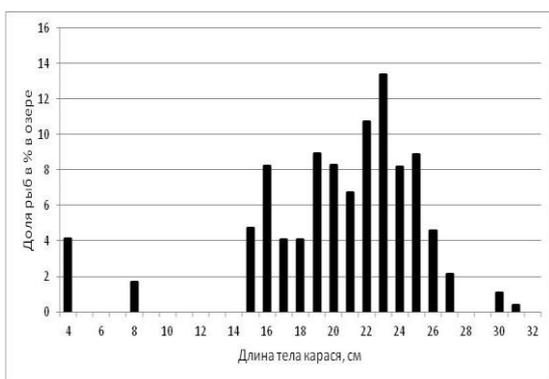


Рис. 2. Размерный состав карася озера Чукчагирское (апрель, 2012 г.)

Чукчагирское присутствуют караси не всех размеров. Рыб, с длиной тела от 9 до 14 см или совсем нет, или очень мало и они не попали в уловы. Численность карасей с длиной тела меньше 22–23 см представлена на озере только частично.

Самки живут дольше самцов. В уловах максимальный возраст самок 13 лет, самцов – 12. Темп роста карася оз. Чукчагирского более медленный, чем в других районах бассейна р. Амур. Чтобы определить характерные только для оз. Чукчагирское показатели естественной смертности карася, применили метод, разработанный Л.А. Зыковым [9]. Основа этого метода в том, что оценка коэффициентов естественной смертности

для каждой возрастной группы рыб дается на основе данных по линейному и весовому росту рыб конкретного водоема (популяции) и таким образом отражает экологические условия существования рыб в изучаемом водоеме. Рассчитав константы уравнений роста Л. Берталанфи и И.И. Шмальгаузена для карася озера, определили коэффициенты естественной смертности, возраст и длину тела при которой созревает более 50% рыб (табл. 2).

Таблица 2

Показатели роста карася озера Чукчагирское и определенные по ним коэффициенты естественной смертности

Пол	$L_{\infty}$	$q$	$k$	$L_n$	$t_n$	$M_n$	$b$	$\phi_{M_n}$	$T$
Самки	31.153	5.287	0.681	15.577	4.887	0.338	1.654	0.287	13.525
Самцы	25.855	4.88	0.701	12.928	4.015	0.431	1.731	0.350	10.794
Оба пола	31.159	5.157	0.689	15.580	4.972	0.346	1.721	0.293	13.587

Примечание.  $L_{\infty}$  – асимптотическая длина тела;  $q$  и  $k$  – константы степенного уравнения линейного роста:  $L = q \times t^k$ ;  $L_n$  – длины рыб в возрасте массового созревания;  $t_n$  – возраст массового созревания;  $b$  – константа уравнения весового роста степенного типа:  $W = a \times t^b$ ;  $M_n$  – мгновенный коэффициент естественной смертности в возрасте массового созревания;  $\phi_{M_n}$  – коэффициент естественной смертности в возрасте полового созревания;  $T$  – максимальный расчетный возраст рыб в популяции.

Определив коэффициенты естественной смертности для рыб каждого возраста, рассчитали относительную численность каждой возрастной группы карася с учетом убыли численности рыб под воздействием естественной смертности (начальная численность мальков 10000 экз.). Перемножив численность рыб каждой возрастной группы на их среднюю массу тела, получили относительную биомассу популяции карася оз. Чукчагирского, при условии, что эта популяция не используется промыслом.

Максимум биомассы карася популяции оз. Чукчагирское приходится в среднем на возраст 5 лет (рис. 3). Как известно, максимум биомассы рыб в популяции обычно приходится на период полового созревания [14, 15]. Возраст карася популяции оз. Чукчагирское, при котором биомасса достигает максимальных значений соответствует расчетному значению возраста массового созревания (табл. 2).

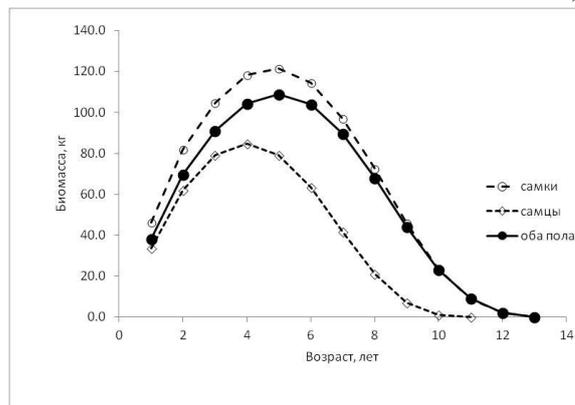


Рис. 3. Относительная биомасса карася озера Чукчагирское (начальная численность рыб каждого пола и рыб обоих полов по 10000 экз)

Промысел карася в последние годы проводится в основном подо льдом. Однако, как и ранее промышленники ориентируются на то, что вылов карася в озере может быть не менее 100 т. Однако, как показали наши исследования карася подо льдом значительно меньше, чем в летний период. Ориентировочная оценка численности промзапаса карася в апреле - около 56 тыс. рыб (с учетом размерного состава, плотности рыб, возможного размера мест лова и существующей промысловой меры для карася оз. Чукчагирского в 18 см). Таким образом возможный улов его в этот период не должен превышать 5 т (табл. 3).

Таблица 3

Численность промзапаса и возможный улов карася оз. Чукчагирское в апреле 2012 г.

F <sub>lim</sub>	Промысловая мера 18 см				Промысловая мера 16 см			
	Численность, тыс. экз.	Промзапас, тыс. экз.	Средняя масса, кг	Улов, т	Численность, тыс. экз.	Промзапас, тыс. экз.	Средняя масса, кг	Улов, т
0,316	56,0	17,7	0,288	5,1	95,0	30,0	0,227	6,8

Наименьший промысловый размер рыб должен строго быть согласован с возрастом и размерами, при которых достигается максимум биомассы в популяции [14]. Таким образом, промысловую длину карася этого озера можно снизить до 16 см. Но и в этом случае возможный улов карася может быть доведен только до 7 т. Запасы зимующего в озере карася невелики. Во избежание уничтожения производителей карася перед нерестом необходимо при выдаче квот распределять промысловую нагрузку на популяцию карася оз. Чукчагирское по сезонам года.

### Литература

1. Крыхтин М.Л. Ихтиофауна и рыбное хозяйство озера Чукчагирского // Вопросы географии Дальнего Востока. – Хабаровск, 1973. – Вып. 11. – С. 238–262.
2. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, 2011. – 94 с.
3. Вронский Б.Б. Краткое сообщение о работах экспедиции Средне-Амурского госрыбтреста и АО ТИНРО на Чукчагирское озеро в 1954 г. – Хабаровск, 1955. – Архив ХфТИНРО. – № 234. –12 с.
4. Кифа М.И. Запасы рыб озера Чукчагирского // Охрана, рациональное использование и воспроизводство естественных ресурсов Приамурья. Тез. научн. конф. – Хабаровск, 1967. – С. 104–105.
5. Гаркалина Н.Н., Минченко А.А. О питании рыб озера Чукчагирского // Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов. – Хабаровск, 1976. – С. 39–41.
6. Козаков Г.С., Сафонов В.В., Минченко А.А. К вопросу о сохранении озера Чукчагирского как рыбопромыслового водоема // Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов. Материалы II краевой конф. молодых ученых. – Хабаровск, 1976. – С. 9–12.
7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
8. Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах. – М.: ВНИРО, 1990. – 51 с.

9. Зыков Л.А. Биологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб. // Дисс. на соискание ученой степени доктора биол. наук. – Астрахань, 2006. – 376 с.

10. Трещев А.И. Научные основы селективного рыболовства. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 446 с.

11. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению. – М.: Изд-во ВНИРО, 2000. – 192 с.

12. Сапаев В.М. Озеро Чукчагирское // Водно-болотные угодья России. Том 5. Водно-болотные угодья юга Дальнего Востока России (под общ. ред. В.Н. Бочарникова). – М.: WetlandsInternational, 2005. – С. 69–72.

13. Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. – М.: Ан СССР, 1956. – 552 с.

14. Тюрин П.В. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоемах. – М.: Пищепромиздат, 1963. – 120 с.

15. Кудерский Л.А. Кульминация ихтиомассы возрастных групп у промысловых рыб внутренних водоемов и стратегия рыболовства // Рыбное хозяйство, 1983. – № 7. – С. 41–43.

УДК 639.28(265)

## О ПРОМЫСЛОВОЙ МЕРЕ КРАБА-СТРИГУНА БЭРДА *CHIONOECETES VAIRDI* ИЗ РОССИЙСКИХ ВОД ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ

*А.Г. Слизкин, В.Н. Кобликов, П.А. Федотов*

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, Владивосток*

В статье приводится определение промысловой меры для краба-стригуна Бэрда различных популяций с учетом особенностей их аллометрического роста.

Как известно, популяции краба-стригуна Бэрда обитают только у побережий России и США. С 1965 по 1974 гг. советские краболовы добывали камчатского краба и краба-стригуна Бэрда в юго-восточной части Берингова моря [1, 2]. Учетные траловые съемки на шельфе Берингова моря в целях изучения крабов первоначально проводились в Бристольском заливе [2]. В российских водах в эти годы этот краб-стригун был малоизвестен.

До 70-х гг. XX столетия отечественный промысел крабов-стригунов в российских водах не проводился, лишь в некоторых районах северо-западной части Берингова моря с 1968 по 1971 гг. выделялись квоты для японских рыбаков. В этот же период в Олюторском заливе, несомненно, добывался и краб-стригун Бэрда, поскольку промысловые скопления краба-стригуна опилио, на которого выделялись квоты, там отсутствует [3, 4].

Промысловая мера (ПМ) у всех видов крабов-стригунов определяется по ширине карапакса без шипов. До начала 1990-х гг. для всех видов крабов-стригунов применялась единая ПМ – 100 мм по ширине карапакса. В 1997 г. было выдвинуто предложение об изменении минимальной величины промыслового размера для краба-стригуна Бэрда. Для популяций, обитающих в Олюторском заливе, у корякского побережья Берингова моря и в Камчатско-Курильской подзоны авторы предлагали увеличить минимальный размер до 120 мм [5]. Этот размер примерно равен минимальному размеру особей краба-стригуна Бэрда, идущих в обработку в реальных условиях промысла.

По мере развития промысла крабов-стригунов, появилась необходимость обосновать промысловую меру для каждого вида.

Целью данной работы является определение промысловой меры для краба-стригуна Бэрда различных популяций с учетом особенностей их аллометрического роста.

В данном сообщении обобщены материалы траловых и ловушечных съемок, выполненных в Охотском и Беринговом морях в 2005–2011 гг. В общей сложности было проанализировано 95,7 тыс. экз. краба.

При проведении биоанализов у краба измеряли ширину карапакса (ШК) и длину клешни (ДК), определяли линочное состояние самцов [6]. Обработка и анализ материалов проводили в соот-

ветствие с особенностями роста особей, т.е. с учетом наличия у крабов-стригунов терминальной линьки [7, 8]. Для определения параметров связи размеров клешни с размерами карапакса при помощи программы STATISTICA находили коэффициенты линейной регрессии по уравнению Ферхюльста [9]:  $P=100 / (1+10^{a+b \cdot \text{ШК}})$ , где ШК – ширина карапакса; a, b – коэффициенты; P – доля широкопалых крабов в процентах.

Известно, что важной особенностью биологии крабов-стригунов является наличие у них конечной (терминальной) линьки и “морфометрического” созревания самцов. Самцы, имеющие зрелые сперматофоры (физиологическая, или “гонадная” половозрелость), не всегда способны к спариванию. Физиологически половозрелые особи с небольшой клешней не способны захватывать и удерживать самок в течение нескольких суток перед копуляцией, т.е. не являются функционально зрелыми [7, 10].

Изменение формы и размеров клешни относительно размеров карапакса происходит в самом конце периода роста крабов, после конечной линьки. Это является показателем достижения самцами репродуктивного состояния. Биологический смысл увеличения относительных размеров клешни заключается в необходимости осуществления успешного полового поведения [7, 11].

Ранее было предложено обоснование ПМ крабов проводить, прибавляя величину годового прироста после достижения самцами размеров функциональной зрелости. При этом они должны не менее одного раза участвовать в воспроизводстве [12, 13]. Однако для крабов-стригунов этот подход не приемлем, поскольку самцы после конечной линьки не прирастают в размерах, и становятся широкопалыми (ШПС) в большом диапазоне размеров.

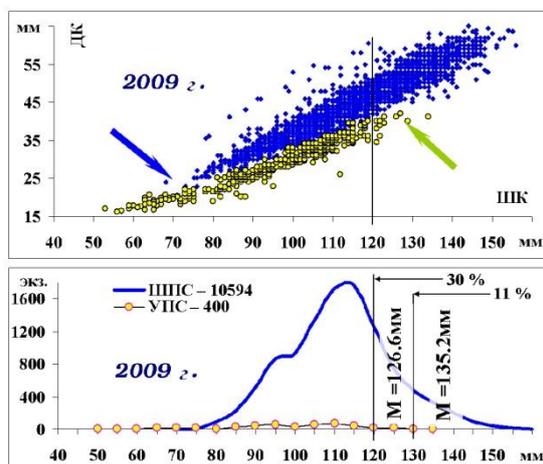


Рис. 1. Распределение размеров ширины карапакса (ШК) и длины клешни (ДК) самцов краба-стригуна Бэрда (вверху) и их размеров (внизу) для коряжской популяции. М – средние размеры ШПС при ПМ более 130 мм и более 120 мм по ШК и их доли (%) от общей выборки ШПС

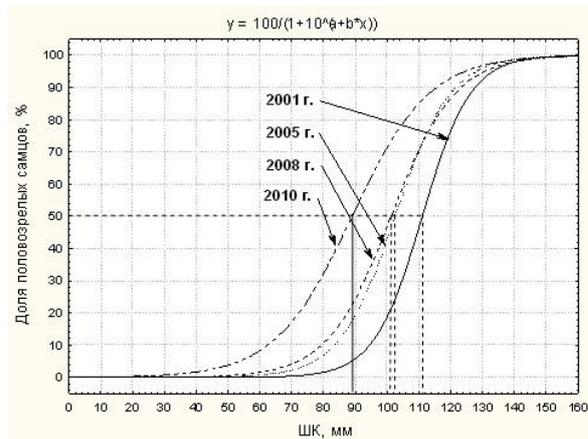


Рис. 2. Доля морфологически зрелых самцов стригуна Бэрда в Западно-Беринговоморской зоне в 2001–2010 гг. в зависимости от ШК, %

Для обоснования ПМ используется также показатель популяционной половозрелости – размер, при котором 50% самцов в популяции становятся половозрелыми [14, 15]. Применительно к крабам-стригунам рассматриваются размеры, при которых 50% самцом становятся морфометрически зрелыми.

Ранее нами [16] этот показатель 50-процентной половозрелости был рассчитан для самцов японского краба-стригуна (*Ch. japonicus*) по материалам 2008 г. отдельно по 6-ти личным стадиям. Размер 50%-ной морфометрической зрелости у этого вида изменялся от 78 мм у особей на 3-й стадии до 105 мм – у особей на 3-й ранней стадии. Размер 50%-ной морфометрической зрелости самцов 3-й стадии был наименьшим (78 мм) при наибольшей (84,5%) доле ШПС.

Таким образом, ориентироваться только на размер 50%-ной морфометрической зрелости самцов при обосновании параметров промысловой меры, по нашему мнению, не очень корректно. Приведенные здесь данные показывают, что промысловая мера может быть зависимой величиной от размерного состава учтенной части популяции, который может быть иным для другой ее части.

Как видно из приведенных данных, действующая завышенная ПМ краба-стригуна Бэрда ограничивает возможности эксплуатации реального промыслового ресурса и наносит, по выражению Б.Г. Иванова, “ущерб (в форме упущенной выгоды) рыбной промышленности” [17].

Промысловая мера стригуна Бэрда согласно законодательству США с 1970-х гг. составляла 5,5 дюйма (140 мм) по ШК с учетом шипов и 138 мм без шипов [18, 19].

Вместе с тем, в 2011 г. Совет по рыболовству Аляскинского Департамента рыб и дикой природы (АПД&Г) уменьшил ПМ краба-стригуна Бэрда в западной части Берингова моря (поделив при этом весь ареал популяции Бэрда на два участка): к западу от меридиана 166°00 з.д. – до 110 мм по ШК и к востоку от него – до 120 мм [20].

Как показывают наши данные, у краба-стригуна Бэрда корякской популяции минимальный размер появления широкопалых самцов составляет примерно 70 мм, а максимальный размер функционально незрелых самцов (УПС) – около 130 мм (рис. 1). Таким образом, функционально зрелые самцы (в данном случае широкопалые) имеют размеры от 70 до 150 мм. Считается, что они после конечной линьки и позже будут иметь тот же диапазон размеров – от 70 до 150 мм. Исследования показывают, что в этой популяции стригуна Бэрда в разные годы 50% морфометрически зрелых самцов, приходится на особей, имеющих размер от 89 до 112 мм по ШК (рис. 2).

При проведении наших исследований в Камчатско-Курильской подзоне, все самцы этого стригуна из ловушечных уловов были представлены исключительно широкопалыми особями (рис. 3, слева), в то время как в траловых уловах отмечались и УПС, которые в некоторых личинных стадиях преобладали над ШПС (рис. 3, справа). Этот признак является характерным именно для западно-камчатской популяции. В других районах, в частности в Западно-Берингоморской зоне в ловушечных уловах встречаются и ШПС, и УПС. Причина такого явления пока неизвестна, не описано оно и в иностранной литературе. Это же явление характерно также и для западнокамчатского краба-стригуна опилио. Можно только предполагать, что антагонистические внутривидовые отношения у разноразмерных особей крабов-стригунов на западно-камчатском шельфе достаточно напряжены и молодые мелкоразмерные крабы в ловушки не идут.

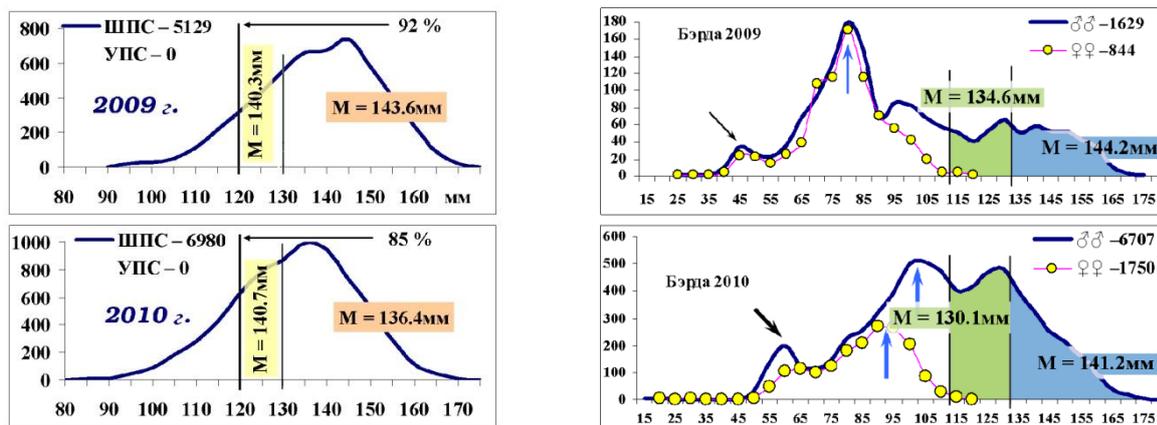


Рис. 3. Соотношение функциональных групп и размеров самцов краба-стригуна Бэрда в 2009 и 2010 гг. в Камчатско-Курильской подзоне по материалам ловушечной и траловой съемки. М – средние размеры ШПС более 130 мм и более 120 мм по ШК и их доли (в %) от общей выборки ШПС

Таким образом, учитывая особенности роста крабов-стригунов, их промысловое изъятие, по нашему мнению, должно начинаться не с фиксированного размера, а в зависимости от размеров ШПС, при которых они приобретают оптимальное товарное качество. Величина промысловой биомассы стригунов может при этом слагаться из нескольких генераций ШПС, вклад которых в суммарный промысловый ресурс окончательный, т. е. две одновременно появившиеся высокочисленные генерации ШПС с модами в разных размерных классах (например, 100 и 130 мм по ШК) элиминируют тоже практически одновременно. В рассматриваемом случае, при сравнительно высокой ПМ, изымаются “поздние” самцы, которые совершают терминальную линьку при относительно больших размерах, что ведет к росту их промысловой смертности и уменьшению смертности в группе “ранних”, сравнительно мелких ШПС.

Прирост за линьку определить довольно сложно. По данным американских исследователей известно, что в Беринговом море средний прирост за линьку меченых крабов размером 122–163 мм по ШК составлял 21 мм (15,1%). По нашим данным у западной Камчатки прирост генерации самцов размерами около 80 мм по ШК за один год (см. рис. 3) тоже составил 15–20 мм.

Таким образом, после достижения порога 50-процентной морфометрической зрелости (при размерах 89–112 мм по ШК (рис. 2)) после линьки половозрелости размеры самцов составят 110–130 мм. Таким образом, по средним показателям минимальный размер промысловой меры для всех популяций краба-стригуна Бэрда предлагается установить на уровне 120 мм по ширине карапакса.

### Литература

1. Родин В.Е., Слизкин А.Г. Изменение распределения и численности промысловых крабов (Lithodidae, Majidae) в Бристольском заливе // Биол. моря. 1977. – № 5. – С. 84–89.
2. Слизкин А.Г. Промысловые крабы северо-западной части Берингова моря // Гидрология и гидрохимия морей. Берингово море. – Л.: Гидрометеиздат, 2001. – Т. X. – Вып. 2. – С. 220–231.
3. Слизкин А.Г. Распределение крабов-стригунов рода *Chionoecetes* и условия их обитания в северной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. – 1982. – Т. 106. – С. 26–33.
4. Слизкин А.Г., Сафронов С.Г. Промысловые крабы прикамчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика, 2000. – 180 с.
5. Слизкин А.Г., Долженков В.Н. К вопросу об изменении и установлении промысловой меры для некоторых видов крабов дальневосточных морей. Рыбное хозяйство. – 1997. – № 2. – С. 43–44.
6. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей / Сост. Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясоедов В.И. и др. – Владивосток: ТИНРО, 1979. – 59 с.
7. Conan G., Comeau M. Functional maturity and terminal molt of male snow crab, *Chionoecetes opilio* // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1986. – Vol. 43. – P. 1710–1719.
8. Иванов Б.Г., Соколов В.И. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* (Crustacea Decapoda Brachyura Majidae) в Охотском и Беринговом морях // Arthropoda Selecta. – 1997. – Т. 6. – Вып. 3-4. – С. 63–86.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
10. Paul A. J., Paul J. M. Molting of functionally mature male *Chionoecetes bairdi* Rathbun (Decapoda: Majidae) and changes in carapace and chela measurements: J. Crustac. Biol. – 1995. – 15: 686–692.
11. Слизкин А.Г., Кобликов В.Н. Глубоководный краб-стригун *Chionoecetes japonicus* северо-западной части японского моря: динамика биологических параметров, плотность скоплений и стратегия промысла. // VII Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным: Тез. докл. – М: Изд-во ВНИРО. 2006. С. 126-128.
12. Donaldson W.E., Cooney R.T., Hilsinger J.R. Growth, age and size at maturity of Tanner crab, *Chionoecetes bairdi* // M.J. Rathbun, in the Northern Gulf of Alaska (Decapoda, Brachyura) // Crustaceana. – 1981. – 40(3). – P. 286–302.
13. Donaldson W.E., Donaldson W.K. A Review of the history and justification of size limits in Alaskan king, Tanner, and snow crab fisheries. Fishery research bulletin. – 1992. – № 92-02. – 22 pp.
14. Watson J. Maturity, mating and egg laying in the spider crab, *Chionoecetes opilio* // J. Fish. Res. Board of Canada. – 1970. – Vol. 27, N. 9. – P. 1607–1616.
15. Elnor R. W., Robishaud D.A. Observation on the efficacy of minimum legal size for Atlantic snow crab, *Chionoecetes opilio* // Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. Doc. 83/63. – 1983. – 26 pp.
16. Слизкин А.Г., Борисовец Е.Э., Згуровский К.А. Сравнительный анализ габитуса некоторых видов крабов рода *Chionoecetes* (Crustacea, Decapoda) // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128. – Ч. 2. – С. 582–610.
17. Иванов Б.Г. Некоторые проблемы промысла крабов в России // Рыб. хоз-во. — 2004. — № 4. – С. 28–33.
18. Brown R.B., Powell G.C. Size at maturity in the male Alaskan Tanner crab *Chionoecetes bairdi*, as determined by chela allometry, reproduction tract weights, and size precopulatory males. J. Fish. Res. Board Can. – 1972. – 29: 423–427.
19. Otto R.S. An overview of eastern Bering Sea king and Tanner crab fisheries. In: Proceedings of the International Symposium on King and Tanner crabs. Univ. Alaska Sea Grant Rpt. 90-04, Fairbanks, 1990. – P. 9–26.
20. Zheng J., Pengilly D. Overview of proposed harvest strategy and minimum size limits for Bering sea district Tanner crab. ADF&G Special Publication, 2011. – No. 11-02. – Anchorage, AK.

УДК 639.222.2(265.5)

## ПЕРВЫЕ ИТОГИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ МАСШТАБНОГО ПРОМЫСЛА ГИЖИГИНСКО-КАМЧАТСКОЙ СЕЛЬДИ В ЗАПАДНО-КАМЧАТСКОЙ ПОДЗОНЕ

*А.А. Смирнов*

*Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Магадан*

Показано, что после изменения порядка освоения этого объекта – перевода из режима общего допустимого улова (ОДУ) в категорию возможного вылова (ВВ) – его добыча значительно возросла.

Гижигинско-камчатская сельдь обитает в северо-восточной части Охотского моря (залив Шелихова, воды западной Камчатки, а в годы высокой численности этой группировки – и восточная часть Притауйского района).

Промышленное освоение этой сельди началось в первой половине 20-х годов прошлого века в заливе Шелихова в нерестовый период [1, 2]. В дальнейшем этот объект ловили как в нерестовый, так и в нагульный периоды, причем годовые уловы были значительны, достигая в 50–60-е гг. прошлого века 40–80 тыс. т, при максимуме в 161 тыс. т, достигнутом в 1958 г. [3]. Однако к началу 1970-х гг. в промысловый запас вступили нескольких неурожайных (малочисленных) поколений, что, в сочетании с чрезмерным выловом, привело к снижению численности стада этой сельди. Ввиду этого, с 1974 г. был введен запрет на ее промысел [4].

На протяжении последующих 15 лет, до 1988 г., вылов сельди ограничивался контрольным (научным) обловом ее нерестовых скоплений в Гижигинской губе залива Шелихова, для получения информации об ее биологическом состоянии. В указанный промежуток времени ее минимальный вылов в год составлял 0,1 тыс. т, максимальный – 8,3 тыс. т, средний – 3,2 тыс. т [3]. В связи с отмеченным ростом запасов, с 1988 г. было рекомендовано восстановить промышленный лов в нагульный период. Осенью 1988 г. в «горле» зал. Шелихова два промысловых судна, оснащенных кошельковыми неводами, выловили за 6 дней 1,1 тыс. т сельди [5]. В течение последующих 4 лет (до 1992 г.) ежегодно в октябре – декабре в заливе Шелихова осуществлялся промысел гижигинско-камчатской сельди, объем которого не превышал 4,4 тыс. т. С 2002 г. был официально разрешен промысел и нерестовой сельди. Однако годовые объемы изъятия нерестовой сельди в Западно-Камчатской подзоне были невелики и колебались в пределах 3,2–11,4 тыс. т.

В 2005–2011 гг. объемы ОДУ гижигинско-камчатской сельди в Западно-Камчатской подзоне обосновывались на уровне 34–96 тыс. т, а вылов, по данным официальной статистики, составлял от 5 до 22% от выделяемых объемов (см. таблицу).

*Таблица*

**ОДУ и вылов гижигинско-камчатской сельди в 2005–2012 годах**

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов (тыс. т)				Освоение ОДУ (%)
		преднерестовой <sup>1</sup>	нерестовой	нагульной	всего	
2005	60	1,36	5,84	1,80 <sup>2</sup>	9,00	15,0
2006	39	1,21	4,10	3,16 <sup>2</sup>	8,47	21,7
2007	38	0,82	0,87	1,52 <sup>2</sup>	3,21	8,4
2008	34	0,66	0,56	1,18 <sup>2</sup>	3,10	9,1
2009	53	1,35	0,05	6,10 <sup>2</sup>	7,50	14,1
2010	93	0,78	0,0001	2,68 <sup>2</sup>	4,50	4,8
2011	96	1,37	0,0003	4,83 <sup>2</sup>	6,20	6,5
2012	50 <sup>3</sup>	21,78	0,00006	0,76 <sup>2</sup>	22,54	45,1 <sup>3</sup>

*Примечание:* <sup>1</sup> – в ходе специализированного промысла и как прилов при промысле минтая; <sup>2</sup> – по данным промысловой статистики в Западно-Камчатской подзоне; <sup>3</sup> – ВВ.

Главная причина отсутствия лова в нерестовый период – разрушение береговой рыбоперерабатывающей инфраструктуры. Ранее нерестовые скопления гижигинско-камчатской сельди облавливались ставными, закидными и кошельковыми неводами, с последующей обработкой сырья на береговых предприятиях. В настоящее время расположенные вблизи нерестилищ сельди береговые рыбозаводы в поселках Северо-Эвенск, Чайбуха, Таватум, находятся в нерабочем состоянии и требуются значительные финансовые затраты, чтобы их восстановить.

В 2010–2012 гг. промысла нерестовой сельди в зал. Шелихова не было, лов вели лишь рыбаки-любители в рамках спортивно-любительского рыболовства.

В связи с ежегодным низким выловом и стабильным состоянием запаса сельди, обитающей в Западно-Камчатской подзоне, ФГУП «МагаданНИРО» обосновал ее исключение из перечня объектов, общий допустимый улов на которые устанавливается и перевод в категорию видов, освоение которых происходит в режиме возможного вылова [6].

Различия в способе освоения состоят в том, что при лове в режиме ОДУ, наделение квотами ведется по долям, которые закреплены между пользователями на длительный срок, а при промысле в режиме ВВ – по заявительному принципу.

Биологическое обоснование о переводе объекта из одной категории промысла в другую, было одобрено Росрыболовством и с 2012 г. ее добыча стала осуществляться по заявительному принципу. Такое решение привело к позитивным изменениям в освоении запасов гижигинско-камчатской сельди.

По данным судовых суточных донесений (ССД), в январе 2012 г. в Западно-Камчатской подзоне было добыто 4,64 тыс. т сельди, в феврале – 2,55 тыс. т, в 1–2 декадах марта – 0,69 тыс. т. Все уловы, указанные выше, были получены в приграничных районах с Северо-Охотоморской подзоной в 5–10 милях от границы и сразу по окончании работы этих судов на сельди в Северо-Охотоморской подзоне. Такой характер промысла наводит на размышления о том, где фактически выловлена сельдь.

По информации, полученной от заместителя руководителя координационной группы по оперативному регулированию добычи (вылова) минтая и других объектов рыболовства в Охотском море Ю.В. Омельченко, специализированный промысел сельди в ИЭЗ РФ в Западно-Камчатской подзоне начался с 25 марта: 3 крупнотоннажных судна (КТФ) ловили сельдь в районе  $57^{\circ}30' - 58^{\circ}30'$  с.ш. и  $153^{\circ}40' - 154^{\circ}00'$  в.д. Их вылов составил 1,3 тыс. т. Этот промысел сомнений не вызывает, т.к. по многолетним наблюдениям в этот период времени гижигинско-камчатская сельдь уже образует преднерестовые скопления, имеющие промысловую значимость и начинает совершать преднерестовую миграцию из районов зимовки, проходя через вышеуказанный район [7, 8].

В апреле промысел сельди проходил в районе  $57^{\circ}30' - 59^{\circ}00'$  с.ш. и  $153^{\circ}40' - 157^{\circ}00'$  в.д. В нем участвовало до 11 судов крупнотоннажного и до 2 судов среднетоннажного флота. Вылов за месяц составил 12,15 тыс. т.

В мае промысел сельди продолжали 6 судов, которые сместились северо-восточнее:  $58^{\circ}20' - 59^{\circ}00'$  с.ш. и  $156^{\circ}00' - 157^{\circ}10'$  в.д. Суда добыли всего 450 т, т.к. после 7 мая большинство косяков уже переместились из ИЭЗ РФ на прибрежные нерестилища.

Таким образом, наше предположение о том, что переход от квотирования к заявительному принципу лова вызовет интерес рыбохозяйственных предприятий и будет способствовать увеличению вылова этого объекта [9], оправдалось.

### Литература

1. *Правоторова Е.П.* Некоторые данные по биологии гижигинско-камчатской сельди в связи с колебаниями ее численности и изменением ареала нагула // Изв. ТИНРО. – Т. 59. – 1965. – С. 102–128.
2. *Бацаев И.Д.* История развития рыбных промыслов и рыбной промышленности Притауйского района Магаданской области // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 204–225.
3. *Смирнов А.А., Трофимов И.К.* Краткая характеристика промысла гижигинско-камчатской сельди // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – № 3. – 2010. – С. 99–102.
4. *Смирнов А.А.* Современное состояние запасов и перспективы промысла гижигинско-камчатской сельди // Вопросы рыболовства. – Т. 2. – 2001. – С. 287–298.

5. *Вышегородцев В.А.* Поиск предзимовальных скоплений гижигинско-камчатской сельди // Рыбное хозяйство. – № 6. – 1994. – С. 24–25.

6. *Смирнов А.А.* История промысла и современный ресурсный потенциал гижигинско-камчатской сельди // Вторая всероссийская научно-практическая конференция «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский: КГТУ. – 2011. – С. 209–211.

7. *Смирнов А.А.* Освоение запасов гижигинско-камчатской сельди // Рыбное хоз-во. – 2002. – № 1. – С. 35–36.

8. *Смирнов А.А.* Гижигинско-камчатская сельдь. – Магадан: МагаданНИРО, 2009. – 149 с.

9. *Смирнов А.А.* Перспективы промысла гижигинско-камчатской сельди в прибрежных водах Магаданской области // Тез. докл. XI Всерос. конф. по проблемам рыбопромыслового прогнозирования ... (Мурманск, 22-24 мая 2012 г.) [Электронный ресурс] / ПИНРО. – Мурманск: ПИНРО, 2012. – Электрон. опт. диск (CD-ROM). – [1 с.].

УДК 664.951.022:639.223(265.53)

## **ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА НОРМЫ ВЫХОДА ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МИНТАЯ (*Theragra chalcogramma*) ОХОТСКОГО МОРЯ**

*А.В. Сопина, Е.Н. Харенко, В.И. Рой*

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии, Москва*

Минтай (*Theragra chalcogramma*) является одним из значимых видов для рыболовства России. Продукция из минтая пользуется устойчивым спросом на мировом рынке. Высокий коммерческий интерес к продукции из минтая создает предпосылки для активной эксплуатации имеющихся запасов. В целях сохранения промысловых запасов минтая ФЗ Российской Федерации № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» предусматривается установление в Правилах рыболовства норм выхода продуктов переработки, в т.ч. икры.

Начало XXI века связано с глобализацией национальных экономик, развитием логистических связей и повышением нагрузки на водные биологические ресурсы. Построение устойчивой системы регулирования промысла невозможно без учета экологических, экономических, социальных и геополитических аспектов. Контроль над использованием водных биоресурсов – необходимое условие экономической безопасности страны.

Одной из ключевых задач системы регулирования рыболовства является поддержание баланса между имеющимся запасом и фактическим выловом. Для этой цели ФЗ Российской Федерации № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» предусматривается установление в Правилах рыболовства норм выхода продуктов переработки, в т.ч. икры.

Минтай (*Theragra chalcogramma*) является одним из значимых видов для рыболовства России. Продукция из минтая пользуется устойчивым спросом на мировом рынке. Высокий коммерческий интерес к продукции из минтая создает предпосылки для активной эксплуатации имеющихся запасов.

Наиболее активный промысел минтая осуществляется в Камчатско-Курильской, Западно-Камчатской и Северо-Охотоморской подзонах Охотского моря с января по апрель. В период с 2007 по 2012 гг. проводилась оценка биологических показателей и норм выхода продуктов переработки минтая в преднерестовый период. Биологические показатели определяли по общепринятым методикам (Шварц и др., 1968). Показатели нормирования по утвержденным методикам (Харенко, 2002).

Большая широтная протяженность района создает условия для формирования локальных группировок. В промышленных уловах минтая Охотского моря минимальная длина рыб составляет 22 см, максимальная – 74 см. Средняя масса самок – 650 г, самцов – 510 г. Наибольшее значение средней длины отмечалось в 2007 году и составляло 47,7–46,7 см для самок и 45,3–43,3 см для самцов. В 2010 году средняя длина самок составляла 45,5–42,8 см, самцов 42,6–41,4 см.

Наиболее стабильный размерный состав отмечен в Камчатско-Курильской подзоне, начиная с 2010 года в данном районе промысла наблюдалось увеличение значения средней длины. В 2012 году в феврале длина самок составляла 45,9 см, в марте – 46,2 см. В Северо-Охотоморской подзоне отмечалось увеличение средней длины минтая в 2011 году и снижение данного показателя в 2012 году. В Западно-Камчатской подзоне за весь период исследований отмечалось снижение значения средней длины минтая.

Нерестовые изменения у минтая в Камчатско-Курильской подзоне начинаются с первой декады февраля, и уже в третьей декаде коэффициент зрелости самок достигает 12 %.

В январе 50% самок минтая имеют II–III стадию зрелости гонад, в феврале число самок с этой стадией зрелости гонад составляет 7%, в марте – 2,1%. Для производства икры высшего сорта используются гонады самок с III–IV стадией зрелости гонад, в январе самки с III–IV стадией зрелости гонад составляют 10%, в феврале – 51,9%, в марте – 81,4%.

В среднем по Западно-Камчатской подзоне соотношение самок и самцов составляет 55:45%. Максимальное значение длины минтая отмечалось в заливе Шелихова, где максимальная длина самок равна 60–74 см, самцов – 54–62 см. Максимальная масса самок изменялась от 1200 до 2840 г, максимальная масса самцов – 1510–1010 г. Для данного района характерно наличие двух модальных групп со значением средней длины самок 45 и 50 см и средней массой 587 и 809 г соответственно. Коэффициент упитанности самок в нерестовый период коэффициент упитанности – 0,69–0,64%. Для самцов отмечались группы со средним значением 45 и 48 см. Средняя масса самцов – 477–643 г. Коэффициент упитанности самцов в преднерестовый период 0,68–0,65%.

Размерный состав района 55–57<sup>0</sup> с.ш. характеризуется наличием выраженной модальной группы 42–46 см. Средняя длина самок в уловах составляла – 45,6–41,7 см, самцов – 43,3–39,7 см. Средняя масса самок – 620 г, средняя масса самцов – 526 г. Коэффициент упитанности самок изменяется от 0,55 до 0,79%, в преднерестовый период 0,67–0,63%. Еще в 2002 году Варкентин А.И. и Сергеева Н.П. отмечали, что минтай в Западно-Камчатской подзоне по возрастному составу отличается от минтая других районов промысла Охотского моря.

Самый южный район промысла Западно-Камчатской подзоны характеризуется неоднородным размерным составом, отмечаются два пика со значениями 43 и 49 см для самок и 45 и 47 см у самцов. Средняя масса самок – 750 г, самцов – 599 г. Максимальная длина самок – 58–64 см, самцов – 50–57 см. Максимальная масса самок – 1170–1740 г, самцов 960–1350 г. Коэффициент упитанности самок в преднерестовый период – 0,69–0,64%.

Большая часть самок в Западно-Камчатской подзоне в феврале и марте имели III–IV стадию зрелости гонад. В марте 1,8% самок имели IV–V стадии зрелости гонад, в тот же период в Камчатско-Курильской подзоне на долю самок с такой же стадией зрелости приходится 3,1%. На долю самок с II стадией зрелости гонад в феврале приходится 21,0%, в марте – 11,0%. Возможно это связано с наличием скоплений минтая младших возрастных групп в данной подзоне.

Северо-Охотоморская подзона является самой большой по площади акватории подзоной Охотского моря. Промысел минтая с января по апрель осуществляется в двух основных районах данной подзоны. На участках, граничащих с Камчатско-Курильской подзоной, по изобатам 360 – 680 м, и в открытой части Охотского моря по глубинам 240–390 м.

Максимальная длина самок минтая в Северо-Охотоморской подзоне равна 56–65 см, максимальная длина самцов 52–57 см. Максимальная масса самок 2110–1390 г, максимальная масса самцов – 1150–1380 г. Средняя длина самок минтая – 47 см, самцов – 45 см. Размерный состав района IV неоднородный, отмечается наличие модальных групп, относящихся к различным генерациям: 41 см, 43 см и 46 см для самок и 41 см, 43 см и 45 см для самцов.

Соотношение самцов и самок в уловах минтая Северо-Охотоморской подзоны в среднем составляет 54:46%.

Минтай из южной части акватории Северо-Охотоморской подзоны по динамике изменения коэффициентов зрелости и упитанности ближе к Камчатско-Курильской подзоне. В первой декаде марта коэффициент зрелости самок в районе IV – 10,2%, в районе I – 11,1%. Отставание в темпах увеличения коэффициента зрелости около 10% сохраняется в течение всего периода промысла. В третьей декаде марта коэффициент зрелости самок на юге Северо-Охотоморской подзоны равен 13,8%, в северной части акватории данной подзоны только в первой декаде апреля коэффициент зрелости самок достигает значения 13,5%.

В январе 40–45% гонад самок минтая относятся к II–III и II стадиям зрелости, 40–50% – III стадии зрелости, 10–15% – III–IV стадии зрелости.

Около 10% гонад самок минтая в феврале имеют II–III стадию зрелости, 50% ястыков – III–IV стадии зрелости, приблизительно 40% – гонад самок находятся на III стадии зрелости.

В марте 60–80% самок имеют III–IV стадии зрелости гонад, 30–10% – II–III и II стадиям зрелости, 10% – IV стадии зрелости.

Более 20% гонад самок в апреле имеют IV–V и V стадию зрелости, около 20% гонад самок остаются III и III–IV стадии зрелости, 60% – IV стадии зрелости.

Ряд показателей нормирования непосредственно связаны с нерестовыми изменениями у минтая, к ним относятся выход икры, молоко, печени и доля внутренностей.

Выход икры определяется двумя факторами размером гонад самок и стадией их зрелости. Факторами, понижающими сортность икры, являются механические повреждения, пятна желчи, кровоподтеки.

На промысле минтая в основном используется японская спецификация сортов икры. На производство икры первого сорта (Мако) направляются ястыки III–IV стадии зрелости, без дефектов. Внутри каждого сорта существуют градации МакоS – масса ястыков до 69 г, Мако M – от 70 г до 99 г, МакоL – от 100 г.

Сорт Kireko включает 2–4 градации с учетом размеров ястыков, наличия небольших механических повреждений, пятен крови и желчи, вырабатывается из гонад самок III и IV стадий зрелости.

Сорта Mizuko и Gamiko вырабатываются из гонад самок III–II и IV–V стадий зрелости, ястыки имеют более 1 см пятна желчи и крови, механические повреждения, спайки, выраженную асимметрию.

Сорт Off включает все остальные ястыки, которые не были идентифицированы по данной спецификации.

Выход молока изменялся от 2,5% до 4,2%. Динамика данного показателя менее выражена, по сравнению с выходом икры, что связано с большей готовностью самцов к нересту и перераспределением разновозрастных самцов в преднерестовых скоплениях.

Установлено, что выход печени и внутренностей снижается с февраля по март независимо от года и подзоны. Максимальное значение выхода печени в феврале составило 5%, минимальное 2,6%. В марте максимальный процент печени составил 4,0%, минимум – 2,4%. В феврале максимальное значение доли внутренностей составило 4,6%, минимальное – 2,2%, в марте максимальное значение данного показателя – 3,6%, минимальное – 2,1%.

Соотношение частей тела является важным критерием, определяющим выход разделанной рыбы (табл. 1).

Таблица 1

Сводные данные по соотношению частей тела минтая в зависимости от длины

Размерные группы, см	Без разделения по полу, %			Самки, %			Самцы, %		
	голова	рыба* б/г	органы брюшной полости	голова	рыба б/г	органы брюшной полости	голова	рыба б/г	органы брюшной полости
до 39,9	24,0	62,0	14,0	24,1	61,0	14,9	23,9	62,0	14,1
40,0–44,9	23,7	60,6	15,7	23,8	60,2	16,0	23,5	61,3	15,2
45,0–49,9	23,5	60,1	16,4	23,6	59,8	16,6	23,3	61,2	15,5
от 50	23,3	57,2	19,5	23,4	56,7	19,9	–	–	–
Среднее значение	23,8	60,8	15,4	23,9	60,1	16,0	23,7	61,7	14,6

Примечание. \*Ручная разделка, голова удалена с внутренностями.

Длина головы минтая в среднем составляет 9,7 см, минимальное значение данного параметра 4,5 см, максимальное 14 см. Длина головы у самок в среднем составляет 10 см, максимальное значение 14,0 см, минимальное 4,5 см. У самцов среднее значение длины головы составляет 9,3 см, максимальное значение – 12,5 см, минимальное – 6,0 см. С возрастом длина головы постепенно увеличивается, следовательно, изменяется процентное соотношение длины тела и длины головы минтая. С увеличением длины рыбы масса гонад самок увеличивается в большей степени, чем масса гонад самцов. Снижение выхода разделанной рыбы по размерным группам в основном обусловлено увеличением доли органов брюшной полости.

На основании проведенных исследований было установлено, что в зависимости от размерной группы снижался выход разделанной рыбы, выход икры при этом постепенно увеличивался. Данные по выходу икры и разделанного минтая представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Выход икры и разделанного минтая по размерным группам**

Выход икры в размерной группе, %		Отклонение от среднего	Выход разделанной рыбы* в размерной группе, %		Отклонение от среднего
до 39,9 см	0,8	-5,2	до 39,9 см	60,7	1,9
40,0–44,9 см	3,3	-2,7	40,0–44,9 см	59,9	1,1
45,0–49,9 см	6,8	0,8	45,0–49,9 см	58,5	-0,3
от 50 см	8,5	2,5	от 50 см	57,8	-1,0
Средний выход		6,0	Средний выход		58,8

Примечание. \* Ручная разделка, голова удалена вместе с внутренностями

В размерной группе с длиной минтая до 39 см отмечается минимальный выход икры – 0,8%. В размерной группе, с длиной минтая 40,0–44,9 см, выход икры на 2,7% ниже среднего значения, выход разделанной рыбы на 1,1% выше среднего значения. В размерной группе, с длиной минтая 45,0–49,9 см, выход икры на 0,8% выше среднего значения, выход разделанной рыбы ниже только на 0,3%. Преобладание крупных старшевозрастных самок, в размерной группе с длиной тела от 50 см, обеспечивают максимальный выход икры 8,5%, при этом выход разделанной рыбы на 1,0% ниже среднего значения этого показателя.

В зависимости от размерно-возрастного состава уловов изменяется значение средней длины минтая. Изменение размерного состава происходит непрерывно и связано со сменой поколений, а также их мощности. В зависимости от года промысла изменяется процентное соотношение доли размерных групп в уловах.

Выход продуктов переработки минтая зависит от биологических показателей, особенностей проявления нерестовых изменений, которые связаны с районом и сроком добычи (вылова).

### Литература

1. Варкентин А.И., Сергеева Н.П. Промысел и размерно-возрастной состав минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) в промысловых уловах в восточной части Охотского моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-западной части Тихого океана // Сб. науч. тр. Камчат. НИИ. Рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 6. – 2002. – С. 75–86.
2. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. – Свердловск: Уральский филиал АН СССР, 1968. – 386 с.
3. Харенко Е.Н. Методики определения норм расхода сырья при производстве продукции из гидробионтов. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – 270 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ CUDA В СИСТЕМАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

*А.С. Столь, Ю.А. Резниченко*

*Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота,  
Калининград*

В статье рассмотрена возможность применения искусственных нейронных сетей для оценки состояния экосистем и прогноза изменений под воздействием антропогенных факторов, а также применение технологии CUDA для аппаратной реализации нейронных сетей.

Одна из важнейших составляющих комплекса мер по сохранению и разумному использованию природных ресурсов – системы экологического мониторинга. Экологический мониторинг окружающей среды – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. В общем виде функционирование системы мониторинга описывается блок-схемой, изображенной на рисунке 1 [1].

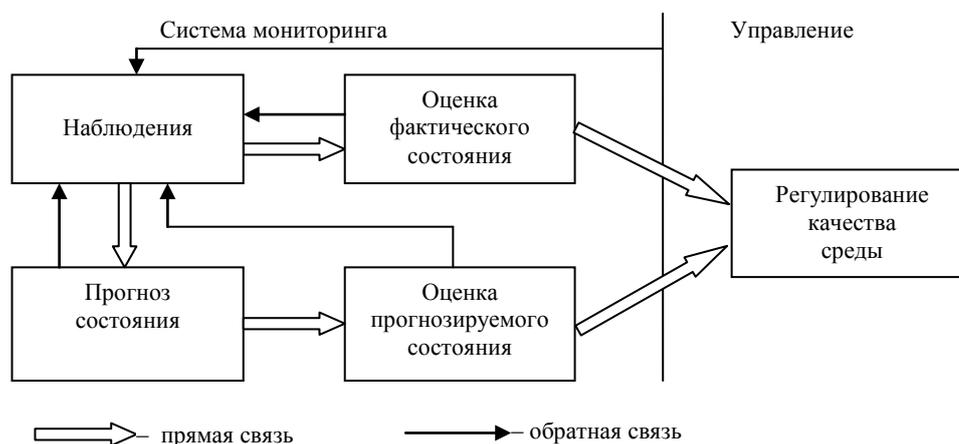


Рис. 1. Блок-схема системы мониторинга

Количество данных, полученных в результате наблюдений в крупных системах, может быть довольно велико. Например, в Единой системе экологического мониторинга г. Москвы мониторинг поверхностных водных объектов включает в себя измерение 29 различных параметров (прозрачность, взвешенные вещества, сухой остаток, pH, растворенный кислород, хлориды, сульфаты, фосфаты, Ион аммония, нитрит-ион, нитрат-ион, железо общее, марганец, медь, цинк, свинец, хром, алюминий, никель, кадмий, кобальт, сульфиды, АПАВ, нефтепродукты, фенол, формальдегид, БПК<sub>5</sub>, ХПК) на 27 контрольных участках [2]. С учетом данных, получаемых другими подсистемами мониторинга (воздуха, почв, зеленых насаждений и грунтовых вод – еще десятки параметров на множестве площадок наблюдения), выходной массив информации слишком велик для обработки человеком.

Для решения задач с большим количеством числовых параметров, сложными взаимосвязями, которые невозможно точно описать с помощью формул и стандартных алгоритмов, применяются нейронные сети. Они имеют следующие преимущества перед традиционными способами реализации автоматизированных систем обработки информации:

1) обучаемость. Выбрав одну из моделей нейронных сетей, создав сеть и выполнив алгоритм обучения, мы можем обучить сеть решению задачи, которая ей по силам. Хотя нет гарантий, что это удастся сделать при данной конфигурации сети, алгоритме и задаче, но если все сделано правильно, то обучение бывает успешным. Т.е. если мы имеем среду для создания и использования нейронных сетей, то получаем возможность решать широкий спектр задач, создавая и обучая сети для обработки различных наборов данных;

2) способность к обобщению. После обучения сеть становится нечувствительной к малым изменениям входных сигналов (шуму или вариациям входных образов) и дает правильный результат на выходе;

3) способность к абстрагированию. Если предъявить сети несколько искаженных вариантов входного образа, то сеть сама может создать на выходе правильный образ, с которым она никогда не встречалась [3].

Таким образом, нейросетевой подход особенно эффективен в задачах экспертной оценки и прогнозирования по той причине, что он сочетает в себе способность компьютера к обработке чисел и способность мозга к обобщению и распознаванию.

Наиболее широко применяемая для решения практических задач нейронная сеть – многослойный перцептрон. Это многослойная нейронная сеть с прямой передачей сигнала (т.е. сигнал может распространяться только от входов к выходам). Нейроны каждого слоя соединяются с нейронами предыдущего и последующего слоев по принципу "каждый с каждым". Первый слой называется сенсорным или входным, внутренние слои называются скрытыми или ассоциативными, а последний – выходным или результативным. Обычно количество скрытых слоев составляет от одного до трех.

Нейронные сети, предназначенные для решения сложных задач, содержат большое количество нейронов и синапсов. Долгое время не существовало достаточно производительных аппаратных платформ для реализации нейронных сетей, и это было одной из причин спада интереса к нейронным сетям в 70-х и начале 80-х годов. В настоящее время это не является проблемой, но для достижения наибольшей производительности при работе с нейронными сетями необходимо использовать средства, приспособленные к выполнению высокопараллельных вычислений. Именно для этой цели создаются специальные нейропроцессоры. Однако они, как правило, узко специализированы [4].

Альтернативной аппаратной платформой с массовым параллелизмом являются графические процессоры и построенные на их основе специализированные вычислительные системы с архитектурой CUDA (Compute Unified Device Architecture). Эта технология была представлена в 2006 году компанией NVidia, одним из крупнейших производителей графических ускорителей и процессоров для них. В настоящее время CUDA широко используется в медицине, физике и биологии.

Видеокарты и специализированные процессоры на основе архитектуры CUDA хорошо приспособлены для выполнения параллельных вычислений общего назначения. В нашем случае очень полезна возможность запуска большого количества вычислительных потоков для выполнения одной и той же функции с разными входными данными, к примеру, функции активации нейрона. Т.е. в отличие от одноядерных систем или систем с небольшим количеством ядер, где возможно лишь псевдопараллельное выполнение, видеокарты NVidia могут одновременно просчитывать большое количество искусственных нейронов. Другими преимуществами является их распространенность, доступность и большой выбор. Вычислительные системы на основе технологии CUDA обладают выгодными соотношениями производительность/цена и производительность/энергопотребление [5].

Современные видеокарты при параллельных вычислениях демонстрируют производительность, многократно превосходящую производительность центральных процессоров. Таблица демонстрирует соотношение теоретической производительности некоторых старших моделей видеокарт с архитектурой CUDA и старших моделей процессоров Intel и AMD. Производительность измеряется в GFLOPS (миллиардах операций над числами с плавающей запятой в секунду) над числами двойной точности (double, 8 байт) и одинарной точности (float, 4 байта). Значения производительности при работе с double для процессоров не указаны, поскольку современные процессоры с одинаковой скоростью обрабатывают числа с плавающей запятой как одинаковой, так и двойной точности. У процессоров Intel в графе «количество ядер» значение, указанное в скобках – количество логических процессоров (технология HyperThreading позволяет каждому ядру хранить состояние двух потоков одновременно благодаря двум наборам регистров и контроллерам прерываний, что для операционной системы выглядит как наличие двух логических процессоров).

Что же касается цены, то рекомендуемая производителем розничная цена процессора Intel Core i7-3930k составляет 594 \$, а видеокарты GeForce GTX 690–999 \$. Достаточно выгодное для видеокарты соотношение, учитывая разницу в производительности. Впрочем, для менее дорогих младших моделей это соотношение сохраняется [6, 7, 8].

Таблица

Производительность старших моделей видеокарт и процессоров

Вычислительное устройство	GeForce GTX 590	GeForce GTX 680	GeForce GTX 690	Tesla S2050	Intel Core i7-3770k	Intel Core i7-3930k	AMD FX-8350
Производительность над числами float, GFLOPS	2488,3	3090,4	5621,7	5152	49,9	63,7	35,4
Производительность над числами double GFLOPS	311,0	386,3	702,7	2060,8	–	–	–
Количество ядер CUDA / ядер процессора	2 x 512	1536	2 x 1536	4x448	4(8)	6(12)	8

Следует учитывать, что, несмотря на огромные значения теоретической производительности видеокарт, их потенциал раскрывается только при решении задач, которые можно распараллелить на большое количество выполняемых одновременно потоков. Именно поэтому видеокарты не могут полноценно выполнять все функции обычных центральных процессоров. Однако, нейронные сети – как раз та область, где использование CUDA наиболее оправданно [9].

Видеокарты с архитектурой CUDA являются SIMD-системами. SIMD – Single Instruction Stream, Multiple Datastream (одиночный поток команд, множественный поток данных) – параллельные вычислительные системы, в которых один управляющий процессор рассылает один набор команд на множество модулей обработки данных, в нашем случае это ядра CUDA.

Хотя язык программирования CUDAC похож на C++, существуют отладчик и профайлер под Windows и Linux, разработка приложений для CUDA имеет множество специфических особенностей, особенно при работе с памятью.

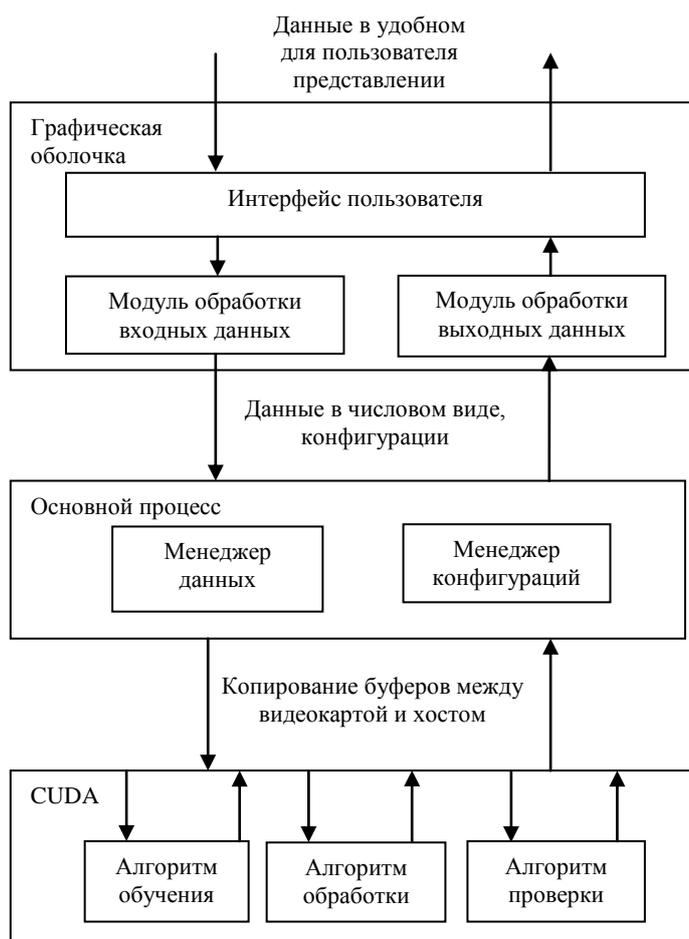


Рис. 2. Архитектура программного средства для реализации HC

работы CUDA (обмен данными между памятью видеокарты и хоста, составление очереди задач), а также функции, которые невозможно/нецелесообразно выполнить с помощью CUDA на видеокарте. Там же выполняется работа по загрузке и сохранению данных, конфигураций и полученных в результате обучения весовых коэффициентов сетей.

Архитектура разрабатываемого программного средства – среды для обучения и работы нейронных сетей (на рис. 2). Для большей универсальности графическая оболочка представляет собой динамическую библиотеку (DLL), и может быть заменена в зависимости от сферы использования, поскольку интерфейс универсален – в основной процесс передаются набор входных данных и конфигурация сети, из основного процесса – выходные данные и информация о результате обучения и тестирования сети. Графическая оболочка предоставляет возможность обмена данными с сетью для обработки и обучения, а также для конфигурирования сетей. Введенные пользователем данные преобразуются ею в числовой вид, поскольку нейронные сети не могут работать с другими видами данных, алгоритм преобразования может меняться в зависимости от задачи. Данные, которые затруднительно перевести в числовую форму, могут быть представлены коэффициентами, определяемыми с помощью экспертных оценок. Функции графической оболочки выполняются в отдельном потоке.

В основном процессе выполняются функции, связанные с обслуживанием

Непосредственно обработка нейронной сети, как наиболее ресурсоемкая операция, выполняется на видеокарте, а ее реализация будет вынесена в отдельную DLL. Предусмотрена возможность работы в трех режимах:

- 1) обучение – сеть получает набор входных и соответствующих выходных данных, в результате обучения расставляются весовые коэффициенты синапсов;
- 2) обработка – сеть получает набор входных данных и вычисляет выходные данные;
- 3) проверка – сеть получает набор входных данных и контрольный набор выходных, вычисленные сетью входные данные сравниваются с выходным набором. Используется для определения эффективности построенной и обученной сети.

Можно сделать вывод, что нейронные сети применимы в системах экологического мониторинга для оценки данных и прогнозирования, благодаря сочетанию способности компьютера к обработке чисел и способности мозга к обобщению и распознаванию. Что же касается реализации подобных систем – применение архитектуры CUDA позволяет при небольших затратах получить высокопроизводительную среду обработки нейронных сетей. После окончания разработки и тестирования на контрольных наборах данных планируется провести экспериментальную проверку системы для прогнозирования экологической обстановки в Куршском заливе.

### Литература

1. Буйолов Ю.А., Боголюбов А.С. Программа комплексного исследования загрязнений наземных экосистем (Введение в проблему мониторинга природной среды). – М.: Экосистема, 1997. – С. 25–27, С. 32.
2. Государственный экологический мониторинг в Москве: сайт. URL: <http://www.mosecom.ru/about/mosecom/> (дата обращения 14.02.2013).
3. Терехов В. А., Ефимов Д. В., Тюкин И. Ю. Нейросетевые системы управления. – 1-е. изд.– М.: Высшая школа, 2002. – С. 33–37.
4. Еремин Д.М., Гарцеев И.Б. Искусственные нейронные сети в интеллектуальных системах управления. – М.: МИРЭА, 2004. – С. 51–52.
5. Боресков А. В., Харламов А. А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2011. – С. 13, 61.
6. Русскоязычный сайт NVidia // Графические процессоры GeForce: сайт. URL: [http://www.nvidia.ru/object/geforce\\_family\\_ru.html](http://www.nvidia.ru/object/geforce_family_ru.html) (дата обращения 16.02.2013).
7. Intel: сайт. URL: <http://ark.intel.com/> (дата обращения 16.02.2013).
8. AMD // Процессоры AMDFX: сайт. URL: <http://www.amd.com/ru/products/desktop/processors/amdfox/Pages/amdfox.aspx> (дата обращения 16.02.2013).
9. Столь А.С., Резниченко Ю.А. Технология CUDA для систем поддержки принятия решений при чрезвычайных ситуациях на основе нейронных сетей. – Труды X юбилейной Международной научной конференции «Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2012». – Калининград: ФГБОУ ВПО КГТУ, 2012. – Ч. 1 – С. 314–317.

УДК 595.384(265.51)"2012"

### ЛЕТНЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ КРАБОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ В 2012 ГОДУ

*П.А. Федотов*

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток*

В статье рассматриваются летнее распределение и некоторые особенности биологии промысловых видов крабов северо-западной части Берингова моря в 2012 году.

В июле – начале августа 2012 г. была выполнена донная траловая съемка в Западно-Беринговоморской зоне по синему крабу и крабу-стригуну берди на НИС «Проф. Кагановский». На 234 учетных станциях в районе от м. Олюторский на юге до 65°30' с.ш. на севере на биоанализ было взято и обработано 1507 экз. синего краба и 1541 экз. стригуна берди.

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам, принятым в ТИПРО-центр.

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 Microsoft Word 7.0, Statistica 6.0, Microsoft Excel 7.0 и ГИС «КартМастер 4.1».

В Западно-Беринговоморской зоне выделялись следующие районы:

- Анадырский с севера ограничен по  $65^{\circ}30'$  с.ш., с юга – по  $62^{\circ}39'$  с.ш, с востока ограничен разделительной линией рыболовных зон РФ и США, с запада проходит по траверзу м. Фаддея;
- Олюторско-Наваринский с севера ограничен береговой линией, с запада и востока ограничен мысами Олюторский и Фаддея. Олюторско-Наваринский район подразделялся на 2 подрайона:

- а) участок между м. Фаддея и  $176^{\circ}00'$  в.д.;
- б) участок между  $176^{\circ}00'$  в.д. и м. Олюторский.

**Синий краб (*Paralithodes platypus*).** Промысловые самцы образовывали скопления только в Олюторско-Наваринском районе. Эти скопления заметно различались между собой и по площади и по плотности поселений крабов. Одно из скоплений находилось в районе коряжского шельфа, другое – в наваринском п/районе. В коряжском п/районе плотное промысловое скопление было отмечено на участке с координатами  $173^{\circ}00'–173^{\circ}40'$  в.д. преимущественно на глубинах 60-70 м, средняя плотность поселений крабов была равна 1850 экз./км<sup>2</sup>. В районе наваринского шельфа скопление располагалось на участке с координатами  $176^{\circ}45'–178^{\circ}10'$  в.д. в диапазоне глубин от 50 до 105 м, средняя плотность поселений крабов составляла 520 экз./км<sup>2</sup>. Между этими скоплениями было отмечено еще одно, второстепенное, скопление с невысокой плотностью поселений – в среднем всего 175 экз./км<sup>2</sup>.

Распределение скоплений *непромысловых самцов и самок* в Олюторско-Наваринском районе во многом совпадало с распределением самцов промыслового размера.

Вполне очевидно, что наиболее ценным районом в Западно-Беринговоморской зоне у синего краба являлся район коряжского шельфа. Здесь было сосредоточено более половины всех запасов промысловых самцов, пререкрутов I и II порядков и самок.

Анализ величин биомасс разных функциональных групп синего краба по районам показал, что по всем группам доминировали крабы из коряжского п/района.

Размерный состав и статистические размерные показатели самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне и в Чукотском районе в период проведения исследований представлены на рисунке 1 и в таблице 1.

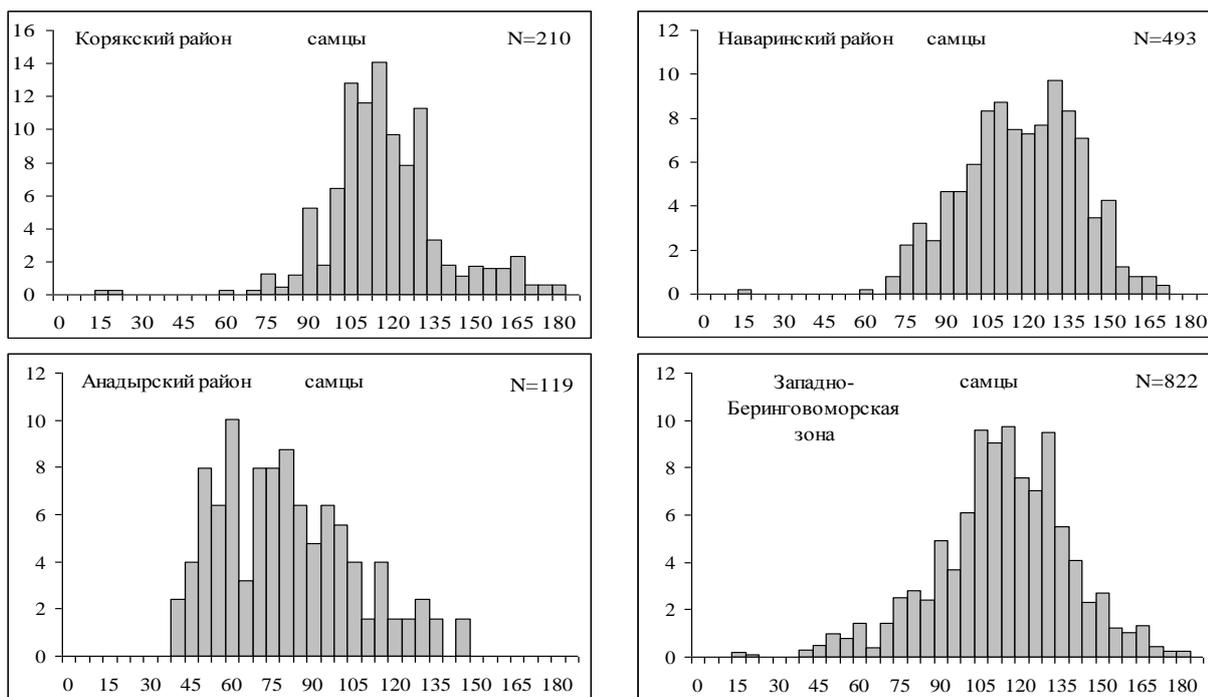


Рис. 1. Размерный состав самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне и в июле-августе 2012 г. По шкале абсцисс - ширина карапакаса, мм; по оси ординат - частота встречаемости, %

**Характеристики выборок самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне и в Чукотском районе в июле-августе 2012 г.**

Район	N <sub>tot</sub> , экз.	L <sub>tot</sub> ±m, мм	L <sub>leg</sub> ±m, мм	L <sub>illeg</sub> ±m, мм	L <sub>min</sub> , мм	L <sub>max</sub> , мм
Корякский	210	119,0±1,0	143,9±1,4	108,8±1,3	16	182
Наваринский	493	119,2±1,0	141,2±0,7	106,8±0,9	19	173
Анадырский	119	82,2±2,2	137,4±2,3	80,0±2,0	42	146
З.-Б. зона	822	114,7±0,8	142,1±0,7	102,8±0,8	16	182
Чукотский	36	64,7±4,0	143,7±3,8	64,4±4,3	22	151

В корякском п/районе, диапазон размеров самцов, по отношению к другим районам исследований, был наиболее широким – 16–182 мм. Размерное распределение носило полимодальный характер. Доминировали пререкруты I и II порядков, их доли составляли 30,9 и 31,6%, крупноразмерные особи составляли 9,0 % от общего числа самцов. Доля самцов промыслового размера была оценена в 26,6%. Средний размер промыслового самца был равен 143,9±1,4 мм, непромыслового – 108,8±1,3 мм.

В наваринском п/районе размерный диапазон самцов варьировал от 19 до 173 мм, характер размерного распределения был близок к полимодальному. По сравнению с корякским районом, почти в 2 раза увеличилась доля молодых самцов, а преобладали промысловые самцы размером 130–149 мм – 28,6%. Доля самцов промыслового размера выросла до 36,1%, доля крупных самцов понизилась до 7,5%. Средние размеры промысловых и непромысловых самцов были схожи с таковыми из п/корякского района и составляли 141,2±0,7 и 106,8±1,0 мм.

Анадырский район промыслового значения никогда не имел, самцы были представлены особями с шириной карапакса 42–146 мм. Полученные данные свидетельствуют о полном преобладании здесь самцов непромыслового размера, их доля составляла 94,4%. Молодые самцы составляли более 3/4 от числа всех самцов, крупноразмерные крабы в уловах отсутствовали. Средний размер промыслового самца был близок к минимальному – 137,4±2,3 мм, непромыслового – 80,0±2,0 мм.

Сравнение средних размеров самцов в разных районах Западно-Беринговоморской зоны показало, что, как и ранее, отчетливо прослеживалась тенденция к снижению средних размеров и доли промысловых самцов по направлению на северо-восток.

В общем, в Западно-Беринговоморской зоне, не наблюдалось явного доминирования какой-либо из размерных групп самцов, их доли были примерно равны, за исключением крупноразмерных самцов, и находились в пределах от 21,4 до 24,7%. Средний размер промыслового самца составлял 142,1±0,7 мм, непромыслового – 102,8±0,8 мм, доля промысловых самцов была равна 28,6 %.

В Чукотском районе минимальный размер самцов был равен 22 мм, максимальный – 151 мм. Полученные данные свидетельствовали об абсолютном доминировании в этом районе самцов непромыслового размера, их доля достигала 94,3%. Средний размер промыслового самца составлял 143,7±3,8 мм, у самцов непромыслового – 64,7±4,0 мм, общий средний размер одного самца был равен 64,4±4,3 мм. Полученные в 2012 г. данные значительно отличались от результатов донной траловой съемки 2010 г.

У самцов синего краба западно-беринговоморской зоны произошли серьезные изменения размерного состава, особенно сильно это коснулось корякского и наваринского п/районов. В 2010 г. в корякском районе преобладали молодые и промысловые самцы, они составляли 43,5 и 47,5% от общего числа самцов. За 2 года их доли упали до 10,9 и 26,6% соответственно, за этот же период суммарная доля пререкрутов выросла с 9,0% до 62,5 %. Средний промысловый размер сильно уменьшился, почти на 20 мм – с 162,3 до 143,9 мм. Несколько иная картина наблюдалась в наваринском районе. Доля молодых самцов снизилась с 67,5% в 2010 г. до 18,5% в 2012 г., а доля промысловых самцов, напротив, увеличилась с 17,4 до 36,1%, доля пререкрутов возросла с 15,1 до 45,4%. Средний размер промысловых самцов изменился, но не так сильно как в корякском районе, он снизился со 150,0 до 141,2 мм. В целом, в Западно-Беринговоморской зоне за последние 2 года средний промысловый размер уменьшился с 155,8 до 142,1 мм.

Снижение средних промысловых размеров могло быть вызвано рядом причин:

1) молодые самцы, отмеченные во время съемки в 2010 г., после прохождения 2-х ежегодных линек, в 2012 г. стали пререкрутами и рекрутами (по литературным данным ежегодный групповой прирост может составлять 20 мм) и частично вступили в промысловую часть популяции. Поскольку численность их была достаточно высока (в 2011 г., по данным ловушечной съемки, численность пререкрутов I порядка составила 1,833 млн. экз.), а средние размеры небольшие, то вступая в промысловую часть популяции, они неизбежно снижали ее средний размер.

2) промысловая смертность. Поскольку средние размеры промысловых самцов в коряжском п/районе выше, чем в наваринском, то промысел большей частью ведется в районе коряжского шельфа. Это подтверждается данными ИС «Рыболовство» – в 2010 г. вылов в коряжском районе составил 55% от величины общего вылова, в 2011 г. – 66%. Т.к. промыслом в первую очередь изымаются самые крупные крабы, то это естественно ведет к уменьшению среднего размера промысловых самцов.

3) естественная смертность старших возрастных групп.

В общем, у самцов синего краба западно-берингоморской зоны за последние 2 года доля молодых особей снизилась с 61,6 до 22,4%, доля пререкрутов возросла с 13,5 до 49,0%, доля промысловых самцов увеличилась на 3,8%. Соответственно этому, средний промысловый размер самцов уменьшился с 155,8 до 142,1 мм. В период с 2006 по 2011 гг. средние размеры промысловых самцов синего краба были достаточно стабильны и варьировали в пределах 151–157 мм.

**Краб-стригун берди (*Chionoecetes bairdi*).** Промысловые самцы берди встречались в уловах только в Олюторско-Наваринском районе. Единственное крупное скопление располагалось на траверзе м. Наварин на участке с координатами 60°40'–61°20' с.ш. и 179°35' в.д. – 178°15' з.д. на глубинах 140–250 м со средней плотностью поселений равной 990 экз./ км<sup>2</sup>. Следует отметить, что в районе наваринского шельфа сосредоточено до 85% промыслового запаса популяции стригуна берди Западно-Берингоморской зоны. В коряжском п/районе были отмечены участки с повышенной концентрацией самцов промыслового размера, но площади и плотности поселений крабов были невелики. В Анадырском и Чукотском районах промысловые самцы не обнаружены.

Непромысловые самцы обитали в основном в районах коряжского и наваринского шельфа, где образовывали несколько скоплений. В Анадырском и Чукотском районах их присутствие было незначительным. Основное скопление было расположено в коряжском п/районе в диапазоне глубин 60–100 м. Площадь скопления была равна 3400 км<sup>2</sup>, средняя плотность поселений составляла 3585 экз./ км<sup>2</sup>. Разные функциональные группы самцов непромыслового размера (пререкруты I и II порядков, молодые самцы) в районе выполнения съемки обитали совместно, занимая практически одну территорию.

В каждом из обследованных районов было отмечено по одному крупному скоплению самок, их расположение во многом совпадало с таковым у самцов. Наваринское скопление самок было наиболее обширным по площади – приблизительно 9000 км<sup>2</sup>, средняя плотность поселений была достаточно высокой – 2160 экз./ км<sup>2</sup>. Следует отметить, что неполовозрелые и половозрелые самки в зоне проведения съемки обитали раздельно.

Анализ величин биомасс разных функциональных групп краба-стригуна берди в западно-берингоморской зоне показал, что свыше 85 % биомассы промысловых самцов находилось в наваринском п/районе. Здесь же обитала и большая часть самок и непромысловых самцов – 64,6 и 60,1%, в анадырском районе их доли были минимальны – 9,1 и 2,4%. Ранее большая часть промыслового запаса была сосредоточена в коряжском районе, т.е. произошло его перераспределение.

Размерный состав самцов в Западно-Берингоморской зоне показан на рисунке 2.

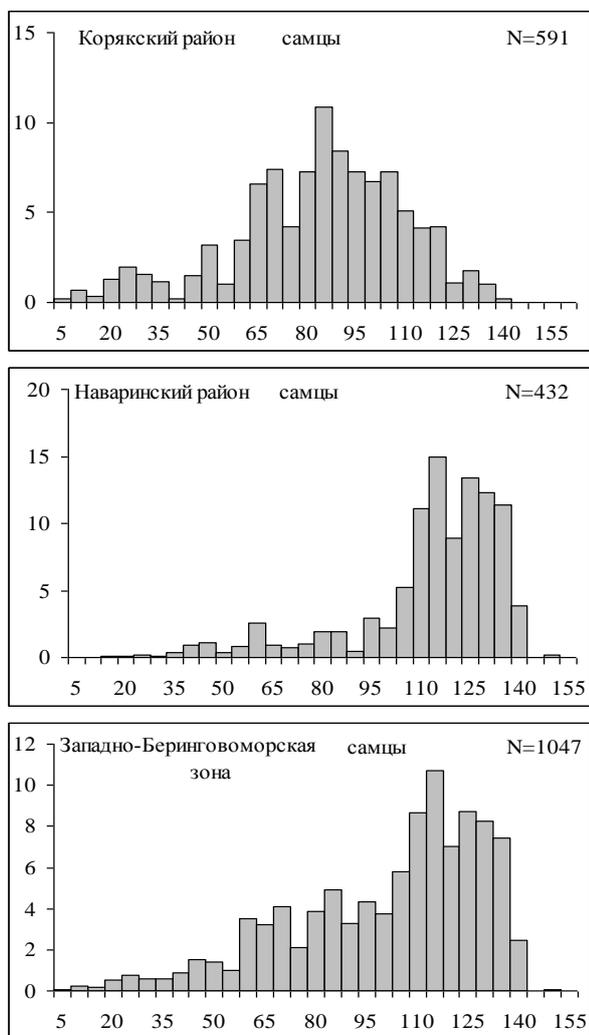


Рис. 2. Размерный состав самцов стригуна берди в Западно-Берингоморской зоне в июле-августе 2012 г. По шкале абсцисс - ширина карапакса, мм; по оси ординат - частота встречаемости, %

Во всех обследованных районах размерное распределение самцов носило полимодальный характер. Некоторые статистические размерные характеристики самцов показаны в таблице 2.

Таблица 2

**Характеристики выборок самцов *Ch. bairdi* в Западно-Беринговоморской зоне в июле-августе 2012 г.**

Район	N <sub>tot</sub> , экз.	L <sub>tot</sub> ±m, мм	L <sub>leg</sub> ±m, мм	L <sub>illeg</sub> ±m, мм	L <sub>min</sub> , мм	L <sub>max</sub> , мм
Корякский	591	85,7±0,9	133,9±0,7	84,3±0,8	9	140
Наваринский	432	115,1±0,6	135,4±0,2	107,3±0,6	15	153
Олюторско-Наваринский	1023	104,6±0,6	135,3±0,2	97,5±0,6	9	153
Анадырский	24	63,9±0,5	*	63,9±0,5	40	90
З.-Б. зона	1047	103,3±0,5	135,3±0,2	96,2±0,6	9	153

В районе корякского шельфа диапазон размеров самцов варьировал от 9 до 140 мм. Большая часть самцов была представлена молодыми особями с шириной карапакса до 100 мм, их доля была равна 68,5%. Доля самцов промыслового размера была очень низкой – 3,0%. Средний размер промыслового самца составлял 133,9±0,7 мм, непромыслового – 84,3±0,8 мм, общий средний размер – 85,7±0,9 мм.

Размерный состав самцов из наваринского п/района был совершенно иным, были отмечены большие диспропорции в соотношениях размерных групп между районами. Доминировали пререкруты I и II порядков, они составляли более 1/2 от числа всех самцов. Доля промысловых самцов возросла до 27,6%, а доля молодых крабов упала до 16,4%. Общий средний размер самцов в наваринском п/районе был почти на 20 мм больше, чем в корякском п/районе – 115,1±0,6 мм, средний размер непромысловых самцов увеличился на 23 мм и был равен 107,3±0,3 мм. Разница в средних размерах промысловых самцов была незначительной.

В Анадырском районе все пойманные самцы были непромыслового размера. В Чукотском районе самцы краба-стригуна берди также были непромыслового размера, встречались единично и крайне редко. За последние 2 года в размерном составе самцов произошли существенные изменения. Если средний размер промысловых самцов практически не изменился, то средний размер непромысловых особей заметно увеличился с 86,0 до 96,2 мм. Еще более сильно вырос общий средний размер самцов – с 86,2 до 103,3 мм. В соотношении размерных групп также произошли значительные перемены. В 2010 г. доля молодых самцов составляла 64,8% (в 2008 г. – 88%), в 2012 г. она снизилась до 37,1%. Доля пререкрутов увеличилась на 1/3, а доля промысловых самцов – в 4,5 раза. Это связано с тем, что к 2012 г. часть молодых самцов, а их доля в 2010 г. составляла 65%, подросла и стала пререкрутами, а часть вступила в промысловую часть популяции в качестве рекрутов.

В итоге было выяснено, что расположение промысловых скоплений наиболее ценных в промысловом отношении видов по сравнению с прошлыми годами изменилось незначительно. Однако, у некоторых из них произошло перераспределение промыслового запаса между п/районами: у синего краба большая часть запаса сосредоточилась в корякском п/районе, а не как ранее в наваринском, у стригуна берди, наоборот, она из корякского п/района перешла в наваринский.

В целом состояние популяций синего краба и краба-стригуна берди можно считать удовлетворительным.

УДК 575.17:597.2/.5

**АНАЛОГОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕННОГО ОБМЕНА  
МЕЖДУ ПОПУЛЯЦИЯМИ ПРИ СТРЕИНГЕ**

*А.А. Яржомбек*

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии, Москва*

Аналоговое моделирование стрейнга показало, что даже при 1%-ном ежегодном обмене между популяциями они через приблизительно 150 лет должны стать неотличимыми.

Лососи не только обладают хоумингом – способностью возвращаться в родные реки, но и стрейнгом – расселением по окружающим водоёмам. Исследование распространения различных

естественных маркёров – особенностей строения чешуи [1–3], генетических маркёров (Животовский и др., 2009) даёт основания для оценки величины стрейнга. Особенно велики показатели стрейнга для горбуши. В 1998 г. в р. Авача были обнаружены рыбы с признаками чешуи 12 стад от р. Камчатка на северо-востоке полуострова до р. Большая на западном побережье (от 2,6 до 17,9%) и совсем не обнаружено рыб своего, авачинского происхождения. Однако некоторые соображения вызывают сомнения в реальности таких явлений. Ведь если существует длительный обмен особями (и генофондом) между локальными группировками, то рано или поздно они станут неразличимыми. При взаимном обмене между двумя популяциями в 50% в год они станут одинаковыми уже через год. При менее интенсивном стрейнге для достижения единообразия требуется более длительный, но имеющий конечную величину срок.

Математическое моделирование ситуаций сводится к поиску значения аргумента (числа лет), при котором значение функции (соотношение рыб местного и чужого происхождения) приблизится к асимптоте (0,5) некоторой весьма громоздкой формулы. Проще осуществить «аналоговое моделирование» – смешивая в сосудах окрашенную и бесцветную жидкости.

Был смоделирован наиболее простой случай: две популяции одинаковой численности с одинаковой величиной ежегодного обмена 0,5 (50%), 0,2 (20%), 0,1 (10%), 0,05 (5%), 0,025 (2,5%), 0,01 (1%). В двух сосудах находилось одинаковое количество окрашенной и неокрашенной воды (100–300 мл). Раз за разом из 1-го сосуда во 2-й и из 2-го в 1-й переносилась избранная доля воды. После ряда итераций вода в обоих сосудах становилась по цвету неотличимой. Чем меньше был запрограммированный стрейнг, тем больше «лет» требовалось для достижения единообразия:

50% – 1
20% – 6
10% – 13
5% – 23
2,5% – 50
1% – 150

То есть, даже если стрейнг составляет 1% нерестовой численности, через 150 лет взаимного обмена группировки станут неразличимыми. Возможны варианты с различающейся численностью групп, с разной величиной взаимообмена, но суть дела не меняется – в конечном итоге происходит единение.

Мыслимы, конечно, некоторые варианты. Например, когда в «чужом» водоёме будет иметь место элиминация пришлого генофонда. Кроме того, стрейнг может быть реально обнаружен, если он не постоянный, а разовый или временный.

По-видимому, всё-таки арбитражным методом оценки стрейнга и хоуминга является искусственное мечение особей.

### Литература

1. Антонов Н.П., Балуева Е.С. Идентификация горбуши из смешанных морских уловов по структуре чешуи // Исследование биологических ресурсов Камчатки и СЗ части Тихого океана. – 2000. – Вып. 5. – С. 51–55.
2. Антонов Н.П., Зорбиди Ж.Х., Балуева Е.С. Сравнительный анализ внутривидового разнообразия горбуши и кижуча северо-западной части Тихого океана по структуре чешуи // Популяционная биология, численность и систематика гидробионтов. – 2005. – Т. 1. – С. 160–167.
3. Зорбиди Ж.Х., Антонов Н.П. О возможности использования структуры чешуи кижуча для идентификации его стад // Исслед. водн. био. ресурсов Камчатки и с.- з. части Тихого океана. – Вып. 6. – Петропавловск-Камчатский, 2002. – С. 209–219.

## СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ И ИХ АДРЕСА

**МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 10» Петропавловск-Камчатского городского округа**  
683013, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Садовая, 6-а  
Тел.: (4152) 24-05-40  
E-mail: [school10\\_pkgo\\_41@mail.ru](mailto:school10_pkgo_41@mail.ru)

**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](mailto:Priemnaya@pkvoda.ru)

**ОАО «Камчатгеология»**  
683016, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Мишенная, 106  
Тел. (4152) 23-96-04

**ФБУ «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»**  
683031, г. Петропавловск-Камчатский, пр-т Карла Маркса, 29/1  
Тел.: (4152) 25-19-39; факс: (4152) 25-19-39  
E-mail: [ktmd\\_torg@kcmimpr.iks.ru](mailto:ktmd_torg@kcmimpr.iks.ru)

**ФГБОУ ВПО «Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота»**  
236029, г. Калининград, ул. Молодежная, 6  
Тел.: (4012) 92-52-03; факс: (4012) 91-66-90  
E-mail: [rector@bga.gazinter.net](mailto:rector@bga.gazinter.net)

**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](mailto:rector@klgtu.ru)

**ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова»**  
117997, г. Москва, Стремянный пер., 36

**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: [nigtс@kscnet.ru](mailto:nigtс@kscnet.ru)

**ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И.Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ТОИ ДВО РАН)**  
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43  
Тел.: (423) 2311-400  
Факс: (423) 2312-573

**ФГБУН «Южный научный центр Российской академии наук» (ЮНЦ РАН)**  
344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41  
Тел. (863)266-64-26  
Тел./факс (863)266-56-77  
E-mail: [ssc-ras@ssc-ras.ru](mailto:ssc-ras@ssc-ras.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](mailto: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 «Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(КамчатНИРО)**

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18  
Тел.: (4152) 41-24-44; факс: (4152) 41-27-01  
E-mail: [kamniro@kamniro.ru](mailto:kamniro@kamniro.ru)

**ФГУП «Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(МагаданНИРО)**

685000, г. Магадан, ул. Портовая 36/10  
Тел.: (4132) 60-71-86; факс: (4132) 60-74-19  
E-mail: [magadamniro@magniro.ru](mailto:magadamniro@magniro.ru)

**ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича» (ПИНРО)**

183038, г. Мурманск, ул. Книповича, 6  
Тел.: (8152) 47-25-32; факс: (8152) 47-33-31  
E-mail: [persey@pinro.ru](mailto:persey@pinro.ru)

**ФГУП «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр» (ТИНРО-Центр)**

690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4  
Тел./факс: (423) 23-00-751  
E-mail: [www.tinro-center.ru](http://www.tinro-center.ru)

**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](mailto:khv@tinro.khv.ru)

**Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова**

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

*Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции  
(18–22 марта 2013 г.)*

В авторской редакции  
Технический редактор О.А. Лыгина  
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина

Подписано в печать 18.03.2013 г.  
Формат 61\*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 25,41. Уч.-изд. л. 25,75. Усл. печ. л. 27,1  
Тираж 50 экз. Заказ № 83

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35