

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

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

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

*Часть I*

Петропавловск-Камчатский  
2016

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск

*В.И. Карпенко,*  
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

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

П77

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

ISBN 978-5-328-00349-0

ISBN 978-5-328-00350-6 (ч.1)

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

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

УДК 504  
ББК 20.1

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

© КамчатГТУ, 2016  
© Авторы, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

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

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

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

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

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



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

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

УДК 664.956:639.4

**М.В. Благодравова, Н.А. Гончарова**

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

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СУШЕНОГО КАЛЬМАРА

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

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

**M.V. Blagonravova, N.A. Goncharova**

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

### USING VEGETABLE MATTER IN PRODUCTION TECHNOLOGY OF DRIED SQUID

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

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

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

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

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

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

Таблица 1

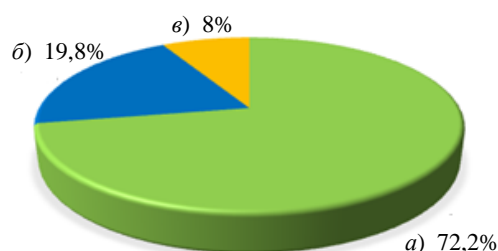
Пищевая ценность мяса кальмара

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

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

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

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



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

Таблица 2

Содержание витаминов в мясе кальмара

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

Таблица 3

Содержание макро- и микроэлементов в мясе кальмара

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

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

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

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

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

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

### Литература

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

УДК 664.144:664.856:634.7(571.66)

**М.В. Благодравова, А.Э. Кузьмина**

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

## **ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯГОД КАМЧАТСКОГО КРАЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КАРАМЕЛИ**

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

**Ключевые слова:** сок ягод, карамель, социологические исследования.

**M.V. Blagonravova, A.E. Kuzmina**

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

## **JUSTIFICATION FOR USING KAMCHATKA BERRIES IN CARAMEL PRODUCTION TECHNOLOGY**

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

**Key words:** berry juice, caramel, sociological studies.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица

Химический состав ягод брусники

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

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

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

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

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

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

Особенно ценным набором витаминов обладают ягоды *шикши*.

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

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

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

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

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

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

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

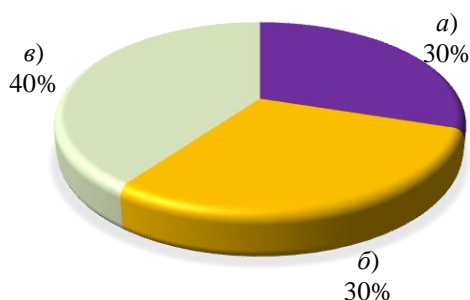


Рис. 1. Ассортимент карамели, представленный в розничной сети г. Петропавловска-Камчатского:  
а) – карамель с соком ягод; б) – карамель с добавлением искусственных вкусоароматических добавок и красителей; в) – карамель с начинками

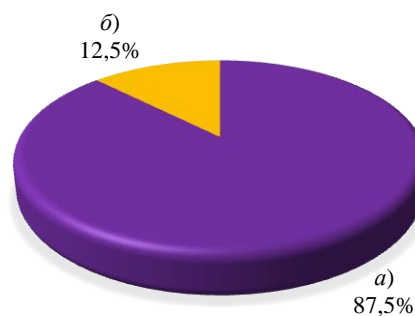


Рис. 2. Распределение ответов респондентов на вопрос анкеты «Будете ли вы покупать карамель, содержащую натуральный сок ягод Камчатского края?»:  
а) Да; б) Можно попробовать

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

## Литература

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



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

УДК 664.681:634.743

**М.В. Благодравова, Д.И. Петунина**

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

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯГОД ОБЛЕПИХИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧЕНЬЯ**

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

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

**M.V. Blagonravova, D.I. Petunina**

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

## **PROSPECTS FOR USING SEA-BUCKTHORN IN PRODUCTION TECHNOLOGY OF COOKIES**

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

В плодах облепихи содержится около 3,5% сахара и много органических кислот (яблочная, винная, щавелевая); много витаминов – С (до 1000 мг%), В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, фолиевая кислота (до 0,80 мг%), РР, К, Р и Е (до 160 мг%), каротин (40–100 мг%) и каротиноиды (180–250 мг%), а также много флавоноидов (особенно рутин), железо, бор, марганец. Имеются дубильные вещества, пектины, жирные кислоты (олеиновая, линолевая), фитонциды, азотосодержащие соединения. В коре облепихи содержится серотонин – «гормон счастья».

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

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

Рис. 1. Облепиха [11]

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

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

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

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



Рис.2. Программно-целевая модель исследований

### Литература

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

УДК [664.951.037.5:639.223.3]:546.264-31

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

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

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕКИСЛОТЫ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФИЛЕ ТРЕСКИ МОРОЖЕНОГО**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Перспективность применения CO<sub>2</sub> обусловлена не только простотой получения этого газа, но и возможностью его использования в разных агрегатных состояниях (газ, жидкость, твердое вещество) для решения разных технологических задач [4, 5].

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

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

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

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

Хотя замораживание рыбы и способствует уничтожению значительной массы микроорганизмов, оно, к сожалению, не обеспечивает стерильности продукции. В процессе самого замораживания, а также холодильного хранения обычно погибает до 99% клеток микроорганизмов. При температурах около минус 10°C даже психрофильные формы развиваются столь медленно, что не вызывают порчи примерно в течение года. Обсемененность рыбы и морепродуктов после замораживания колеблется, как правило, от 10<sup>2</sup> до 10<sup>3</sup> клеток в 1 г продукта. Наибольшую устойчивость к замораживанию проявляют споры микроорганизмов. Из неспорных форм наиболее устойчивы грамположительные кокки: *Streptococcus faecalis*, *Micrococcus*.

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

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

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

Исследования Я.Я. Никитинского и других ученых позволили выявить тормозящее действие углекислого газа на развитие плесеней, патогенных бактерий из группы сальмонелл, а также угнетающее действие CO<sub>2</sub> на развитие возбудителей ботулизма, рост кокковой микрофлоры, бактерий группы кишечной палочки [11].

Природу ингибирующего действия CO<sub>2</sub> объясняют по-разному [13]:

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

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

В качестве предмета исследования было выбрано филе трески тихоокеанской мороженое.

Контрольный образец (К) замороженного филе не обрабатывали  $\text{CO}_2$ . Экспериментальный образец Эт обрабатывали твёрдым диоксидом углерода, образец Эг – газообразным.

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

Ранее было изучено влияние углекислоты на органолептические показатели качества филе трески мороженого [17]. По результатам исследования органолептических показателей филе трески мороженого, сохраняемость оказалась выше у образцов, обработанных углекислотой. При этом более высокие органолептические показатели были получены для филе, обработанного  $\text{CO}_2$  до образования твердой корочки, что позволило судить о положительном влиянии  $\text{CO}_2$  на качество мороженого филе в процессе хранения.

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

Таблица 1

Сравнительные значения КМАФАнМ филе трески мороженого, КОЕ/г

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

Как видно из таблицы, значение КМАФАнМ для всех образцов филе трески мороженого на протяжении контрольного периода хранения при температуре минус  $18^\circ\text{C}$  оставалось в пределах допустимого с большим запасом. После обработки филе углекислотой значение КМАФАнМ снизилось по сравнению с филе, не обработанным  $\text{CO}_2$ , что подтверждает бактерицидное действие углекислоты. Лучшие результаты получены для образца филе Эт, обработанного твёрдым  $\text{CO}_2$ .

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

Таблица 2

Зависимость изменения микробиологических показателей филе трески мороженого от продолжительности хранения

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

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



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

Дальнейшие исследования будут направлены на установление срока годности филе мороженого, обработанного CO<sub>2</sub>, на основании комплекса органолептических, микробиологических и физико-химических (накопление азота летучих оснований, перекисное число жира) показателей.

### Литература

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

УДК 664.952

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 1

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

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

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

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

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

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

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

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

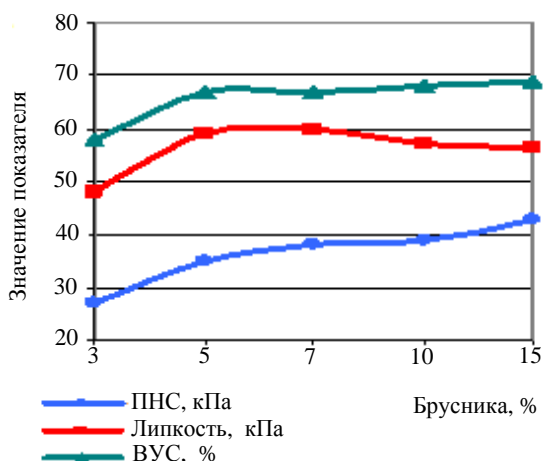


Рис. 1. Зависимость реологических показателей от количества добавленной брусники

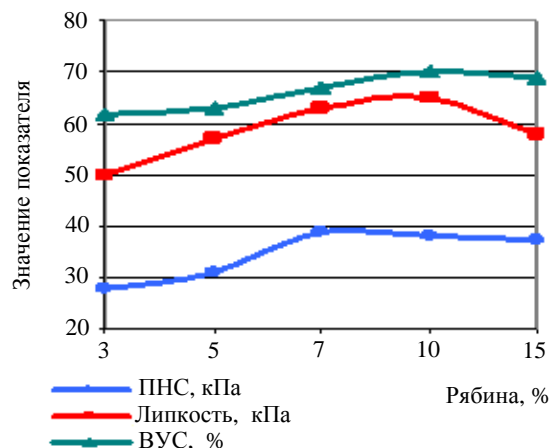


Рис. 2. Зависимость реологических показателей от количества добавленной рябины

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

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

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

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

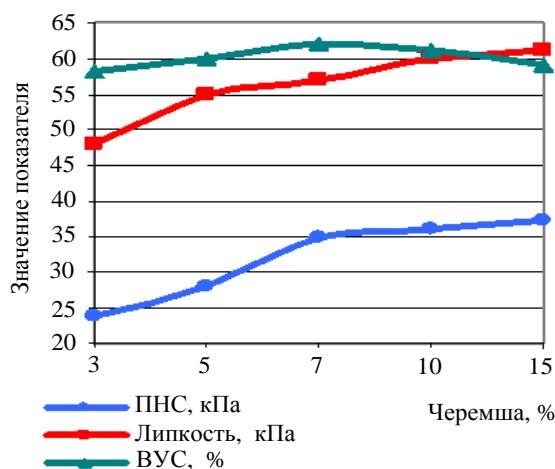


Рис. 3. Зависимость реологических показателей от количества добавленной черемши

Таблица 2

Сравнительные органолептические показатели образцов котлет рыбных с дикоросами

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

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

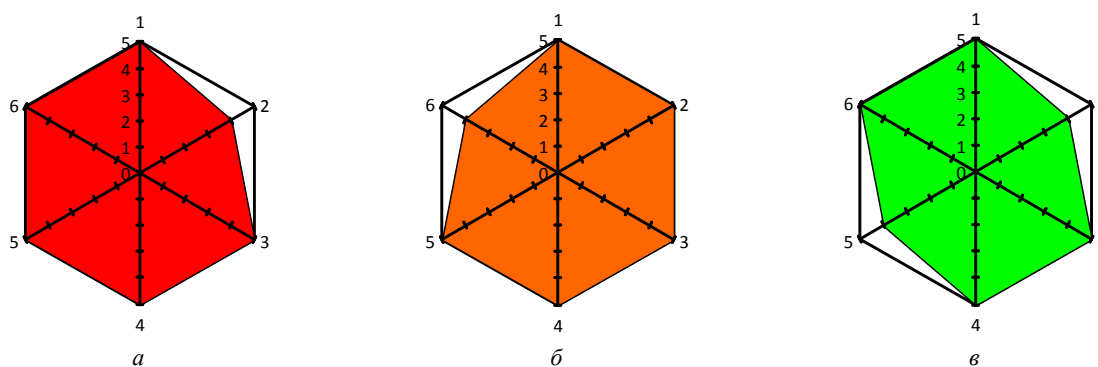


Рис. 4. Профилограммы качества котлет рыбных:  
 а – образец с брусникой; б – образец с рябиной; в – образец с черемшой  
 1 – общее впечатление; 2 – форма; 3 – состояние и цвет поверхности;  
 4 – консистенция; 5 – вид на изломе; 6 – вкус и запах

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

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

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

## Литература

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

УДК 664.694:639.64

**М.В. Ефимова<sup>1</sup>, И.В. Крылова<sup>2</sup>, А.А. Крылова<sup>2</sup>, Т.Н. Леонова<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>*Камчатский государственный технический университет,*

*Петропавловск-Камчатский, 683003*

<sup>1</sup>*e-mail: efimova-ff@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: happy\_girl\_3807@bk.ru*

<sup>3</sup>*e-mail: dote.ru@mail.ru*

## **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С КРАСНЫМИ ВОДОРОСЛЯМИ**

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

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

**M.V. Efimova<sup>1</sup>, I.V. Krylova<sup>2</sup>, A.A. Krylova<sup>2</sup>, T.N. Leonova<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>*Kamchatka State Technical University,*

*Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003*

<sup>1</sup>*e-mail: efimova-ff@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: happy\_girl\_3807@bk.ru*

<sup>3</sup>*e-mail: dote.ru@mail.ru*

## **JUSTIFICATION FOR TECHNOLOGY OF PASTA WITH RED ALGAE**

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

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

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

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

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

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



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

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

Таблица 1

**Химический состав и энергетическая ценность макаронных изделий**

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

Таблица 2

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 3

Рецептуры теста образцов макаронных изделий

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



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

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

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

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

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

Таблица 4

Сравнительные органолептические показатели образцов макаронных изделий

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

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

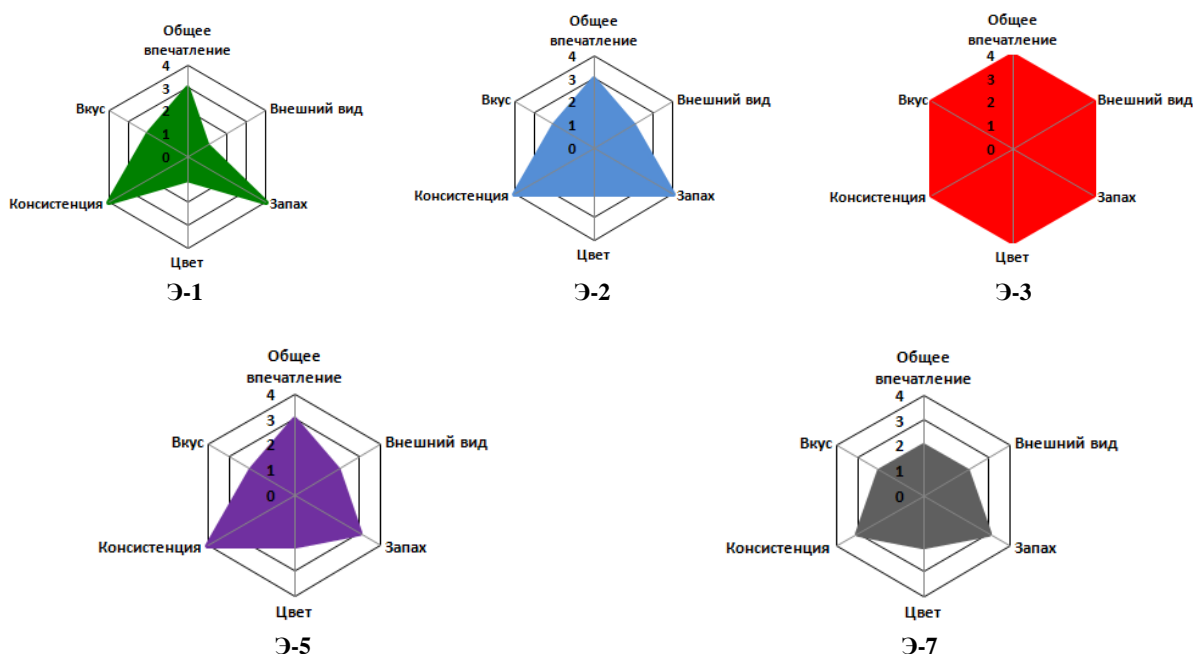


Рис. 2. Профилограммы качества макаронных изделий с красными водорослями

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

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

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

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

Таблица 5

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

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

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

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

Таблица 6

**Сравнительные физико-химические показатели макаронных изделий**

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

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

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

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

### Литература

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

3. URL: <http://www.5rik.ru/better/article-102806.htm>
4. *Ефимова М.В., Ефимов А.А., Леонова Т.Н.* Характеристика ассортимента макаронных изделий // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практич. конф. (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – С. 73–80.
5. URL: [http://www.0zn.ru/referaty\\_po\\_marketingu/kurso\\_vaya\\_rabota\\_analiz\\_assortimenta\\_i\\_4.html](http://www.0zn.ru/referaty_po_marketingu/kurso_vaya_rabota_analiz_assortimenta_i_4.html)
6. *Кругляков Г.Н.* Основы товароведения продовольственных товаров. – М.: Экономика, 1984 – 247 с.
7. *Клочкова Н.Г., Березовская В.А.* Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология и химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с.
8. *Перестенко Л.П.* Красные водоросли дальневосточных морей России. – СПб.: ОЛЬГА, 1994. – 332 с.
9. *Барашков Г.К.* Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 336 с.
10. *Усов А.И.* Полисахариды красных морских водорослей // Прогресс химии углеводов. – М.: Наука, 1985. – С. 77–96.
11. *Усов А.И.* Проблемы и достижения в структурном анализе сульфатированных полисахаридов красных водорослей // Химия растительного сырья. 2001. – № 2. – С. 7–20.
12. *Леонов Д.В., Муратова Е.И., Дворецкий С.И.* Системный подход к разработке кондитерских изделий функционального назначения // Вестник ТГТУ. – 2011. – № 4. – С. 979–990.
13. *Саут Р., Уиттик А.* Основы альгологии. – М.: Мир, 1990. – 597 с.
14. *Виноградова К.Л.* Отдел красные водоросли (Rhodophyta) // Жизнь растений / Под ред. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – Т. 3. – С. 192–250.
15. *Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э.* Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. – Т. 2. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – С. 176.
16. *Якушева И.А., Ефимов А.А., Ефимова М.В.* Влияние дезинтеграции биомассы на экстрагирование фикобилиновых пигментов синезеленых и красных водорослей // Вестник КамчатГТУ, 2012. – № 19. – С. 56–60.
17. ГОСТ Р 52377. Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества. – М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с.
18. *Покровский А.А.* О биологической и пищевой ценности продуктов питания // Вопросы питания. – 1975. – № 3. – С. 25–40.
19. *Богданов В.Д., Сафронова Т.М.* Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
20. *Скурихин И.М., Тутельян В.А.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов. – М.: Дели принт, 2008. – 276 с.
21. ГОСТ Р 51865. Изделия макаронные. Общие технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2010. – 15 с.

УДК 664.68:639.64

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

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

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

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

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

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

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

## **ALGAE USAGE IN BAKERY CONFECTIONERY TECHNOLOGY**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 1

Общий химический состав красных водорослей *Palmaria stenogona*

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

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

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

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

Таблица 2

Рецептура печенья «Круглого» (контрольный образец)

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

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

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

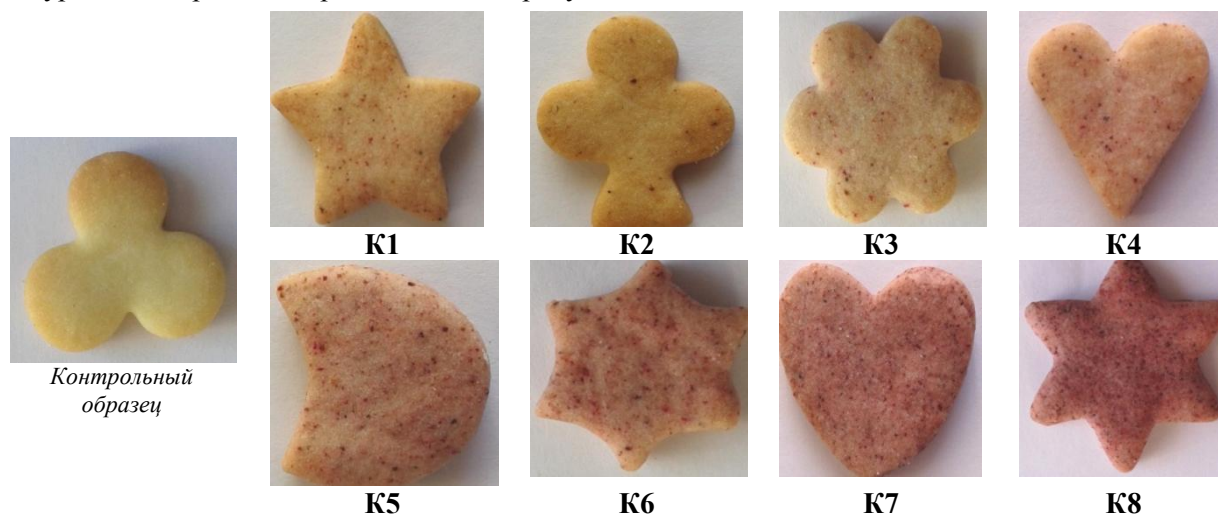


Рис. 1. Образцы печенья с красными водорослями рода *Palmaria*



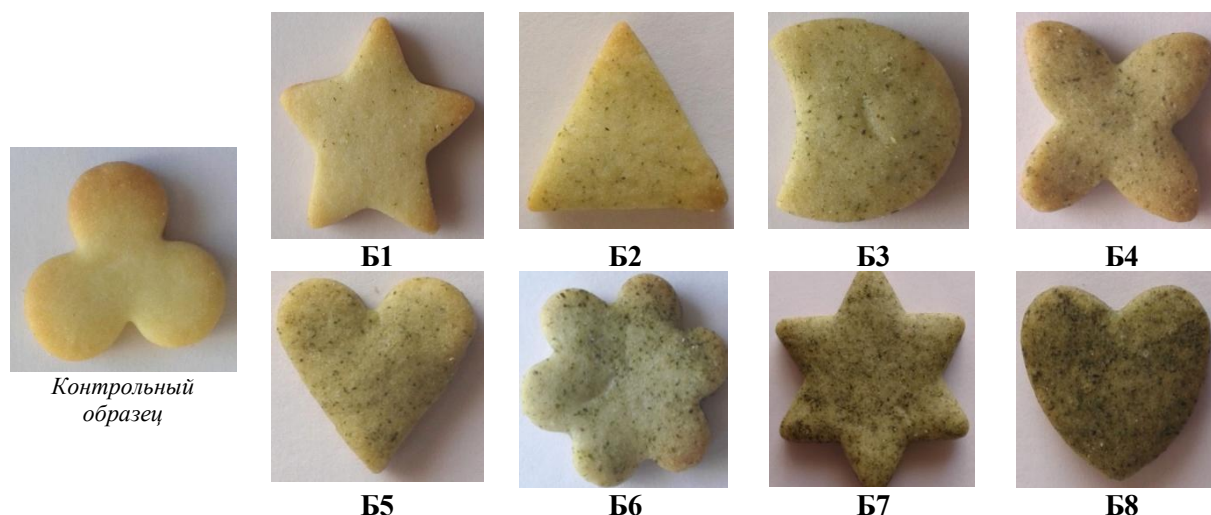


Рис. 2. Образцы печенья с бурыми водорослями рода *Alaria*

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

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

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

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

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

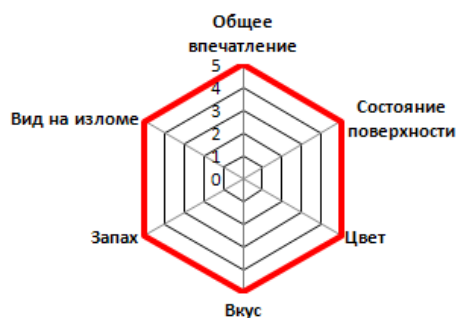


Рис. 3. Профилограмма качества образцов сдобного песочного печенья с красными водорослями рода *Palmaria* (образцы К1–К8)

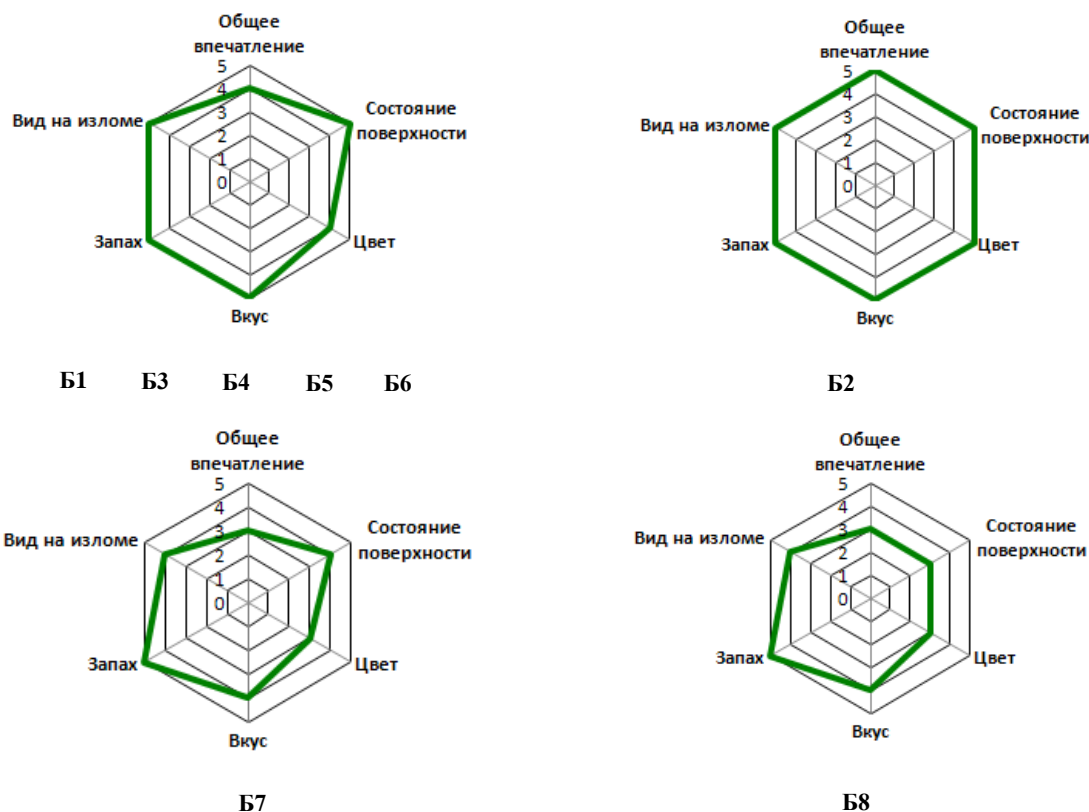


Рис. 4. Профилограмма качества образцов сдобного песочного печенья с бурыми водорослями рода *Alaria*

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

Таблица 3

**Физико-химические показатели образцов сдобного песочного печенья с морскими водорослями**

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

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

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

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

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

### Литература

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

УДК 664.661.3:639.64

**О.В. Мищенко, Н.С. Салтанова**

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

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

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

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

**O.V. Mishchenko, N.S. Saltanova**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 1

Рецептуры дрожжевого теста хлебобулочных изделий

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

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

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

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

Определение подъёмной силы дрожжей методом А.И. Островского основано на установлении быстроты подъема теста по скорости всплывания шарика теста в воде (при этом стакан с водой помещали в термостат и выдерживали при температуре 35°C). Чем быстрее дрожжи поднимают тесто, тем они активнее. Быстротой подъема считают количество минут, прошедших со времени опускания шарика теста в воду до момента его всплывания. Всплывание происходит тем скорее, чем быстрее увеличивается объем теста. Плотность свежесмешанного теста около 1,4 г/см<sup>3</sup>. В процессе брожения она уменьшается за счет выделения и накопления углекислого газа. Когда плотность шарика станет меньше единицы, он всплывает.

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

Показатели бродильной активности приведены в таблице 2.

Таблица 2

Изменение показателей бродильной активности

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

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

Для определения скорости газообразования замешивали в ёмкости опару на воде (контрольный образец) и на отваре (опытный образец), добавляли к ней 40-процентный раствор глюкозы, всё тщательно перемешивали и набирали 1 см<sup>3</sup> исследуемой массы в одноразовый медицинский шприц, стараясь избежать образования пузырьков воздуха. Выдавливали остатки воздуха из шприца и герметично запаивали конец, шприцы ставили в термостат при температуре 30°C и наблюдали за высотой подъёма поршня в процессе выдерживания шприцев в термостате. По высоте подъема поршня определяли количество выделившегося CO<sub>2</sub> и оценивали бродильную активность дрожжей.

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

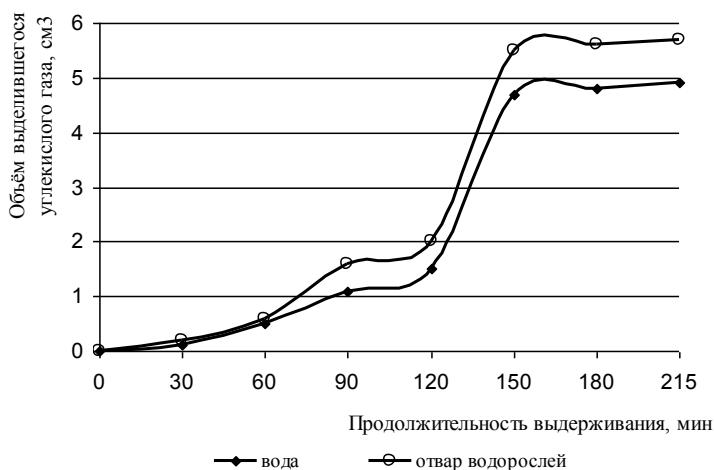


Рис. 1. Зависимость изменения объёма выделившегося углекислого газа от продолжительности выдерживания

Из данных рисунка видно, что более интенсивное выделение углекислого газа происходило в опытном образце. При этом в течение первых двух часов выделение  $\text{CO}_2$  происходило не слишком интенсивно (в опытном образце достигало  $2 \text{ см}^3$ , в контрольном –  $1,5 \text{ см}^3$ ), а затем произошел резкий скачок и увеличение выделившегося  $\text{CO}_2$  до  $5,5 \text{ см}^3$  в опытном образце и до  $4,7 \text{ см}^3$  в контрольном. При дальнейшем выдерживании подъем поршня значительно замедляется и за последующий час увеличивается всего на  $0,2 \text{ см}^3$ , поэтому дальнейшее выдерживание посчитали нецелесообразным.

На рисунке 2 приведено изменение высоты подъёма поршня шприцев после выдерживания в термостате в течение трёх часов. При этом видно, что общий объём (объём набранного материала для анализа и объём выделившегося  $\text{CO}_2$ ) в шприце с опытном образцом  $6,6 \text{ см}^3$ , в шприце с контрольным образцом –  $5,8 \text{ см}^3$ .



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

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

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

Таблица 3

Органолептические и физико-химические показатели хлебобулочных изделий

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

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

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

### Литература

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



УДК 664.661.3:639.64

**О.В. Мищенко, Н.И. Солодухина**

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

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУКУСОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

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

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

**O.V. Mishchenko, N.I. Soloduhina**

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

### **PROSPECTS FOR FUCUS ALGAE IN BAKERY PRODUCT TECHNOLOGY**

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

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

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

Фукусковые, как и другие бурые водоросли, являются продуцентами многих биологически активных веществ [2, 3]. Водоросли обладают способностью извлекать из морской воды и концентрировать в своих тканях различные микро- и макроэлементы. Содержание этих веществ, необходимых для нормального функционирования организма, в морских водорослях во много раз выше, чем в наземных растениях. Некоторые же полезные компоненты, обнаруженные в водорослях, в наземных растениях не встречаются. В фукусах содержится полный набор макро- и микроэлементов, входящих в состав организма человека. Эти элементы (К, Са, Mg, S, Sl, P, J, Fe, Ва и др.) в виде органических соединений полно и сбалансировано усваиваются организмом. Широчайший спектр витаминов (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>С</sub>, В<sub>12</sub>, С, D, Е, К и др.), содержащихся в морских водорослях, способствует регулированию углеводного, пуринового, липидного обмена, быстрому восстановлению сил после болезни, повышению сопротивляемости организма инфекциям [4].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Распространен вдоль всего западного и восточного побережий Камчатки. Основные запасы вида сосредоточены у северо-западного побережья, расположенного севернее м. Утхолокский. Биомасса вида варьирует от 0,5 до 30 кг/м<sup>2</sup>. Особенности роста и спороношения растений обеспечивают его хорошую регенерацию и ежегодное, начиная с третьего-четвертого годов жизни, активное воспроизводство. Это является благоприятной предпосылкой для частичного ежегодного подрезания слоевищ при проведении промысла. Сроки добычи у фукусовых наступают в июле-августе [1].

Таким образом, *Fucus evanescens* является доступным сырьем.

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

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

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

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

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

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

### Литература

1. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 155 с.
2. Применение метаболитов морских организмов в народном хозяйстве и медицине / И.С. Ажгихин, Ю.Н. Шпаков, С.Д. Мехтиханов, В.Г. Гандель. – Кишинев: Штинца, 1990 – 292 с.
3. Аразашвили А.И. Биологически активные вещества и другие природные соединения морских водорослей. – Тбилиси: Мецниереба, 1980. – 336 с.
4. Морские водоросли фукус [Электронный ресурс]. – URL: <http://tsamax.su/komponents/morskie-vodorosli-fukus.html>
5. Фукус – водоросль долголетия [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.vedamost.info/2015/03/blog-post\\_37.html](http://www.vedamost.info/2015/03/blog-post_37.html)
6. Морские водоросли фукус [Электронный ресурс]. – URL: <http://findfood.ru/product/morskie-vodorosli-fukus>
7. Туманова А.Е. Разработка и научное обоснование технологий новых видов печенья функционального назначения: дис. ... д-ра. тех. наук. – М., 2006. – 380 с.
8. Плотникова Т.В., Степанова Е.Н., Тяпкина Е.В. Разработка рецептур и товароведная оценка печенья повышенной пищевой ценности // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 7. – С. 72–74.
9. Перспективы развития производства продукции из водорослей Дальневосточного бассейна // Рыбное хозяйство. – 1981. – № 10. – С. 77–78.
10. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.
11. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: Дели принт, 2006. – 296 с.
12. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, С.А. Хуршудян, О.Г. Шубина; под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
13. Шилкина Е.П. Ингредиенты для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2007. – № 12. – С. 12–14.

УДК 339.1:639.2(476)

**Н.Е. Свирейко**

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

## **СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА РЫБНЫХ ТОВАРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

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

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

**N.E. Svireyko**

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

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

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

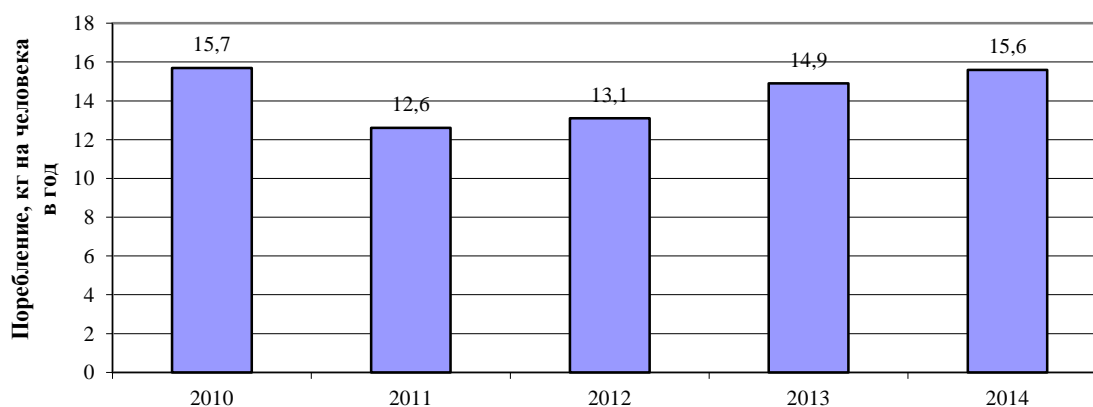
**Key words:** fish products, market, fishing industry, consumption, production, import substitution, assortment.

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

– техническое перевооружение и модернизация крупнейших предприятий рыбной отрасли;

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

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

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

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

### Литература

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

УДК 664.681.1:634.7

**В.Б. Чмыхалова, Т.Р. Малакян**

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

## **ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ МУЧНЫХ ВОСТОЧНЫХ СЛАДОСТЕЙ С ЛЕСНЫМИ ЯГОДАМИ**

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

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

**V.B. Chmyhalova, T.R. Malakyan**

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

## **JUSTIFICATION FOR THE RECIPE OF BAKERY ORIENTAL CONFECTIONARY WITH WILD BERRIES**

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

Таблица 1

Рецептура изделия из песочного теста шакер-чурек

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

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



К



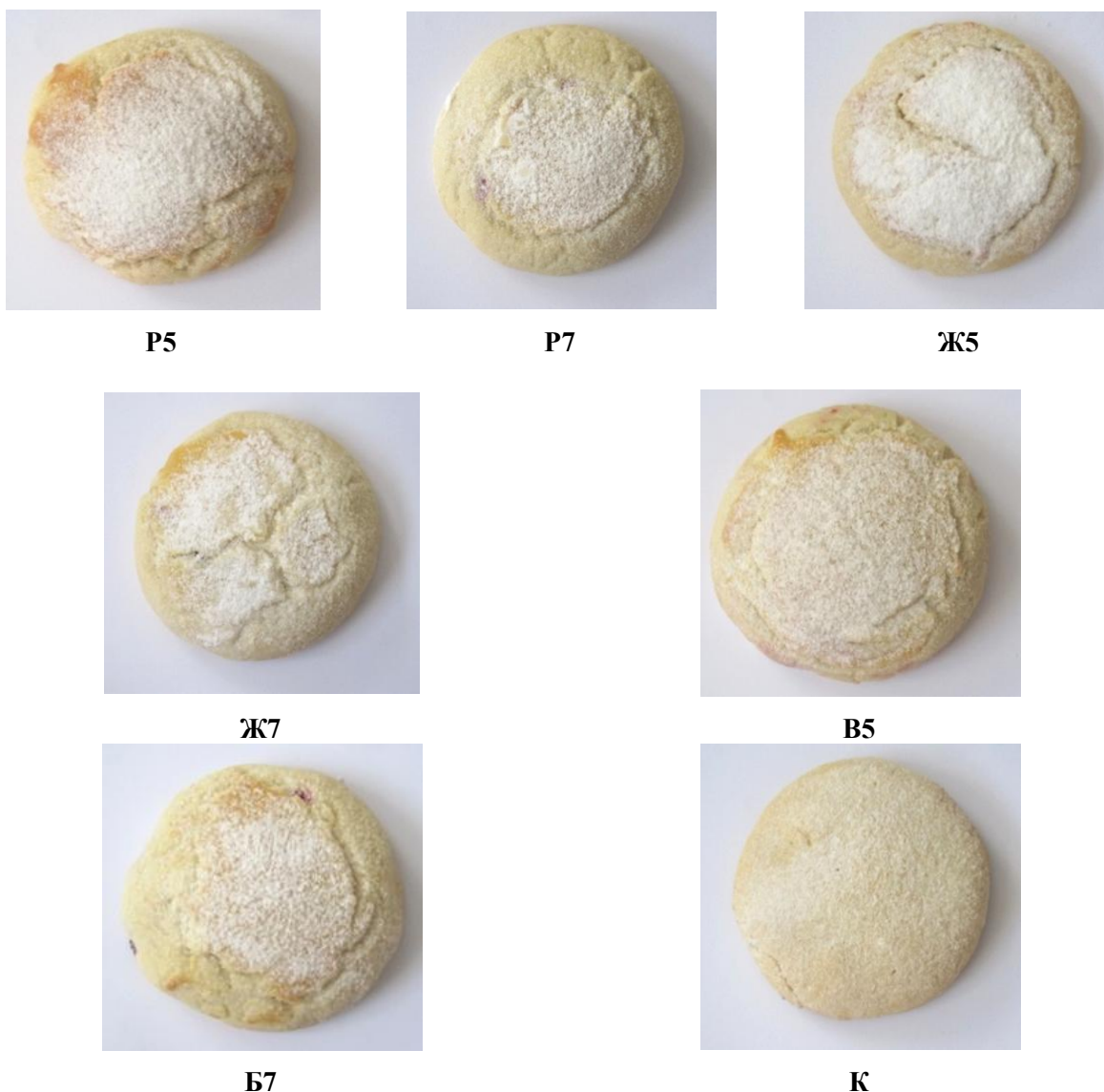
Э

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

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

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

Образцы готовых изделий представлены на рисунке 2.



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

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

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

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

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

Физико-химические показатели образцов шакер-чурек

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

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

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

### Литература

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

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

УДК 594.1(265.54.04)

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

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

<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет (ДФУ),  
Владивосток, 690950

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

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

Изучено распределение двух видов двустворчатых моллюсков рода *Serripes* в заливе Петра Великого (Японское море). *S. groenlandicus* обитает на глубинах 20–75 м, образуя потенциально промысловые скопления с биомассой до 41,7 г/м<sup>2</sup> на глубинах 55–60 м в центральной части залива на песчанистых илах, его общий запас оценивается в 8,7 тыс. т. *S. notabilis* обитает вдоль южной кромки шельфа на глубинах 77–207 м с максимальной биомассой 1,13 г/м<sup>2</sup> и не создает значимых скоплений.

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

Е.Е. Borisovets<sup>1,2</sup>, D.A. Sokolenko<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Far Eastern Federal University, FEFU,  
Vladivostok, 690950

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

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

Spatial and bathymetric distribution of two species of genus *Serripes* has been investigated in Peter the Great Bay (Sea of Japan). Greenland smoothcockle *S. groenlandicus* is distributed within the depth range from 20 down to 75 m. The densest aggregations (up to 41.7 g/m<sup>2</sup>) are located at depths 55-60 m on the sandy silts in the central part of the bay, stock is estimated on 8,731 tons. *S. notabilis* inhabits along the southern edge of continental shelf at depths of 77-207 m and its stock is not significant.

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

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

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

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

В ходе проведения работ особи *S. groenlandicus* обнаружены на 61 дражной станции. Область обитания вида (рис. 1) охватывает южную открытую часть Усурийского залива, акваторию от островов Аскольд и Путятина на восток до мыса Поворотный, юго-восточную часть приостровной зоны (острова Рейнеке, Рикорда, Карамзина, Желтухина, Стенина и Большой Пелис). Кроме того, отмечено поселение в открытой части залива Посыета, а также отдельное локальное пятно в Амурском заливе северо-восточнее о. Русский. Наиболее плотные скопления (ядра), с биомассой более 5 г/м<sup>2</sup> локализованы на отдельных участках к юго-западу от о-вов Русский и Рикорда, на акватории между о. Путятина и заливом Восток, а также северо-западнее о. Аскольд. В целом по заливу Петра Великого показатели биомассы гренландского серрипеса находились в пределах от 0,0008 до 41,7 г/м<sup>2</sup>, в среднем составляя 6,74 г/м<sup>2</sup> (медианное значение – 1,14 г/м<sup>2</sup>) (табл. 1).

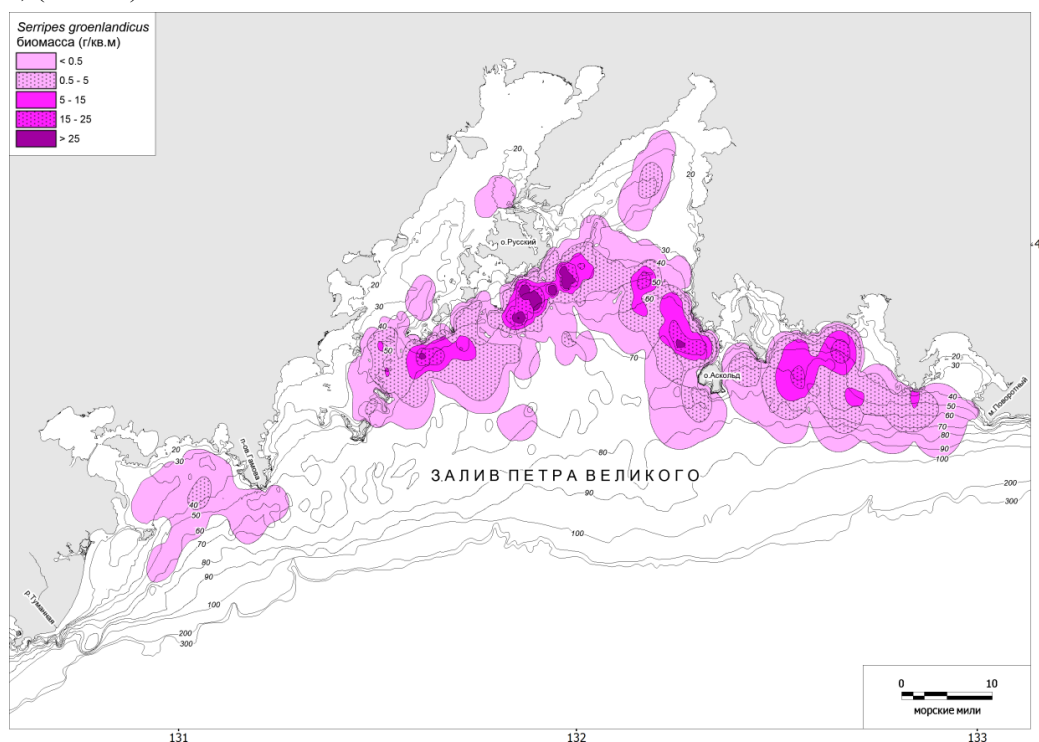


Рис. 1. Распределение *S. groenlandicus* в заливе Петра Великого

Таблица 1

Статистические характеристики биомассы (г/м<sup>2</sup>) *S. groenlandicus* и *S. notabilis*

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

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

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

Таблица 2

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

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

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

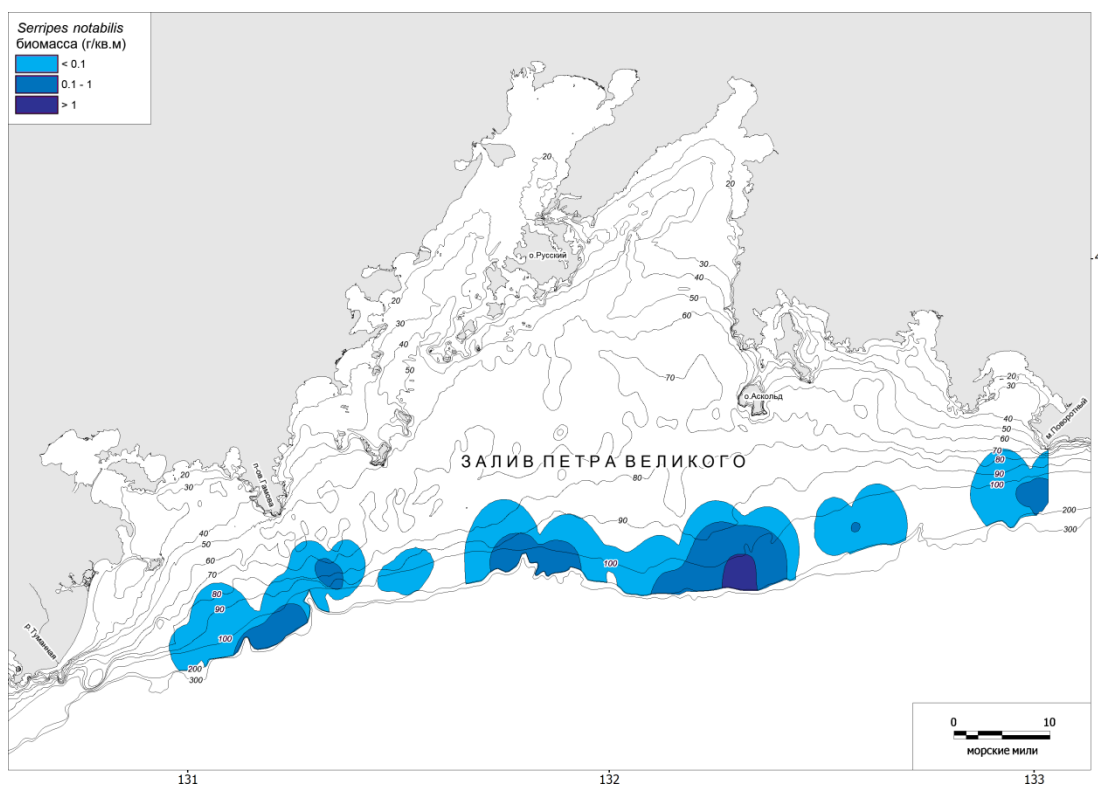


Рис. 2. Распределение *S. notabilis* в заливе Петра Великого

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



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

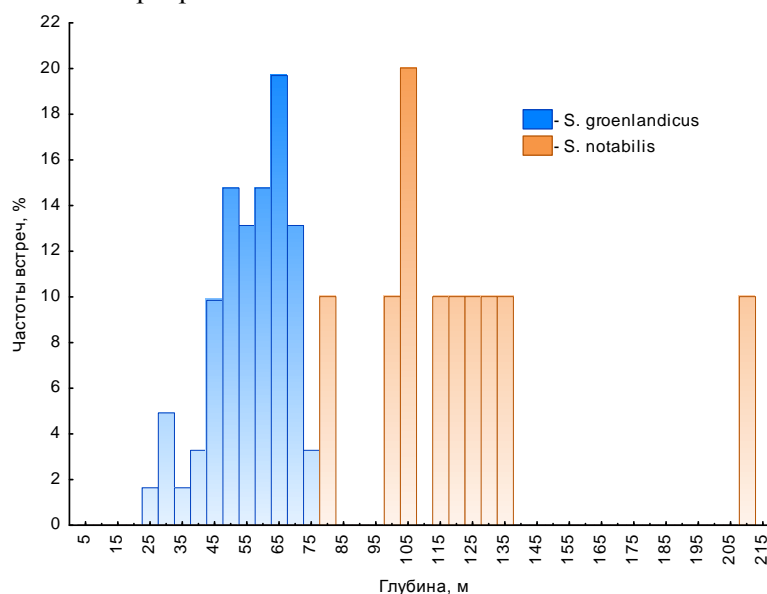


Рис. 3. Батиметрическое распределение *S. groenlandicus* и *S. notabilis*

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

Таким образом, *S. groenlandicus* в заливе Петра Великого характеризуется обширным ареалом с площадью более 2000 км<sup>2</sup>, локализованным в центральной части залива, весьма высокими биомассами (до 41,7 г/м<sup>2</sup>) и значительными ресурсами, позволяющими рассматривать его поселение в качестве промыслового. *S. notabilis* располагается относительно узкой полосой у южных пределов залива Петра Великого и не создает заметных скоплений и запасов.

### Литература

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

УДК 595.383.3(265.54.04)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

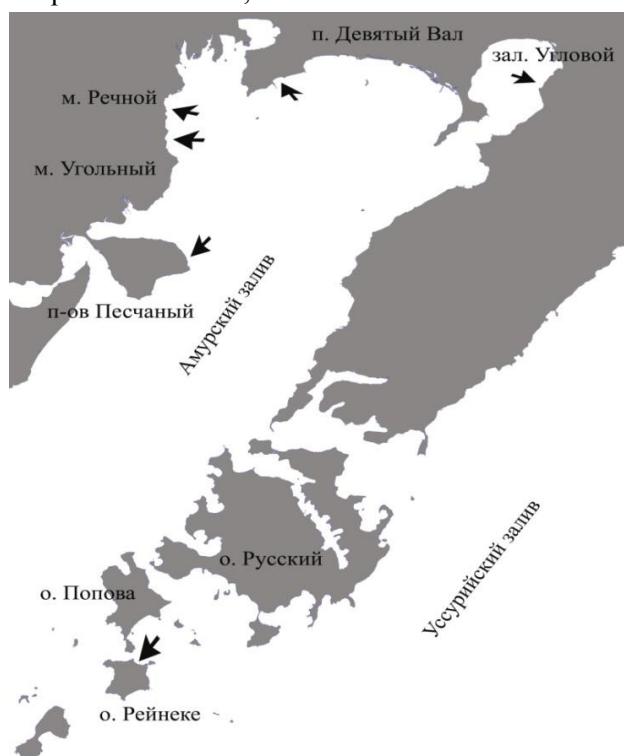


Рис. 1. Районы сбора мизид в заливе Петра Великого

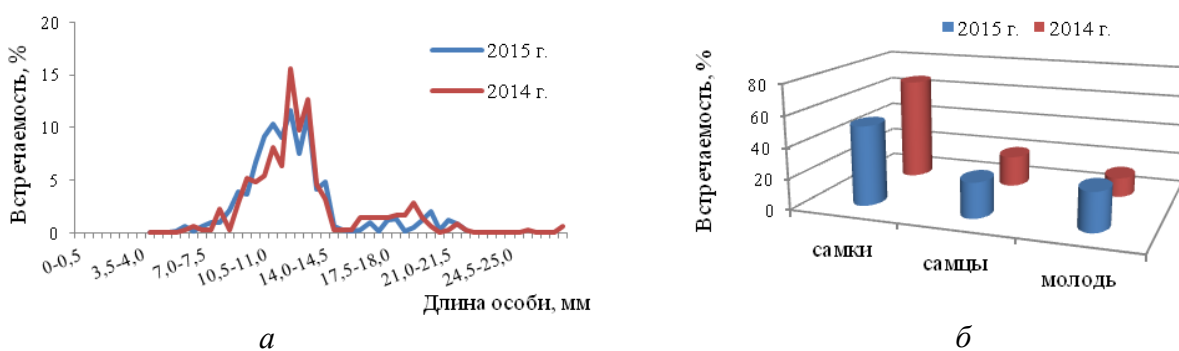


Рис. 2. Состав скопления *P. shikhotaniensis* в акватории о. Рейнеке в 2014–2015 гг.

Таблица

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

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

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

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

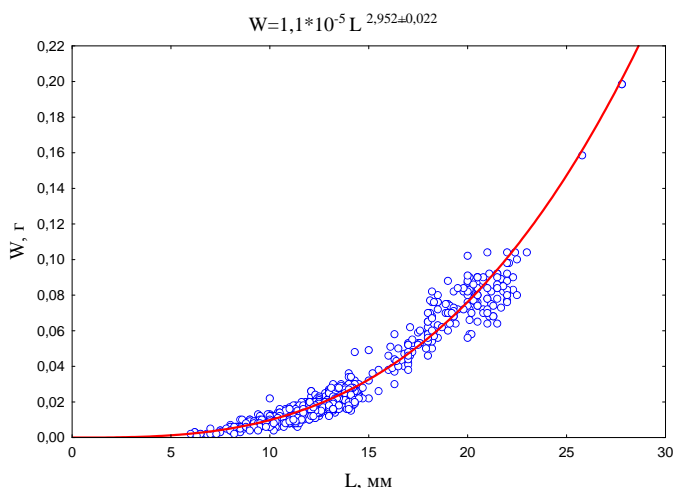


Рис. 3. Зависимость массы ( $W$ , г) от длины тела ( $L$ , мм) у *N. mirabilis* ( $r$  (коэффициент корреляции) = 0,975 при 0,95% уровне значимости)

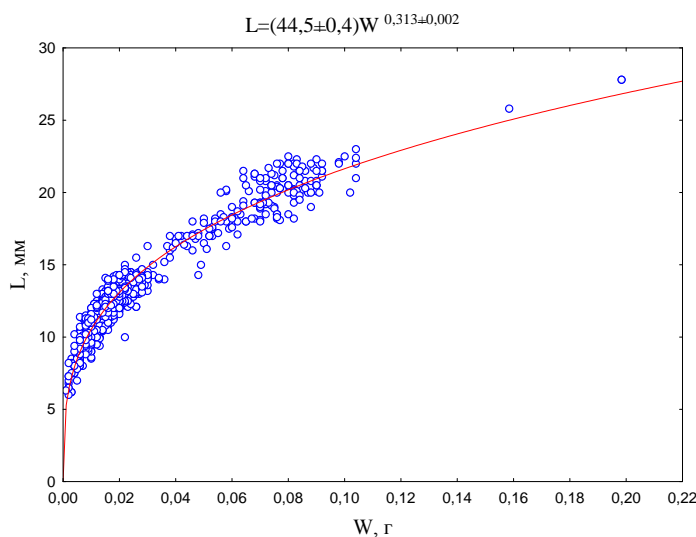


Рис. 4. Зависимость длины тела ( $L$ , мм) от массы особи ( $W$ , г) у *N. mirabilis* ( $r = 0,945$  при 0,95% уровне значимости)

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

### Литература

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

УДК 639.223.3:639.2.053.1(268.45)

**Т.В. Булатова, Г.П. Ванюшин**

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

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

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

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

**T.V. Bulatova, G.P. Vanyushin**

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

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

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

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

**Введение**

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

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



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

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

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

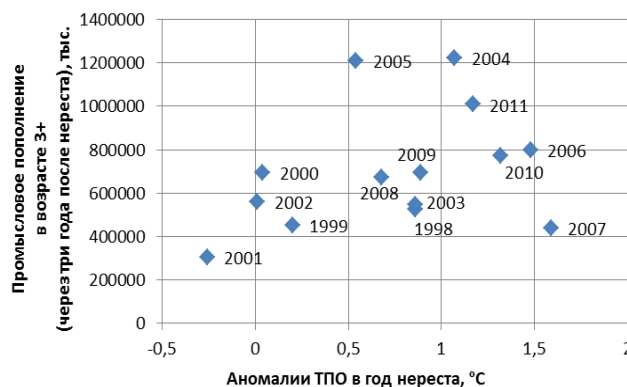


Рис. 4. Распределение значений аномалий ТПО в период основного нереста трески (март-апрель) в зоне 1 и урожайности поколений трески в возрасте 3+



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



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

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

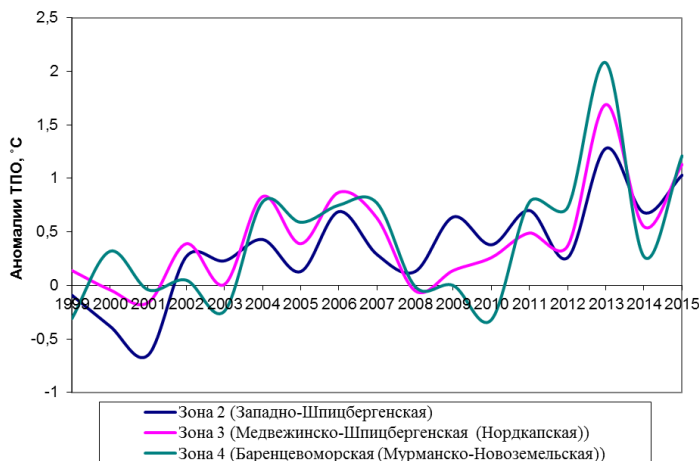


Рис. 6. Ход аномалий ТПО в зонах раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески по годам

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

ются по настоящее время относительно высокими, достигнув максимума во всех трех зонах в 2013 г. (+1,28°C для 2 зоны, +1,69°C для 3 зоны и +2,08°C для 3 зоны).

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

Таблица 2

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

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

Сравнительный анализ между значениями аномалий ТПО в общей нагульной зоне и величинами промышленного пополнения через 3 года показал наличие прямой линейной зависимости между этими показателями (рис. 7), т. е. увеличение показателей урожайности поколений в возрасте 3+ коррелирует с увеличением теп-

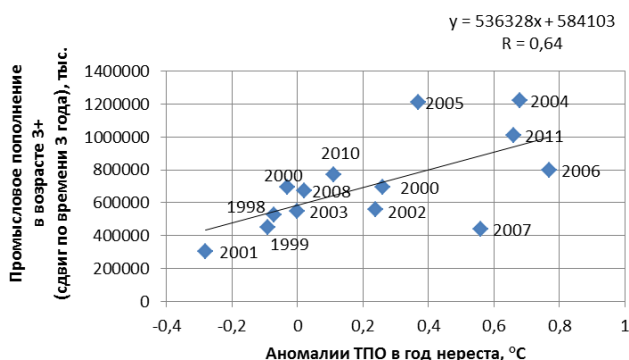


Рис. 7. Сопоставление аномалий ТПО в общей зоне раннего онтогенеза и урожайности поколений трески в возрасте 3+

лосодержания соответствующих акваторий Баренцева и Норвежского морей. Так, бедное поколение 2004 г. коррелирует с низкими значениями аномалий ТПО в зонах раннего онтогенеза трески в 2001 г. (-0,28°C), тогда как очень богатые поколения 2007, 2008 и 2014 г. соотносится с высокими значениями аномалий соответственно в 2004 (+0,68°C), 2005 (+0,37°C) и 2011 (+0,66°C) гг.

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

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

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

### Заключение

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

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

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

### Литература

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

УДК [597.552.511:591.53](285.2:571.66)

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

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

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

## ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ СМОЛТОВ НЕРКИ ОЗЕРА АЗАБАЧЬЕ

У смолтов нерки оз. Азабачье во время миграции из озера в протоку происходит адаптация к смене пищи – планктонные организмы заменяются бентосными беспозвоночными. Проанализировано питание смолтов нерки в 2015 г. в период с 5 по 14 июля в протоке Азабачья. Спектр питания состоял из планктонных организмов, съеденных в озере (циклопов) и бентосных – в протоке (хинономиды на разных стадиях метаморфоза). Интенсивность питания рыб не очень высокая, индексы наполнения в среднем составляли 56,7<sup>0</sup>/<sub>000</sub>, при доле рыб с пустыми равной 9,4%.

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

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

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

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

## SPECIFICS OF SOCKEYE SALMON SMOLT FEEDING IN THE LAKE AZABACHYE

Sockeye salmon smolts of the lake Azabachye demonstrate the adaptation to change plankton forage for benthos invertebrates in the course of their migration from the lake to the channel. The analysis of sockeye salmon smolt feeding in the channel Azabachya was carried out in 2015 for the period from 5 to 14 July. The spectrum of food consisted of plankton organisms (copepods) consumed in the lake and benthos (chironomids at various stages of metamorphosis) foraged in the channel. Feeding intensity was not high: the stomach filling index was 56,7<sup>0</sup>/<sub>000</sub> averaged, when the stake of empty stomachs was 9,4%.

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

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

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

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



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

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

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

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

Результаты исследований состава пищи и накормленности представлены в таблице.

Таблица

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

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

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

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

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

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

Смолты нерки, покидая пелагиаль озера, мигрируют в р. Камчатка через протоку Азабачья, где происходит адаптация к бентосной пище, представителями которой являются хирономиды, в основном на стадии куколки и имаго. К другим компонентами питания относятся имаго наземных насекомых. Интенсивность питания в это время не очень высокая, индексы наполнения в среднем составляли от 44,5 до 72,5<sup>0</sup>/000, а количество рыб с пустыми желудками варьировало в пределах 0–17%.

### Литература

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

УДК 597.552.511(285.2:571.66)

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

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

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

### **ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ МОЛОДИ КИЖУЧА ОЗЕРА БОЛЬШОЙ ВИЛЮЙ**

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

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

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

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

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

### **DIFFERENTIATION OF JUVENILE COHO SALMON IN THE LAKE BOLSHOY VILUY**

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

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

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

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

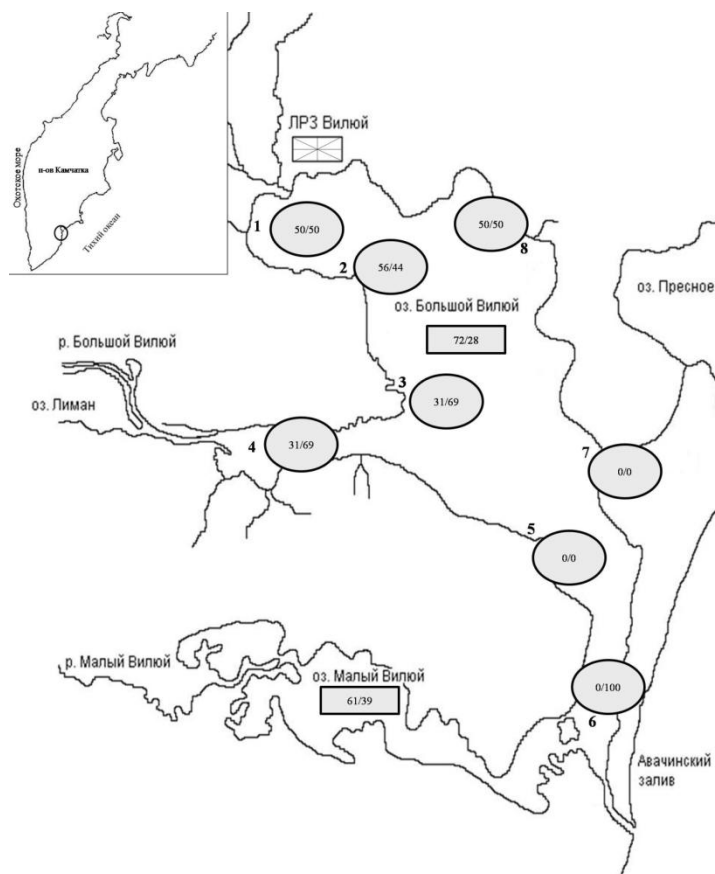


Схема оз. Большой Вилуй и расположение станций, на которых была отловлена молодь кижуча:  
 ○ — неводные обловы, □ — постановка ставной сети.  
 В числителе доля рыб заводского происхождения, в знаменателе – естественного происхождения

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

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

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

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

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

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

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

Таблица

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Литература

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

УДК 595.384.2(265.51-16)"2005-2015"

**В.А. Дегтярева**

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

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

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

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

**V.A. Degtyarova**

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

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

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

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

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

В данной работе рассматриваются межгодовая динамика размерного состава данного вида.

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

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

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

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

Олюторско-Наваринский район подразделялся на 2 подрайона:

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

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

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

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

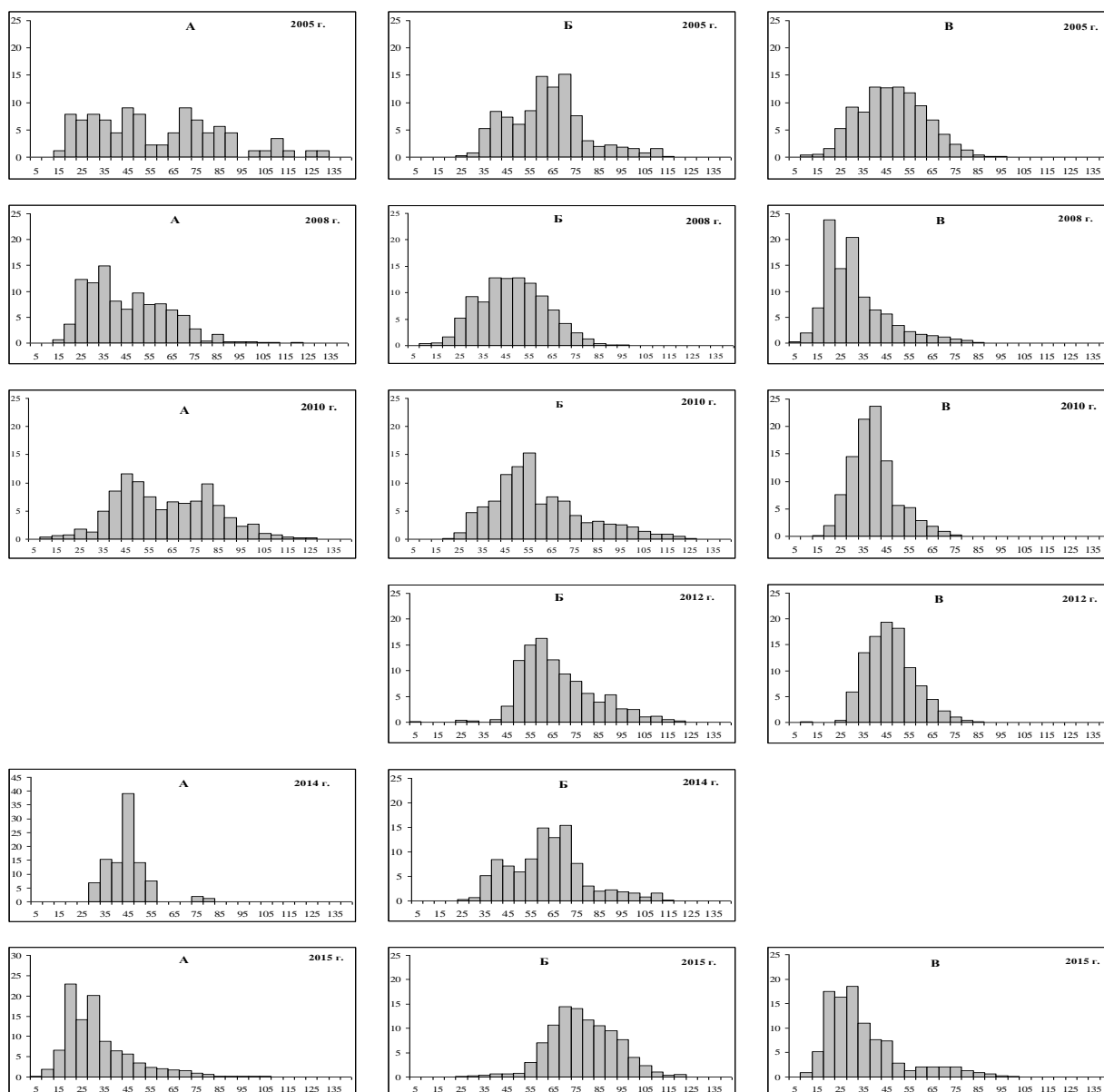


Рис. 1. (Начало). Размерный состав самцов краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря в 2005–2015 гг.

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

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



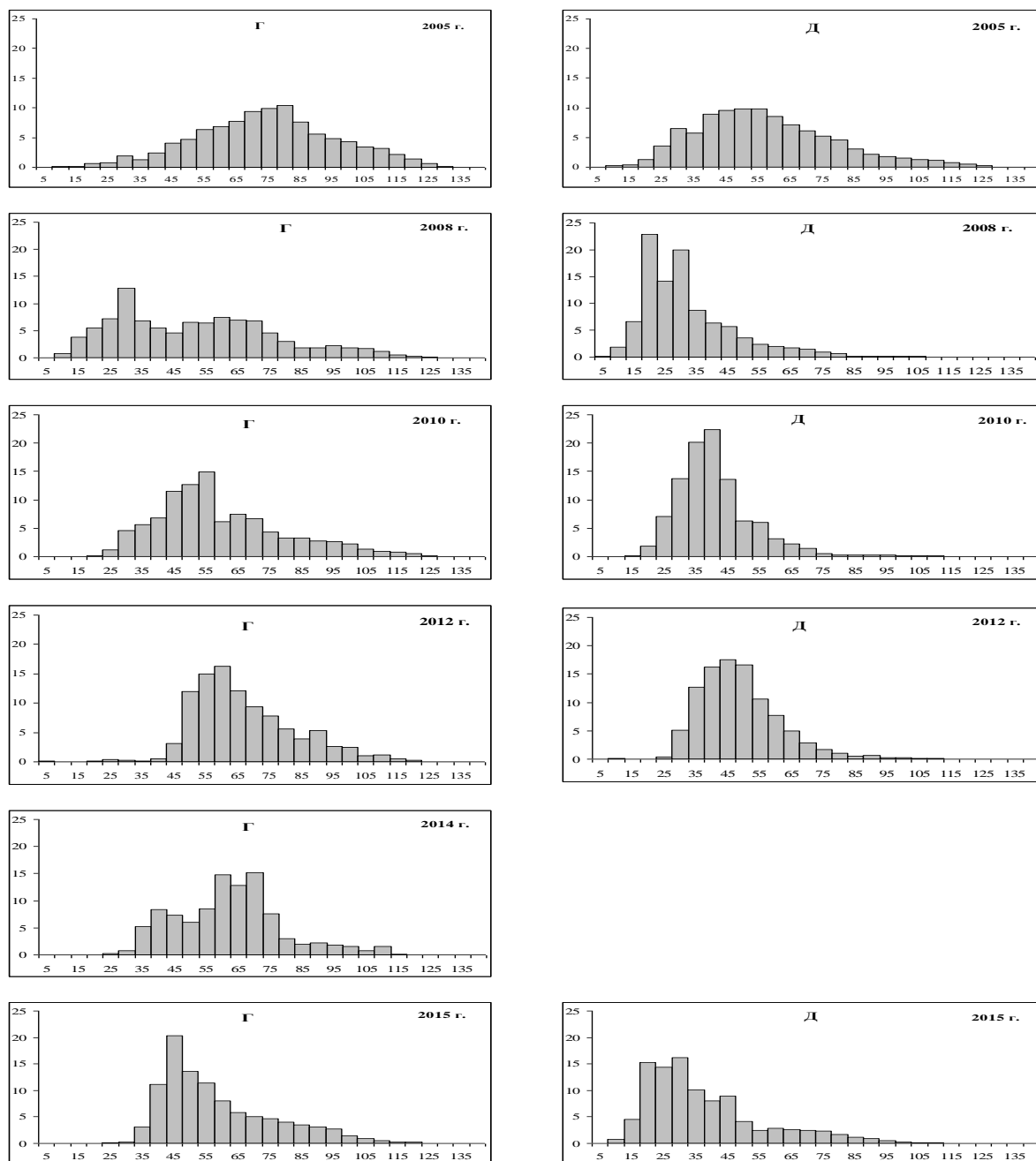


Рис. 1. (Окончание). Размерный состав самцов краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря в 2005–2015 гг.

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

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

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

Таблица 1

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

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

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

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

Таблица 2

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

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

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

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

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

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

Таблица 3

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

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

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

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

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

### Литература

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

УДК 582.272.46(265.546-15)

**А.А. Дуленин**

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

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

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

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

**A.A. Dulenin**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

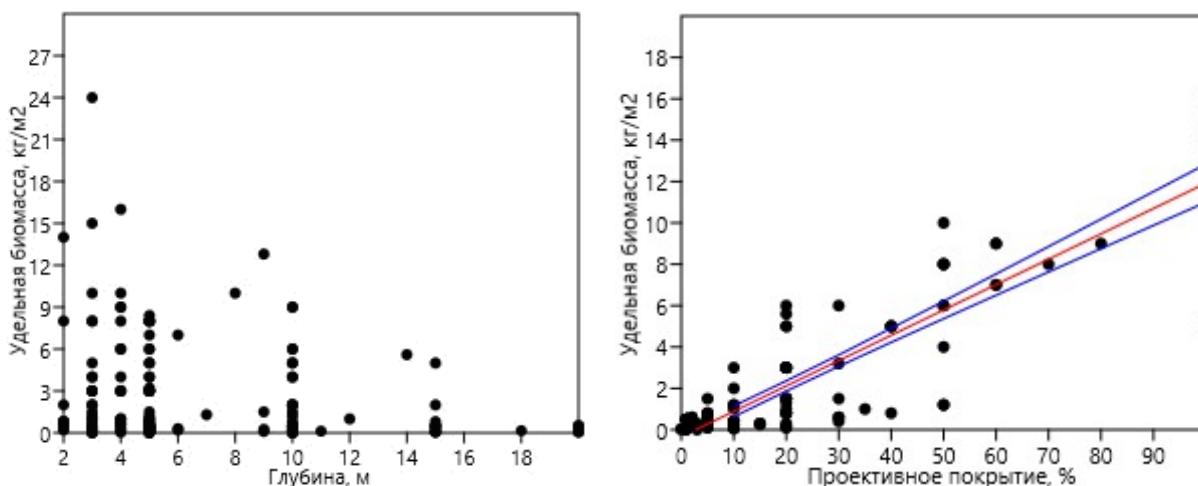


Рис. 2. Распределение УБМ сахарины японской по глубинам, с линией регрессии и доверительными интервалами (слева) и в зависимости от проективного покрытия (справа) по данным водолазной съемки 2010 г. в северо-западной части Татарского пролива

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

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

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

Определим, насколько связаны ПП и УБМ для сахарины японской и истолкуем статистические данные. Как и для других видов, образующих растительный покров на мелководьях (см. таблицу), угол наклона линии регрессии для зависимости ее ПП от УБМ статистически значимо отличается от нуля. Вероятность ошибки ( $p < 0,0001$ ) ничтожно мала. Таким образом, следует говорить, что зависимость объективно существует. Величина коэффициента детерминации высока, она означает, что выраженность растительного покрова на 80% зависит от фитомассы. Угловым коэффициентом равен 0,11 с доверительными границами 0,1 и 0,13. Исходя из этого, при 100% ПП расчетная величина средней УБМ равна 11 кг/м<sup>2</sup>, а истинная средняя с 95% вероятностью находится в пределах от 10 до 13 кг/м<sup>2</sup>. Очевидно, такой точности определения УБМ вполне достаточно для практических целей. Это позволяет использовать данные о ПП, полученные во время визуальных осмотров, для расчета величины промысловых запасов сахарины японской.

Таблица

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

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

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

В 2015 г. промысловые запасы сахарины японской были обнаружены на 16 участках общей протяженностью 80 км. Их площадь была оценена в 7,6 км<sup>2</sup>, средняя УБМ 8 кг/м<sup>2</sup>, промысловый запас 45 тыс. т. Объем промыслового запаса на отдельных участках составил от 200 до 6700 т, в среднем 2731 ± 369 т.

Целесообразно сравнить эти результаты с данными водолазной съемки 2010 г. [9]. Тогда, по уточненным данным, промысловый запас вида вдоль побережья района был оценен в 80 тыс. т. При этом, на обсуждаемом участке, от мыса Сюркум до бухты Аджима, на глубинах, доступных визуальному наблюдению, промысловые поселения были обнаружены на 13 участках общей протяженностью 58 км, суммарной площадью 5,5 км<sup>2</sup>. Средняя УБМ составила, как и в 2015 г., 8 кг/м<sup>2</sup>, промысловый запас также был оценен практически на одном уровне с 2015 г. – 46 тыс. т. Объем промыслового запаса на отдельных участках составил от 360 до 17750 т, в среднем 3512 ± 1411 т. Сравнение объемов промыслового запаса отдельных участков по данным водолазной и визуальной съемки показывает статистическую незначимость их различий ( $p = 0,11$ ).

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

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

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

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

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

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

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

## Литература

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



УДК 582.273:639.29.053(265.5)

**Н.В. Евсева**

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

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

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

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

**N.V. Evseeva**

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

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

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

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

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

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

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

поля превышала 25 км<sup>2</sup>, общий запас составлял около 100 тыс. т [3]. Удельная биомасса ориентировочно насчитывала 4 кг/м<sup>2</sup>. В 30-е годы японские ученые провели работы по определению продуктивности зарослей анфельции и выделили наиболее продуктивную зону в юго-восточной и восточной частях лагуны, а северную и западную ее части объявили заповедными. Промысел проводили исключительно в юго-восточной части, наиболее продуктивной. Подрыв ресурсов основного и наиболее продуктивного поля был очевидной ошибкой, что привело к снижению запаса анфельции в лагуне в 1943 г. до критических значений в 19 тыс. т и промысел был остановлен [4].

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

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

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

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

В зал. Измены на юге о. Кунашир расположено самое крупное по запасам поле анфельции. С мористой стороны залива и вдоль прибрежной полосы пласт анфельции удерживается мощными плотными зарослями морских трав (*Zosteramarina*, *Z. asiatica*). Границы их распространения на протяжении всего периода исследования не изменялись. Это своего рода каркас, сдерживающий пласт, не позволяющий в период прохождения штормов выбрасывать пласты анфельции на берег и уносить значительные части поля из залива. В зимний период площадь поля увеличивается, пласт рассеивается по акватории залива. В летний период пласт сжимается и подтягивается к берегу. За период исследований с 1989 г. минимальная площадь поля наблюдалась в период промысла анфельции в 1991 г. и в первый год окончания промысла (1994 г.), и составляла 21,75 и 22,62 км<sup>2</sup>, соответственно. Наибольшая площадь поля – 38,66 км<sup>2</sup> – была отмечена в 2004 г. По-видимому, оптимальной для залива является величина площади поля анфельции, ограниченная значениями 30–33 км<sup>2</sup>. В настоящее время площадь поля относительно стабильна и испытывает только флуктуационные изменения.

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

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

Средняя удельная биомасса анфельции прежде всего зависит от высоты пласта и от его сцепленности, т. е. рыхлости. Средняя удельная биомасса анфельции за период 1989–1993 гг. варьировала от 3,1 до 6,4 кг/м<sup>2</sup>, и, в целом, имела тенденцию к снижению. С 1994 г. при отсутствии промысла наблюдается постепенный рост ее значения (рис. 1). В 2015 г. средняя биомасса анфельции в зал. Измены составила 5,1 кг/м<sup>2</sup> и при отсутствии промысла держится на уровне 4–6 кг/м<sup>2</sup>.

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

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

За время изучения ценопопуляций анфельции неоднократно проводились эксперименты по разработке технологии ее воспроизводства. Изучали возможность образования пласта из отдельных фрагментов и интродукции водоросли в новые водоемы с подходящими условиями. Так, в 70-е годы завезли несколько тонн анфельции в оз. Птичье на юге Сахалина и в бухту Дельфин на о. Шикотан [11]. В первом случае водоросли погибли довольно быстро, т. к. не было учтено сильное опреснение озера и отсутствие связи с морем в зимний период. Что касается о. Шикотан, то здесь еще в 1989 г. мы наблюдали отдельные скопления анфельции общей площадью не более 50 м<sup>2</sup>, высотой пласта не более 5 см. При проведении нами последующих работ (2000–2006 гг.) анфельция в б. Дельфин не обнаружена. Вероятнее всего, при формировании

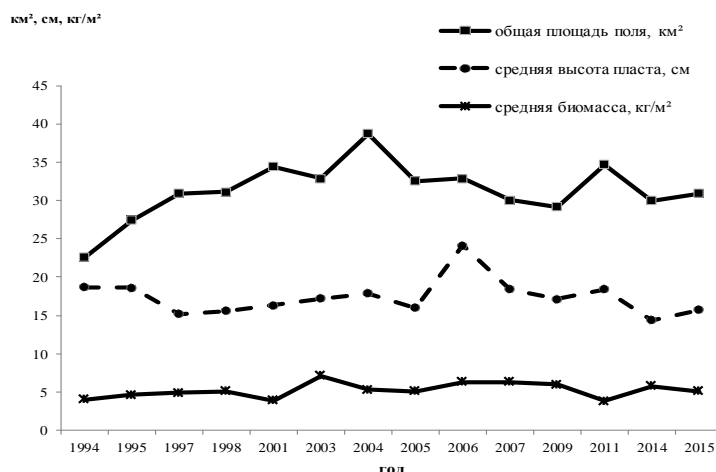


Рис. 1. Динамика основных параметров пласта анфельции в заливе Измены

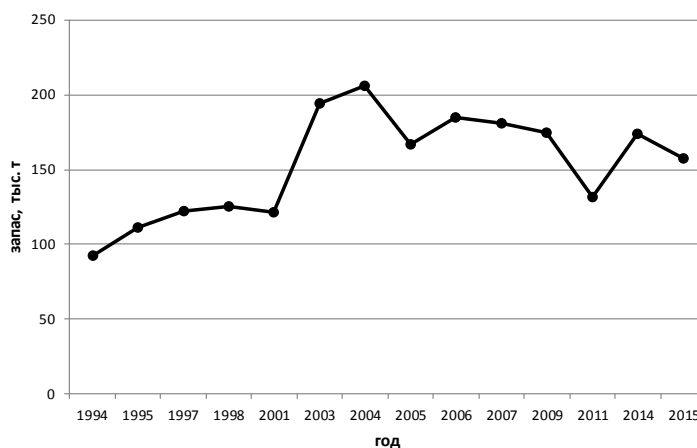


Рис. 2. Динамика общего запаса анфельции в зал. Измены (о. Кунашир) в период 1994–2015 гг.

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

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

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

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

### Литература

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

УДК 582.272.46(265.54)

**В.Н. Кулепанов, А.А. Ерышев**

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

### **СОСТОЯНИЕ ЗАРОСЛЕЙ БУРОЙ ВОДОРΟΣЛИ *SACCHARINA JAPONICA* В ПРИБРЕЖЬЕ ПРИМОРЬЯ**

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

**Ключевые слова:** бурые водоросли, ламинариевые, сахарина.

**V.N. Kulepanov, A.A. Eryshev**

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

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

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

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

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

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

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

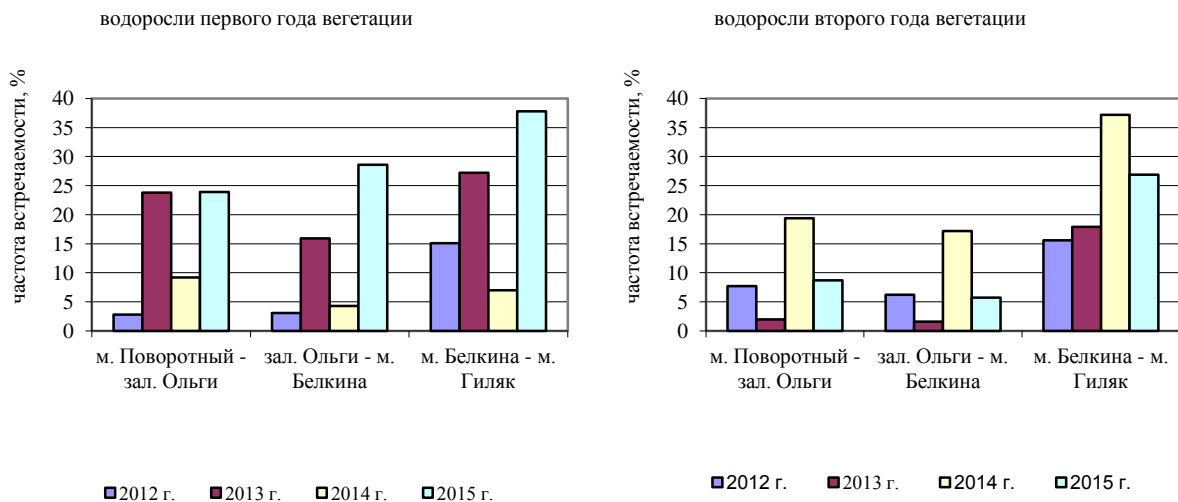


Рис. 1. Изменение частоты встречаемости сахарины на станциях в прибрежье Приморья в 2012–2015 гг.

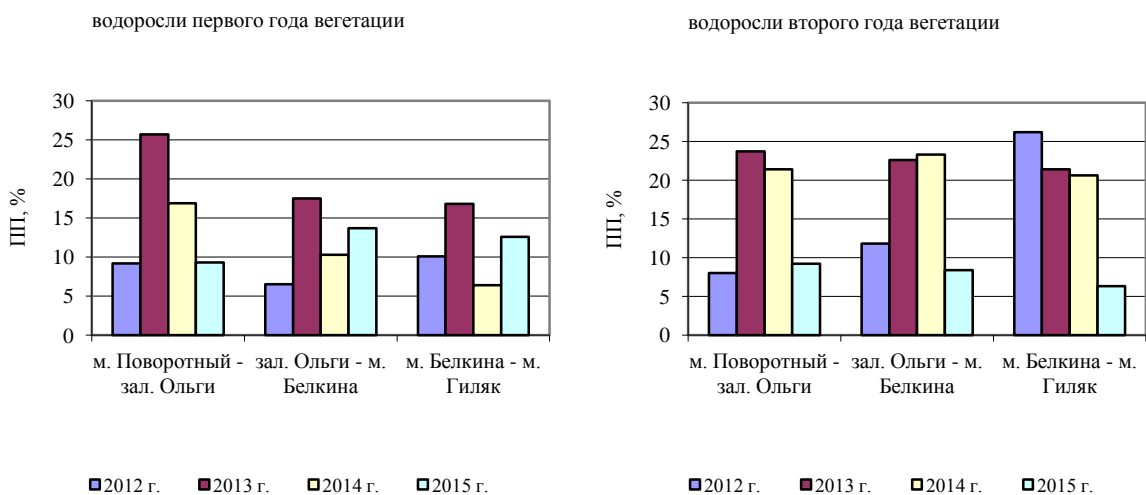


Рис. 2. Изменение средних значений проективного покрытия зарослей сахарины в прибрежье Приморья в 2012–2015 гг.

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

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



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

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

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

### Литература

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

УДК 639.2.081.117.31

**В.В. Макаров**

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

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ВЫВОДА БЕЗРАЗМЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ СЕТНОЙ СТЕНКИ КОШЕЛЬКОВОГО НЕВОДА**

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

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

**V.V. Makarov**

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

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

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

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

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

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



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

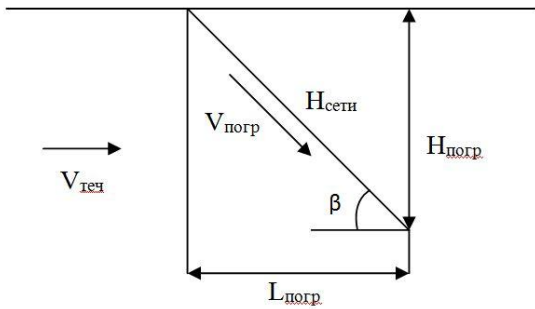


Рис. 1. Схема погружения стенки кошелькового невода:

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

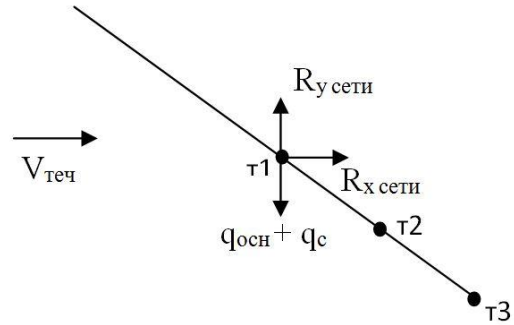


Рис. 2. Силы, действующие на стенку кошелькового невода при погружении:

$R_{хсети}$  – сопротивление сети (Н),  
 $R_{усети}$  – распорная сила сети (Н),  
 $\tau 1, \tau 2, \tau 3$  – момент погружения нижней подборы

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

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

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

К постоянным параметрам отнесем:

1) Сплошность  $F_0$ :

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

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

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

где  $q_c$  – вес сети в воде [Н],

$q_{осн}$  – вес оснастки в воде нижней подборы [Н].

3)  $a_2$  – коэффициент, характеризующий отношение:

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

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

4)  $a_3$  – коэффициент, характеризующий отношение:

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

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

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

Переменные величины:

5)  $\tau$  – относительное время погружения невода

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

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

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

6)  $v$  – относительная скорость

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

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

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

7)  $\lambda$  – относительная глубина погружения КН

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

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

8)  $\varphi$  – безразмерный вес оснастки нижней подборы [2]

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

9)  $\zeta$  – безразмерный вес в воде сети

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

10)  $\xi$  – безразмерная распорная сила сети

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

11)  $\psi$  – безразмерная сила плавучести оснастки верхней подборы сети

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

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

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

13)  $\omega$  – относительное расстояние по оси ОХ КН

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

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

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

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

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

Параметры  $\nu$  и  $\chi$  связаны между собой.

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

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

### Литература

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

УДК 639.371.12(571.6)

**В.Г. Марковцев**

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

## **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЛОСОСЕВОДСТВА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

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

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

**V.G. Markovtsev**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 1

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

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

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

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

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

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

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

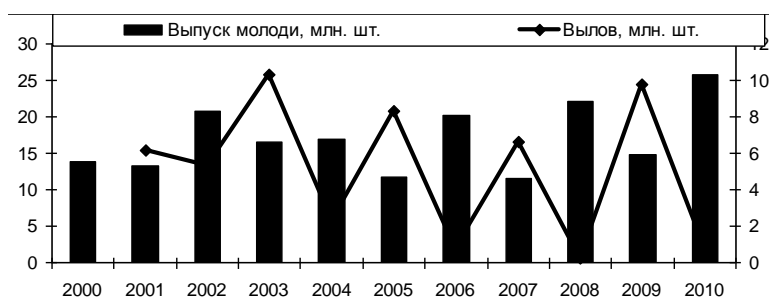


Рис. 1. Выпуск молоди горбуши заводами Аляски и возврат производителей

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

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

Таблица 2

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Литература

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



УДК 621.313.333

**А.А. Марченко, С.Ю. Труднев**

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

### **ИСПЫТАНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОД НАГРУЗКОЙ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

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

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

**A.A. Marchenko, S.U. Trudnev**

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

### **OPERATIONAL TESTING OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS UNDER LOADING**

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

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

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

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

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

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

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

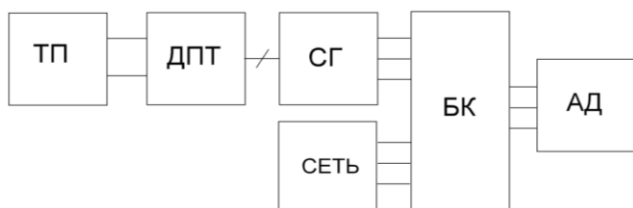


Рис. 1. Схема для проведения эксперимента с учетом рекуперации электроэнергии в сеть



Рис. 2. Связка двигатель – генератор

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

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

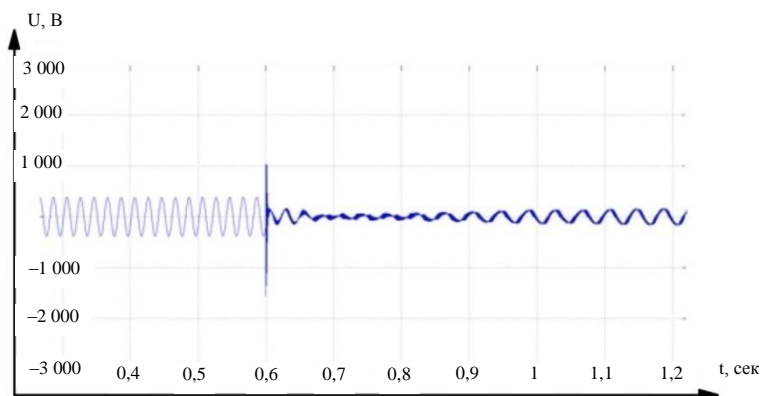


Рис. 3. Результаты компьютерного моделирования процесса ИИ

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

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

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

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

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

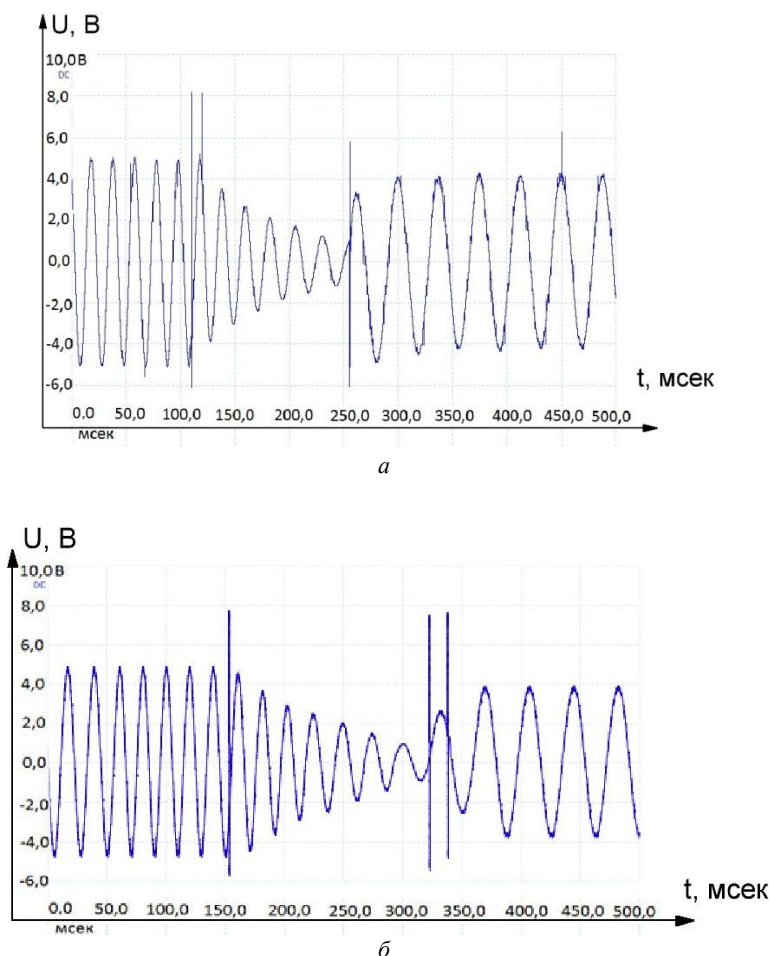


Рис. 4. Результаты проведения эксперимента при помощи:  
а) электронного ПЧ и б) «электромашиного» ПЧ

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

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

В результате проведения экспериментов можно сделать следующие выводы:

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

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

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

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

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

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

### **Литература**

1. *Герман-Галкин С.Г.* Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учеб. пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – С. 233–239.

2. *Вольдек А.И.* Электрические машины: Учеб. для высш. техн. заведений. – 3-е изд. – Л.: Энергия, 1978. – С. 510–514.

3. *Марченко А. А.* Моделирование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А. А. Марченко, Н. Н. Портнягин // *Соврем. проблемы науки и образования.* – Пенза, 2012. – № 6. – С. 125–125.

4. *Марченко А. А.* Исследование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А. А. Марченко, Н. Н. Портнягин // *Фундам. исслед.* – 2013. – № 1–2. – С. 408–412.

УДК 621.313.333

**А. А. Марченко, С. Ю. Труднев**

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

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ 4A132M4 ПОД НАГРУЗКОЙ**

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

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, мощность, номинальный ток, преобразователь частоты, момент, коммутация, частота напряжения.

**A.A. Marchenko, S.U. Trudnev**

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

### **DETERMINING VOLTAGE PARAMETERS OF THE ELECTRIC MOTOR 4A132M4 UNDER LOADING**

The article deals with the method of asynchronous electric motor loading without using additional loading. Change of voltage frequency influences directly on the torque of the machine and electric motor current. Considering these properties it is possible to receive average current and the torque which are equivalent to rated current and the torque. It is necessary when testing machines after repair. The mathematical model of the asynchronous electric motor with the possibility to change the parameters listed above has been developed by the authors to check this hypothesis. The study has taken up the challenge of determining voltage values corresponding to rated current of the electric motor.

**Key words:** asynchronous engine, power, rated current, frequency converter, torque, switching, voltage frequency.

Поломки современного асинхронного электропривода чаще всего напрямую связаны с выходом из строя самого асинхронного электродвигателя.

Частое изменение параметров машины вследствие изменения характеристик сети (несинусоидальные формы напряжения и тока), а также вследствие скачкообразного изменения нагрузок является наиболее частой причиной неисправности машины. Кроме того, причиной могут быть износ отдельных частей и ошибки технологии производства электрической машины.

По статистике на флоте рыбной промышленности Дальнего Востока около 32 % асинхронных электродвигателей подвергаются ремонту на судоремонтных предприятиях Владивостока, Петропавловска-Камчатского.

Как следствие судовладелец терпит убытки. Затраты на ремонт оборудования существенны (например, перемотка асинхронного двигателя мощностью 5–75 кВт в зависимости от модификации и исполнения обходится от 20 до 40 у.е./кВт), но проведение ремонта во время рейса свя-

зано с простым оборудованием, что в условиях промысла недопустимо. Кроме того, на большинстве судов не предусматривается оборудование для ремонта электродвигателей и отсутствует соответствующий персонал.

Своевременное определение неисправности электродвигателя может существенно уменьшить риск выхода всего электропривода и простоя судна в целом.

Наиболее перспективно проверять электрические машины под номинальным током, что соответствует работе машины под нагрузкой в составе электропривода. Во-первых, это позволит определять техническое состояние машины отдельно от исполнительного механизма электропривода, что позволит избежать поломки всей системы в случае неисправности электродвигателя. Во-вторых, проверка может проводиться на судоремонтном предприятии, где непосредственно осуществляется ремонт электродвигателей.

Для мониторинга технического состояния важно нагрузить машину, что соответствует получению номинального среднего тока и момента на валу.

Для получения процесса нагружения машины важно получить максимальный момент на валу не зависимо от его знака при ограниченном изменении скорости в силу законов механической прочности [1]. Это становится возможным при максимально быстром разгоне или торможении электродвигателя.

Известны способы регулирования частоты электродвигателей переменного тока. Самым перспективным является способ изменения частоты питающего напряжения. Для разгона наиболее подходящим является прямой пуск электродвигателя.

Напряжение сети при частотном регулировании с учетом закона Костенко для электропривода в современных преобразователях частоты может варьироваться в некоторых пределах с учетом этого, проведение испытаний электродвигателей под номинальным током требует как можно более точного нахождения оптимального значения как частот, так и напряжений. Ясно, что процессы, проходящие внутри системы при данном виде нагружения, отличаются от процессов в электроприводе. Можно утверждать, что с изменением напряжения в широких пределах, возможно получение режима более схожего с нагрузочным по значениям токов и моментов электродвигателя. Применение данного подхода к проектированию преобразователя частоты обуславливает использование специального преобразователя частоты с определенными параметрами напряжения для определенного типа электродвигателя. С другой стороны, автоматизация процесса испытаний является необходимой в условиях существующей проблемы технического состояния флота и его постоянного ухудшения.

Кроме того выявление оптимального режима нагружения позволит избежать аварийного режима, так как в тепловом соотношении при слишком больших токах данный режим является опасным и приведет к постепенному выгоранию статорных обмоток. Применение взаимной нагрузки исключает аварийный режим, так как двигатель работает при своих номинальных характеристиках. При существенном несовпадении номинальных данных с полученными в ходе испытаний делается вывод о неисправностях данного электродвигателя. В режиме испытаний с применением искусственного нагружения в условиях переключения с периодичностью в доли секунды визуальное определение неблагоприятного режима может быть проблематичным. Несовпадение номинальных данных и полученных в ходе испытаний с искусственной нагрузкой может свидетельствовать как о неисправности самого двигателя, так и введения электродвигателя в аварийный режим.

В настоящее время эта область является неисследованной. Основной задачей исследования являлось определение оптимального значения пониженной частоты напряжения. Для определения оптимального напряжения проводились эксперименты на всем диапазоне частот с пошаговым уменьшением напряжения для каждой частоты для разработанной модели в программе Simulink [2] (рис. 1).

Результаты экспериментов для электродвигателя 4A132M4 приведены в таблице 1. В первой строке записано отношение  $U/U_n$ , где  $U_n$  – номинальное напряжение,  $U_0$  – уменьшенное в ходе эксперимента напряжение. Во второй строке указано значение напряжения в вольтах. В третьей строке указан средний ток для каждого значения напряжения. В первом столбце соотношение  $U/U_0$  соответствует соотношению  $U/f = \text{const}$ . Далее в рамках эксперимента увеличивалось соотношение  $U/U_0$ , соответственно уменьшалось рабочее напряжение для заданной частоты сети [3].

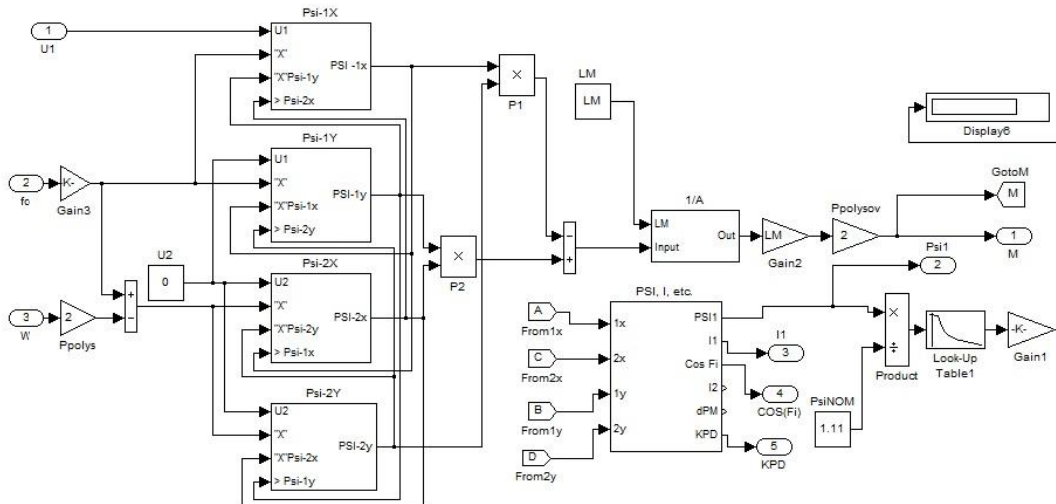


Рис. 1. Модель в Simulink

Таблица 1

**Значения среднего тока при различных частотах напряжения электродвигателя 4A132M4**

Для частоты 24 Гц

U/U <sub>0</sub>	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
U, В	172	165	158	152	123	119	115
I <sub>ср</sub> , А	19,01	19,49	19,80	20,31	20,72	21,12	21,58

Для частоты 25 Гц

U/U <sub>0</sub>	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
U, В	172	165	158	152	146	141	139
I <sub>ср</sub> , А	19,35	19,78	20,07	20,22	20,80	21,14	21,32

Для частоты 26 Гц

U/U <sub>0</sub>	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
U, В	165	158	152	146	141	139	131
I <sub>ср</sub> , А	20,06	20,33	20,64	21,19	21,52	21,87	22,15

Далее для более наглядной демонстрации результатов эксперимента по данным таблицы построены соответствующие графики, представленные на рис. 2.

При сравнении полученных зависимостей тока электродвигателя от напряжения можно сделать вывод, что для получения номинального тока электродвигателя данный способ может быть приемлемым. При проведении экспериментов [4] на ряде электродвигателей серии 4А мощностями от 1,1 до 11 кВт видно, что оптимальное значение среднего тока, сравнимое с номинальным значением попадает в пределы от 22 до 24 Гц при пониженном значении напряжения около 160 В. Полученное значение следует использовать при выборе или проектировании преобразователя для проведения испытаний электродвигателя под нагрузкой.

В ходе исследования была выполнена поставленная задача, а именно для определения параметров преобразователя частоты были выявлены значения напряжения, соответствующие номинальному току электродвигателя.

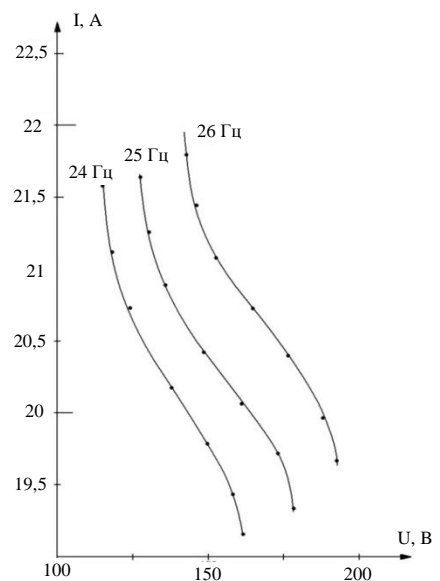


Рис. 2. Зависимость среднего тока электродвигателя серии 4A132M4 от напряжения различных частот

После проведения эксперимента нескольких электрических двигателях серии 4А различной мощности можно сделать вывод о схожести параметров частоты и напряжения для получения номинального среднего тока. Это объясняется зависимостью тока двигателя от электромагнитного момента. Из этого следует, что при проектировании системы испытаний можно использовать средние промежуточные данные для целого ряда асинхронных электродвигателей.

### **Литература**

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



УДК 639.3.06:519.6

**А.А. Недоступ, А.О. Ражев**

<sup>1</sup>*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ САДКА ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ ПРИ ТРЕХМЕРНОЙ ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ**

В данной статье описана математическая модель сетной части цилиндрического садка погружного типа без учета течения и волнения. В конце статьи представлены результаты моделирования компьютерной программы, созданной на основе описанной математической модели в виде трехмерной геометрической формы сетной части садка. Расчетные силы натяжений в нитках садка представлены цветом по цветовой шкале HSV.

**Ключевые слова:** садок аквакультуры, математическая модель, математические зависимости, компьютерная программа.

**A.A. Nedostup, A.O. Raghev**

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

### **MATHEMATICAL MODELING OF THE CAGE OF INDUSTRIAL AQUACULTURE IN THREE-DIMENSIONAL PROBLEM STATEMENT**

This article describes the mathematical model of the netting of the cylindrical submersible cage of industrial aquaculture without movement and wave action. At the end of the article the results of the simulation computer program created on the basis of the mathematical model described in the form of three-dimensional geometric shape of the cage of industrial aquaculture are presented. Calculated tension forces in the thread cage of industrial aquaculture are presented in coloring according to the color chart HSV.

**Key words:** cage of industrial aquaculture, mathematical model, mathematical relationships, computer program.

За последние десятилетия стало ясно, что потребность мирового сообщества в морепродуктах не может быть удовлетворена только за счет добычи водных организмов. В связи с этим все больше возрастает роль аквакультуры в обеспечении населения земного шара морепродуктами.

Изучению гидродинамических характеристик садков и садковых линий, а также систем удержания уделяется серьезное внимание в таких странах как Китай, Норвегия, Франция, США и др. В настоящее время одним из наиболее распространенных типов предприятий аквакультуры являются садковые рыбоводные хозяйства или садковые хозяйства индустриальной аквакультуры. Садок для выращивания рыбы является одним из основных элементов промышленного рыборазведения. Садки для разведения рыбы обеспечивают оптимальные условия развития мальков и полноценного роста здоровых особей вплоть до обретения ими товарного веса. Они имеют достаточно простую конструкцию и представляет собой канатно-веревочное изделие из капроновой латексированной сетки, специально предназначенной для выращивания рыбы. Для придания конструкции оптимальной формы используется каркас. Именно такое оборудование для выращивания рыбы получило название садок аквакультуры.

Размер и форма садков может быть разнообразными. Выбирать их необходимо, опираясь на климатические условия конкретного региона, а также характеристики водоема и, конечно,



Рис. 1. Садковая линия

виды выращиваемых рыб. На данный момент рыбоводы всего мира в большинстве случаев отдают предпочтение цилиндрическим, круглым, прямоугольным и восьмигранным рыболовным садкам.

Рассмотрим математические зависимости, связывающие силовые и геометрические характеристики сетной части садка [1–6].

Цилиндрический садок погружного типа (рис. 1) имеет шаг ячеи  $a$ , а нить сети обладает определенным модулем упругости  $E$ , значение которого известно.

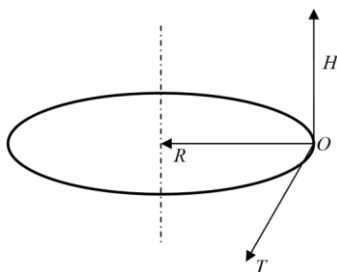


Рис. 2. Оси системы координат

На рис. 2 изображены оси системы координат.

На рисунке 2 использованы следующие обозначения:

$OR$  – радиальная, направлена от точки окружности к ее центру;

$OH$  – осевая, направлена вверх параллельно оси;

$OT$  – касательная, параллельна касательной, проходящей через точку окружности.

Приведем математические зависимости, связывающие геометрические характеристики сети садка (рис. 3–5):

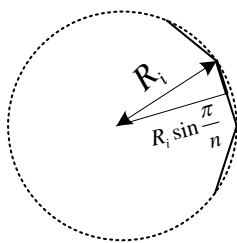


Рис. 3. Ряд  $i$

$$a_{R_i} = R_i \cos \frac{\pi}{n} - R_{i+1}, \quad (1)$$

$$a_{T_i} = R_i \sin \frac{\pi}{n}, \quad (2)$$

$$a_i^2 = a_{0_i}^2 \left( 1 + \frac{4T_i}{\pi E d^2} \right), \quad (3)$$

$$a_i^2 = a_{T_i}^2 + a_{H_i}^2 + a_{R_i}^2, \quad (4)$$

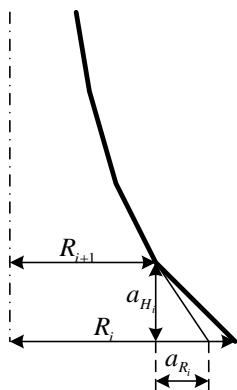


Рис. 4. Сечение вдоль оси  $OH$

где  $a_{0_i}$  – длина нити  $i$ -того ряда до деформации;  $a_i$  – длина нити  $i$ -того ряда после деформации;  $a_{R_i}$ ,  $a_{H_i}$ ,  $a_{T_i}$  – проекции нити на оси;  $R_i$  – радиус описывающей окружности  $i$ -го ряда (координата  $R$ );  $n$  – количество ячеек по окружности;  $i$  – номер ряда,  $i = [0 \dots 2m]$ , где  $m$  – количество ячеек по высоте;  $E$  – модуль упругости нитки;  $d$  – диаметр нитки;  $T_i$  – сила натяжения нити  $i$ -го ряда.

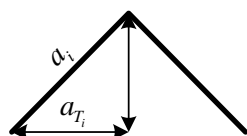


Рис. 5. Часть ячейки ряда  $i$

Опишем зависимости, связывающие силовые характеристики ячеек сетной части садка (см. рис. 6 и 7):

$$F_{H_i} = 2T_i \frac{a_{H_i}}{a_i} - \left( \frac{G}{n} + 2 \sum_{j=0}^{i-1} q_j \right) = 0, \quad (5)$$

$$T_i \frac{a_{H_i}}{a_i} = T_{i+1} \frac{a_{H_{i+1}}}{a_{i+1}}, \quad (6)$$

по оси  $OR$ :

$$T_i \frac{a_{R_i}}{a_i} = T_{i+1} \frac{R_{i+1} - R_{i+2} \cos \frac{\pi}{n}}{a_{i+1}}, \quad (7)$$

где  $G$  – вес в воде основания садка;  $q_j$  – вес в воде нити  $j$ -го ряда;  $F_{H_i}$  – осевая проекция результирующей силы, приложенной к узлу  $i$ -го ряда.

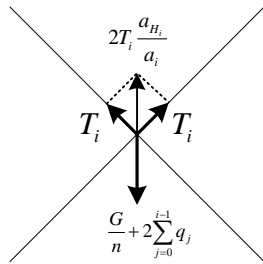


Рис. 6. Проекция сил на ось  $OH$ , действующих на узел

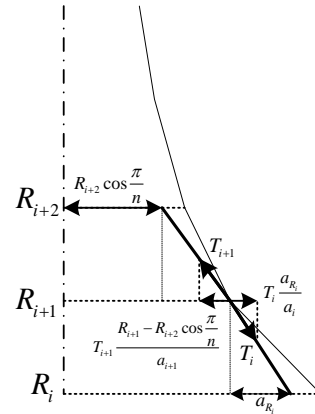


Рис. 7. Проекция сил на ось  $OR$ , действующих на узел

Составим систему уравнений при искомым неизвестных:

$$R_1, \dots, R_{2m-1}, a_{H_0}, \dots, a_{H_{2m-1}}, T_0, \dots, T_{2m-1}.$$

Для сети получаем  $6m-1$  неизвестных. Подставляя (1)–(3) в (4) получаем одно уравнение, связывающее геометрические характеристики (для каждого ряда). Для сети получаем  $2m$  таких уравнений. Подставляя (6) в (5) получаем одно уравнение, связывающее осевые силовые характеристики (для каждого ряда) и одно уравнение (7), связывающее радиальные силовые характеристики, для каждого ряда, кроме верхнего. Для сети получаем  $4m-1$  таких уравнений. В результате получаем систему из  $6m-1$  уравнений с  $6m-1$  неизвестными. Зная для каждого ряда  $R$  по формулам (1) и (2) находим  $a_T$  и  $a_R$ .

Приведем результаты имитационного моделирования. На рис. 8 изображены трехмерные формы садков. Спектр цвета отображает силу натяжения в нитках. Входными параметрами для моделирования являются:  $a = 50$  мм;  $q = 0,0006$  Н;  $d = 2$  мм;  $E = 1,1$  ГПа;  $D_1 = 14$  м – диаметр верха садка;  $D_2 = 14$  м – диаметр основания садка;  $n = 650$  яч;  $m = 60$  яч;  $G = 1000$  Н.

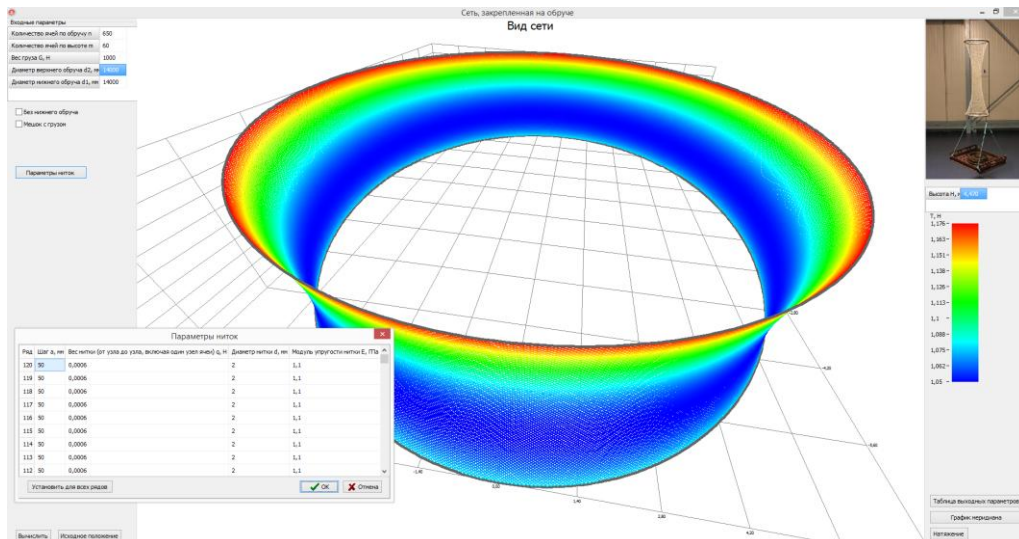


Рис. 8. Трехмерная форма цилиндрического садка

Предложенная математическая модель позволяет определить силовые и геометрические характеристики сетной части круглого погружного садка по его известным параметрам, полученным по результатам расчета основных параметров без учета течения и действия волнения.

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

### Литература

1. Недоступ А.А. Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Моногр. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 280 с.
2. Недоступ А.А., Наумов В.А., Ражев А.О., Бельх А.В. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч.I: Моногр. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 253 с.
3. Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства / М.М. Розенштейн. – М.: Колос, 2009. – 394 с.
4. Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши): Учеб. пособие. – 2-е изд. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 530 с.
5. Недоступ А.А. Обоснование метода расчета сетных орудий рыболовства на основании дискретной модели // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации Фридмана Александра Львовича и 95-летию со дня основания кафедры промышленного рыболовства. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ». 2010. – С. 266–275.
6. Недоступ А.А. Дискретная модель рыболовной сети // Известия КГТУ. – 2010. – № 18. – С. 255–261.

УДК 639.2.081.113:519.6

**А.А. Недоступ, А.О. Ражев**

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

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАВНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНОЙ МОДЕЛИ В ДИНАМИКЕ**

В данной статье описана композитная математическая модель динамики ставной разноглубинной сети, закрепленной за оттяжки и поводцы при помощи якорей в условиях волнения, основанная на дискретной модели взаимодействующих частиц и волновой модели Стокса-Релея. В конце статьи представлены результаты моделирования компьютерной программы (геометрия сети в проекции с информацией о силовых характеристиках в цветовой системе HSB), созданной на основе описанной математической модели.

**Ключевые слова:** ставная сеть, математическое моделирование, волновая модель, динамика, модель взаимодействующих частиц.

**A.A. Nedostup, A.O. Raghev**

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

### **MATHEMATICAL MODELING OF FIXED GILL NET BASED ON DISCRETE MODEL IN DYNAMICS**

This article describes the mathematical model of the dynamics of fixed mid-water gill net attached to the backstays and snoods using anchors in waves. The model is based on the discrete model of interacting particles and Rayleigh-Stokes wave model. At the end of the article the results of computer program modeling (gill net geometry in the projection with information about load bearing characteristics in HSB color system) designed on the basis of the mathematical model are presented.

**Key words:** gill net, mathematical modeling, wave model, dynamics, model of interacting particles.

По принципу действия ставные сети относятся к объецаивающим орудиям рыболовства [1–3]. Ставные сети используются во внутренних и прибрежных водоемах Мирового океана. Они являются самыми распространенными и простыми по конструкции орудиями рыболовства. В зависимости от глубины постановки сети делятся на верховые, донные и разноглубинные (пелагические). По устройству ставные сети делятся на одностенные, двухстенные и трехстенные, рамовые, одностенные без нижней подборы, одностенные с пожилинами без подвязки к ним полотна, одностенные с пожилинами и подвязкой к ним сетного полотна, ромбовидные, упрощенные рамовые, с комбинированным набором шага ячеи по высоте полотна, с комбинированной посадкой по длине полотна.

Конструкция ставной сети состоит из сетной оболочки, посадочных нитей, верхней, нижней и боковых подбор, оснастки верхней подборы (плава), оснастки нижней подборы (загрузки), угловых огонов сети, оттяжек, поводцов, вешек и якорей. Чтобы предотвратить повреждение сети в условиях волнения при ее проектировании и в процессе эксплуатации необходимо знать возможные пиковые нагрузки на ее элементы, а также условия срыва якоря. Также необходимо рассчитать параметры сети и ее установки так, чтобы при различных скоростях течения ее форма в плане удовлетворяла условиям промысла, то есть имела уловистость.

Проектирование ставных сетей требует проведения колоссальных объемов вычислений, так как сеть состоит из огромного количества ячеей. Зачастую требуется изучить поведение натурального орудия рыболовства, что практически невозможно путем натурального эксперимента. Поэтому возникает необходимость в способах, позволяющих достаточно просто рассчитывать сложные системы, такие как ставные сети, состоящие из тысячи и более элементов.

С развитием вычислительной техники компьютер все больше приходит на помощь разработчикам орудий рыболовства и рыбакам. Применение персонального компьютера в качестве средств автоматизации проектирования и в процессе эксплуатации орудий рыболовства позволяет сократить общее время его разработки и установки, уменьшить количество ошибок.

Рассмотрим метод моделирования поведения ставной сети, находящуюся в потоке воды при наличии волнения. На верхней подбуре сети расположены оснастка и плав, нижняя подбуря подгружена. Ставная сеть закреплена при помощи горизонтальных и наклонных оттяжек к якорю.

Пусть поток воды направлен параллельно ее поверхности. В плоскости OXY (рис. 1) сечение сетного полотна представляет собой кривую линию. Применив метод конечных элементов разобьем эту кривую на несколько участков и заменим каждый участок прямолинейным отрезком. Чем больше разбиений, тем точнее будет математическая модель. Аналогично поступим с оттяжками и поводцами, представив их прямолинейным отрезком. Введем понятие узла как точку на конце отрезка. В результате получим ненаправленный односвязный граф, состоящий из множества вершин  $N$ , являющихся точками соединения отрезков (участков сетного полотна, поводцов и оттяжек) и множества ребер, замещающих отрезки.

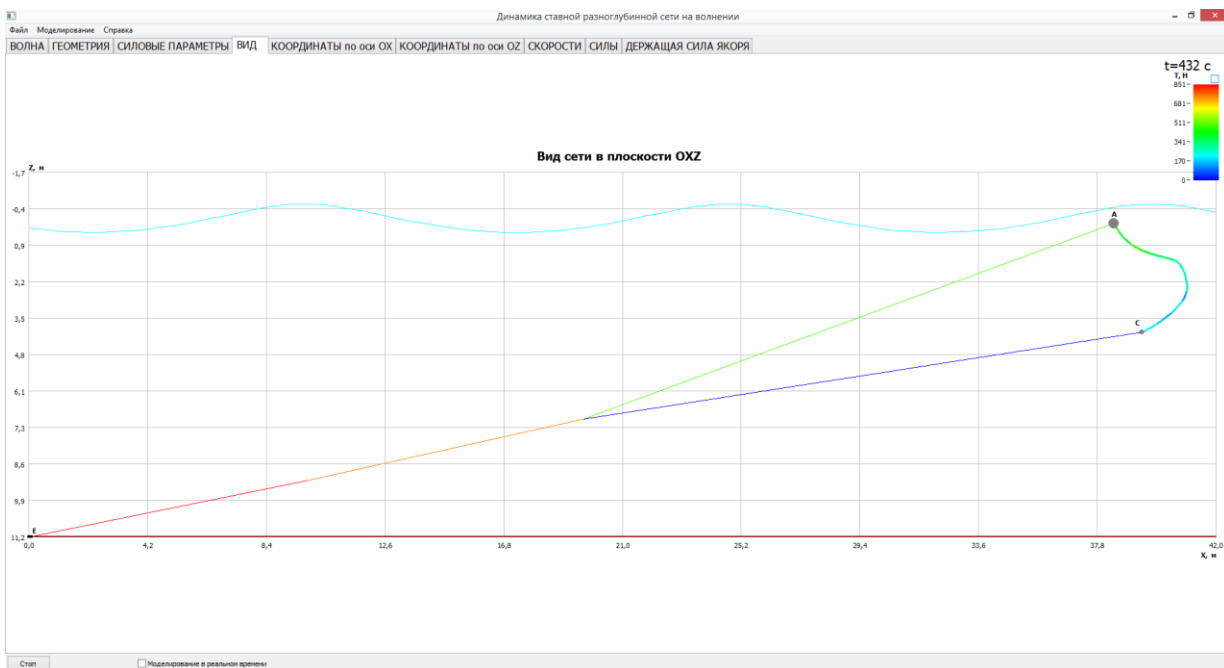


Рис. 1. Вид ставной сети в плоскости сечения

Сосредоточим массы и веса всех участков сети в узлах графа. Составим дифференциальные уравнения движения и определим начальные условия для каждого узла  $i \in N$  (1) [4]:

$$\begin{cases} \frac{d\bar{v}_i}{dt} = \bar{w}_i, & \bar{v}_i(0) = \bar{0} \\ \frac{d\bar{r}_i}{dt} = \bar{v}_i, & \bar{r}_i(0) = \bar{r}_i^0 \end{cases}, \quad (1)$$

где  $v_i$  – скорость узла  $i$ ;  $w_i$  – ускорение узла  $i$ ;  $r_i$  – координаты узла  $i$ ;  $r_i^0$  – начальные координаты узла  $i$ ;  $t$  – время процесса моделирования.

Ускорение для каждого узла определяется из уравнения (2):

$$m_i \overline{w}_i = \sum_{j \in N_i} \left( \frac{\overline{r}_j - \overline{r}_i}{|\overline{r}_j - \overline{r}_i|} \frac{T_{ij}}{|\overline{r}_j - \overline{r}_i|} - \frac{\overline{R}_{ij} + (0, G_{ij})}{2} \right) + \overline{F}_i, \quad (2)$$

где,  $m_i$  – сосредоточенная масса в узле  $i$  с учетом присоединенной массы;  $w_i$  – узловое ускорение в точке  $i$ ;  $R_{ij}$  – сила гидродинамического сопротивления, действующая на участок сети, оттяжку или поводец между узлами  $i$  и  $j$ ;  $G_{ij}$  – вес участка между узлами  $i$  и  $j$ ;  $r_i$  – координаты узла  $i$ ;  $r_j$  – координаты узла  $j$ ;  $T_{ij}$  – сумма сил натяжения всех ниток, пересекающих плоскость, проходящую через узлы  $i$  и  $j$  параллельно плоскости OXZ;  $F_i$  – дополнительная сила, зависящая от узла  $i$ ;  $N_i$  – множество всех узлов, смежных узлу  $i$  по ребру  $(i, j)$ .

Суммарная сила натяжений на участке  $(i, j)$  определяется из уравнения (3):

$$T_{ij} = \begin{cases} \left( \frac{|\overline{r}_j - \overline{r}_i|}{L_{ij}} - 1 \right) E_{ij} A_{ij} \text{ if } |\overline{r}_j - \overline{r}_i| > L_{ij} \\ 0 \text{ if } |\overline{r}_j - \overline{r}_i| \leq L_{ij} \end{cases}, \quad (3)$$

где,  $A_{ij}$  – сумма площадей поперечного сечения всех ниток, поводцов или оттяжек на участке  $(i, j)$  плоскостью, проходящей между узлами  $i$  и  $j$  параллельно плоскости OXZ;  $L_{ij}$  – длина участка  $(i, j)$  при  $T_{ij} = 0$  (без растяжения);  $E_{ij}$  – модуль упругости материала.

Найдем для каждого узла  $m_i$  и  $F_i$ , а для каждого участка  $G_{ij}$ ,  $R_{ij}$  и  $A_{ij}$ , и подставим их в уравнения (2) и (3). Массу, сосредоточенную в узле, и вес участка вычислим по формулам (4):

$$m_i = m_{0i} + \frac{1}{2} \sum_{j \in N_i} \left( (\rho_{ij} + \rho) V_{ij} \right), \quad G_{ij} = (\rho_{ij} - \rho) V_{ij} g, \quad (4)$$

где,  $\rho_{ij}$  – усредненная плотность ниток участка  $(i, j)$ ,  $\rho$  – плотность воды,  $V_{ij}$  – объем ниток участка  $(i, j)$ ,  $m_{0i}$  – собственная масса (с учетом присоединенной массы [8]) узла  $i$  без участков.

Для нижней подборы дополнительная сила и собственная масса находятся по формулам (5):

$$\overline{F}_i = -\overline{(0, 2G_{nau_x})} - \overline{e}_i R_G, \quad m_{0i} = \frac{2nau_x G (\rho_G + \rho)}{(\rho_G - \rho) g}, \quad (5)$$

где,  $G$  – погонный вес в воде нижней подборы;  $n$  – количество ячеек по верхней подборе;  $u_x$  – посадочный коэффициент по верхней подборе;  $a$  – шаг ячеек;  $R_G$  – сила гидродинамического сопротивления участка нижней подборы;  $e_i$  – единичный вектор, имеющий направление скорости перемещения узла  $i$  относительно потока воды;  $\rho_G$  – усредненная плотность нижней подборы.

Для верхней подборы дополнительная сила и собственная масса находятся по формулам (6):

$$\overline{F}_i = \overline{(0, 2Qnau_x)} - \overline{e}_i R_Q, \quad m_{0i} = \frac{2nau_x Q (\rho_Q + \rho)}{(\rho - \rho_Q) g}, \quad (6)$$

где,  $Q$  – погонная плавучесть верхней подборы;  $R_Q$  – сила гидродинамического сопротивления участка верхней подборы;  $\rho_Q$  – усредненная плотность верхней подборы.

Для якоря дополнительная сила и собственная масса находятся по формулам (7):

$$\overline{F}_i = -\overline{(0, G_H)} - \overline{(F_{jH}, 0)}, \quad m_{0i} = \frac{G_H (\rho_{GH} + \rho)}{(\rho - \rho_{GH}) g}, \quad (7)$$

где,  $G_H$  – вес в воде якоря;  $F_{jH}$  – сила удержания якоря;  $\rho_{GH}$  – плотность якоря.

Для остальных узлов примем:  $F_i = 0$ ;  $m_{0i} = 0$ .

Для вычисления силы гидродинамического сопротивления  $R_{ij}$  используются эвристические зависимости [6].

Геометрические характеристики участков сетного полотна (8):

$$L_{ij} = 2ma\sqrt{1-u_x^2}, \quad A_{ij} = 2n\frac{\pi d^2}{4}, \quad S_{ij} = 4nmad, \quad V_{ij} = \frac{\pi}{4} S_{ij} d, \quad F_o = \frac{d}{au_x \sqrt{1-u_x^2}}, \quad (8)$$

где,  $d$  – диаметр ниток;  $m$  – количество ячеек по боковой подборе;  $F_o$  – сплошность.

Геометрические характеристики оттяжек (9):

$$A_{ij} = \pi d_{ij}^2 / 4, \quad V_{ij} = A_{ij} L_{ij}, \quad S_{ij} = L_{ij} d_{ij}, \quad (9)$$

где,  $d_{ij}$  – диаметр оттяжки;  $L_{ij}$  – длина оттяжки.

Рассчитаем гидродинамическую силу нижней и верхней подбор как для цилиндра, применив эмпирические зависимости (10):

$$R_G = \frac{1}{2} b_1 k_{1G} \left( \frac{d_G |\bar{v}_0 - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_0 - \bar{v}|^2 \rho d_G (2anu_x), \quad k_{1G} = \frac{1}{1 + (d_G / (2anu_x))^{1/3}}, \quad (10)$$

$$R_Q = \frac{1}{2} b_1 k_{1Q} \left( \frac{d_Q |\bar{v}_{k-1} - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_{k-1} - \bar{v}|^2 \rho d_Q (2anu_x), \quad k_{1Q} = \frac{1}{1 + (d_Q / (2anu_x))^{1/3}},$$

где  $d_G$  – диаметр нижней подборки;  $d_Q$  – диаметр верхней подборки;  $b_1 = 4,2$  – коэффициент для шестипрядных полиэтиленовых канатов [7,8];  $k_{1G}$ ,  $k_{1Q}$  – поправочные коэффициенты, определяющие удлинение цилиндра.

Сила удержания якорей (11):

$$F_f = \begin{cases} \text{sgn}((\bar{v}_G - \bar{v})_x) f F_y & |F_y| < 0 \\ 0 & |F_y| \geq 0 \end{cases}, \quad F_{i,y} = \left( \sum_{j \in [1,k]} \left( \frac{\bar{r}_j - \bar{r}_i}{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|} \frac{T_{i,j}}{2} - \frac{\bar{R}_{i,j} + \overline{(0, G_{i,j})}}{2} \right) + \bar{F}_i \right)_y, \quad (11)$$

где,  $F_{i,y}$  – проекция на ось ОУ равнодействующей сил за вычетом силы трения, приложенных к якорю;  $f$  – коэффициент держачей силы;  $v_G$  – абсолютная скорость якоря;  $r_i$  – координаты якоря. При волнении и в условиях шторма граница раздела вода-воздух (профиль волны) изменяется во времени.

Учитывая вышесказанное для определения сил взаимодействия ставной сети с внешней средой необходимо найти:

- 1) мгновенное значение вектора скорости течения в произвольной точке пространства и времени (поля скорости течения);
- 2) профиль волны в произвольное время.

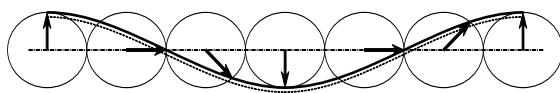


Рис. 2. Профиль волны, соответствующий модели Стокса-Релея

Рассмотрим волновую модель Стокса-Релея [10–12], имеющую место в условиях ограниченной глубины. В данной модели при волнении частицы воды движутся по эллиптическим траекториям. Профиль волны показан на рис. 2.

Размер полуосей эллипса определяется по формулам (12) [14]:

$$a_0(z_0) = \frac{h}{2} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\sinh(k \cdot H)}, \quad b_0(z_0) = \frac{h}{2} \cdot \frac{\sinh(k \cdot z_0)}{\sinh(k \cdot H)}, \quad (12)$$

где  $a_0$  – горизонтальная,  $b_0$  – вертикальная полуоси эллипса;  $h$  – высота волны;  $k = 2\pi/\lambda$ ;  $\lambda$  – длина волны;  $H$  – глубина места лова;  $z_0$  – высота от дна водоема;  $d_0 = 0.25\pi h^2 / \lambda$  – поднятие центра орбит, вызванное несимметричностью волны относительно линии, определяющей положение воды в покое [12].

Профиль волны в декартовых координатах ( $x; z$ ) определяется системой параметрических уравнений (13):

$$\begin{cases} x = R \cdot t_w + a_0 \cdot \sin t_w + ct \\ z = H + d_0 - b_0 \cdot \cos t_w \end{cases}, \quad c = \sqrt{g \cdot R} \tanh(k \cdot H) \quad (13)$$

где  $R = 1/k$ ;  $t_w$  – параметр;  $c$  – скорость распространения волны (17);  $t$  – время;  $g$  – ускорение свободного падения.



Вектор скорости воды ( $u;w$ ) в точке  $(x_0; z_0)$  является суммой трех составляющих (14):

$$(u;w) = (v;0) + (u_e;0) + (u_w;w_w), \quad (14)$$

где  $v$  – скорость вынужденного течения (приливно-отливное, речное);  $u_e$  – скорость волнового течения;  $u_w$  – горизонтальная и  $w_w$  – вертикальная составляющие скорости вращения воды, вызванного волной.

Скорость вращения воды ( $u_w, w_w$ ) вызванного волной, и скорость волнового течения  $u_e$  определяется системой параметрических уравнений (15) [7,13]:

$$\begin{cases} u_w = \frac{h \cdot g}{2 \cdot c} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)} \cdot \cos t_w \\ w_w = \frac{h \cdot g}{2 \cdot c} \cdot \frac{\sinh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)} \cdot \sin t_w \end{cases}, \quad u_e = u_{en} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)}, \quad (15)$$

где  $u_{en} = 0.25h^2k^2c$  – скорость ветрового течения на поверхности.

Скорость вынужденного течения [13] (16):

$$v = v_n \cdot \sqrt{1 - (0.57 + 3.3/C) \frac{(H - z_0)^2}{H^2}}, \quad (16)$$

где  $v_n$  – скорость вынужденного течения на поверхности;  $C$  – коэффициент формулы Шези.

По предложенной математической модели была разработана компьютерная программа моделирования поведения ставной разноглубинной сети на волнении и проведен численный эксперимент. При эксперименте были заданы следующие входные параметры:

- характеристики волны и места лова (рис. 3);
- геометрические характеристики сети: длина оттяжек и поводцов – 20 м, шаг ячеи – 150 мм, длина сети – 40 м, высота сети – 6 м,
- силовые характеристики сети: удельный вес сети –  $0.02 \text{ Н/м}^2$ , плавучесть оснастки верхней подборы –  $50 \text{ Н/м}$ , вес в воде нижней подборы –  $10 \text{ Н/м}$ , вес якоря –  $50000 \text{ Н}$ .

Результат моделирования компьютерной программы (геометрия сети в проекции с информацией о силовых характеристиках в цветовой системе HSB) показан на рис. 1; выходные характеристики и профиль волны показаны на рис. 3.

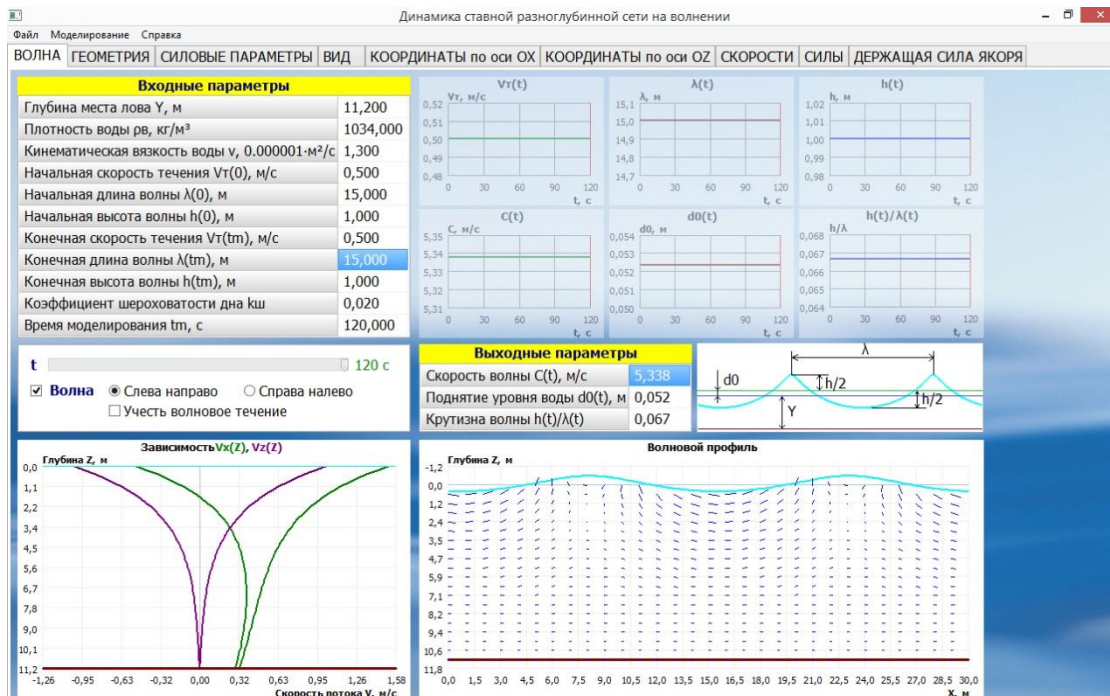


Рис. 3. Характеристики волны

Предложенная математическая модель позволяет определить его силовые и пространственно-временные характеристики ставной разноглубинной сети на волнении при неравномерном течении по ее известным параметрам, полученным по результатам расчета основных параметров. По разработанному методу расчета была создана компьютерная программа моделирования ставной разноглубинной сети на волнении при неравномерном течении.

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

### Литература

1. *Литвиненко А.И.* Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: Справочник. Орудия промышленного рыболовства Сибири и Урала / А.И. Литвиненко. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2003а. – Т. 2. – 186 с.
2. *Литвиненко А.И.* Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: Справочник. Орудия промышленного рыболовства южных районов Европейской части России / А.И. Литвиненко. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2003б. – Т. 3. – 248 с.
3. *Литвиненко А.И.* Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: Справочник. Орудия промышленного рыболовства центрального, северного и северо-западного районов Европейской части России / А.И. Литвиненко. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2004. – Т. 4. – 242 с.
4. *Недоступ А.А., Ражев А.О.* Моделирование динамических характеристик ставной сети. Рыбное хозяйство. – № 2. – 2013. – С. 97–99.
5. *Ламб Г.* Гидродинамика, пер. с англ. – М.; Л., 1947. – 929 с.
6. *Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О.* Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сб. тр. V междунар. науч.-практ. конф. «Инженерные системы - 2012». – М.: РУДН, 2012. – С. 27–31.
7. *Недоступ А.А.* Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Моногр. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 280 с.
8. *Недоступ А.А., Наумов В.А., Ражев А.О., Бельх А.В.* Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч. I: Моногр. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 253 с.
9. *Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О.* Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сб. тр. V междунар. науч.-практ. конф. «Инженерные системы – 2012». – М.: РУДН, 2012. – С. 27–31.
10. *Розенштейн М.М.* Проектирование орудий рыболовства / М.М. Розенштейн. – М.: Колос, 2009. – 394 с.
11. *Безруков Ю.Ф.* Колебания уровня и волны в Мировом океане: Учеб. пособие. – Симферополь: Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 2001. – 50 с.
12. *Судольский А.С.* Динамические явления в водоемах: Моногр. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 263 с.
13. *Чеботарев А.И.* Общая гидрология (воды суши): Учеб. пособие. – 2-е изд. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 530 с.

УДК 639.2/.3(470+571)

**Осипов Е.В.**

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
г. Владивосток, 690087  
e-mail: oev@mail.ru*

### **ВЕКТОР УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ В РОССИИ**

В работе рассматривается ситуация в рыбохозяйственной отрасли России на основе достаточно общей теории управления. Формируется вектор управления рыбохозяйственной отраслью, позволяющий в современных условиях, с учетом глобализации, обеспечить население потребностями в рыбной продукции на основе человеческой нравственности.

**Ключевые слова:** вектор управления, развитие рыбохозяйственной отрасли, потребности в рыбной продукции.

**Osipov E.V.**

*Far Eastern State Technical Fisheries University,  
Vladivostok, 690087  
e-mail: oev@mail.ru*

### **VECTOR CONTROL OF FISHERIES INDUSTRY IN RUSSIA**

The paper deals with the situation in the fisheries industry in Russia on the basis of a sufficiently general theory of management. Formed vector control allows fishing industry in the present conditions, in the context of globalization, to provide the population needs for fishery products on the basis of human morality.

**Key words:** vector control, development of fishing industry, fish production needs.

Нам нужны качественно иные подходы. Речь должна идти о принципиально новых природоподобных технологиях, которые не наносят урон окружающему миру, а существуют с ним в гармонии.

*В.В. Путин. Речь на генеральной ассамблее ООН  
28.09.2015 г.*

Управление в рыбном хозяйстве напрямую должна быть связана с экологией и в зависимости от существующих методологических подходов, хозяйственная деятельность является надсистемой экологии или является ее частью. В обоих случаях возникают задачи управления в достаточно широком представлении. Поэтому целью данной работы это определение вектора целей управления и выявление текущего состояния системы. В работах [1, 2] проведены исследования состояния системы управления рыболовства РФ с позиции достаточно общей теории управления (ДОТУ) [3], что позволило определить следующие тезисные выводы (на рис. 1 показана схема функционирования рыбохозяйственной отрасли РФ):

- 1а) вопросы экологии и возобновляемости биоресурсов исключены из управления;
- 2а) социальные вопросы в обществе поддерживаются за счет информации по оглашению, а фактически рынок рыбопродукции игнорирует социальные потребности населения;
- 3а) выловленная продукция России направляется на поддержание ресурсоустойчивости других стран.

Работы [1, 2] были опубликованы до заседания президиума Госсовета (19 октября 2015 г.) по вопросам развития рыбохозяйственного комплекса, где В.В. Путиным был сделан доклад по развитию рыбной отрасли РФ [4]. Поскольку доклад имеет свою внутреннюю логику, обусловленную концептуальным характером, поэтому для понимания видения концепции текст доклада сгруппируем по тематикам:

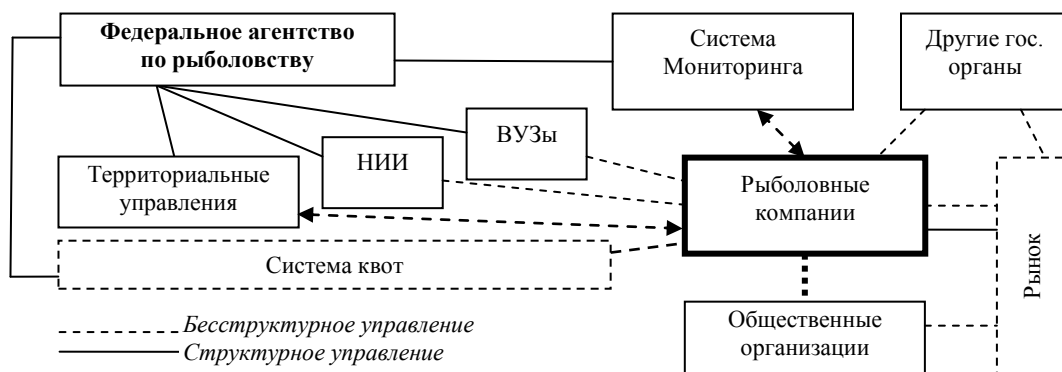


Рис. 1. Обобщенная схема функционирования рыбохозяйственной отрасли РФ

1) Информация социального характера – [4]: «Отмечу также, что **основной объём выловленной рыбы поставляется на экспорт в мороженом виде**, с низкой степенью переработки.», «**бизнес заточен на получение прибыли и работает там, где ему выгодно**. Однако ни нашу страну, ни её граждан абсолютно не устраивает, когда ассортимент и цены рыбы на внутреннем рынке определяются зарубежными поставщиками и ритейлерами, когда в рыбной отрасли **расплодилось разного рода рантье, использующие наши биоресурсы**, и когда почти **70 процентов доходов рыбодобывающих предприятий основано на экспорте сырья**.», «В результате рыбопромышленный сектор, безусловно, набрал солидный вес. Но проблема в том, что эти **достижения мало повлияли на укрепление продовольственной безопасности страны, развитие прибрежных территорий и смежных отраслей экономики**.», «Проблема обновления флота стояла также остро и восемь лет назад, **когда законодательно был закреплён исторический принцип распределения квот**. И было много разговоров, что этот подход станет стимулом для активного участия рыбопромышленников в строительстве новых траулеров. **Но эти надежды не оправдались**.», «Сегодня же мы значительно отстаем по всем этим позициям от наших конкурентов. **Так, уровень прибрежного рыболовства снизился за последние пять лет на 10 процентов**.»;

2) Информация фактологического характера – [4]: «**Износ отечественных судов приближается к критическим 90 процентам**, они не только экономически неэффективны, но и небезопасны для самих рыбаков.», «И вопрос, что будем делать дальше, на каких судах будем вылавливать рыбу через пять, десять лет, остро стоит.», «**Очевидно, что мы просто обязаны сами строить свои современные высокотехнологичные траулеры**. Ряд крупных рыбопромышленных компаний уже выразили готовность подключиться к решению этой задачи. Российские верфи ждут заказов от рыбаков.»

3) Информация как функция управления – [4]: «Рабочая группа Госсовета подготовила предложения, которые мы сегодня должны будем обсудить. Их основной смысл – стимулирование инвестиционной активности рыбодобывчиков и переработчиков путём **выделения под их расходы определённой доли квот на вылов**. Такое решение давно назрело, и подчеркну, что квоты в обмен на инвестиции будут работать не только на развитие смежных отраслей, на наполнение рыбой внутреннего рынка, но и в интересах самих рыбопромышленников. В конечном счёте эти вложения повлияют и на дальнейшее развитие их производств.»

Ответ на 1 и 2-ю группу тематик вопросов дано в работе [1]: «Система квот не стимулирует предприятия к обновлению флота, поскольку отсутствует реальная конкуренция между ними. Частный вектор управления не направлен на развитие машиностроения в области рыболовства, новых технологий добычи и переработки.». При введении существующей системы квот, был пример исторического закрепления квот в Исландии, где также большая часть рыбаков продала суда и сдаёт в аренду квоты (рантье). Важным выводом в докладе В.В. Путина, является ключевая фраза – [4]: «**Но эти надежды не оправдались**.» (это позволяет более четко понять, что устраивает и что требуется изменить в отрасли), однако в 3-ей группе тематике вопросов озвучены предложения рабочей группы Госсовета, которая на поставленный ключевой вопрос предложила, по сути, существующую систему, на которую опять нужно надеяться. Такая ситуация – это хорошо или плохо? – Это хорошо, почему:

1б) Существующая система квот будет доведена до абсурда (участники процесса ощутят важность изменения этой системы);

2б) Цикл интенсификации потребления со времени СССР приходит логический технологический конец;

3б) Для части участников этого процесса возникнет поиск новой концепции развития рыболовства.

Все это вызов для всех участников процесса, связанного с четким пониманием развития отрасли, однако остановимся на некоторых моментах:

1. Само построение нового высокотехнологичного флота потребует в существующей системе распределения квот выделять значительные биологические ресурсы или изымать их у других предприятий.

2. Смогут рыбаки выделить значительные ресурсы на постройку флота? Большинство рыбаков фактически располагают очень скромными ресурсами, привлечение финансовых средств из бюджета в современной экономической ситуации затруднительно. Банковская система России с высокими процентными ставками малопривлекательна, и не конкурентная по сравнению с иностранным капиталом, куда сейчас направлена большая часть рыбной продукции. Поэтому предприятиям придется сохранять на неопределенный срок свою экспортную направленность, чтобы обеспечить постройку новых судов, однако это противоречит задачам по насыщению отечественного рынка. Поэтому выиграют те компании, которые найдут возможности государственной поддержки, как будет устроена эта система, в дальнейшем скажется на бизнес процессах в отрасли. Поскольку из отрасли могут выбыть большая часть компаний или пройдет их поглощение, а сохранение существующей системы квот ускорит этот процесс (как начало процесса высказано В.В. Путиным в 3-й группе тематике вопросов [4]: «стимулирование инвестиционной активности рыбодобытчиков и переработчиков путём выделения под их расходы доли квот на вылов»).

Надо отметить, что создание таких объединений имеет ряд положительных факторов, и позволит создать адекватную развитию России систему управления рыболовством, с реальной информацией по вылову, производству и экспорту – что даст возможность управлять развитием отрасли и учитывать потребности бюджета государства и решить вопросы первой группы доклада (как завершения процесса высказано В.В. Путиным в 3-ей группе тематике вопросов [4]: «квоты в обмен на инвестиции будут работать не только на развитие смежных отраслей, на наполнение рыбой внутреннего рынка, но и в интересах самих рыбопромышленников»). Это все социальные вопросы общества, какова их реальная роль в управлении рыболовством в России? Как известно потребности населения и каждого индивидуума зависти от его нравственности, которая определяется им самостоятельно или под воздействием других факторов. Конечно, есть различные исследования, сколько надо потреблять индивиду в сутки белка, углеводов, различных аминокислот и т.д. В большинстве случаев все это укладывается в общую мировую политику подачи этих данных с учетом глобального развития всего населения земли. Однако поставленный В.В. Путиным и приведенный в эпиграфе вопрос, показывает, что Россия участвует в процессе глобализации, но цели ее и задачи отличны (основаны на других принципах) от других стран.

Вовремя противостояния СССР и США развитие шло в рамках неограниченного потребления ресурсов на это было направлено и отечественное рыболовство, связанное с интенсификацией и обеспечением максимального вылова, который был, достигнут в 1991 году (см. пункт 2б). Как показывает современная ситуация в США и с ним весь Запад, а также Восток (Китай, Япония, Корея и т.д.) продолжают развиваться в данном ключе (см. пункт 3а).

Поэтому состояние рыбной отрасли с учетом условий глобализации, дает возможность России, выбрать отличную концепцию развития рыболовства в соответствии с человеческой нравственностью, направленную на удовлетворение потребностей каждого человека в России в рыбной продукции, что позволит реализовать природоподобные технологии.

### Литература

1. *Осинов Е.В.* Мнение по статье В.М. Борисова «об «устойчивом» рыболовстве и «управлении» морскими рыбопромысловыми запасами (на примере трески Баренцева моря)» и взгляде В.П. Шунтова на статью // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 6. – С. 62.

2. *Осинов Е.В.* Вопросы управления в рыбном хозяйстве// Программа и материалы Научной конференции, посвященной памяти академика В.Л. Касьянова, ИБМ ДВО РАН. – Владивосток, 2015. – С. 37–39.

3. Достаточно общая теория управления / Санкт-Петербургский гос. ун-т. – 2003. – 419 с.

4. Заседание президиума Госсовета по вопросам развития рыбохозяйственного комплекса [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/50524> (дата обращения: 12.02.2016)

УДК 597.552.51(282.257.41)

**А.А. Полин, А.Н. Пашков**

*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»,  
Краснодар, 350040  
e-mail: pollverfall@mail.ru*

**РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ОСНОВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОРБУШИ (*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*) ИЗ ДВУХ РЕК ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ**

В работе представлены результаты сравнительного анализа основных биологических показателей (длина по Смиуту, масса тела, коэффициенты упитанности, коэффициент зрелости, гонадо-соматический индекс) производителей горбуши из двух соседних рек Западной Камчатки – Большая Воровская и Колпакова. Установлено отсутствие статистически достоверных отличий между этими группами рыб по средним значениям всех указанных признаков, что позволяет подтвердить выдвинутое ранее предположение об их принадлежности к единой популяции.

**Ключевые слова:** горбуша, производители, длина по Смиуту, масса тела, коэффициент упитанности, коэффициент зрелости, гонадо-соматический индекс.

**A.A. Polin, A.N. Pashkov**

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

**COMPARATIVE ANALYSIS RESULTS OF BASIC BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PINK SALMON (*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*) SPAWNERS FROM TWO RIVERS OF WESTERN KAMCHATKA**

This article presents the results of the comparative analysis of the basic biological parameters of pink salmon spawners from two neighboring rivers of western Kamchatka. These rivers are the Bolshaya Vorovskaya and the Kolpakova. Statistically significant differences between these groups of fish on the average of all of these features are absent. This fact can confirm the suggestion put forward earlier that they belong to a single population.

**Key words:** pink salmon, spawners, median length, body weight, condition factor, maturity factor, gonado-somatic index.

Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum, 1792) – эпипелагический арктическо-бореальный вид, самый многочисленный представитель рода тихоокеанские лососи [1]. Изучению различных сторон её биологии посвящено множество работ. При этом в последние годы акцент в изучении горбуши всё больше переносится с исследований общебиологических особенностей вида на популяционный и внутривидовой уровень. Как указывают в одной из своих работ А.Н. Макоедов и О.Н. Кожемяко [2], у тихоокеанских лососей именно популяция, как наиболее мелкая самовоспроизводящаяся группировка вида, должна быть объектом изучения, сохранения и хозяйственного использования.

У проходных лососевых рыб, воспроизводящихся в близко расположенных обособленных пресных водоёмах, часто наблюдается синхронность динамики численности подходов производителей из моря к устьям, а также их сходство по ряду популяционных характеристик [3, 4]. Предполагают, что такие соседствующие локальные стада могут являться компонентами структур более высокого иерархического уровня – т. н. популяционных систем [2].

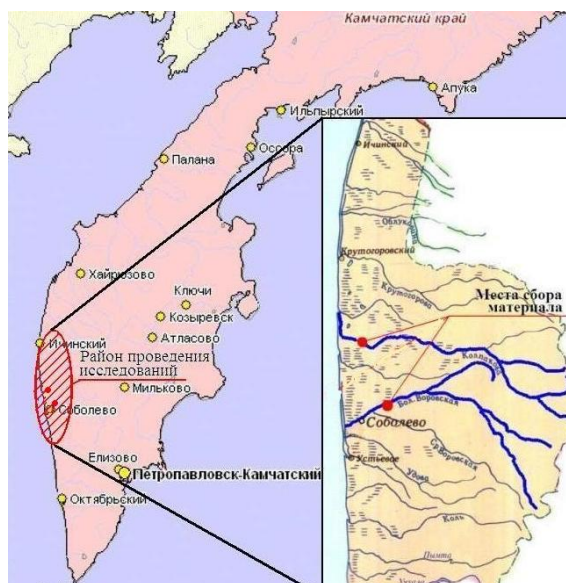
Объектом данного исследования являлись производители горбуши из двух западнокамчатских рек – Большой Воровской и Колпакова, устья которых находятся на расстоянии около 40 км друг от друга (рис.).

Ранее нами было показано [5], что хотя комплекс пластических признаков позволяет с достаточно высокой степенью точности разделить производителей горбуши из двух указанных водотоков, в каждом из них присутствуют особи с комплексом признаков морфотипа, характерным для соседней реки. При этом низкий уровень отличий производителей горбуши из рек Большая Воровская и Колпакова по средним значениям пластических признаков позволяет предположить, что они принадлежат к единой популяции [6].

Целью настоящего исследования являлось сравнительное изучение основных биологических характеристик производителей горбуши из рек Большой Воровской и Колпакова.

Производителей отлавливали после захода в реки с помощью закидного невода. Места сбора материала показаны на рисунке. Всех рыб исследовали по стандартным методикам биологического анализа. Всего было изучено 133 рыбы, в т.ч. 68 экз. из р. Колпакова (35 самцов и 33 самки) и 65 экз. из р. Большая Воровская (37 самцов и 28 самок). Полученные данные были обработаны с помощью стандартных методов вариационной статистики [7].

Величины основных линейно-массовых показателей производителей горбуши из двух рек (с учётом их половой принадлежности) приведены в табл. 1. Их сравнение с помощью t-критерия Стьюдента показало, что ни средняя длина, ни средняя масса самцов и самок из изученных водотоков не имели статистически достоверных отличий (табл. 2).



Карта-схема расположения рек и мест сбора материала

Таблица 1

Основные линейно-массовые показатели нерестовых стад горбуши из двух рек

Река	Пол	N, экз.	Показатель			
			Длина по Смиуту, см		Масса тела, г	
			$\bar{x} \pm m_x$	min – max	$\bar{x} \pm m_x$	min – max
Колпакова	самцы	35	53,1 ± 0,90	39,4–61,5	1656 ± 92,2	724–2866
	самки	33	50,7 ± 0,54	43,9–57,1	1293 ± 45,9	897–1842
Большая Воровская	самцы	37	55,2 ± 0,83	46,2–64,7	1846 ± 88,9	931–2943
	самки	28	51,2 ± 0,44	46,7–56,6	1310 ± 36,1	860–1634

Таблица 2

Результаты сравнения средних значений основных биологических показателей производителей горбуши из двух рек с помощью t-критерия Стьюдента

Показатель	Группа	Объём выборки, экз.	Критерий Стьюдента	
			фактический	стандартный*
Длина по Смиуту	самцы	72	1,27	1,99
	самки	61	1,28	2,00
Масса тела	самцы	72	0,01	1,99
	самки	61	0,01	2,00
Коэффициент упитанности по Фультону	самцы	72	0,42	1,99
	самки	61	0,00	2,00
Коэффициент упитанности по Кларк	самцы	72	1,56	1,99
	самки	61	1,56	2,00

Показатель	Группа	Объём выборки, экз.	Критерий Стьюдента	
			фактический	стандартный*
Коэффициент зрелости	самцы	72	1,90	1,99
	самки	61	1,65	2,00
ГСИ	самцы	72	1,53	1,99
	самки	61	1,61	2,00

\* для уровня значимости  $\alpha = 0,05$ .

Сравнительный анализ размерной структуры нерестовых стад двух рек показал, что она несколько сильнее различалась у самцов, а у самок отличия были менее выраженными.

Так, среди самцов горбуши р. Колпакова чётко выраженного доминирования какого-либо размерного класса не наблюдалось. Наиболее многочисленными были особи длиной 54–58 см – 25,7%. Еще три группы (50–54, 46–50 и 58–62 см) были лишь немногим менее многочисленны – 22,9, 20,0 и 20,0% соответственно. В р. Большой Воровской количественно преобладали рыбы длиной 58–62 см – 35,1 %. Также достаточно многочисленными были самцы длиной 54–58 см (24,3%) и 46–50 см (21,6%).

Среди самок в обоих водотоках доминировали рыбы длиной 50–52 см. Их относительная численность в р. Колпакова составила 33,4%, а в р. Большой Воровской – 39,3%. Субдоминирующими размерными группами в р. Колпакова оказались самки длиной 48–50 см – 21,3%, в р. Большой Воровской – 52–54 см – 21,4%.

Помимо сравнения линейно-массовых характеристик производителей из двух рек, был проведён анализ их упитанности (табл. 3). Очевидно, что средние величины коэффициентов упитанности рыб одного пола, но из разных рек, практически не отличались. Их сравнение с помощью t-критерия Стьюдента показало, что имеющаяся между ними разница статистически недостоверна ни у самцов, ни у самок (табл. 2).

Таблица 3

Коэффициенты упитанности производителей горбуши из двух рек

Река	Пол	N, экз.	Коэффициент упитанности, %			
			по Фультону		по Кларк	
			$\bar{x} \pm m_x$	min – max	$\bar{x} \pm m_x$	min – max
Колпакова	самцы	35	1,22 ± 0,017	1,04–1,43	0,10 ± 0,004	0,05–0,14
	самки	33	1,18 ± 0,012	1,05–1,32	0,14 ± 0,004	0,08–0,18
Большая Воровская	самцы	37	1,21 ± 0,017	0,93–1,38	0,09 ± 0,005	0,04–0,14
	самки	28	1,18 ± 0,018	1,00–1,41	0,15 ± 0,005	0,09–0,19

Этот факт свидетельствует о том, что производители горбуши, зашедшие на нерест в реки Колпакова и Большая Воровская, в морской период жизни находятся в одном районе нагула. Данный вывод согласуется и с результатами других исследований западнокамчатской горбуши, согласно которым представители вида, размножающиеся в разных реках охотоморского побережья Камчатки, нагуливаются в одном и том же камчатско-курильском океаническом районе [8].

Зашедшие в реки на нерест рыбы находились на III, III–IV или IV стадиях зрелости гонад. Отсутствие «текучих» (V стадия зрелости) особей объясняется отловом производителей в нижнем течении рек (их созревание происходит при подходе к нерестилищам, находящимся в верхних участках водотоков).

Величины коэффициентов зрелости и гонадо-соматических индексов (далее – ГСИ) производителей горбуши, отловленных в изученных реках, приведены в табл. 4. Сравнение их средних значений в разных реках с учётом половой принадлежности рыб показало, что имеющиеся между ними отличия статистически недостоверны (табл. 2).



Таким образом, в ходе исследований было установлено, что статистически значимые отличия по средним значениям всех сравниваемых биологических характеристик (длина по Смиту, масса тела, коэффициенты упитанности, коэффициент зрелости, ГСИ) у производителей горбуши из рек Колпакова и Большая Воровская отсутствуют.

Таблица 4

Коэффициенты зрелости и ГСИ производителей горбуши из двух рек

Река	Пол	N, экз.	Показатель, %			
			коэффициент зрелости		ГСИ	
			$\bar{x} \pm m_x$	min – max	$\bar{x} \pm m_x$	min – max
Колпакова	самцы	35	8,4 ± 0,25	4,4–11,0	9,5 ± 0,31	4,8–12,9
	самки	33	11,7 ± 0,37	6,8–15,3	14,2 ± 0,48	8,1–18,9
Большая Воровская	самцы	37	7,6 ± 0,34	3,1–11,8	8,7 ± 0,42	3,4–14,3
	самки	28	12,7 ± 0,48	7,7–16,6	15,5 ± 0,65	8,9–21,1

Эти результаты позволяют подтвердить сделанное нами ранее [6] предположение об их принадлежности к единой популяции.

### Литература

1. Атлас пресноводных рыб России: в 2-х т. / Под ред. Ю. С. Решетникова. – Т. 1. – М., 2003. – 378 с.
2. Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н. Основы рыбохозяйственной политики России. – М.: Нац. рыб. ресурсы, 2007. – 477 с.
3. Шевляков Е.А. Управление ресурсами тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus* в Камчатском регионе с учётом специфики многовидового промысла // Вопросы рыболовства. – 2006. – Т. 7. – № 1 (25). – С. 22-41.
4. Макоедов А.Н. Кариология, биохимическая генетика и популяционная фенетика лососевидных рыб Сибири и Дальнего Востока: сравнительный аспект. – М.: Психология, 1999. – 291 с.
5. Полин А.А., Пашков А.Н. Сравнительный анализ пластических признаков нерестовых стад горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) из двух рек Западной Камчатки // Современные вопросы экологического мониторинга водных и наземных экосистем: Материалы Междунар. науч. конф. молодых учёных (26–29 октября 2015 г.). – Ростов-н/Д.: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. – С. 201–206.
6. Полин А.А., Пашков А.Н. Сравнительный анализ производителей горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum, 1792) из двух рек Западной Камчатки по пластическим признакам // Вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов: Материалы Междунар. науч. конф. (27 ноября 2015 г.). – Ростов-н/Д.: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. – С. 264–268.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. школа, 1990. – 352 с.
8. Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2005. – 365 с.

УДК 595.383.3(265.54.04)

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

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),

Владивосток, 690091

e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru

**РАЗМЕРНО-ПОЛОВОЙ СОСТАВ СКОПЛЕНИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
*NEOMYSIS MIRABILIS* (CRUSTACEA: MYSIDACEA) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО  
(ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Изучена динамика размерного и полового состава популяции мизид *Neomysis mirabilis* в летний период 2014 и 2015 гг. Размеры *Neomysis mirabilis* в июне-июле варьировали от 2,7 до 22,8 мм, зависимость массы особей от линейных размеров аппроксимирована степенным уравнением.

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

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

Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),

Vladivostok, 690091

e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru

**SIZE-SEX COMPOSITION AND BIOLOGICAL FEATURES  
OF *NEOMYSIS MIRABILIS* (CRUSTACEA: MYSIDACEA)  
(THE PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

The dynamics of size and sex composition of mysid *Neomysis mirabilis* population in the summer of 2014 and 2015 was studied. Size of *N. mirabilis* was 2.7 to 22.8 mm in June-July. We approximated the relationship between the species size and the body mass by a power equation.

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

Мизиды – высшие ракообразные надотряда Peracarida, широко распространенные в мировом океане. В прибрежье Японского моря на глубинах до 10 м известно всего 12 видов [1]. Эти рачки входят в рацион многих рыб [2, 3], а также могут употребляться в пищу человеком и поэтому являются перспективным для промысла объектом.

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

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

Было выявлено три вида мизид: *Neomysis awatschensis*, *N. mirabilis* и *Paracanthomysis shikhotaniensis*. Данная работа посвящена виду *Neomysis mirabilis*, который в исследованных районах был отмечен повсеместно. Сборы проб для изучения размерно-полового состава осуществлялись в северной части Амурского залива и акватории о. Рейнеке (рис. 1).

В северной части Амурского залива на акваториях от мыса Угольный до мыса Речной и в районе поселка Девятый Вал (рис. 1) *N. mirabilis* образовывал плотные промысловые скопления совместно с *N. awatschensis* в июне-июле. В районе о. Рейнеке *N. mirabilis* встречался с середины мая до начала октября, однако наибольшую биомассу создавал только до первой половины июня, но даже в это время промысловых скоплений не образовывал. Мизиды держались в толще воды стайками (рис. 2).

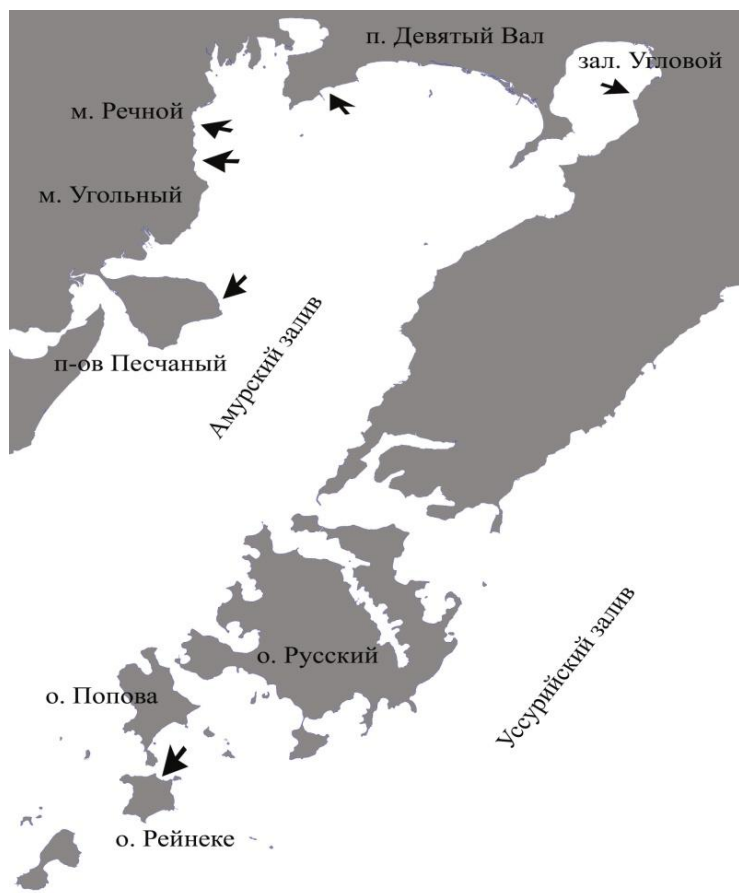


Рис. 1. Районы сбора мизид в заливе Петра Великого



Рис. 2. *N. mirabilis* в толще воды, район о. Рейнеке

В Амурском заливе в 2015 г. длина тела особей *N. mirabilis* варьировала в пределах 3,0–22,8 мм (среднее значение –  $8,5 \pm 0,1$  мм), масса – от 0,001 до 0,118 г (средняя масса –  $0,010 \pm 0,0001$  г). В выборке ( $n = 765$  экз.) преобладали особи с длиной тела 4,5–5,0 мм (15,7%) и 7,5–8,0 мм (рис. 3, А). Преобладали самки и молодь (рис. 3, Б). В 2014 г. *N. mirabilis* в данном районе не был обнаружен.

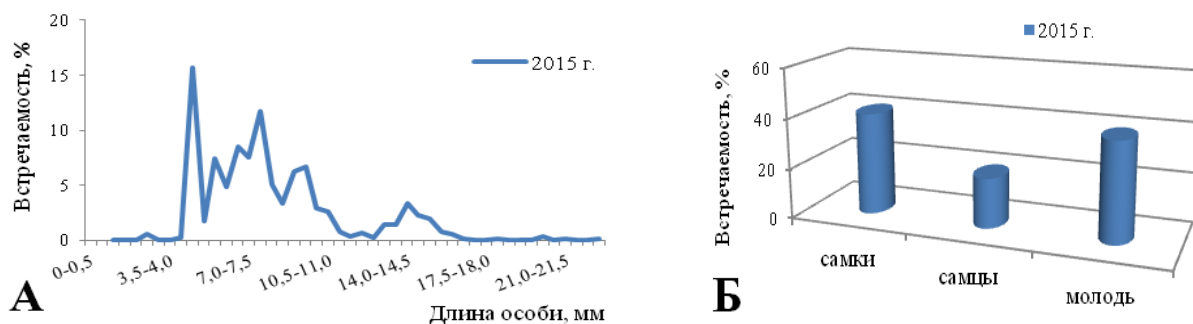


Рис. 3. Состав скопления *N. mirabilis* в Амурском заливе в 2015 г.

В 2015 г. на акватории о. Рейнеке длина тела *N. mirabilis* варьировала в пределах 9,0–18,2 мм (среднее значение –  $14,7 \pm 0,09$  мм), а масса – от 0,01 до 0,074 г (средняя масса –  $0,039 \pm 0,001$  г). В выборке ( $n = 355$  экз.) преобладали особи длиной 13,0–16,5 мм (78,9%) (рис. 4, А). В 2014 г. ( $n = 236$  экз.) размах колебаний длины тела был несколько больше – от 8,5 до 20,0 мм (среднее

значение –  $15,4 \pm 0,1$  мм), а масса – от 0,008 до 0,060 г (средняя масса –  $0,036 \pm 0,001$  г). За все время наблюдений преобладали особи размером 14,0–16,5 мм (70,3%), в составе скоплений преобладали самки (88,5% в 2015 г., 71,2% в 2014 г.), молодежь практически отсутствовала (рис. 4, Б).

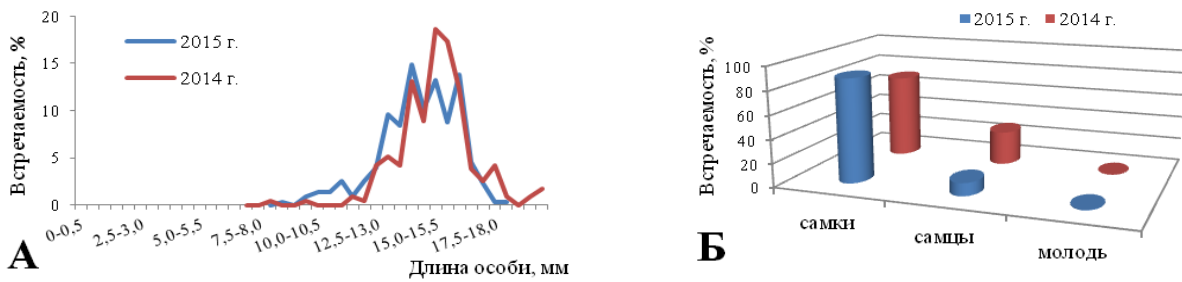


Рис. 4. Состав скопления *N. mirabilis* в акватории о. Рейнеке в 2014–2015 гг.

Были установлены зависимости между длиной тела ( $L$ , мм) и индивидуальной массой ( $W$ , г) особей (рис. 5, 6) и рассчитаны соответствующие уравнения, аппроксимированные степенными функциями [4]:

$$W = a L^b \text{ и } L = a W^b,$$

где  $a$ ,  $b$  – константы уравнения.

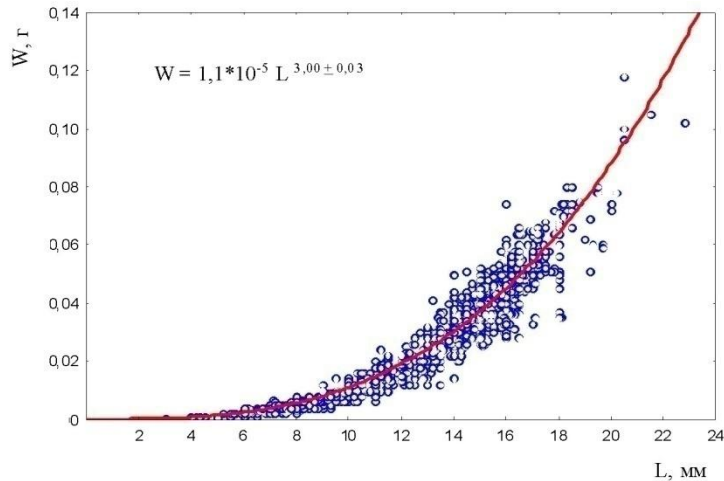


Рис. 5. Зависимость массы ( $W$ ) от длины тела ( $L$ ) у *N. mirabilis* (коэффициент корреляции,  $r = 0,966$  при 0,95% уровне значимости)

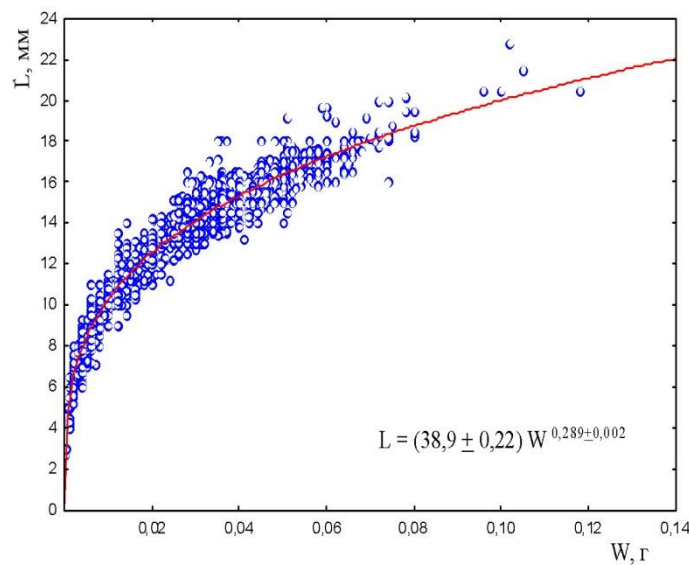


Рис. 6. Зависимость длины тела ( $L$ ) от массы особи ( $W$ ) у *N. mirabilis* ( $r = 0,983$  при 0,95% уровне значимости)

Для этого было промерено и взвешено 1826 особей *N. mirabilis* с длиной тела от 2,7 до 22,8 мм, и массой от 0,0001 до 0,118 г.

Полученные соотношения длины и массы мизид можно использовать при расчетах общей биомассы скоплений, исходя из линейных размеров или инди-видуальной массы особей.

В заключение следует отметить, что *N. mirabilis* в заливе Петра Великого самый распространенный из прибрежных видов мизид. Образует плотные промысловые скопления совместно с *N. awatschensis* в июне-июле в северной части Амурского залива. Имеющиеся скопления в островной зоне залива Петра Великого не имеют промыслового значения.

Мизиды встречаются размером от 2,7 до 22,8 мм и массой от 0,0001 до 0,118 г. В составе скоплений в 2014 и 2015 гг. преобладали самки, молодь присутствовала в незначительных количествах.

### Литература

1. *Петряшев В.В.* Отряд МИЗИДЫ – MYSIDACEA Воas, 1883 // Биота российских вод Японского моря. Т. I. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 55–96.
2. *Чучукало В.И.* Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях: Моногр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 483 с.
3. *Пуцина О.И.* Трофическая роль мизид в зал. Петра Великого (Японское море) // Тр. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». – Калининград, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2013. – С. 100–103.
4. *Алимов А.Ф.* Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.

УДК [595.384.12:591.342](265.51-16)"2010"

**Н.А. Седова<sup>1</sup>, С.С. Григорьев<sup>2</sup>, П. Ю. Андронов<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup>*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Камчатский филиал,  
Петропавловск-Камчатский 683000;*

<sup>3</sup>*Чукотский филиал ФГУП «ТИНРО-Центр»,  
Анадырь 689000  
e-mail: sedova67@bk.ru*

### **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИЧИНОК КРЕВЕТОК В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ В 2010 г.**

В работе приведено пространственное распределение 15 видов креветок, пойманных в прибрежных водах Анадырского и Олюторско-Наваринского районов в июле-августе 2010 г. В планктонных пробах обнаружены личинки креветок из трех семейств: Pandalidae (3 вида), Hippolytidae (9 видов), Crangonidae (3 вида). Основные скопления личинок были отмечены в южной части Олюторско-Наваринского района между 61,5° и 62° с.ш. Чаще всего встречались представители рода *Eualus* (до 299 экземпляров в 1 пробе). Максимальное количество личинок креветок составило 547 экз. под 1 м<sup>2</sup> поверхности моря. Наибольшее количество личинок поймано над глубинами 20–85 м, где, вероятно, происходит их основное развитие.

**Ключевые слова:** личинки, креветки, стадия развития, распределение, численность, глубины, Берингово море.

**N.A. Sedova<sup>1</sup>, S.S. Grigiriev<sup>2</sup>, P.Yu. Andronov<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup>*Kamchatka branch of Pacific Institute of Geography Far-Eastern Department  
of Russian Academy of Sciences,  
Petropavlovsk-Kamchatsky 683000;*

<sup>3</sup>*Chukotka branch of Pacific Research Fisheries Center (TINRO),  
Anadyr 689000  
e-mail: sedova67@bk.ru*

### **HORIZONTAL DISTRIBUTION OF SHRIMP LARVAE IN THE NORTHWESTERN BERING SEA IN 2010**

In this paper larval stages of 15 species of shrimp and their distribution in coastal waters of the Anadyrsky and Oliutorsko-Navarin sky areas during July-August 2010 are described. In plankton samples there were found shrimp larvae of three families: Pandalidae (3 species), Hippolytidae (9 species), Crangonidae (3 species). Main concentrations of the larvae were observed in the southern part of Oliutorsko-Navarin sky area between 61.5 ° and 62 °N. The maximum abundance was 547 larvae under 1 m<sup>2</sup> of sea surface. Larvae of the genus *Eualus* were caught more often (up to 299 larvae per sample). Most larvae were caught over 20-85 m of bottom depth, where probably their main development occurs.

**Keywords:** larvae, shrimp, stage of development, distribution, abundance, bottom depths, the Bering Sea.

Данных о распределении личинок креветок в морях российского Дальнего Востока, и особенно в водах, прилегающих к Восточной Камчатке и Чукотке, очень мало. Имеются лишь отрывочные сведения о встречаемости десятиногих рачков в прикамчатских и чукотских водах

Берингова моря и северо-западной части Тихого океана [1–3]. Личинки многих видов креветок, особенно из семейства Hippolytidae, не описаны. Определителей по данной группе на русском языке не существует. В работах американских и канадских авторов [4–8], а также в работах Макарова и Иванова [9–12] имеются лишь описания отдельных стадий развития некоторых видов, обитающих в наших водах. До настоящего времени специальные исследования личинок креветок западной части Берингова моря не проводили. Сведения о распределении личинок креветок по акватории западно-берингоморского шельфа и их качественном составе отсутствуют.

Задачей настоящего исследования было изучение качественного и количественного состава личинок креветок в планктоне и особенностей их пространственного распределения на акватории берингоморского шельфа.

Планктонные пробы собраны на НИС РК МРТ "Бухоро" по программе чукотского отделения ТИНРО-центра в Олюторско-Наваринском и Анадырском районах с 12 июля по 23 августа 2010 г. За период рейса выполнялись притраловые планктонные ловы (обычно 2 лова) с одновременным использованием сетей ИКС-80 (ихтиопланктонная коническая сеть) с диаметром входного отверстия 80 см, шаг ячеи 0,5 мм, площадь входного отверстия ~0,5 м<sup>2</sup> и БСД (большой сети Джеди), обратноконической, с диаметром входного отверстия 37 см, шаг ячеи 0,2 мм, площадь входного отверстия ~ 0,1 м<sup>2</sup>. Планктонными сетями выполняли вертикальный лов от дна до поверхности. Минимальная глубина лова – 9 м, максимальная – 109 м. Пробы фиксировали 4%-ным формалином. Данные по обеим сетям объединены. Всего было обработано 170 планктонных проб.

В имеющемся материале были обнаружены личинки 15 видов креветок из трех семейств: Pandalidae (3 вида), Hippolytidae (9 видов), Crangonidae (3 вида). Большую часть обнаруженных креветок можно отнести к шельфовым видам (*Pandalus goniurus* (Stimpson 1860), все Hippolytidae). Наименее представленная группа – декаподы материкового склона. К ним относятся *P. eous* (Makarov 1935) и *Neocrangon communis* Rathbun, 1899 [13]. Чаще всего встречались представители рода *Eualus*. Наибольшую численность (до 299 экземпляров в 1 пробе) имел *Eualus sp.2*, который отмечен на 36 станциях. Остальные виды были найдены в небольшом количестве – в основном не более 6 экз. на 1 станции.

Всего было поймано 1493 экземпляров личинок. В Олюторско-Наваринском районе они встречались чаще, чем в Анадырском (48,2% проб, взятых в этом районе). В Анадырском районе креветки были обнаружены только в 9% проб. Основную часть улова составляли гипполитиды (24,4% всех взятых проб). Пандалиды были обнаружены в 10,4% всех проб, крагониды – только в 3,7%. Некоторые виды были пойманы только в Олюторско-Наваринском районе. *Eualus gaimardi* (H. Milne-Edwards, 1837) был отмечен только в Анадырском районе. Личинки креветок были обнаружены над глубинами от 20 до 109 м. Максимальное количество было поймано на станциях с глубинами 22–84 м.

### Семейство Pandalidae

Над глубинами 22–109 м были обнаружены единичные представители 3 видов из семейства Pandalidae. *P. tridens* Rathbun, 1902 поймана всего 1 личинка. Остальные виды попадались единично – не более 4 экземпляров на одной станции. В Олюторско-Наваринском районе пандалиды обнаружены в 23,2% проб, в Анадырском – всего в 1% проб. Большая часть личинок северной креветки (*P. eous*) была поймана на акватории Олюторско-Наваринского района – там этот вид присутствует в 10,7% проб, в Анадырском поймана всего 1 личинка. В пробах обнаружено по 1 экземпляру II, III, V, VI стадий. 5 экз. IV стадии развития пойманы над глубинами от 22 до 85 м сетью ИКС-80. Количественно преобладали личинки на IV стадии развития. В сеть Джеди личинки этого вида не попали ни на одной станции. Возможно, это связано с тем, что данная сеть хуже улавливает крупные организмы. Зона *P. eous* имеют хорошо развитые плеоподы и плавательные щетинки на максиллипедах, поэтому легко избегают сетей с малым диаметром входного отверстия. Почти все представители этого вида были пойманы над глубинами до 100 м, причем самые старшие личинки держались ближе к берегу, на станциях с глубинами 20 м. Над глубинами от 20 до 94 м были пойманы единичные представители *Pandalus goniurus*, находящиеся на II, IV–VI стадиях развития. В Олюторско-Наваринском районе углохвостая креветка была отмечена в 18% проб, в Анадырском – только в 3,8% проб. Пойман 1 экземпляр II стадии, 13 экз. IV стадии, 5 экз. V стадии и 2 экз. VI стадии развития. Преобладали личинки IV стадии. Младшие личинки держатся над глубинами до 94 м, старшие пойманы на станциях с глубиной 20–22 м.

### Семейство Hippolytidae

Из семейства Hippolytidae в нашем материале обнаружены представители только 2 родов – *Eualus* и *Spirontocaris*. Три вида личинок, отнесенных к роду *Eualus*, до конца определить не удалось. Один из этих видов (*E. sp. 2.*) является массовым и регулярно встречается в планктонных пробах в Беринговом и Охотском морях в различные сезоны (Макаров, 1966; Седова, 2004). В российских водах Берингова моря водится 11 видов из этого рода, для многих из них описания личинок отсутствуют. Над различными глубинами отмечены личинки I–VII стадий. Представители данного семейства были обнаружены почти в половине проб из Олюторско-Наваринского района и в 9% проб Анадырского района. Всего было поймано 1444 экз., из них всего 24 – в Анадырском районе. Личинки были пойманы над глубинами свыше 20 м. Основная масса личинок отмечена над глубинами 22–84 м, максимальное количество – на одной из станций с глубиной 74 м. Наиболее многочисленными были младшие личинки *E. sp. 2* (I–IV зоэа).

В пробах обнаружено 68 личинок *Eualus fabricii* (Kroyer): 11 экз. IV стадии, 31 экз. V стадии, 21 экз. VI стадии и 5 экз. декаподитной стадии. Глубины – от 22 до 88 м. Максимальное количество отмечено над глубиной 25 м. В Олюторско-Наваринском районе этот вид был обнаружен в 23,2% проб, в Анадырском – в 9% проб из данного района. Преобладающей была V стадия. Обычно в 1 пробе присутствовало не более 2 разных стадий (как правило, близких). Поймано также 3 личинки *Eualus gaimardii* (H. Milne-Edwards) VI стадии над глубинами 33–52 м только в Анадырском районе. *Eualus macilentus* (Kroyer) в Олюторско-Наваринском районе отмечен в 19,6% проб, в Анадырском – отсутствует. Были пойманы личинки только I стадии над глубинами от 36 до 101 м. Максимальное количество (49 экз.) отмечено на станции с глубиной 84 м. В Анадырском районе личинки данного вида не обнаружены.

Личинки *Eualus sp. 1* были малочисленными и встречались редко – всего в 5,2% всех проб. Над глубинами 22–78 м было поймано 3 экз. III стадии, 4 экз. IV стадии, 3 экз. V стадии и 1 экз. VI стадии зоэа. В Анадырском районе была поймана всего 1 личинка V стадии. *Eualus sp. 2* – самый многочисленный вид креветок, регулярно встречающийся в планктонных пробах с весны по сентябрь. Ранее эти личинки были описаны Макаровым (1966) под условным обозначением *Eualus sp. A* для Охотского моря. Вид был отмечен почти в трети всех взятых проб, основная часть поймана в Олюторско-Наваринском районе – 1122 экз. – там они встречались в 53,6% всех станций. В Анадырском районе *E.sp. 2* обнаружен на 7 станциях, что составляет 9% проб из данного района. Личинки пойманы над глубинами от 20 до 109 м. Наибольшее количество отмечено на станциях с глубинами 74–84 м. Личинок I стадии было меньше всего – 6 экз., II стадии – 380 экз., III– 389, IV– 296, V– 55 экз. Поймана также 1 личинка, предположительно отнесенная нами к IX стадии. В большинстве случаев в 1 пробе можно было обнаружить личинок сразу нескольких стадий развития. *Eualus sp. 3* пойман на 2-х станциях с глубинами 24 и 64 м (4 личинки IV стадии только в Олюторско-Наваринском районе).

*Spirontocaris phippisii* (Kröyer, 1841) отмечен всего на 2 станциях Олюторско-Наваринского района и на 1 станции Анадырского района. Пойманы 6 личинок IV стадии над глубинами 52–88 м. *Spirontocaris intermedius* Макаров & Ковякова, 1936 встречался регулярно. В Олюторско-Наваринском районе представители этого вида были обнаружены в третьей части проб, в Анадырском – в 9% проб. Всего было поймано 3 экз. III стадии, 37 экз. IV ст., 56 экз. V ст. и 16 экз. VI стадии. Данный вид отмечен на станциях с глубинами 22–94 м, максимальное количество – над глубинами 24–25 м. Чаще встречались личинки на IV–V стадиях. На одной станции, как правило, обнаруживали сразу 2–3 близкие стадии. *Spirontocaris spinus* (Sowerby, 1805) встречался в 5,4% проб Олюторско-Наваринского района и всего на 1 станции в Анадырском районе. Поймано по 2 личинки I, II и IV стадии зоэа. Глубина мест поимки – от 22 до 84 м.

### Семейство Crangonidae

В имеющихся пробах присутствуют представители только 3 видов, из которых наиболее многочисленным был *Neocrangon communis*. Личинки из данного семейства были пойманы только на акватории Олюторско-Наваринского района над глубинами 64–94 м. *Mesocrangon intermedia* (Stimpson, 1860) и *Paracrangon schemata* Dana, 1852 отмечены всего на одной станции. По данным



Мясников [13], в районе исследования, кроме обнаруженных, обитает еще 7 видов шримсов. Почти все они (кроме *Crannog dally* Rat bun, 1902) проходят укороченное развитие, а поэтому уже к середине лета должны перейти к донному образу жизни [9].

*Neocrangon communis* встречался регулярно. Всего было поймано 13 экз. IV стадии и 3 экз. V стадии зоэа над глубинами 24–88 м. Максимальное количество личинок данного вида обнаружено на станции с глубиной 74 м. В Олюторско-Наваринском районе данный вид был отмечен в 12,5% проб. Пойманы всего 2 личинки *Mesocrangon intermedia* на IV стадии развития над глубиной 64 м и 1 личинка *Paracrangon echinata* IV стадии в самой южной точке района исследования на станции с глубиной 94 м.

Исследование показало, что в июле-августе 2010 г. в планктоне Олюторско-Наваринского района присутствовали личинки креветок, находящиеся на разных стадиях развития. В пробах были обнаружены только виды, проходящие нормальное (неукороченное) развитие. У трех видов (*P. goniurus*, *P. eous*, *Sp. intermedius*) отмечены почти все стадии, кроме I стадии, но чаще встречаются старшие личинки. Два вида представлены только самой младшей личинкой (*P. tridens*, *E. macilentus*). У половины видов – только старшие личинки (IV–VII зоэа). Виды, проходящие укороченное развитие, обнаружены не были. По всей видимости, их метаморфоз к этому времени уже завершился. Самый массовый вид – *Eualus sp.2* – представлен, главным образом, младшими личинками (II–IV зоэа). В этом районе креветки были обнаружены в половине имеющихся проб, на некоторых станциях – в большом количестве. Максимальное количество личинок креветок на 1 м<sup>2</sup> составило 547 экз.

В Анадырском районе были пойманы только старшие личинки (IV–VII зоэа). Креветки отмечены в 9% всех планктонных проб. Крангониды в данном районе отсутствовали. Не обнаружены также *P. tridens*, *E. macilentus* и *Eualus sp.3*. Зато *Eualus. gaimardii* был пойман только в этом районе. Количество личинок креветок на одной станции не превышало 5 экз.

Таким образом, у большинства видов креветок нерест закончился в конце июня – начале июля. У основной части креветок метаморфоз к концу лета заканчивается. Лишь у некоторых видов размножение растянуто (в планктоне присутствуют почти все стадии одновременно). Развитие идет, преимущественно, над глубинами 20–85 м. Основные скопления личинок данной группы были отмечены в южной части Олюторско-Наваринского района между 61,5° и 62° с.ш.

Обнаруженные виды креветок находились на тех же стадиях развития, что и соответствующие виды в восточной части Охотского моря в этот же период времени [14]. Максимальные скопления личинок креветок над шельфом Западной Камчатки и в восточной части Берингова моря были близкими и в количественном отношении (примерно 500 экз./м<sup>2</sup>). Но в Охотском море в это время преобладали крангониды, а в Беринговом море – гипполитиды.

Закономерностей распределения личинок различных стадий по глубинам выявить не удалось. Замечено лишь, что самые последние стадии, близкие к оседанию, держатся на меньших глубинах (около 20 м).

### Литература

1. Коваль М. В. К вопросу о распространении длинноклювого шримса (*Paracrangon echinata* Dana) в прикамчатских водах на основании встречаемости его личинок в планктоне // VIII Межд. конф. по раннему онтогенезу рыб и промысловых беспозвоночных: Тез. докл. – Калининград: изд. АтлантНИРО, 2010. – С. 51–52.
2. Куликова В.А., Корн О.М., Волвенко И.В., Калягина Е.Е., Колотухина Н.К. Меропланктон прибрежной зоны восточной Камчатки и Чукотки в летний период 1992 г. // Биология моря. – 1996. – Т. 22, № 6. – С. 346–351.
3. Куликова В. А., Солохина Е. В., Саматов А. Д. Меропланктон Авачинской губы (Камчатка) // Биология моря. – 2000. – Т. 26, № 1. – С. 3–10.
4. Squires, H. J. Larvae and megalopa of *Argis dentata* (Crustacea: Decapoda) from Ungava Bay // J. Fish. Res. Board. Can., –1965.–22: 69–82.
5. Squires, H. J. Decapod Crustacean Larvae from Ungava Bay // J. Northw. Atl. Fish. Sci. –1993.– Vol. 10. – 168 p.

6. Haynes, E. B. Description of larvae of the humpy shrimp, *Pandalus goniurus*, reared in situ in Kachemak bay, Alaska // Fish. Bull. – 1978. – V. 76. No 1: 235–248.
7. Haynes, E. B. Early zoeal stages of *Lebbeus polaris*, *Eualus suckleyi*, *E. fabricii*, *Spirontocaris arcuata*, *S. ochotensis*, and *Heptacarpus camtschaticus* (Crustacea, Decapoda, Caridea, Hippolytidae) and morphological characterization of zoeae of *Spirontocaris* and related genera // Fish. Bull., U.S., – 1981. – 79 (3): 421–440.
8. Haynes, E. B. Morphological development, identification, and biology of larvae of Pandalidae, Hippolytidae, and Crangonidae (Crustacea, Decapoda) of the northern north Pacific Ocean // Fish. Bull., U.S. – 1985. – V. 83: 501–521.
9. Макаров Р.Р. Личинки креветок, раков-отшельников и крабов западнокамчатского шельфа и их распределение. – М.: Изд-во «Наука», 1966. –164 с.
10. Иванов Б. Г. Описание первой личинки дальневосточной креветки *Pandalus goniurus*. // Зоол. ж. – 1965. – Т. 44, № 8. – С. 1255–1257.
11. Иванов Б. Г. Личинки некоторых дальневосточных креветок семейства Crangonidae (Crustacea, Decapoda) // Зоол. ж. –1968. – Т. 47, № 4. – С. 534–540.
12. Иванов Б. Г. Личинки некоторых дальневосточных креветок в связи с их систематическим положением // Зоол. ж. – 1971. – Т 40. – С. 657–665.
13. Мясников В. Г. Состав декапод в Олюторо-Наваринском районе Берингова моря и закономерности его пространственной изменчивости // Материалы всерос. конф. «Наука Северо-Востока России – начало века». – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2005. – С. 303–305.
14. Седова Н.А. Распределение личинок креветок в районе западнокамчатского шельфа в 1999 и 2001 гг. // Вопросы рыболовства. – 2004. – Т. 5, № 2(18). – С. 193–205.

УДК 574.587(262.5.04)"2014.322"

**С.А. Сержанова<sup>1</sup>, Н.П. Ремизова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»,  
г. Краснодар, 350040

e-mail: svetlana.serzhanova@yandex.ru

<sup>2</sup>Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр  
в г. Новороссийске (филиал) ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»,  
г. Новороссийск, 353905

e-mail: biozentr@yandex.ru

### **ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЧИСЛЕННОСТЬ МЕЙОБЕНТОСА ЗАРОСЛЕЙ МАКРОФИТОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ НОВОРОССИЙСКОЙ БУХТЫ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2014 ГОДА**

Описаны таксономический состав и численность организмов мейобентоса в трёх участках Новороссийской бухты. Проведено их сравнение по указанным показателям. Описаны некоторые аспекты временной динамики состояния мейобентоса прибрежной зоны бухты.

**Ключевые слова:** мейобентос, заросли макрофитов, таксономический состав, численность, Чёрное море, Новороссийская бухта.

**S.A. Serzhanova<sup>1</sup>, N.P. Remizova<sup>2</sup>**

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

svetlana.serzhanova@yandex.ru

<sup>2</sup>Novorossiysk Educational and Research Marine Biological Center  
of Kuban State University,

Novorossiysk, 353905

biozentr@yandex.ru

### **TAXONOMIC COMPOSITION AND ABUNDANCE OF MACROPHYTE MEIOBENTHOS OF NOVOROSIYSK BAY COASTAL AREA DURING THE SUMMER OF 2014**

The article covers taxonomic composition and the abundance of meiobenthos organisms in three areas of the Novorossiysk Bay. The areas have been compared according to the certain indicators. Some aspects of temporal dynamics of meiobenthos state in bay coastal area are described.

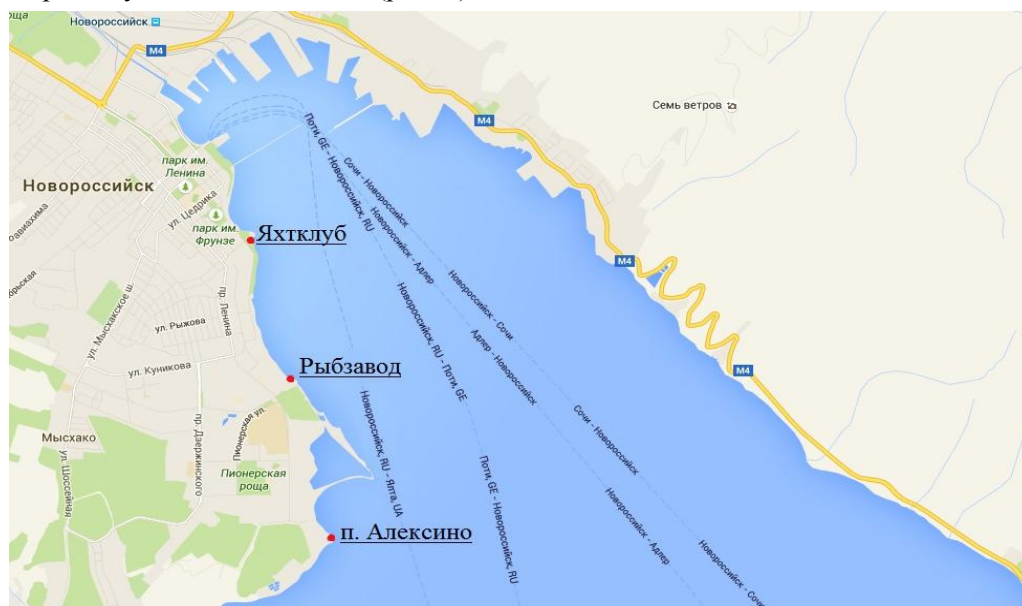
**Key words:** meiobenthos, macrophytes, taxonomic composition, abundance, Black Sea, Novorossiysk bay.

Термин «мейобентос» был введен в науку М. Мэр в середине XX в. для обозначения совокупности микроскопических многоклеточных донных животных, выпадающих из внимания исследователей морского бентоса при количественных учётах донной фауны [1]. Традиционно под мейобентосом понимают представителей эпи- и инфауны, проходящих через сито с размером ячеей 1 мм и задерживающихся в сите с размером ячеей 32 мкм.

Многолетние систематические наблюдения в акваториях, подверженных прямому или косвенному воздействию различных видов антропогенной деятельности, показали, что видовое богатство, плотность населения и показатели биомассы мейобентоса, а также количественное соотношение некоторых таксономических групп этих животных могут успешно применяться для оценки экологического состояния акватории [2].

Целью данной работы являлось изучение современного состояния мейобентоса зарослей макрофитов прибрежной зоны Новороссийской бухты, которая относится к числу черноморских акваторий, наиболее сильно подверженных антропогенному прессу.

Материал для данной работы был собран в период с 23.06.2014 г. по 20.07.2014 г. в нескольких участках Новороссийской бухты: «Яхтклуб» (станция № 1), «Рыбзавод» (станция № 2) и «посёлок Алексино» (станция № 3). Станция № 1 расположена ближе всего к кутовой части бухты и портовой зоне. Станция № 3 находится практически на выходе из бухты. Станция № 2 занимает промежуточное положение (рис. 1).



Места сбора материала

Пробы были отобраны в урезовой зоне бухты на глубине около 0,5 м. С каждой точки было получено по три пробы. Их сбор проводили по общепринятой методике [3].

Обработку полученного материала осуществляли на базе Новороссийского учебного и научно-исследовательского морского биологического центра Кубанского государственного университета (далее – НУНИМБЦ) по общепринятым методам [3]. Значения коэффициентов сходства таксономического состава рассчитали по формуле Сёренсена [4].

В результате исследований в составе летнего мейобентоса бухты были зарегистрированы представители 14 таксономических групп. Таксономический состав изучаемой группы донных беспозвоночных между отдельными участками бухты различался незначительно (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав мейобентоса Новороссийской бухты на разных станциях

Таксономическая группа	Станция		
	№1 (Яхтклуб)	№2 (Рыбзавод)	№3 (п. Алексино)
эумейобентос			
Turbellaria	+	+	+
Nematoda	+	+	+
Harpacticoida	+	+	+
Ostracoda	+	+	+
Acarina	+	+	+
Foraminifera	+	–	+
псевдомейбентос			
Polychaeta	+	+	+
Olygochaeta	+	+	+
Anisopoda	+	–	+
Isopoda	+	+	+
Amphipoda	+	+	+
Bivalvia	+	+	+
Gastropoda	+	+	–
Chironomidae	+	+	+
Итого	14	12	13

Коэффициенты сходства таксономического состава мейобентоса между сравниваемыми участками бухты, несмотря на разные экологические условия в них, оказались очень близки – от 0,88 до 0,96 (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты сходства таксономического состава мейобентоса

Сравниваемые станции	Коэффициент Сёренсена
Яхтклуб – Рыбзавод	0,92
Яхтклуб – п. Алексино	0,96
Рыбзавод – п. Алексино	0,88

Сравнение таксономического состава летнего мейобентоса в бухте за период с 2003 по 2014 гг. показало, что его разнообразие остаётся стабильно высоким (табл. 3). Основу сообщества составляют представители таких групп, как ресничные черви (Turbellaria), ракушковые раки (Ostracoda), водные клещи (Acarina), гарпактикоиды (Harpacticoida), многощетинковые черви (Polychaeta), разноногие ракообразные (Amphipoda), двустворчатые моллюски (Bivalvia), постоянно встречающиеся в пробах. Отсутствие в отдельные годы некоторых таксонов (фораминиферы (Foraminifera), киноринхи (Kinorhyncha), кумовые раки (Cumacea) и некоторые др.), сравнительно редких в зарослевых сообществах, не может рассматриваться как показатель ухудшения состояния мейобентосного ценоза.

Таблица 3

Таксономический состав летнего мейобентоса Новороссийской бухты в 2003, 2008 и 2014 гг.

Таксономическая группа	Год		
	2003 (фондовые)	2008 (фондовые)	2014
эумейобентос			
Turbellaria	+	+	+
Nematoda	+	+	+
Harpacticoida	+	+	+
Ostracoda	+	+	+
Foraminifera	–	+	+
Acarina	+	+	+
Kinorhyncha	–	+	–
псевдомейобентос			
Polychaeta	+	+	+
Olygochaeta	–	+	+
Cirripedia	–	+	–
Anisopoda	+	+	+
Cumacea	–	+	–
Isopoda	+	+	+
Amphipoda	+	+	+
Bivalvia	+	+	+
Gastropoda	+	+	+
Chironomidae	+	+	+
Итого	12	17	14

Средняя численность организмов мейобентоса зарослей макрофитов Новороссийской бухты в летний период 2014 г. была довольно высокой – 95,9 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Ядро сообщества составляли представители групп ресничные черви, нематоды, гарпактикоиды, ракушковые раки, водяные клещи, многощетинковые черви и хирономиды (табл. 4).

Доминирующим по численности таксоном являлись гарпактикоиды – 43,7%. В группу субдоминантов вошли турбеллярии, полихеты и водяные клещи – 13,1, 12,3 и 11,7% соответственно.

Состав доминирующих и субдоминирующих компонентов мейобентосного сообщества в отдельных участках бухты почти не отличался. На станции № 1 (Яхтклуб) наиболее многочисленными представителями мейобентоса были гарпактикоиды – 27,7% и ресничные черви – 24,8%.

В субдоминирующую группу вошли многощетинковые черви – 12,7%. Станция № 2 (Рыбзавод) характеризовалась выраженным доминированием гарпактикоид – 54,2% при субдоминировании водяных клещей и полихет – 15,5 и 11,9% соответственно. На станции № 3 (пос. Алексино), как и на станции № 1, доминировали турбеллярии – 20,8% и гарпактикоиды – 20,1%. Группу субдоминантов образовали ракушковые раки и полихеты – 17,0 и 12,0% соответственно.

Таблица 4

Динамика численности летнего мейобентоса Новороссийской бухты в 2003, 2008 и 2014 гг.

Таксономическая группа	Численность, экз./м <sup>2</sup>		
	2003 (фондовые)	2008 (фондовые)	2014
эумейобентос			
Turbellaria	602	69	12516
Nematoda	1741	4611	5556
Harpacticoida	4768	3883	41939
Ostracoda	653	654	4506
Foraminifera	0	40	11
Acarina	2323	6833	11204
Kinorhyncha	0	33	0
псевдомейобентос			
Polychaeta	26	316	11774
Olygochaeta	0	2	334
Cirripedia	0	39	0
Anisopoda	396	703	390
Cumacea	0	20	0
Isopoda	314	110	263
Amphipoda	4173	6267	1701
Bivalvia	558	5549	1277
Gastropoda	26	82	277
Chironomidae	2129	106	4121
Итого	17709	29317	95869

В сравнении с предыдущими годами, в 2014 г. в состав наиболее массовых компонентов мейобентоса бухты не вошли амфиподы, двустворчатые моллюски, нематоды и хирономиды, но добавились ресничные и многощетинковые черви (табл. 4).

В 2014 г., по сравнению с 2003 и 2008 гг., выявлено определённое увеличение количества организмов мейобентоса на единицу площади морского дна (табл. 4). Причины этого факта могут быть различными: некоторые отличия в сроках отбора проб, разница между годами в температурном режиме, временные всплески численности отдельных таксономических групп и др. Однозначного заключения об улучшении экологической ситуации в бухте на основе данных результатов сделать пока нельзя.

### Литература

1. Мокиевский В.О. Экология морского мейобентоса. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2009. – 286 с.
2. Сергеева Н.Г., Колесникова Е.А. Результаты изучения мейобентоса Чёрного моря // Экология моря. – 1996. – Вып. 45. – С. 54–62.
3. Маккавеева Е.Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Чёрного моря. – Киев: Наукова думка, 1979. – 227 с.
4. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.

УДК 597.2/.5(470.62)

**Д.И. Скворцов**

*Северо-Кавказский федеральный университет,  
Ставрополь, 355009  
e-mail: danka030395@yandex.ru*

### **ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РЫБ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Начиная со второй половины 20 века состав ихтиофауны Центрального Предкавказья существенно увеличился – с 40–50 до 130–140. К этому привело ирригационное объединение бассейнов северокавказских рек, акклиматизационные мероприятия и уточнения систематического статуса многих видов рыб. В результате инвентаризации в регионе выявлено около 20 реально новых видов рыб. С формальной (систематической) точки зрения видовое разнообразие рыб региона оказалось более широким – еще до 20 видов. Остальное увеличение разнообразия рыб обеспечило ирригационное обводнение региона. Поставлен вопрос о выборе системы оценки биоразнообразия.

**Ключевые слова:** Центральное Предкавказье, ихтиофауна, акклиматизация, оценка биоразнообразия.

**D.I. Skvortsov**

*North Caucasus Federal University, Stavropol, 355009  
e-mail: danka030395@yandex.ru*

### **FEATURES OF CHANGES IN FISH SPECIES DIVERSITY OF CENTRAL CAUCASUS AND ADJACENT MOUNTAIN AREAS**

Since the second half of the 20th century the structure of fish fauna of Central Caucasus has increased significantly – from 40–50 to 130–140. This has resulted in irrigation pools of Association North Caucasus rivers, acclimatization activities and clarifying the systematical status of many fish species. As a result of inventory in the region about 20 new fish species has been revealed. From the formal (mathematical) point of view fish diversity in the region is broader - even up to 20 species. The rest of the increase in fish diversity in the region has provided irrigation watering. The question of the choice for biodiversity assessment is raised.

**Key words:** Central Caucasus, fish fauna, acclimatization, biodiversity assessment.

Центральное Предкавказье уникально по своему гидрологическому положению. Ранее это были маловодные, преимущественно степные пространства, которые отличались исключительно незначительным видовым разнообразием рыб. Лишь предгорье, ограниченное Кубанью и Тереком было рыбным.

К настоящему времени в результате ирригационного строительства (появление каналов, водохранилищ, опреснение водоемов Манычской впадины) именно в этом регионе произошло гидрологическое объединение практически всех водных речных бассейнов юга России. С севера это Волга (через Волго-Донской канал) и Дон (через водохранилища Западного Маныча). С востока это Терек через Терско-Кумский канал. Наиболее важно, что воды верховьев реки Кубань и Терека в настоящее время на 70% направлены в степную часть Центрального Предкавказья, вплоть до Волжско-Калмыцких ильменей. Все это создало предпосылки межбассейнового проникновения в регион гидробионтов, в том числе рыб – через шлюзовые системы, с помощью межхозяйственных перевозок, целенаправленных действий рыбоводов, в том числе любителей. Не прекращаются в регионе также целенаправленные государственные акклиматизационные мероприятия. На фоне этого в последние годы появились сведения о существенном увеличении видового разнообразия рыб изучаемого региона [1–5]. В этой связи актуальным

является проведение инвентаризации видового разнообразия рыб Центрального Предкавказья на основе определения причин появления их новых видов.

В целом до начала масштабных ирригационных работ в Северо-Кавказском регионе по Л.С. Бергу [6] можно было встретить около 90 видов и бассейновых подвидов рыб, встречаемых в пресной воде. При этом более всего подобных рыб отмечалось в низовьях Волги (73- в основном за счет сельдевых) и Кубани (73- за счет горных видов). В низовьях Дона биоразнообразие этих рыб было представлено 67 видами и подвидами, в Тереке 63. Из всех этих видов Л.С. Берг указывал на наличие в северо-кавказском регионе видов (5), которые изменили или могут вскоре изменить естественное биоразнообразие рыб региона – сомик американский (ожидался из Белоруссии), большеротый американский окунь (из озера Абрау), обыкновенная солнечная рыба (ожидалась из Дуная), хольбрукская и восточная гамбузии (вселялась повсеместно). Конкретно на территории именно Центрального Предкавказья и прилегающих горных территориях оценочно (ранее регион не изучался) до середины 20 века присутствовало не более 40–50 видов рыб, но только предположительно в соответствии с указаниями Л.С. Берга. Специальных ихтиологических исследований Центрального Предкавказья в те годы не проводилось.

К настоящему времени видовое разнообразие рыб изучаемого региона существенно изменилось по двум основным причинам – акклиматизация (самостоятельная, случайная и целенаправленная) принципиально новых видов, а также появление формально новых видов рыб по результатам работы систематиков. Всего в изучаемом регионе могут встречаться около 130–140 видов рыб [7]. Имеются сведения о подготовке вселения еще не менее 10 новых видов [5], продолжают работы по уточнению систематического положения рыб.

Об акклиматизации новых видов рыб на Северном Кавказе достаточно широко известно и эти работы будут продолжаться впредь. В частности, огромные средства были вложены в акклиматизацию дальневосточных видов рыб, условно называемых растительноядными – белый и черный (моллюскоед) амур, белый и пестрый (преимущественно зоопланктер) толстолобик. Из-за отсутствия эффективного естественного размножения этих рыб их нахождение в регионе поддерживается только искусственно, хотя до сих пор их можно отнести к массовым. В регионе также периодически встречаются такие новые виды, как буффало (3 вида), большеротый окунь, орфа, ряпушка и пелядь. С биологической точки зрения удачным оказалось вселение веслоноса. Однако из-за мелководного образа жизни население уничтожает его еще до достижения им половозрелого возраста.

К практически полному искусственному воспроизводимым видам рыб необходимо отнести большинство осетровых рыб. В пресных водах выше плотин очень редко можно встретить лишь стерлядь, бестера и сибирского осетра. Последние два вида за пределами рыбоводных хозяйств встречаются как случайные беглецы. В этой связи из списка видов рыб, тем более Красных книг, большинство осетровых рыб необходимо исключить, как минимум, в административных субъектах Центрального Предкавказья.

Существенно изменено разнообразие лососевых рыб. Их кавказские проходные виды в Центральном Предкавказье больше появляться не могут. Зато в предгорье и водохранилищах начали встречать реально новые виды форелей и лососей ушедших из специализированных рыбоводных хозяйств (не менее 5 видов-подвидов). Однако о полноценной их акклиматизации говорить пока рано.

В районах тепловодных рыбоводных хозяйств также встречаются тилапии (до 12 видов), каналльные сомики (2-3 вида, 1 вид успешно акклиматизировался в реках региона), голубоватопятнистая карпа, красная пиранья (возможно и другие виды), а также множество видов мелких аквариумных рыб. В некоторых водоемах успешно воспроизводятся туводные формы рыбака и шемаи, хотя их проходные формы из центральной части Северного Кавказа исчезли.

Ирригационное объединение водоемов Северного Кавказа способствовало самостоятельному расселению ранее солоноводных видов. В частности, в том числе в пресные воды, проникли тюлька, перкарина и некоторые бычки (до 3 видов). До предгорья добрались чехонь и игла-рыба черноморская пухлощекая. Вместе с растительноядными рыбами в регион проникли амурский чебачок и китайская медака, а из Волги берш. Существенно шире расселились щука и горчак. Пока не известна судьба севанской храмули, вселенной в Сенгелевское водохранилище. Все чаще в улове встречается промысловая алая золотая рыбка (крупнее обычных карасей). Ожидается проникновение из центральной России ротана.



Скрывается акклиматизационная деятельность современных богатых не рыбоводных объектах хозяйствования. В обход законодательства и без РБО в регион завезены или планируется завоз в подсобные рыбоводные хозяйства таких рыб как окуня-ауха, американского угря, различных полосатых окуней (басы), катлю, речного барабанщика и других, экзотических для региона рыб.

Все эти примеры изменения разнообразия связаны с реальным перемещением отдельных видов рыб из-за границ региона или внутри него. Сложнее воспринимаются изменения разнообразия рыб не на экологическом, а систематическом уровне. В результате работы систематиков новые виды рыб появляются лишь формально. При этом эти «новые» виды рыб остаются в пределах своих прежних биотопов, их экологические функции не меняются. Таким образом, с экологической точки зрения ничего не меняется, как собственно и биоразнообразие как экологическое явление. Очевидно, что систематические видовые уточнения будут продолжаться и далее, а поэтому эта проблема должна быть рассмотрена отдельно.

Оснований для подобного утверждения на примере Центрального Предкавказья достаточно. В частности, со времен Л.С. Берга [6] часть видов рыб были разделены на подвиды, в других случаях подвиды были признаны, наоборот, видами. Например, три региональные вида щиповок были разделены на два рода суммарно с 7 видами. По некоторым данным после генетических уточнений к ним могут добавиться еще 2-3 вида. Существенные систематические изменения коснулись очень многих других систематических групп рыб: тюльки, усачи, караси, пескари (появился даже новый род), верховки, подусты, рыбки, гольяны, гольцы, игла-рыбы, пуголовки, бычки, форели и лососи. Без сомнения, что этот список может быть продолжен.

Между тем известно, что биологический вид – это совокупность особей, обладающих способностью к скрещиванию с образованием плодового потомства, населяющих определенный ареал, обладающих рядом общих морфологических и физиологических признаков и сходством во взаимоотношениях с биотической и абиотической средой. Главным сегодня признается генетический критерий вида – это характерный для каждого биологического вида набор хромосом, строго определенное их число, размеры и формы, состав ДНК. Особи разных видов имеют разные наборы хромосом, поэтому они не могут скрещиваться и репродуктивно ограничены друг от друга в естественных условиях. Однако образование межвидовых и даже межродовых гибридов (по Л.С. Бергу помесей) уже оцененных с генетических позиций видов рыб признается большинством исследователей, подтверждается в природе и эксперименте. Вероятно поэтому проблема вида, по нашему мнению, еще объективно не решена, остается не понятной молодым исследователям [8, 9].

В связи с изложенным выше, можно констатировать, что ирригационное строительство, акклиматизация, а также работы систематиков существенно изменили видовое разнообразие рыб Центрального Предкавказья и прилегающих горных территорий. К настоящему времени численность видов рыб изучаемого региона с подвидами с формальных позиций увеличилось почти в 3 раза (с 40–50 до 130–140 видов). В экологическом понимании эти изменения менее существенны – появилось всего около 20 реально новых для северокавказского региона видов. Еще около 50 северо-кавказских видов-подвидов проникли в пределы изучаемого региона (целенаправленно и самостоятельно). Осложняет более точную инвентаризацию массовая переоценка систематического статуса отдельных видов рыб, как интродуцентов, так и местных рыб. Таким образом, остается нерешенной проблема выбора реальной системы (формальной или экологической) оценки видового разнообразия рыб, например, в изучаемом регионе.

### Литература

1. Дементьев М.С. Ихтиофауна Ставропольского края // Фауна Ставрополя. – 1997. – В. VII. – С. 69–75.
2. Штефко Ю.Ю., Дементьев М.С. Ихтиофауна окрестностей города Ставрополя // Актуальные вопросы экологии и природопользования: Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, ноябрь 2005 г.). – Ставрополь: Агрус. – 2005. – С. 4–6.
3. Дементьев М.С., Емельянов С.А. Новые для Северного Кавказа рыбы, перспективные для потребления населением // Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону: Материалы XIV региональной научно-технической конференции (17 декабря 2010 г.). – Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – С. 213.

4. Дементьев М.С., Штефко Ю.Ю. Сводка водной и околородной фауны Центрального Предкавказья. Фауна бесчелюстных и рыб Центрального Предкавказья (повидовая сводка 2011 г.) // Фауна Ставрополья. – 2011. – В. 15. – С. 5–17.

5. Дементьев М.С., Штефко Ю.Ю. Перспективы формирования фауны бесчелюстных и рыб Ставропольского края (повидовая сводка) // Природа России. – 2011. – № 10. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.biodat.ru/doc/lib/index.htm> (дата обращения: 25.12.2016).

6. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.-Л.: Наука, 1949. – 1382 с.

7. Богдацкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с.

8. Цвирко Н.И., Дементьев М.С., Харченко Л.Н. Формирование биоразнообразия как элемент нового экологического мышления // Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования (6–9 декабря 2002 г.) – М.: Академия наук о Земле, 2002. – С. 62–63.

9. Дементьев М.С. Биологическое разнообразие – проблема безопасности жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций // Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону: Материалы XIV регион. науч.-техн. конф. (17 декабря 2010 г.). – Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – С. 258.

УДК 639.2/.3(574.54)

**Г.Ж. Сулейменова**

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

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА В КАЗАХСТАНЕ  
(НА ПРИМЕРЕ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Рассматриваемое в работе состояние рыбного хозяйства в Кызылординской области позволяет сделать выводы о перспективах его дальнейшего развития. В частности одним из основных объектов взят рыбоперерабатывающий комплекс в г. Аральске.

Охарактеризованы организация приема, переработки, хранения, реализации рыбы и рыбной продукции, организация промышленного рыболовства на Аральском море и прилегающих рыбопромысловых водоемах. Немаловажное значение имеют сведения о развитии аквакультуры в Аральском регионе.

В перспективе дан курс на улучшение социального, экономического и экологического благосостояния рыбаков и их семей, оказание практической помощи местному населению и объединениям, занимающимся устойчивым рыболовным промыслом и переработкой рыбы.

**Ключевые слова:** рыбное хозяйство, рыбоперерабатывающий комплекс, рыбопромысловые водоемы, производственная деятельность.

**G.J. Suleimenova**

*Aktobe Regional State University K. Zhubanova,  
Aktobe, 030000  
e-mail: Guljanat\_sj@mail.ru*

**CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT  
OF FISHERIES IN KAZAKHSTAN  
(KYZYLORDA REGION)**

The state of fisheries in Kyzylorda region makes it possible to draw conclusions about the prospects for its further development. Among the main objects the fish-processing plant in Aralsk is considered.

We characterize the organization of receiving, processing, storage and marketing of fish and fish products, organization of commercial fishing in the Aral Sea and the surrounding fishing waters. Data on the development of aquaculture in the Aral region have considerable importance.

In the future the course to improve social, economic and environmental well-being of fishermen and their families, to provide practical assistance to local communities and associations involved in sustainable fisheries and fish processing is set.

**Key words:** fisheries, fish processing plant, fishing ponds, production activities.

Одной из главных отраслей сельского хозяйства Казахстана является рыбное хозяйство. Выращивание рыбы в озерно-товарных и прудовых хозяйствах, создаваемых на базе естественных водоемов путем их облагораживания и внедрения методов промышленного рыбоводства – одно из наиболее перспективных направлений сохранения естественных рыбных ресурсов.

Кызылординская область является регионом с богатым потенциалом и благоприятными условиями для развития озерно-товарного рыбоводства. Рассматривая современное развитие и перспективы развития рыбного хозяйства области можно отметить более 300 озер, помимо Малого Арала на территории области, почти 154 из которых имеют рыбохозяйственное значение [1].

Вопросы нынешнего состояния рыбной отрасли, некоторые законодательные изменения, касающиеся развития рыболовства в Казахстане и, в частности, в Кызылординской области поднимаются зачастую во многих встречах представителей разных сфер деятельности.

Область сегодня хорошо известна в Казахстане и за его пределами не только рисом, табунами лошадей и верблюдов, стадами коров и мелкого скота, но и рыбой, на которую сейчас большой спрос не только в Казахстане, но и в странах Европы и Азии.

В истории было немало рыбаков, которые самоотверженным трудом золотыми буквами вписали свои имена в историю края. Среди них рыбаки из аула Боген под руководством Прекеша Дуйсенова, которые в двадцатых годах прошлого столетия отправили 14 вагонов с рыбой голодающему Поволжью [2].

На своем веку аральцы пережили немало трудностей, главная – это обмеление моря, когда люди сотнями стали покидать родные края в поисках лучшей доли. Стали даже возникать разговоры о расформировании Аральского района.

Благодаря историческому решению Главы государства Нурсултана Назарбаева был реализован первый этап проекта РРССАМ. В результате вернулось море, а на родину стали возвращаться сотни семей. Все это способствовало активному возрождению рыболовства, объемы которого растут из года в год. Сегодня продукция аральских рыбаков пользуется большим спросом во многих странах.

Вопросы, связанные с Аралом, находятся под особым контролем Главы государства. Ожидается начало работы по реализации второго этапа проекта «Регулирование русла Сырдарьи и спасение северной части Аральского моря».

На республиканском семинаре в Кызылорде «Внедрение устойчивого рыболовства в рамках продвижения принципов «зеленой» экономики в регионе Аральского моря», где приняли участие представители Центра ОБСЕ в Астане, Арало-Сырдарьинского бассейнового совета, ИД МФСА в РК отмечалось важность рыбного хозяйства в данном регионе.

За последние пять лет объем улова в области увеличился в пять раз, а в Малом Арале в 17. Область располагает богатым хозяйственным фондом и благоприятными условиями для развития товарного рыбоводства. Реализация второй фазы РРССАМ даст возможность развивать эту отрасль дальше.

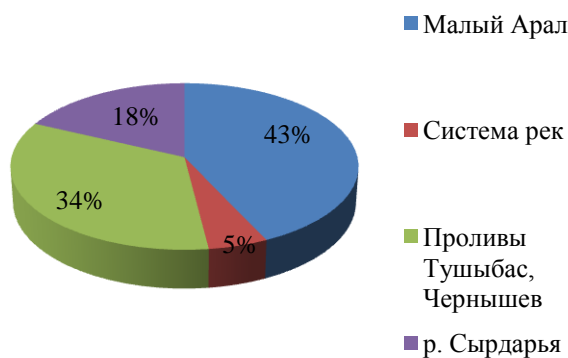


Рис. 1. Основное рыбное хозяйство Кызылординской области [3]

Главными стратегическими задачами дальнейшей деятельности является, наряду с традиционным промыслом развитие аквакультуры, увеличение объема валовой продукции, создание рыбоводного хозяйства, в первую очередь озерно-товарного. Также внедрение современных технологии, позволяющих получать рыбную продукцию при минимальном водопотреблении, увеличение количества закрепленных рыбохозяйственных водоемов и их участков на долгосрочной основе и увеличение объема улова. Для сравнения: в 2000-е годы в Малом Аральском море оптимально допустимый улов составлял всего 400 тонн только одного вида – камбалы-глосса. На территории области есть водоемы рыбохозяйственного значения, общая площадь водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, составляет более 700 тысяч гектаров [4].

На 2014 г. утверждена квота на вылов рыбы в объеме 6725 тонн. На 1 октября 2014 г. по области выловлено 3365 тонн.

Сегодня переработкой занимаются восемь предприятий Аральского и Казалинского районов с годовой мощностью более 11 тысяч тонн. Основные виды переработанной продукции – рыбное филе, замороженная рыба, рыбная мука. В связи с этим увеличивается объем экспорта рыбной продукции. Если в 2013 г. было экспортировано 412 тонн продукции, то на октябрь текущего года экспортировано 362,3 тонны на сумму 2 378 934 доллара. Реализация второй фазы проекта РРССАМ даст возможность увеличить вылов в Малом Аральском море вдвое. Аулов в озерных системах планируется довести до 9 тысяч тонн в год [5].

Перед мировой общественностью встает вопрос необходимости осознания тесной взаимосвязи и взаимозависимости человека и природы, насущную необходимость перехода на «зеленые» рельсы.

Нужно привлечь передовой опыт, использовать новейшие технологии и научные разработки, а также укреплять сотрудничество на национальном и региональном уровне. В этом контексте созданный в Кызылорде при поддержке центра ОБСЕ тренинговый центр при ТОО «НИИ рисоводства имени И.Жахаева» по вопросам интегрированного управления водных ресурсов должен сыграть важную роль.

Чтобы решить многие проблемы, необходимо разработать среднесрочную Программу развития рыбного хозяйства, которая должна включать соблюдение принципов кодекса ведения рыболовства. Необходимо:

- внедрять эффективные и щадящие орудия лова, например ставные неводы и вентеры различных конструкций;

- также нужно разработать новую республиканскую схему зарыбления и акклиматизации (в том числе и кормовых организмов) для сохранения и увеличения рыбопродуктивности, максимально приблизить попуски воды из ГЭС к естественным, использовать морские запасы промысловых видов рыб, продолжить реализацию программы развития рыбного хозяйства Кызылординской области;

- сброс воды из Малого Арала в нижний бьеф Кокаральской плотины желателно осуществлять осенью и зимой, заменить примитивные сетные рыбозащитные устройства на Кокаральской плотине на эффективные (электрические, акустические) рыбозаградительные устройства (РЗУ), необходимы экспериментальные исследования;

- Важно провести подготовительные гидромелиоративные работы в затопляемой зоне дна Малого Арала для последующего эффективного отлова рыбы, провести реакклиматизацию аральского шипа из Балхаш-Илийского бассейна в Аральском бассейне, продолжить работы по сохранению редких и исчезающих видов – усача и шипа.

Чтобы улучшить экологическое состояние и развитие товарного рыбоводства, в 2012-2013 годы были проведены мелиоративные работы по очистке каналов, восстановлению гидротехнических сооружений в 8 озерах.

В 2013 г. 19 рыбохозяйственных субъектов области, объединившись, организовали рыбный консорциум. Также в консорциум вошли Аральский филиал НИИ рыбного хозяйства и социально-предпринимательская корпорация «Байконур». Сегодня многие вопросы, связанные с рыбным хозяйством в регионе, решаются членами консорциума.

С 2006 г. реализуется программа по сохранению и восстановлению генофонда аральского усача, занесенного в Красную книгу Республики Казахстан.

С начала реализации проекта на рисовых полях было выловлено более 45–50 тысяч мальков усача, которые затем выращивались в прудах и выпускались в Малое Аральское море. В этом году выловлено более 10 тысяч мальков усача, они помещены на зимовку в Камыстыбасский рыбопитомник для выращивания до двухлетнего возраста. Осенью 2015 года двухлетки будут выпущены в Малый Арал. Кроме этого, ежегодно проводятся мероприятия по спасению 10–11 миллионов мальков рыб из отшнурованных водоемов, то есть отделенных от основной части озера и рисовых полей [6].

Развитие садкового рыбоводства в Казахстане не получило широкого развития из-за отсутствия специализированных кормов, особенностей климата.

КазНИИ рыбного хозяйства разработало новую технологическую схему «двухъярусного» выращивания товарного карпа в садках на сбросных теплых водах, установленных в водоеме-охладителе площадью 3 гектара с прямоточным водоснабжением. Рыбопродуктивность товарного карпа по разработанной технологии двухъярусного выращивания составила

310 центнеров на гектар. Сейчас перспективно выращивать таким способом форель, осетра, а в Малом Арале можно выращивать бестер – (белуга со стерлядью), русского и сибирского осетров.

В области поставлена также задача искусственного воспроизведения ценных видов рыб, предусмотрение строительства рыбозащитного устройства на Кокаральской плотине, ускорение работы по развитию аквакультуры в регионе, а также поиск дополнительных мер субсидирования для развития товарного рыбоводства.

Необходимо продолжить работы по спасению молоди ценных видов рыб, в т.ч. редких и исчезающих видов на рисовых чеках, запретить использование китайских сетей, их продажу. В дальнейшем необходимо разработать отраслевой стандарт на орудия лова [7].

Нужна среднесрочная Программа развития рыбного хозяйства, которая должна включать соблюдение принципов кодекса ведения ответственного рыболовства. Очевидно, что спасти Аральское море в прежнем виде нереально, но вполне возможно возродить и спасти экосистему Малого Арала.

### Литература

1. Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігі «Балық шаруашылығы ғылыми зерттеу институты» ЖШС мәліметтері.
2. «Егемен Қазақстан», 19 қараша, 2012 жыл.
3. Саданов А.Қ., Нұрғызарынов А.М. «Арал өңірінде орнықты дамудың ғылыми негізі».- Астана, 2008. – Б. 4–164.
4. Арал-Сырдария облысаралық балық шаруашылығы бассейндік инспекциясының 2013-2014 ж.ж және 2015 жылдың Зайында балық аулау лимитінің игерілуі жайлы мәліметтер.
5. <http://www.kzvesti.kz/20-11-2014/4495-bogatstvo-oblasti-ryboy-pri-rastat-budet.html>
6. «Көкарал бөгеті және «Ақлақ» су электр стансасының экология- эканомикалық ролі» Шынбергенев Е.А., Сиқанов Н.С. Қорқыт Ата атындағы ҚМУ 75 жылдығына арналған «Арал өңірі аймағының индустриалды-инновациялық даму басымдықтары атты конференция материалдары. (18.05.2012)-Қызылорда.
7. «Кіші Арал теңізінің балық шаруашылығының болашағы». Ермаханов З.К. Қызылорда. 2011. – Б. 137–140.

УДК 597.556.333.1(265.52)

**А.М. Токранов<sup>1</sup>, А.М. Орлов<sup>2,3</sup>, И.Н. Мухаметов<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683000;

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Москва, 107140,

<sup>3</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,  
Москва, 119071;

<sup>4</sup>Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Южно-Сахалинск, 693023  
e-mail: tok\_50@mail.ru

**РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА БЕЛОБРЮХОГО ПОЛУЧЕШУЙНИКА  
*HEMILEPIDOTUS JORDANI* (COTTIDAE) В ТИХООКЕАНСКИХ ВОДАХ  
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ И СЕВЕРНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ  
В КОНЦЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКОВ**

Приведены результаты анализа размерно-возрастной структуры белобрюхого лучешуйника *Hemilepidotus jordani* (Cottidae) в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов в конце XX – начале XXI веков. По мнению авторов, выявленные изменения в размерно-возрастной структуре этого вида рогатковых обусловлены различной интенсивностью промысла донных рыб в данном районе в отдельные годы.

**Ключевые слова:** белобрюхий лучешуйник *Hemilepidotus jordani*, размерно-возрастная структура, тихоокеанские воды юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов.

**A.M. Tokranov<sup>1</sup>, A.M. Orlov<sup>2,3</sup>, I.N. Mukhametov<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

<sup>2</sup>Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Moscow, 107140,

<sup>3</sup>A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS,  
Moscow, 119071;

<sup>4</sup>Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Yuzhno-Sakhalinsk, 693023  
e-mail: tok\_50@mail.ru

**SIZE-AGE STRUCTURE OF YELLOW IRISH LORD *HEMILEPIDOTUS JORDANI*  
(COTTIDAE) IN THE PACIFIC WATERS OF SOUTH-EASTERN KAMCHATKA  
AND NORTHERN KURIL ISLANDS, LATE XX – EARLY XXI CENTURIES**

Data on the analysis of the size-age structure of yellow Irish lord *Hemilepidotus jordani* (Cottidae) in the Pacific waters of south-eastern Kamchatka and northern Kuril Islands in the end of XX – the beginning of XXI centuries are provided. According to the authors' opinion the changes in the size-age structure of this species of sculpins are caused by different intensity of fishery of the bottom fishes in this region in various years.

**Key words:** yellow Irish lord *Hemilepidotus jordani*, size-age structure, Pacific waters of the south-eastern Kamchatka and northern Kuril Islands.

Белобрюхий лучешуйник *Hemilepidotus jordani* – один из наиболее характерных и широко распространённых в водах шельфа и верхней зоны материкового склона северной части Тихого океана видов рогатковых рыб (Cottidae), который встречается от берегов о. Хоккайдо до Анадырского залива и юго-восточной Аляски [1–4 и др.]. В отдельных участках своего обширного ареала, в том числе, у тихоокеанского побережья юго-восточной Камчатки и северных Куриль-

ских островов, этот представитель рогатковых обладает довольно высокой численностью и биомассой [5–8 и др.], образует плотные скопления с уловами свыше 4 т за часовое траление [9, 10] и потому является потенциальным объектом прибрежного промысла [11–14 и др.]. Как показали технологические исследования [15], достаточно крупные размеры и значительное содержание в мясе белобрюхого получешуйника полноценных белков и липидов позволяет использовать его для производства мороженой продукции и закусочных консервов в масле, тогда как богатая витамином А печень может служить в качестве витаминного сырья. Хотя во второй половине 1970-х годов в зимние месяцы в тихоокеанских водах северных Курильских островов Шумшу и Парамушир предпринималась попытка организации ограниченного специализированного промысла этого вида рогатковых (мороженая продукция из него поступала в торговую сеть под названием «бычок океанический») [6], до настоящего времени он в основном вылавливается в незначительных количествах в качестве прилова при промысле донных рыб. Имеющиеся в нашем распоряжении результаты массовых промеров (8501 экз.), биоанализов (2500 экз.) и определений возраста (1870 экз.) белобрюхого получешуйника за 1978–2013 гг. в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки от пролива Крузенштерна на юге до м. Поворотный на севере (участок от 47°50' до 52°10' с.ш.) позволяют проанализировать состояние его размерно-возрастной структуры в этом районе за тридцатипятилетний период.

При выполнении массовых промеров и биоанализов белобрюхого получешуйника использовали его особей непосредственно из траловых уловов. Возраст определяли по отолитам (под бинокуляром в падающем свете), которые предварительно прокаливали на электроплитке, разламывали пополам в районе центральной ложбины и покрывали глицерином (при необходимости слегка подшлифовывали). На обработанном таким образом отолите годовые кольца видны вполне удовлетворительно. В дальнейшем результаты всех массовых промеров с помощью размерно-возрастного ключа были переведены на возраст. Статистическую обработку материалов проводили по общепринятой методике [16].

Согласно литературным данным, белобрюхий получешуйник является довольно крупным видом рогатковых рыб, предельная длина которого в северной части Тихого океана достигает 62 см, масса тела – 2.8 кг [13, 14, 17], а продолжительность жизни – 14 лет [18–20]. В период с 1978 по 2013 гг. его максимальные размеры в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов составляли соответственно 54 см и 2.3 кг, а возраст – 13 лет, хотя основу уловов формировали рыбы длиной 30–40 см с массой тела 0.3–0.9 кг [5, 14, 21].

Анализ имеющихся в нашем распоряжении материалов показал, что во второй половине 1970-х гг., когда в тихоокеанских водах северных Курильских островов существовал ограниченный траловый промысел белобрюхого получешуйника, основу его уловов формировали четырёх-семилетние особи (88.8%) длиной 27–38 см (79.2%) (рис. 1 и 2), причём они преобладали как в водах северных Курильских островов, так и юго-восточной Камчатки (табл. 1). В 1990-е годы

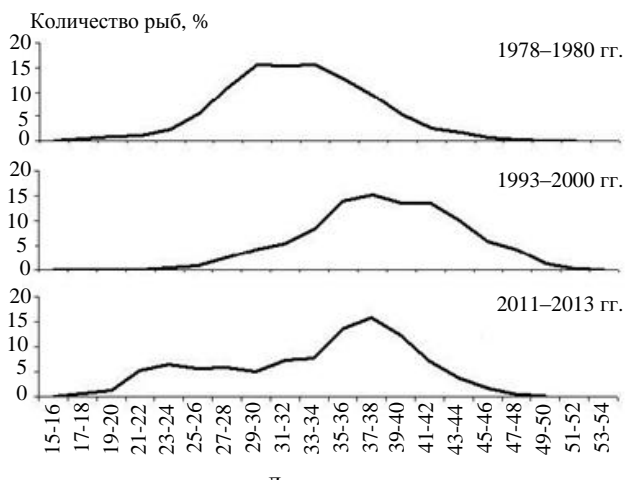


Рис. 1. Размерный состав белобрюхого получешуйника в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 1978–1980 ( $N = 5513$ ,  $M = 31.9 \pm 0.1$  см), 1993–2000 ( $N = 1476$ ,  $M = 37.7 \pm 0.1$  см) и 2011–2013 ( $N = 1512$ ,  $M = 33.1 \pm 0.2$  см) годах

размерно-возрастная структура этого представителя рогатковых здесь существенно изменилась. Заметно возросло относительное количество крупных особей старших возрастных групп, в связи с чем, в уловах повсеместно стали доминировать рыбы размером 33–44 см (74.6%) в возрасте пяти-девяти лет (85.5%) (рис. 1 и 2, табл. 1 и 2). В начале второго десятилетия XXI века в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки вновь произошло омоложение популяции белобрюхого получешуйника, и увеличение доли относительно мелких рыб. Поэтому в уловах доминировали четырёх-восьмилетние особи этого вида рогатковых (88.5%) длиной 31–42 см (63.7%) (рис. 1 и 2). Сопоставление средних величин размерно-



возрастных показателей белобрюхого полчешуйника за эти годы наглядно свидетельствует об аналогичном характере изменений – значительном увеличении их в 1990-е годы по сравнению с 1978-1980 гг. (соответственно с 31.9 до 37.7 см и 5.76 до 7.41 лет) и последующем уменьшении до 33.1 см и 6.16 лет в 2011–2013 гг.

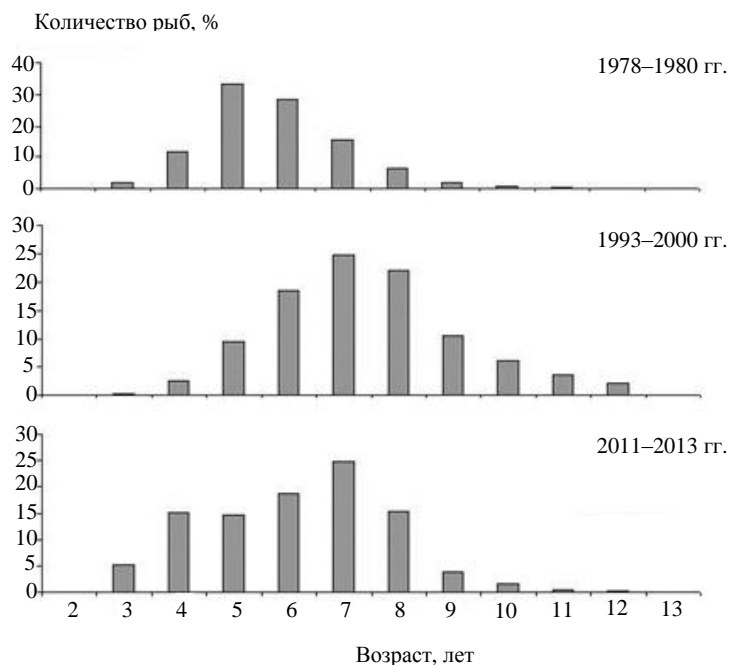


Рис. 2. Возрастной состав белобрюхого полчешуйника в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 1978–1980 ( $N = 5513$ ,  $M = 5.76 \pm 0.02$  лет), 1993–2000 ( $N = 1476$ ,  $M = 7.41 \pm 0.05$  лет) и 2011–2013 ( $N = 1512$ ,  $M = 6.16 \pm 0.04$  лет) годах

Таблица 1

**Относительное количество (%) особей различных размерных групп и максимальная длина белобрюхого полчешуйника в траловых уловах в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в разные годы**

Район	Годы	Длина, см					Максимальная длина, см	Число рыб, экз.
		менее 20	21-30	31-40	41-50	свыше 50		
Северные Курилы и Юго-Восточная Камчатка	1978-1980	1.3	35.4	57.9	5.3	0.1	52	5513
	1993-2000	0.3	8.1	56.4	34.8	0.4	54	1476
	2011-2013	2.0	28.3	56.7	13.0	–	50	1512
Северные Курилы	1978-1980	1.6	45.8	47.9	4.6	0.1	52	3100
	1993-2000	–	7.8	56.4	35.4	0.4	54	1155
	2011-2013	2.0	28.3	56.7	13.0	–	50	1512
Юго-Восточная Камчатка	1978-1980	0.8	22.0	70.7	6.3	0.2	52	2413
	1993-2000	0.9	9.6	56.2	32.7	0.6	53	321

Таблица 2

**Относительное количество (%) особей различных возрастных групп и максимальный возраст белобрюхого полчешуйника в траловых уловах в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в разные годы**

Годы	Возраст, лет				Максимальный возраст, лет
	2-4	5-7	8-10	более 10	
1978-1980	13.7	77.1	8.7	0.5	13
1993-2000	2.8	52.8	38.7	5.7	13
2011-2013	20.5	58.0	20.7	0.8	12

Из-за отсутствия регулярных наблюдений за состоянием запасов и биологическими показателями белобрюхого лучешуйника в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в период с конца 1970-х годов до настоящего времени, о причинах значительных изменений в его размерно-возрастной структуре можно говорить лишь предположительно. По всей видимости, прекращение ограниченного промысла этого вида рогатковых рыб в первой половине 1980-х годов и последующее снижение общей интенсивности вылова донных рыб в рассматриваемом районе, при котором белобрюхий лучешуйник постоянно добывался в качестве прилова, постепенно привело во второй половине 1990-х годов к старению его популяции и увеличению в ней относительного количества крупных особей старших возрастных групп, что отразилось на средних и модальных размерно-возрастных показателях. Активизация промысла донных рыб в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 2000-е годы, при котором белобрюхий лучешуйник вновь стал вылавливаться в качестве прилова, очевидно, послужила причиной некоторого омоложения его популяции, сокращения в ней числа наиболее крупных особей старших возрастов, и роста относительного количества рыб средних и мелких размеров.

### Литература

1. Борец Л.А. Аннотированный список рыб дальневосточных морей. - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2000. – 192 с.
2. Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. Fishes of Alaska. – Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2002. – XXXVII+1037 p.+40 Pl.
3. Токранов А.М., Орлов А.М., Шейко Б.А. Краткий обзор родов *Hemilepidotus* и *Melletes* (Cottidae) и некоторые черты биологии нового для фауны России вида – чешуехвостого лучешуйника *Hemilepidotus zapus* из тихоокеанских вод северных Курильских островов // Вопр. ихтиол. – 2003. – Т. 43, № 3. – С. 293–310.
4. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря: Моногр. / В.В. Федоров, И.А. Черешнев, М.В. Назаркин, А.В. Шестаков, В.В. Волобуев. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 204 с.
5. Токранов А.М. Биология массовых видов рогатковых (семейство Cottidae) прикамчатских вод. Автореф. дис ... канд. биол. наук. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. – 22 с.
6. Токранов А.М. Керчаки и лучешуйные бычки // Биол. ресурсы Тихого океана. – М.: Наука, 1986. – С. 319–328.
7. Токранов А.М. Видовой состав и биомасса рогатковых (Pisces: Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Бюл. МОИП. – Отд. биол. - 1988. – Т. 93. – Вып. 4. – С. 61–69.
8. Орлов А.М. Количественное распределение демерсального нектона тихоокеанских вод северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки. – М.: Изд-во ВНИРО, 2010. – 335 с.
9. Орлов А.М., Токранов А.М. Особенности распределения и динамика уловов некоторых потенциально промысловых видов рогатковых рыб (Cottidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы межд. конф. (Новосибирск, 26–28 марта 2008 г.). – Новосибирск: «Агрос», 2008. – С. 173–178.
10. Токранов А.М., Орлов А.М. Особенности распределения и динамика уловов рогатковых рыб рода *Hemilepidotus* Cuvier, 1829 (Cottidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. – С. 277–280.
11. Токранов А.М. Итоги исследований и возможности промысла рогатковых рыб (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Тез. докл. Всесоюзн. совещ. «Резервн. пищев. биол. ресурсы открытого океана и морей СССР» (Калининград, 20–22 марта 1990 г.). – М.: ВНИЭРХ, 1990. – С. 63–66.
12. Токранов А.М. Особенности биологии донных и придонных рыб различных семейств в прикамчатских водах: Дис. в виде науч. докл. ... д-ра биол. наук. – Владивосток: ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, 2009. – 83 с.
13. Токранов А.М. Рогатковые рыбы (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // Всерос. конф. «Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем

в условиях глобального изменения климата»: Сб. докл. (Хабаровск, 29.09-03.10.2014 г.) [Электронный ресурс]. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2014. – С. 162–165.

14. *Фадеев Н.С.* Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 366 с.

15. *Диденко А.П., Боровская Г.А., Дроздова Л.И., Лаврова Н.А.* Технологическая характеристика и рекомендации по рациональному использованию бычков // Изв. ТИНРО. – 1983. – Т. 108. – С. 13–19.

16. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 292 с.

17. *Котляр А.Н.* Белобрюхий получешуйный бычок – *Hemilepidotis jordani* Bean, 1881 // Промысловые рыбы России. В двух томах (под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра и Б.Н. Котенева). – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 525–526.

18. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря: Моногр. / И.А. Черешнев, В.В. Волобуев, И.Е. Хованский, А.В. Шестаков. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 197 с.

19. *Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С.* Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. – Владивосток: Русский Остров, 2014. – 336 с.: ил.

20. *Тупоногов В.Н., Снытко В.А.* Атлас промысловых видов рыб дальневосточных морей России. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2014. – 206 с.

21. *Токранов А.М.* Особенности роста получешуйных бычков Джордана и Гильберта (*Cottidae*) Северных Курильских островов // Итоги исслед. по вопр. рац. исполыз. и охраны биол. ресурсов Сахалина и Курильских о-вов: Тез. докл. II науч.-практич. конф. (Южно-Сахалинск, ноябрь 1984 г.). – Южно-Сахалинск: Географ. общ-во СССР, 1984. – С. 102–105.

УДК 621.43.031-83:629.5

**С.Ю. Труднев, А.А. Марченко**

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

### **ОЦЕНКА НЕИСПРАВНОСТИ ПОДШИПНИКОВОГО СУДОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ МАШИНЫ**

В материалах произведена оценка технического состояния электропривода компрессорной установки. Отражены основные причины отказов компрессорных установок и принципы их диагностирования. Разработан лабораторный диагностический стенд. Исследования показали, что при расширенном анализе параметров большого спектра электрических машин можно составить диагностическую карту, которая позволит разработать универсальное устройство непрерывного контроля за техническим состоянием компрессорной установки.

**Ключевые слова:** модель, электропривод, диагностика.

**S.U. Trudnev, A.A. Marchenko**

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

### **MALFUNCTION ASSESSMENT OF BEARING UNIT OF SHIP ELECTRIC DRIVE IN COMPRESSOR SET BY METHOD OF ANALYSIS OF MACHINE ELECTRIC PARAMETERS**

Technical condition of the compressor set electric drive is assessed in the article. The main reasons for refusals of compressor installations and the principles of their diagnosing are reflected. The laboratory diagnostic stand is developed. The researches have shown that in the expanded analysis of electrical machine parameters it is possible to make the diagnostic card allowing to develop the universal device of continuous control for technical condition of the compressor set. It is true for a wide range of electrical machines.

**Key words:** model, electric drive, diagnostics.

В настоящее время асинхронные электродвигатели являются потребителями свыше 70% всей электроэнергии в России. Опыт эксплуатации электродвигателей в составе различных электроприводов свидетельствует о большом количестве отказов, происходящих по различным причинам. Одной из самых широко распространенных причин является аварийная ситуация. Ежегодно аварийность составляет как минимум 25%. Выход из строя электродвигателя наносит значительный ущерб, связанный, в основном, с простоем технологического оборудования или порчей продукции вследствие аварии двигателя. Дополнительно к убыткам добавляется снижение электро- и пожаробезопасности, связанное с возможными короткими замыканиями, которые могут присутствовать в обмотке статора или ротора поврежденного электродвигателя. Для снижения аварийности используют различные средства защиты, которые не обеспечивают полную сохранность электродвигателя и снижают вероятность возникновения лишь некоторых из вышеперечисленных случаев, поэтому возникает потребность диагностики состояния электродвигателя в процессе его работы, то есть функциональной диагностики. Обнаружение дефектов в электродвигателе, работающем в составе электропривода, на ранней стадии их развития предупредит внезапную остановку производства в случае аварии, а также значительно снизит расходы на ремонт и увеличит срок его службы.

На сегодняшний день перспективным является системы непрерывной диагностики, позволяющие современно предсказать и определить неисправность. Это позволяет диагностировать электродвигатель независимо от его мощности и конструкции, а также глубины его монтажа.

В настоящее время известны следующие методы диагностики асинхронных двигателей [1]:

1. Методы, основанные на анализе вибраций отдельных элементов агрегата.
2. Методы, основанные на анализе акустических колебаний, создаваемых работающей машиной.
3. Методы, основанные на измерении и анализе магнитного потока в зазоре двигателя.
4. Методы, основанные на анализе вторичных электромагнитных полей машины.
5. Методы, основанные на измерении и анализе температуры отдельных элементов машины.
6. Методы диагностики механических узлов (в частности подшипников) основанные на анализе содержания железа в масле.
7. Методы диагностики состояния изоляции.
8. Методы, основанные на анализе электрических параметров машины.

Анализируя вышеперечисленные методы, можно сделать выводы о том, что наиболее актуальными в применения являются метод оперативного диагностирования, основанным на определении ряда параметров электропривода при работе. Диапазон изменения различных параметров от типа электродвигателя, который расширяется в зависимости от его назначения и его режимов работы.

Так, например, существует большое количество электроприводов, состояние которых достаточно определить методом оперативного диагностирования, так как такие электроприводы имеют большое количество режимов работы (грузовая лебедка, якорно-швартовые механизмы, гребные электрические установки). Немалую часть занимают электроприводы, в состав которых входят электродвигатели, работающие в одном или двух режимах. Такой принцип работы позволяет проводить непрерывную диагностику любого электродвигателя (компрессорная установка и тепловые насосы).

Сегодня существует большое количество, программных комплексов, завязанных через различные датчики и промышленные контроллеры с силовыми энергоустановками, такие как SpectraLAB, PicoScope, SpectraPlus. Это дает возможность разрабатывать целый ряд мероприятий по диагностике, в частности, по диагностике электрооборудования.

### Анализ сигнала при помощи программы SpectraLAB

Анализ только формы сигнала не дает возможность точно диагностировать состояние подшипникового узла, а тем более спрогнозировать оставшийся моторесурс. Поэтому необходим анализ не только формы электрического сигнала, но и его спектра [2].

Упрощенная схема устройства диагностики представлена на рисунке 1.

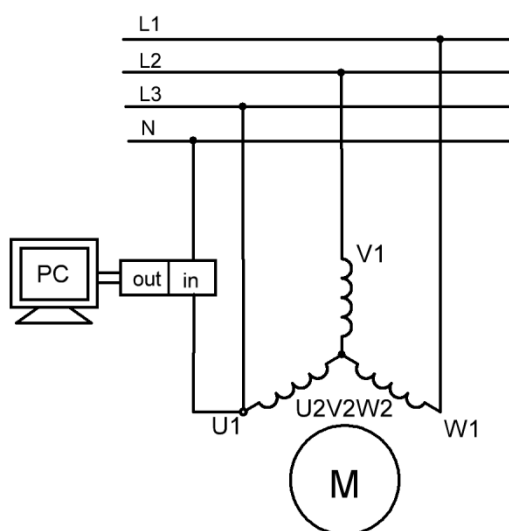


Рис. 1. Упрощенная схема исследования асинхронного электродвигателя при помощи звуковой карты персонального компьютера

Запишем сигнал электрического тока, используя в схеме, сначала исправный электродвигатель, а затем – двигатель с неисправностью в подшипниковом узле.

Получаем электрический сигнал статорных обмоток двигателя, изображенный на рисунке 2.

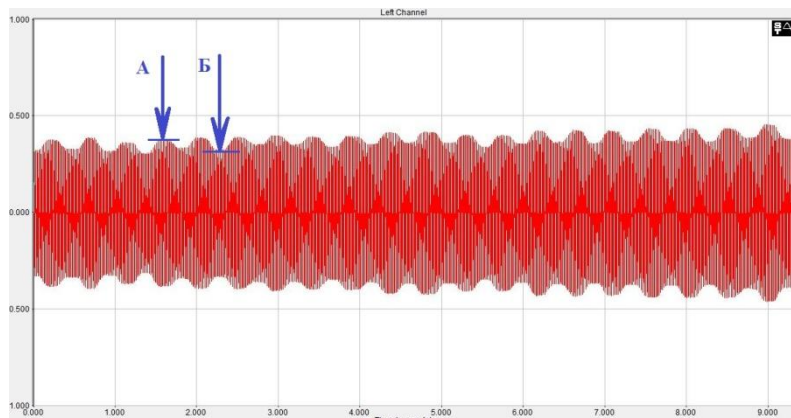


Рис. 2. Электрический сигнал статорных обмоток двигателя с неисправностью в подшипниковом узле

Далее разложим электрический сигнал на спектры. Значения сигналов для каждого из спектров частот изменяются в зависимости от мгновенного значения электрического сигнала на рисунке 2, то есть они не постоянные. Построим графики для его максимального и минимального значений (рисунки 3 и 4).

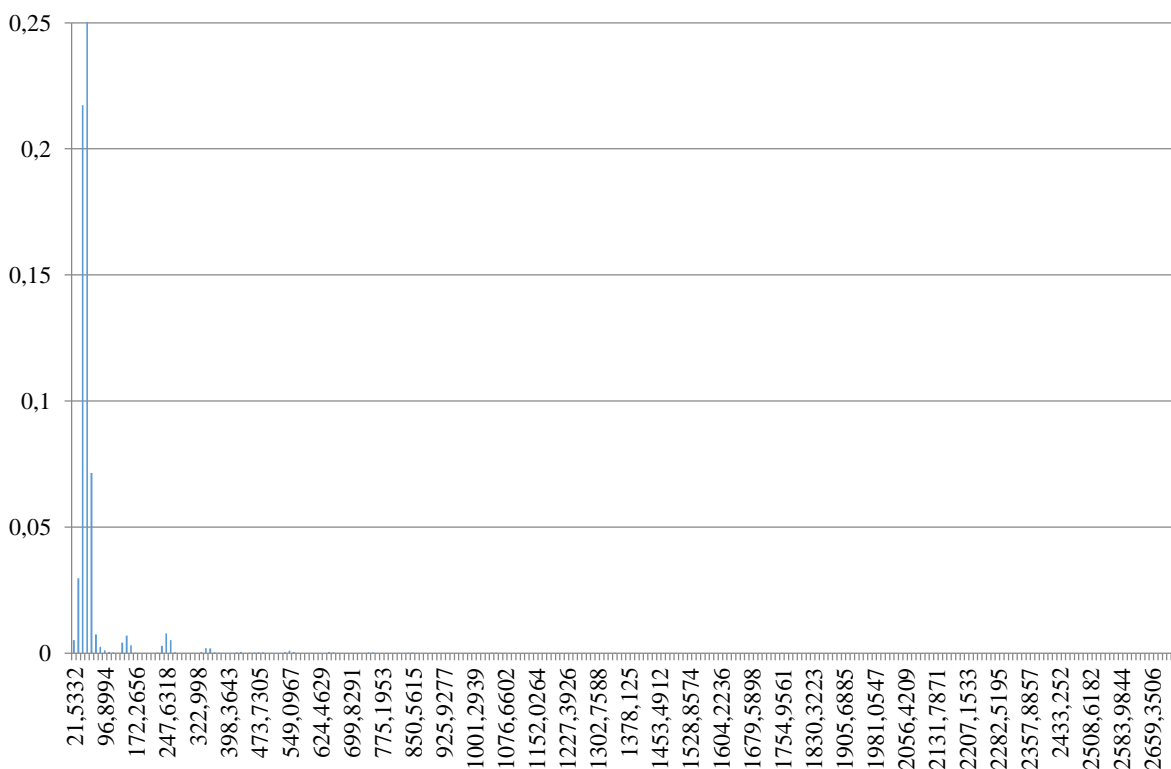


Рис. 3. Спектральная диаграмма электрического сигнала двигателя с неисправностью в подшипниковом узле для максимального значения напряжения

Как и в опыте с осциллографом это объясняется неравномерностью нагрузки на валу электродвигателя.

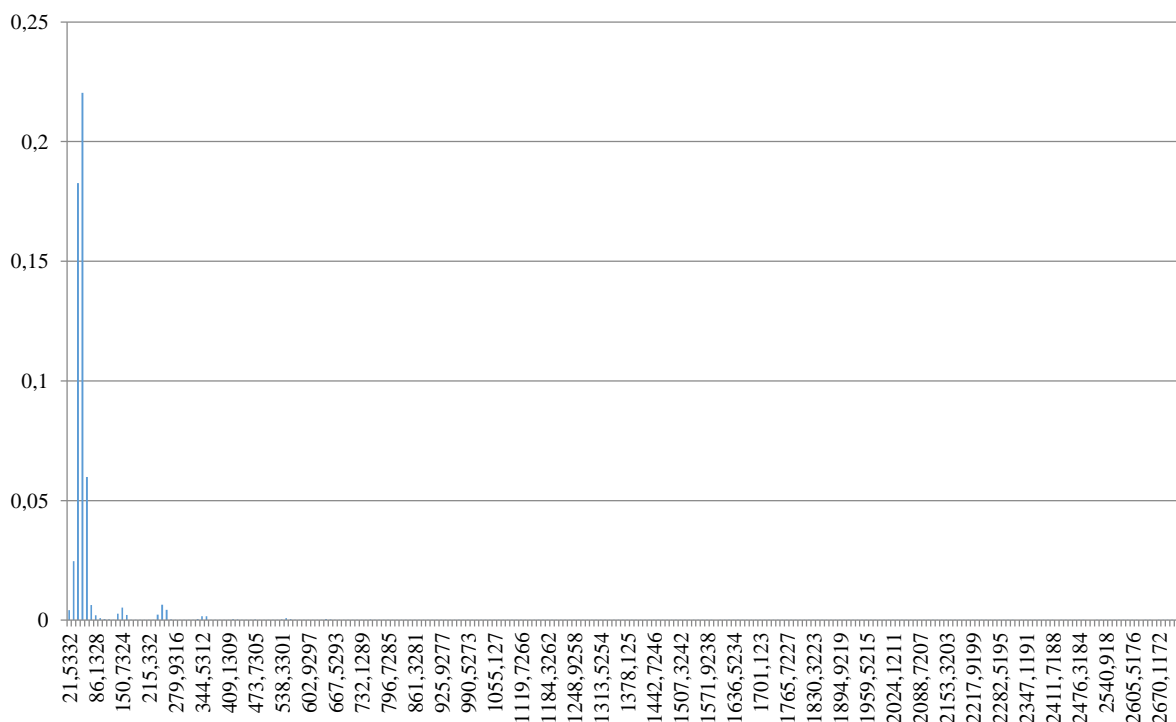


Рис. 4. Спектральная диаграмма электрического сигнала двигателя с неисправностью в подшипниковом узле для минимального значения напряжения

Проведенные лабораторные испытания с учетом анализа электрических параметров, позволяют говорить о том, что наиболее точно определить неисправность можно только комплексом программ. Исследование составляющих напряжения и тока нагрузки дают возможность провести полную диагностику электропривода и определить оставшийся срок работы без монтажа электрической машины, это дает время для своевременного ремонта электропривода. Такой вид диагностики, безусловно, увеличит производительность и энергоэффективность установки в состав которой входит компрессор.

### Литература

1. Янтовский Е.И., Пустовалов Ю.В. Парокомпрессионные тепловые насосные установки. – М.: Энергоиздат, 1982. – 144 с.
2. Кочетков В.П. Теория автоматизированного электропривода: Учеб. пособие / В.П. Кочетков, Г.А.Багаутинов; под ред. В.А. Трояна. – Е.: Изд. Уральского ун-та, 1992. – 328 с.
3. Котеленец Н.Ф. Испытания и надежность электрических машин / Н.Ф. Котеленец, Н.Л. Кузнецов. – М.: Высшая школа, 1988. – 232 с.

УДК 621.43.031-83:629.5

С.Ю. Труднев, А.А. Марченко

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

### ОЦЕНКА НЕИСПРАВНОСТИ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА СУДОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ

В материалах произведена оценка технического состояния электропривода компрессорной установки. Отражены основные причины отказов компрессорных установок и принципы их диагностирования. Разработан лабораторный диагностический стенд. На основании исследований сделан вывод, позволяющий судить о целесообразности проведенных исследований и создания универсальной системы непрерывной диагностики компрессорных установок.

**Ключевые слова:** модель, компрессор, диагностика.

S.U. Trudnev, A.A. Marchenko

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

### MALFUNCTION ASSESSMENT OF BEARING UNIT OF COMPRESSOR SET SHIP ELECTRIC DRIVE

The article deals with technical condition of the electric compressor unit. The main reasons for compressor set failure and the principles of their diagnosing are summed. The laboratory diagnostic stand is developed. On the basis of researches the conclusion on the expediency of the conducted researches and developing universal system of compressor set continuous diagnostics is drawn.

**Key words:** model, compressor, diagnostics.

В электроприводах компрессорных установок скорость вращения электродвигателя либо не регулируется, либо регулируется в узких спектрах, нагрузка на электропривод осуществляется за счет рабочего давления. Исходя из этого, диагностирование компрессорной установки можно проводить по электрическим параметрам электродвигателя. Любая из механических неисправностей компрессорной установки вызовет изменение нагрузки на валу электродвигателя, что в свою очередь повлияет на форму и величину тока статора [1].

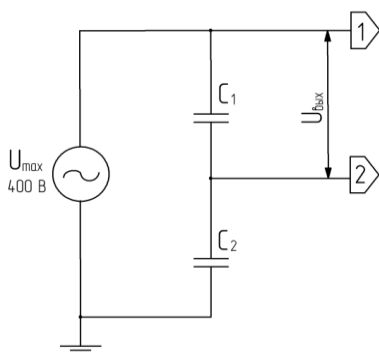


Рис. 1. Схема делителя напряжения

Таким образом, определив закономерности изменения формы и величины тока статора при тех или иных неисправностях компрессорной установки, можно проводить её диагностирование по электрическим параметрам либо использовать этот метод диагностирования как дополнение к существующим.

При сборке схемы исследования вышеописанного метода диагностирования следует учесть, что максимальное входное напряжение цифрового осциллографа АК ИП равно 20 В (технические данные осциллографа указаны в приложении). Для соблюдения этого параметра был собран делитель напряжения на конденсаторах из расчета на максимальное напряжение 400 В, согласно принципиальной схеме (рис. 1).



$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{max}} \cdot C_2}{C_1 + C_2} B, \quad (1)$$

где  $U_{\text{max}}$  и  $U_{\text{вых}}$  – входное и выходное напряжения соответственно,  $C_1$  и  $C_2$  – ёмкости конденсаторов. Пользуясь формулой (1), методом подбора определяем, что  $C_1 = 20$  мкФ и  $C_2 = 0,5$  мкФ.

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{max}} \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{400 \cdot 0,5}{20 + 0,5} = 9,76 B$$

Это удовлетворяет условию максимального входного напряжения осциллографа, равного 20 В. Далее собираем рассчитанный делитель напряжения для дальнейшего использования в схеме опыта по определению неисправностей по анализу сигнала тока.

Для исследования состояния подшипникового узла методом анализа электрического сигнала собрана схема, изображенная на рисунке 2.

С помощью цифрового осциллографа запишем сигнал электрического тока статора, используя в схеме сначала исправный электродвигатель, а затем – двигатель с неисправностью в подшипниковом узле и сравним показания. Результаты замеров представлены на рисунках 3 и 4.

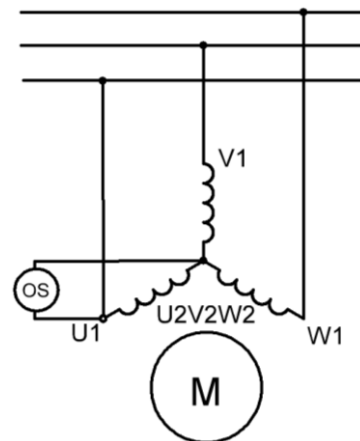


Рис. 2. Упрощенная схема исследования асинхронного электродвигателя при помощи цифрового осциллографа

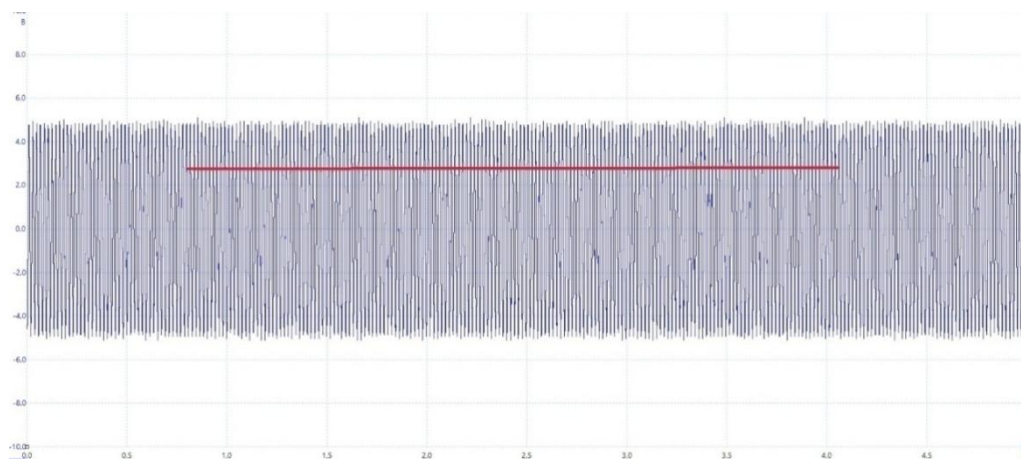


Рис. 3. Осциллограмма напряжения исправного электродвигателя с шагом 0,5 с

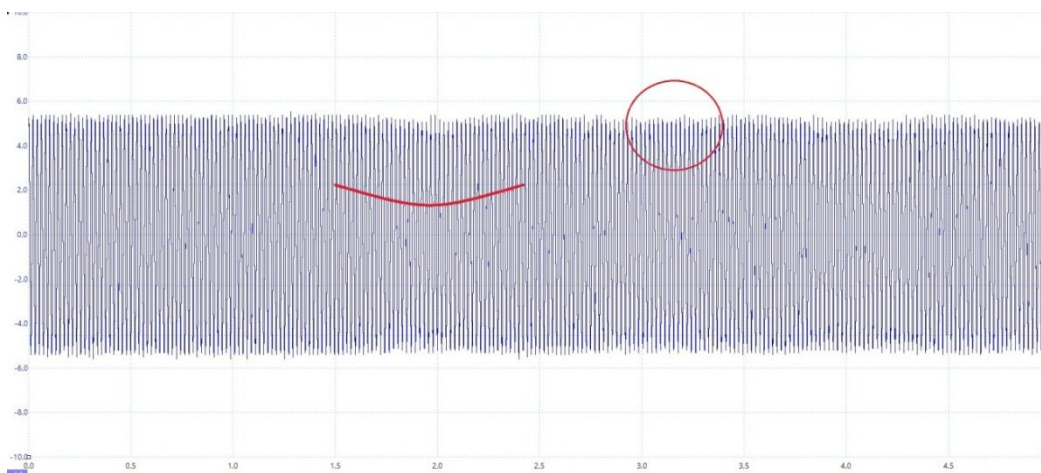


Рис. 4. Осциллограмма напряжения электродвигателя с неисправностью в подшипниковом узле с шагом 0,5 с

Как видно на рисунках 3 и 4, амплитуда электрического сигнала двигателя с неисправными подшипниками имеет большие отклонения по оси Y по сравнению с амплитудой электрического сигнала исправного двигателя, что вызывается неравномерностью распределения нагрузки на валу электродвигателя. Рассмотрим эти сигналы на более коротком промежутке времени с шагом 5 мс (рисунки 5 и 6).

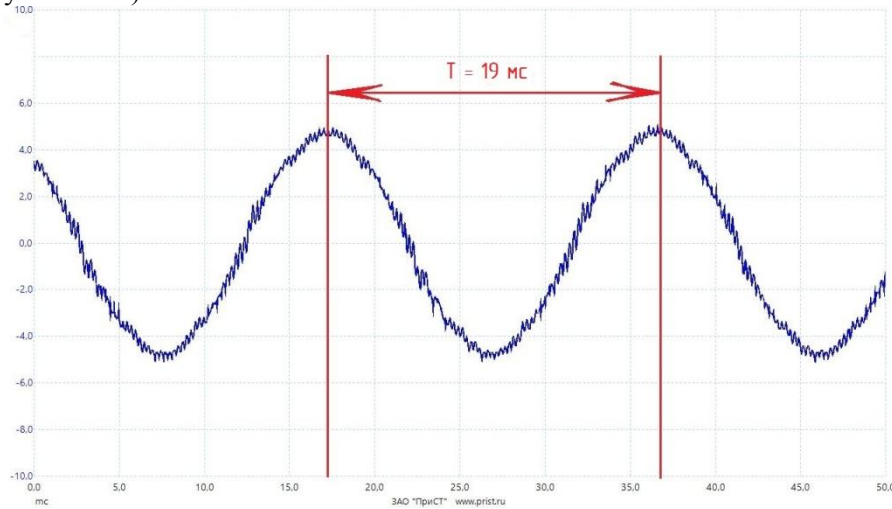


Рис. 5. Осциллограмма напряжения исправного электродвигателя с шагом 5 мс

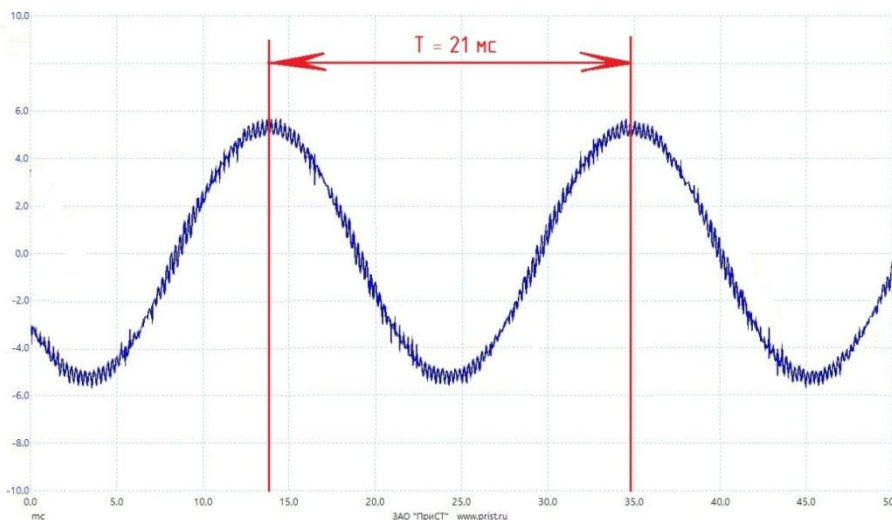


Рис. 6. Осциллограмма напряжения электродвигателя с неисправностью в подшипниковом узле с шагом 5 мс

Период электрического сигнала электродвигателя с неисправными подшипниками меньше периода электрического сигнала исправного двигателя. Это обуславливается тем, что частота вращения ротора электродвигателя с неисправными подшипниками меньше, чем у исправного, что сказывается на частоте вращения поля статора [2].

Отношение  $k_1$  периода электрического сигнала двигателя с неисправностью в подшипниковом узле к периоду сигнала исправного двигателя:

$$k_1 = \frac{T_2}{T_1} \quad (2)$$

$$k_1 = \frac{T_2}{T_1} = \frac{19}{21} = 0,91$$

При этом частота вращения ротора исправного электродвигателя  $\omega_1$  равна 1500 об/мин; для электродвигателя с неисправностью в подшипниковом узле  $\omega_2$  она составляет 1300 об/мин. Отношение  $k_2$  угловых скоростей вращения  $\omega_2$  к  $\omega_1$ :

$$k_2 = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (3)$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1300}{1500} = 0,87$$

Также имеет место увеличение сигнала электрического тока по амплитуде, что говорит от повышении нагрузки на валу электропривода.

Следует отметить, что увеличение амплитуды сигнала тока без её разброса по оси Y может говорить о механической неполадке, но при нормальном распределении нагрузки, а именно о заземлении вала, загрязнении системы, недостаточном количестве смазки.

### Литература

1. *Фираго Б.И.* Регулируемые электроприводы переменного тока / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. – М.: Техноперспектива, 2006. – 363 с.
2. *Мищенко В.А.* Теория, способы и системы векторного и оптимального векторного управления электроприводами переменного тока / В.А. Мищенко. – М.: Информэлектро, 2002. – 168 с.
3. *Кочетков В.П.* Теория автоматизированного электропривода: Учеб. пособие / В.П. Кочетков, Г.А. Багаутинов; под ред. В.А. Трояна. – Е.: Изд. Уральского ун-та, 1992. – 328 с.

УДК 597.2/.5:551.465.45(265.52)

**В.А. Ульченко**

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

## **ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕМЕРСАЛЬНЫХ РЫБ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ И ТИХООКЕАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОД**

При сопоставлении распределения демерсальных рыб с особенностями циркуляции вод в районе Юго-Восточной Камчатки и тихоокеанского побережья Северных Курильских островов в 1993–2000 гг. выявлены функциональные связи между уловами рыб и значениями динамических высот. Выделено три группы видов рыб, отличающихся отношением к динамическим высотам: предпочитающие районы с интенсивными течениями (минтай, треска, северный однопёрый и зайцеголовый терпуги, северная двухлинейная и узкозубая палтусовидная камбалы), предпочитающие районы с низкими скоростями течений (шипощёки, чёрный и азиатский стрелозубый палтусы, малоглазый макрурус), индифферентные (окунь-клювач, северный морской окунь, белокрытый палтус, угольная рыба, пепельный макрурус).

**Ключевые слова:** Юго-Восточная Камчатка, Северные Курильские острова, сезонное распределение, демерсальные виды рыб, динамическая высота, циркуляция вод.

**V.A. Ulchenko**

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

## **SOME PECULIARITIES OF DEMERSAL FISH SEASONAL DISTRIBUTION RELATED TO THE WATER CIRCULATION IN THE AREAS OF SOUTHEASTERN KAMCHATKA AND NORTHERN KURIL**

The comparison of long-term data on 16 species of the demersal fish seasonal distribution in relation to the water circulation in the areas of Southeastern Kamchatka and the northern Kuril Islands from 1993 to 2000 is presented. Some functional relationships between bottom trawl catch rates and water masses of dynamic height were detected. Three species groups in relation to dynamic height of habitation were determined: the first one preferred the areas with heavy currents (walleye Pollock, Pacific cod, Atka mackerel, rock greenling, northern rock sole, flathead sole), the second preferred the areas with low current velocity (shortspined thornyhead, broadbanded thornyhead, Kamchatka flounder, Greenland halibut, giant grenadier), species of the third group were indifferent to currents velocity (Pacific Ocean perch, shortraker rockfish, Pacific halibut, sablefish, popeye grenadier).

**Key words:** Southeastern Kamchatka, Northern Kuril Islands, seasonal distribution, demersal fish, dynamic height, circulation of waters.

### **Введение**

На протяжении трёх последних десятилетий донная ихтиофауна тихоокеанских вод Курило-Камчатского района интенсивно изучается, однако до сих пор исследования носили преимущественно ихтиологическую и промыслово-биологическую направленность, в то время как, изучению условий среды обитания демерсальных рыб уделялось лишь незначительное внимание [1–6].

Отношения между особенностями пространственного распределения основных промысловых видов рыб из этого района и некоторыми океанографическими характеристиками были рассмотрены Кантаковым [1]. Сезонная динамика распределения демерсальных рыб в зависимости

от придонной солёности и температуры воды описана в работах Ульченко и Орлова [7, 8]. Влияние вихрей на пространственное распределение некоторых донных видов рыб проанализировано в статье Орлова [9]. Между тем, взаимосвязи между динамикой течений, водными массами и характером распределения рыб в исследуемом районе ещё изучены недостаточно даже в отношении самых многочисленных и важных для промысла видов.

Собранные в 1993–2000 гг. данные дают возможность ещё раз обратиться к проблеме связи особенностей сезонного распределения наиболее используемых промыслом донных видов рыб с океанографическими условиями.

**Задачи исследования:** выявить возможные взаимосвязи между сезонным распределением демерсальных рыб и изменчивостью циркуляции вод в районе Юго-Восточной Камчатки и тихоокеанского побережья Северных Курильских островов.

### Материал и методы исследования

Настоящая работа основана на материалах, собранных в 20 научно-промысловых рейсах на трёх однотипных среднетоннажных рыболовных траулерах японской постройки, специально оборудованных для ведения донного тралового промысла на участках со сложными и задевитыми грунтами. В период с 1993 по 2000 гг. были проведены 20 совместных океанологических и учётных траловых ихтиологических съёмок. Всего было выполнено 1311 учётных донных тралений и океанологических станций. На весну пришлось 4 съёмки (258 станций), лето – 7 съёмок (460 станций) и осень – 9 съёмок (593 станции).

Район исследований включал внешний участок шельфа и верхнюю часть материкового склона Юго-Восточной Камчатки и тихоокеанского побережья Северных Курильских островов (рисунок).

Работы выполнялись за пределами 12-мильной зоны Российской Федерации в интервале глубин от 70 до 840 м с апреля по ноябрь включительно.

Объектами исследований являлись 16 основных промысловых видов рыб.

Для выполнения научно-промысловых тралений на судах использовались донные тралы. Океанологические станции выполнялись по стандартной методике с помощью гидрологического зонда TSD-1000 фирмы «Alec Electronic Corp.». Для получения картины циркуляции вод в районе исследований по материалам всех съёмок были проведены расчёты динамических высот от отсчётной (нулевой) поверхности на уровне горизонта 500 м. Для анализа связей между средними индексами относительной численности (улов кг/час траления) и величинами динамических высот использовался метод многофакторного корреляционного анализа.

### Результаты и обсуждение

В районе исследований прибрежная ветвь Курило-Камчатского течения при взаимодействии с рельефом дна образует ряд мезо- и микромасштабных меандров и круговоротов. Так практически всегда у Юго-Восточной Камчатки отмечается циклонический меандр. На относительно широком шельфе о-вов Шумшу и Парамушир устойчиво наблюдается антициклоническое движение вод, а центр антициклона, если таковой формируется, в зависимости от условий года и сезона смещается на север или на юг. От южной оконечности о. Парамушир на юго-запад сложный рельеф усиливает неустойчивость потока и здесь формируется активная динамическая зона с двумя и более разнонаправленными меандрами и круговоротами, приуроченными к скло-

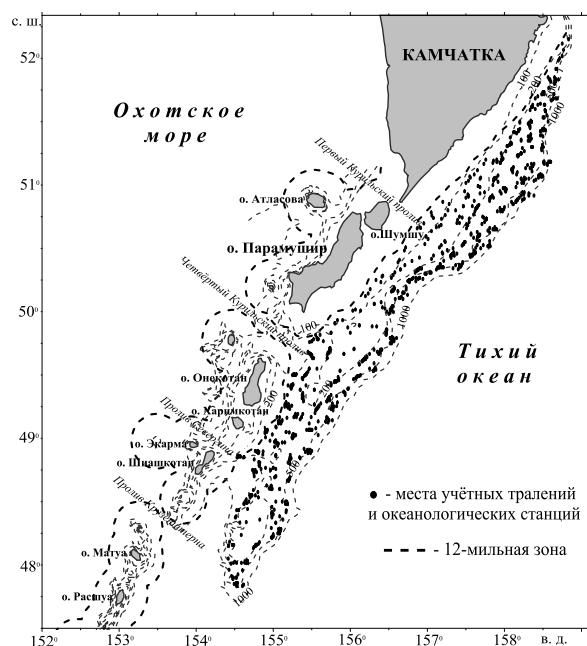


Схема совместных учётных траловых и океанологических станций

нам банок и предустьевой котловины Четвёртого Курильского пролива. Статистически в этом районе преобладает антициклоническая завихрённость потока Курило-Камчатского течения, разделяемая на отдельные образования более маломасштабными меандрами и круговоротами с циклоническим движением вод [10].

Специфика гидрологического режима района накладывает существенный отпечаток на распределение большинства изучаемых видов рыб.

Анализируя вероятные связи между изменениями значений динамических высот и средневзвешенными уловами рыб, можно констатировать, что для шипощёков, чёрного и азиатского стрелозубого палтусов и малоглазого макруруса во все рассматриваемые сезоны года характерны высокие отрицательные функциональные зависимости между исследуемыми параметрами, в то время как для минтая (весна, лето), трески, северного однопёрого (весна, лето) и зайцеголового терпуга, двухлинейной и палтусовидной (весна, осень) камбал – высокие положительные (табл.). Сезонные различия характера распределения плотности скоплений в зависимости от циркуляции вод у таких видов как окунь-клювач, северный морской окунь, белокорый палтус, угольная рыба и пепельный макрурус (весна, лето) были выражены слабо.

**Множественная корреляция ( $R^2$ ) между средневзвешенными динамическими высотами (0–500 м) в районе исследований и средними уловами рыб в 1993–2000 гг.**

Вид	$R^2$		
	Весна	Лето	Осень
Минтай <i>Theragra chalcogramma</i>	0,509	0,518	0,206
Тихоокеанская треска <i>Gadus macrocephalus</i>	0,871	0,941	0,702
Северный однопёрый терпуг <i>Pleurogrammus monopterygius</i>	0,944	0,818	0,324
Зайцеголовый терпуг <i>Hexagrammos lagocephalus</i>	0,801	0,714	0,734
Тихоокеанский окунь-клювач <i>Sebastes alutus</i>	0,207	–0,286	0,028
Северный морской окунь <i>Sebastes borealis</i>	0,055	–0,428	–0,350
Длиннопёрый шипощёк <i>Sebastolobus macrochir</i>	–0,562	–0,737	–0,626
Аляскинский шипощёк <i>Sebastolobus alascanus</i>	–0,483	–0,561	–0,679
Северная двухлинейная камбала <i>Lepidopsetta polyxystra</i>	0,914	0,862	0,877
Узкозубая палтусовидная камбала <i>Hippoglossoides elassodon</i>	0,514	0,369	0,795
Белокорый палтус <i>Hippoglossus stenolepis</i>	0,367	0,113	0,125
Тихоокеанский чёрный палтус <i>Reinhardtius hippoglossoides matsurae</i>	–0,736	–0,652	–0,505
Азиатский стрелозубый палтус <i>Atheresthes evermanni</i>	–0,497	–0,820	–0,544
Угольная рыба <i>Anoplopoma fimbria</i>	–0,304	0,117	–0,262
Пепельный макрурус <i>Coryphaenoides cinereus</i>	0,237	–0,420	–0,493
Малоглазый макрурус <i>Albatrossia pectoralis</i>	–0,761	–0,583	–0,637

Воспроизводство минтая происходит в районе, где доминирует Курило-Камчатское течение, имеющее скорость около 10 миль в сутки. По предположению Буслова [11] в районе Четвёртого Курильского пролива, в силу сложившихся там гидрологических условий, нагуливаются значительные скопления молоди минтая, мигрирующей из вод юго-восточного побережья Камчатки. В результате наших работ было выявлено, что в весенне-летний период скопления минтая тяготеют к участкам с высокими скоростями течений в антициклонических круговоротах.

Для трески максимальные скопления отмечены в зонах опускания вод - антициклонических рингах. Участки нереста трески приурочены к зонам с высокой динамикой вод, где система течений способствует переносу личинок трески в шельфовую зону. Наши исследования подтверждают придерживаемость скоплений трески к районам с интенсивными течениями во все рассматриваемые сезоны.

Северный однопёрый терпуг в весенние месяцы концентрируется в зонах подъёма вод, а к осеннему периоду максимальные скопления обнаруживались у зон антициклонического вращения с опусканием вод [1]. Нерест терпуга проходит вблизи прибрежных рифов на скалистых и каменистых грунтах на участках с максимальной скоростью течений [12].

Благоприятными условиями обитания зайцеголового терпуга можно считать наличие сложной системы циркуляции вод с вихревыми образованиями, способствующих подъёму на шельф относительно тёплых глубинных океанических вод. Образует сравнительно плотные концентрации на участках с максимальной скоростью непериодических течений [3].

В целом полученные нами данные, подтверждают результаты исследований других авторов о приуроченности повышенных скоплений терпугов к участкам с интенсивным течением во все сезоны (кроме осеннего для северного однопёрого терпуга).

У тихоокеанского окуня-клювача места вымета предличинок самками приурочены к склонам подводных поднятий с участками антициклонических и циклонических круговоротов, которые препятствуют разнесу его личинок [2]. На этих склонах формируются столбчатые вихри с более слабой динамикой вод внутри, по сравнению с окружающими.

Северный морской окунь преимущественно концентрируется в пределах комплекса подводных поднятий в южной части района, где существуют квазистационарные антициклонические вихри и происходит вымет предличинок окуня.

Как показали наши исследования, зависимости уменьшения или увеличения концентраций морских окуней от циркуляции вод в рассматриваемые сезоны нами не выявлено. Различия распределения окуней от течений были выражены слабо.

Аляскинский и длиннопёрый шипощёки образуют локальные концентрации в зоне действия круговоротов, препятствующих разнесу ранней молоди, улучшению её кормовых условий и повышению выживаемости. По нашим данным, шипощёки весной, летом и осенью преимущественно были сосредоточены в районах, где отсутствовали сколь-нибудь интенсивные течения.

Экологической особенностью северной двухлинейной камбалы является обитание в районах с повышенными скоростями постоянных течений, препятствующих осадконакоплению. По материалам наших исследований максимальные скопления камбалы отмечались в зонах опускания вод антициклонического характера с повышенными скоростями потока.

Участки наиболее плотных скоплений узкозубой палтусовидной камбалы в различные сезоны года совпадают с местами нереста и располагаются в зоне действия антициклонических квазистационарных круговоротов [1, 13]. Нами была выявлена взаимосвязь формирования промысловых скоплений палтусовидной камбалы в местах с интенсивным антициклоническим движением вод весной и осенью.

Палтусы могут быть многочисленными только в тех районах, в которых течения с одной стороны выносят икру и пассивно дрейфующих личинок на мелководье, являющееся местом обитания молоди, а с другой стороны благодаря круговоротам, задерживают их на длительное время над мелководными участками [2]. Половозрелые особи чёрного палтуса распространены повсеместно на локальных участках, совпадающих с местами квазистационарных циркуляций водных масс, а их нерест происходит на всём протяжении материкового склона, как в зоне круговоротов, так и вне их.

По данным наших исследований, белокорый палтус во все рассматриваемые сезоны не проявлял значительной изменчивости скоплений от характера циркуляции вод. Чёрный и азиатский стрелозубый палтусы придерживались районов с малоподвижными водными массами.

Угольная рыба концентрируется в зоне действия квазистационарных круговоротов, существенно повышающих результативность её нереста. Как показали наши исследования, динамика вод в течение года не играет существенной роли в распределении угольной рыбы.

Малоглазый и пепельный макрурус сосредоточиваются в зонах опускания вод и в районах с повышенной вертикальной турбулентностью, отличающихся высокой биологической продуктивностью [5, 6]. Результаты наших работ выявили, что во все сезоны малоглазый макрурус предпочитал участки верхней части материкового склона с менее интенсивным течением, пепельный макрурус концентрировался в аналогичных районах только осенью.

### **Заключение**

В результате проведённого анализа выявлены некоторые закономерности сезонного распределения демерсальных рыб и условия формирования промысловых скоплений в зависимости от циркуляции вод в районе Юго-Восточной Камчатки и тихоокеанской стороны Северных Курил.

В целом по отношению к динамическим высотам в районе Юго-Восточной Камчатки и тихоокеанского побережья Северных Курил можно выделить три основных группы видов:

1. С положительной множественной корреляцией – виды, которые предпочитают районы с интенсивными течениями. Характерными видами этой группы являются минтай (весна, лето), треска, северный однопёрый (весна, лето) и зайцеголовый терпуги, двухлинейная и палтусовидная (весна, осень) камбалы.

2. С отрицательной множественной корреляцией – виды, предпочитающие участки с низкими скоростями течений. В эту группу входят: шипощёки, чёрный и азиатский стрелозубый палтусы и малоглазый макрурус.

3. Индифферентные виды, для распределения которых циркуляция вод не играет особой роли. Для этой группы характерны: окунь-клювач, северный морской окунь, белокорый палтус, угольная рыба и пепельный макрурус (весна, лето).

Наибольшее количество изучаемых видов рыб концентрировалось в зонах действия квазистационарных антициклонических круговоротов.

### Литература

1. Кантаков Г.А. Океанографический режим тихоокеанского шельфа и материкового склона Северных Курил и его влияние на распределение водных объектов // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992-1998 гг.: Сб. науч. тр. – М.: Изд-во ВНИРО, 2000. – С. 54–64.

2. Новиков Н.П. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. – М.: Пищ. пром., 1974. – 308 с.

3. Орлов А.М., Золотов О.Г. Распределение и некоторые черты биологии зайцеголового терпуга *Hexagrammos lagosephalus* в тихоокеанских водах Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки // Вопр. ихтиологии, М.: 2010. – Т. 50, № 2. – С. 216–230.

4. Орлов А.М., Ульченко В.А. Многолетние изменения донной температуры воды в Северной Пацифике у Северных Курильских островов и Южной Камчатки и относительная численность донных видов рыб // Вопр. пром. океанологии. – 2009. – Вып. 6. – № 1. – М.: Изд-во ВНИРО. – С. 189–209.

5. Сюсина Т.И. Пепельный макрурус // Биологические ресурсы Тихого океана. – М.: Наука, 1986. – С. 241–247.

6. Тупоногов В.Н., Куренной А.А. Малоглазый макрурус // Биологические ресурсы Тихого океана. – М.: Наука, 1986. – С. 233–240.

7. Ульченко В. А., Орлов А. М. Сезонная динамика распределения демерсальных видов рыб тихоокеанского побережья Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки в зависимости от придонной солёности воды // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – 2013. – № 3. – URL: <http://www.science-education.ru/109-9430> (дата обращения: 26.11.2015).

8. Ul'chenko V. A., Orlov A. M. Seasonal Dynamics in the Distribution of Demersal Fish Species in the Pacific Ocean Coast of the Northern Kuril Islands and Southeastern Kamchatka Regarding the Near-Bottom Water Temperature // Journal of Ichthyology. – 2013. – Vol. 53, No. 11. – P. 982–993.

9. Orlov A.M. Impact of eddies on spatial distributions of groundfishes along waters off the northern Kuril Islands, and southeastern Kamchatka (North Pacific Ocean) / Indian Journal of Marine Sciences, 2003. – Vol. 32, No. 2. – P. 95–113.

10. Богданов К.Т., Мороз В.В. Структура, динамика и акустические характеристики вод проливов Курильской гряды. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 146 с.

11. Буслов А.В. Новые данные о распределении и миграции минтая в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки. – Владивосток: Изв. ТИНРО, 2001. – Т. 128. – Ч. 1. – С. 229–241.

12. Дудник Ю.И., Золотов О.Г. Распространение, особенности биологии и промысел однопёрых терпугов рода *Pleurogrammus* (Hexagrammidae) в прикурильских водах // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг.: Сб. науч. тр. – М.: Изд-во ВНИРО, 2000. – С.78–90.

13. Орлов А.М., Тарасюк С.Н., Токранов А.М. Узкозубая палтусовидная камбала *Hippoglossoides elassodon* восточного побережья Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки: особенности распределения, биологии и динамики уловов // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – Магадан, 2010. – № 4. – С. 45–62.



УДК 574.62:595.384.2(265.51-16)"2005/2015"

**П.А. Федотов**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),  
Владивосток, 690091  
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАБА-СТРИГУНА *CHIONOECETES BAIRDI*  
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ  
В ПЕРИОД 2005–2015 гг.**

Данное сообщение основано на материалах донных траловых съемок 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг. в северо-западной части Берингова моря ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны. Рассмотрены динамика пространственного распределения промысловых самцов, их размерный состав и изменения состояния промыслового запаса этого вида крабов. Отмечено, что по сравнению с прошлыми годами, за исключением 2014 г., в 2015 г. расположение промысловых скоплений изменилось незначительно. По численности по-прежнему преобладали крабы из наваринского п/района – 68% от их общего промыслового запаса в Западно-Берингоморской зоне. Численность самцов промыслового размера, после исторического максимума в 2012 г. (14,4 млн экз.), постоянно снижалась и в 2015 г. была оценена в 3,4 млн экз. Это снижение было связано в основном с естественными причинами. Доля промысловых самцов, в сравнении с 2014 г., увеличилась вдвое и составляла 26,7%. Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал, что средние размеры промысловых самцов в 2005–2015 гг. менялись незначительно и варьировали в пределах 128–130 мм. В целом состояние популяции этого вида можно считать стабильно низким и тенденции к увеличению промыслового запаса в ближайшее время не просматриваются.

**Ключевые слова:** краб-стригун берди, северо-западная часть Берингова моря, промысловый запас, численность, плотность, размерные группы, общий средний размер, средний размер промысловых самцов, доля промысловых самцов.

**P.A. Fedotov**

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),  
Vladivostok, 690091  
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**DISTRIBUTION, STATE OF STOCKS AND SOME BIOLOGICAL CHARACTERISTICS  
OF *CHIONOECETES BAIRDI* IN NORTHWEST PART OF THE BERING SEA  
DURING 2005–2015**

This paper is based on the materials of ground trawling surveys in 2005, 2008, 2010, 2012 and 2015 in the northwest part of the Bering Sea. Dynamics of spatial distribution of commercial males, their size structure and changes in commercial stock state of this crab species are considered. It is noted that in comparison with previous years, except for 2014, in 2015 the location of commercial stock changed insignificantly. Crab abundance from Navarinsky area still prevailed - 68% of the total commercial stock in the northwest part of the Bering Sea. The number of commercial males after the historical maximum in 2012 (14,4 million crabs) constantly decreased and in 2015 the number was 3,4 million. This decrease was connected generally with the natural reasons. The share of commercial males in comparison with 2014 increased twice and was 26,7%. The analysis of interannual dynamics in male size showed that the average sizes of commercial males in 2005-2015 changed insignificantly and varied within 128-130 mm. In general the state of population of this species can be considered steadily low and without the tendency to increasing commercial stock in the nearest future.

**Key words:** tanner crab, northwest part of the Bering Sea, commercial stock, abundance, density, size groups, total average size, average size of commercial males, share of commercial males.

Краб-стригун берди является второстепенным объектом среди промысловых крабов северо-западной части Берингова моря. Его промысловый запас значительно уступает таковому у синего краба и краба-стригуна опилио, тем не менее, промысловая ценность этого вида достаточно велика. Начиная с 2012 г. его среднесуточная добыча не опускалась ниже 2,0 т, а максимальный средний улов на судосутки за 2013 г. достигал 3,8 т, в 2015 г. он в среднем составлял 2,9 т на судосутки.

Изучению биологии этих видов в данном районе посвящено достаточно большое количество публикаций [1–8]. Однако, после 2000 г. их число было минимальным [9–13]. В какой-то степени возместить этот недостаток призвано это сообщение.

В данной работе рассматриваются межгодовые динамики промыслового запаса и размерного состава данного вида, тенденции распределений скоплений промысловых самцов, а также некоторые особенности биологии этого вида с целью его дальнейшего рационального использования.

Материалами для статьи послужили данные полученные при выполнении донных траловых съемок 2005–2015 г. (2005, 2008, 2010, 2012, 2014 и 2015 гг.) в ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны и Чукотского промыслового района. Исследования выполнялись донным тралом 27,1/24,4 м с вертикальным раскрытием 3-4 м и горизонтальным 16,26 м.

В результате многолетних исследований синего краба и крабов-стригунов опилио и берди было выяснено расположение скоплений их самцов и самок, и, соответственно этому выделены следующие районы:

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

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

Олюторско-Наваринский район подразделялся на 2 подрайона:

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

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

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартной гидробиологической методике, принятой в ТИНРО-Центре [14].

У крабов выделялись следующие размерные группы: промысловые самцы – ширина карапакса 120 мм и более, непромысловые самцы – ширина карапакса 120 мм и менее. Непромысловые самцы подразделялись по ширине карапакса на следующие группы: пререкруты I порядка – 105–119 мм, пререкруты II порядка – 90–104 мм, молодые самцы – менее 90 мм.

В период исследований промысловые скопления традиционно располагались в Олюторско-Наваринском районе в исключительной экономической зоне, одно находилось в районе корякского шельфа, 2-е – в наваринском п/районе (рис. 1). Менялось только соотношение по численности промысловых самцов между ними. В террводах были отмечены лишь незначительные концентрации промысловых самцов. Скопления молодых самцов, пререкрутов и самок в основном наблюдались также в Олюторско-Наваринском районе. В Анадырском заливе краб-стригун берди в уловах встречался единично.

В 2015 г., как и ранее, за исключением 2014 г. когда съемка была выполнена на меньшей площади, расположение промысловых скоплений изменилось незначительно. В ИЭЗ у промысловых самцов были отмечены 2 скопления. В корякском п/районе промысловые самцы обитали в основном в районе с координатами  $173^{\circ}00'$ – $177^{\circ}00'$  в.д. на глубинах 50–120 м. Промысловое скопление отмечено на глубинах 60–110 м, средняя плотность поселений самцов была равна 315 экз./км<sup>2</sup>. Численность промысловых самцов была оценена в 1,074 млн экз. (32% от общей численности самцов промыслового размера). В наваринском п/районе промысловые самцы встречались в основном на участке с координатами  $178^{\circ}50'$  в.д. –  $177^{\circ}00'$  в.д. на глубинах 100–300 м. Скопление было отмечено на глубинах 170–270 м, средняя плотность поселений не превышала 180 экз./км<sup>2</sup>. Численность промысловых самцов была равна 2,312 млн. В Анадырском заливе промысловые самцы обнаружены не были.

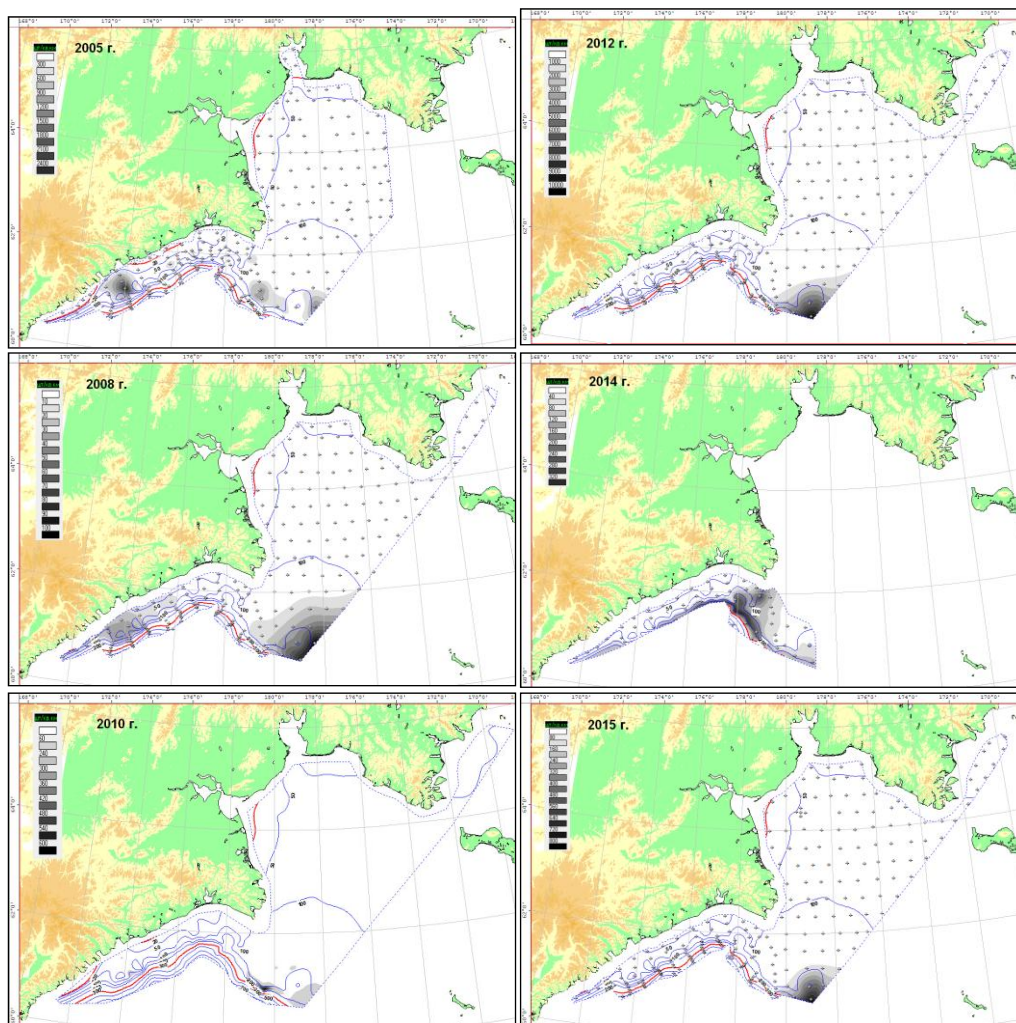


Рис. 1. Распределение промысловых самцов краба-стригуна берди в ИЭЗ в 2005, 2008, 2010, 2012, 2014 и 2015 г. (по данным траловой съемки). Шкала – экз./ км<sup>2</sup>

Динамика промыслового запаса в период с 2005 г. по 2015 г. показана на рисунке 2.

В 2005 г. промысловый запас был оценен в 5,6 млн экз. К 2006 г. величина запаса возросла до 9,3 млн экз. После этого, в 2007 г. он упал до 3,7 млн экз. и в период с 2008 по 2010 г. находился на низком уровне – 3,4–2,3 млн экз. Это снижение было связано с малочисленностью пополнения и естественной смертностью старших возрастных групп.

В 2011 г. произошло почти 4-кратное увеличение численности промысловых самцов – до 8,1 млн экз. В основном оно было связано с тем, что обнаруженное в террводах в 2010 г. большое количество молодых самцов (84,9 млн экз.) в 2011–2012 гг. вышли за пределы 12-мильной зоны и пополнили группу пререкутов и рекрутов, которые в свою очередь увеличили промысловую и непромысловую части популяции краба-стригуна берди. В 2012 г. промысловый запас был оценен в 14,4 млн экз., в 2013 г. он снизился до 5,9 млн экз., а в 2014 г. составил всего 3,0 млн экз. Это снижение связано в первую очередь с естественной смертностью, а не с промыслом этого вида. В 2015 г. численность промысловых самцов была оценена в 3,386 млн экз.

Размерный состав и соотношение размерных групп самцов стригуна берди в 2005–2015 гг. представлен на рисунке 3 и в таблице 1.

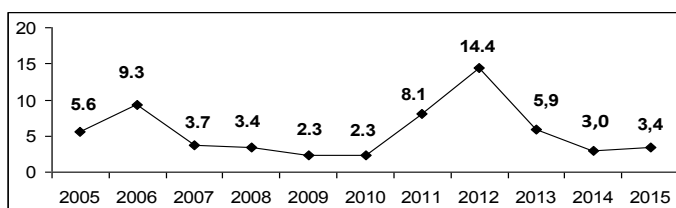


Рис. 2. Динамика промыслового запаса стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне в 2005–2015 гг. По оси абсцисс – годы; по оси ординат – млн экз.

Соотношение разных размерных групп самцов *Ch. bairdi* в Западно-Беринговоморской зоне в 2005, 2008, 2010, 2012, 2014 и 2015 гг. (по данным траловых съемок), %

Год	Ширина карапакса, мм					% промысловых
	<90	90–104	105–119	120–129	≥130	
2005	57,4	11,4	12,7	10,7	7,8	18,5
2008	80,7	9,3	6,7	2,3	1,0	3,3
2010	51,2	18,8	18,1	8,0	3,9	11,9
2012	29,5	11,3	25,2	15,7	18,3	34,0
2014	46,9	15,6	24,4	6,2	6,9	13,1
2015	28,2	24,1	21,0	13,7	13,0	26,7

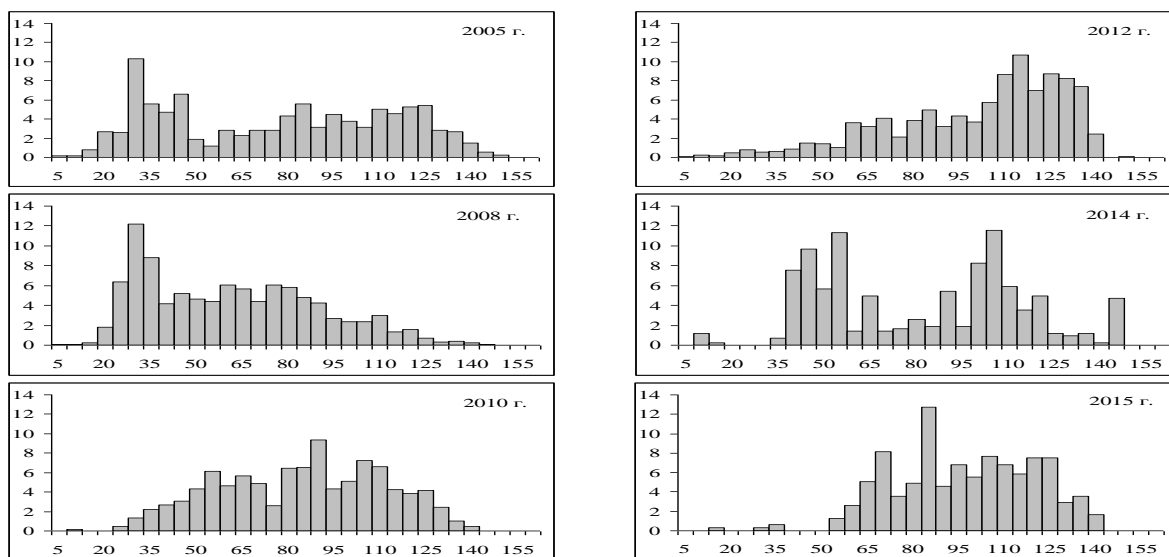


Рис. 3. Размерный состав самцов стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне в 2005, 2008, 2010, 2012, 2014 и 2015 гг. (по данным траловых съемок).

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

Размерный состав самцов в период 2005–2015 гг. резко менялся. Рассматривая межгодовую динамику размерного состава самцов стригуна берди можно отметить следующее. Максимальная доля молодых самцов была отмечена в 2008 г. – 80,7%, к 2012 г. она снизилась до 29,5%, а в 2014 г. снова увеличилась до 46,9%. Доля пререкрутов I порядка была минимальна в 2008 г. – 6,7%, к 2012 г., за счет выросших молодых самцов 2008 г., она возросла до 25,2%, а в 2014 г. осталась на том же уровне. Аналогичная картина, в этот же период времени, наблюдалась и у самцов промыслового размера, однако в отличие от пререкрутов, их доля резко снизилась с 34,0 (2012 г.) до 13,1% (2014 г.). В 2015 г. вдвое увеличилась доля промысловых самцов, но в 1,6 раза уменьшилась доля молодых самцов, доля пререкрутов I порядка почти не изменилась.

Средний размер промысловых самцов в последние годы практически не менялся: в 2008 г. – 129,5 мм, в 2010 г. – 127,7 мм, в 2012 г. – 129,5 мм, в 2014 г. – 130 мм, в 2015 г. – 128,5 мм.

Суммарная биомасса самцов и самок краба-стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне составляла – 3,801 тыс. т. На корякский п/район приходилось 1,489 тыс. т. (39,1%). В Наваринском п/районе величина биомассы была равна 1,990 тыс. т (52,4%), в анадырском районе она была минимальна – 0,321 тыс. т. (8,5%).

Анализ величин биомасс разных функциональных групп краба-стригуна берди показал, что среди промысловых самцов почти 85% ее приходилось на наваринский п/район (табл. 2). Большая часть биомассы самок и непромысловых самцов – 59,4 и 72,0% относилось к району корякского шельфа, в анадырском районе их доли были минимальны – 10,6 и 10,3%.

Соотношение полов в 2015 г. в разных п/районах заметно отличалось друг от друга. В корякском было отмечено незначительное преобладание самцов – 1,7, в наваринском п/районе и анадырском районе явно доминировали самцы – 5,8 и 4,8. В целом, соотношение полов составляло 2,4.

Биомасса краба-стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне в июне – августе 2015 г.

Район/подрайон	промысловые		непромысловые		самки	
	В, тыс.т.	Доля, %	В, тыс.т.	Доля, %	В, тыс.т.	Доля, %
Корякский	0,153	9,5	1,132	59,4	0,204	72,0
Наваринский	1,367	84,9	0,572	30,0	0,050	17,7
Олюторско-Наваринский	1,521	94,4	1,704	89,4	0,255	89,7
Анадырский	0,091	5,6	0,201	10,6	0,029	10,3
Зап.-Беринговоморская зона	1,611	100,0	1,906	100,0	0,284	100,0

Состояние популяции краба-стригуна берди, несмотря на некоторые изменения в последние годы в численности (снижение) и пространственном распределении, можно считать стабильно низким и удовлетворительным.

### Литература

1. Слизкин А.Г. Особенности распределения крабов (*Lithodidae et Majidae*, Crustacea, Decapoda) в Беринговом море // Тр. ВНИРО. – 1974. – Т. 99. – С. 29–37.
2. Тарвердиева М.И. О питании крабов – стригунов *Chionoecetes opilio* и *Ch. bairdi* в Беринговом море // Зоол. журн. – 1981. – Т. 60. – Вып. 7. – С. 991–997.
3. Слизкин А.Г. Особенности распределения крабов (*Lithodidae et Majidae*, Crustacea, Decapoda) в Беринговом море // Тр. ВНИРО. – 1974. – Т. 99. – С. 29–37.
4. Слизкин А.Г. Ареалы некоторых видов крабов в Беринговом море // Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана: Тез. докл. – Л., 1974 а. – С. 61–62.
5. Слизкин А. Г. Распределение и сравнительная экология крабов (*Lithodidae et Majidae*) в северо-западной части Тихого океана. – М.: Наука, 1977. – Вып. 2. – С. 28–29.
6. Слизкин А.Г., Сафонов С.Г. Промысловые крабы прикамчатских вод. Владивосток, 2000 – 180 с.
7. Slizkin A. G. Tanner crabs (*Chionoecetes opilio*, *C. bairdi*) of the Northwest Pacific: Distribution, Biological, Peculiarities and Population Structure // Proc. Internat. Symp. on King and Tanner crabs. Nov. 28–30, 1989, Anchorage, AK, USA, 1990. – P. 27–33.
8. Slizkin A.G., Fedoseev V.Y. Distribution, biology, population structure and abundance of tanner crabs in the Bering Sea // Proceedings of the International Scientific Symposium on Bering Sea Fisheries. Sitka, Alaska, USA, NOAA, Seattle, 1988. – P. 316–347.
9. Слизкин А.Г., Кобликов В.Н., Федотов П.А. Промысловая мера для краба-стригуна бэрда в российских водах ДВ морей // Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. "Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование". – Петропавловск-Камчатский, 2013.
10. Федотов П.А. Некоторые особенности биологии шельфовых и глубоководных видов крабов в Западно-Беринговоморской зоне // Тез. докл. IV межд. науч. конф. «Морские прибрежные экосистемы и продукты их переработки». – Южно-Сахалинск, 2011.
11. Федотов П.А. Межгодовая динамика размеров половозрелости самцов и самок краба-стригуна берди в северо-западной части Берингова моря // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Тез. докл. XIII межд. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2012.
12. Федотов П.А. Летнее распределение и некоторые особенности биологии промысловых видов крабов северо-западной части Берингова моря // Природные ресурсы их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Тез. докл. IV Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2013.
13. Федотов П.А. Травматизм (аутономия) у промысловых видов крабов в северо-западной части Берингова моря // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2014.
14. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. // Под рук. В.Е. Родина и др. – Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), 1979. – 59 с.

УДК 574.62:595.384.2(265.51-16)"2005/2015"

**П.А. Федотов, А.С. Соколов**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),  
Владивосток, 690091  
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ  
КРАБОВ-СТРИГУНОВ *CHIONOECETES ANGULATUS* И *CH. TANNERI*  
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ В 2005–2015 гг.**

На основании материалов донных траловых съемок 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг. в Западно-Беринговоморской зоне проанализированы межгодовая динамика пространственного распределения промысловых самцов и состояние промыслового запаса этих видов крабов. Рассмотрен размерный состав самцов этих видов в период с 2005 по 2015 гг.

Установлено, что размерный состав самцов стригуна ангулятуса из наваринского п/района заметно отличался от такового в коряжском п/районе. Все средние размерные характеристики самцов ангулятуса в наваринском п/районе были ниже, чем в коряжском. Средние размеры промысловых самцов менялись незначительно и находились в пределах 112–117 мм. У самцов краба-стригуна таннери средние размеры промысловых самцов менялись незначительно.

Данные по численности промыслового запаса стригунов ангулятуса и таннери, полученные в 2015 г., отличались от результатов съемок предыдущих лет. Состояние популяций крабов-стригунов ангулятуса и таннери в Западно-Беринговоморской зоне можно признать удовлетворительным. Межгодовые флуктуации численности не свидетельствуют об улучшении или ухудшении состояния их популяций.

**Ключевые слова:** крабы-стригуны ангулятус и таннери, Западно-Беринговоморская зона, размерные группы, промысловый запас, средний размер промысловых самцов.

**P.A. Fedotov, A.S. Sokolov**

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),  
Vladivostok, 690091  
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**FEATURES OF BIOLOGY AND DISTRIBUTION OF DEEP-WATER SNOW CRABS  
*CHIONOECETES ANGULATUS* AND *CH. TANNERI* IN THE NORTH-WESTERN PART  
OF THE NORTH-WESTERN BERING SEA 2005–2015**

On the basis of ground trawling surveys in 2005, 2008, 2010, 2012 and 2015 in the north-western part of the Bering Sea the interannual dynamics in spatial distribution of commercial males and state of commercial supply of these types of crabs were analyzed. Size composition of males of these kinds from 2005 to 2015 was considered.

It was established that size composition of *Ch. angulatus* males from Navarin area considerably differed from Koryakia area. All middle size descriptions of *Ch. angulatus* males in Navarin area were below than in Koryakia area. Middle sizes of commercial males changed insignificantly and were within the limits of 112–117 mm. Middle sizes of snow crab *tanneri* commercial males changed insignificantly.

The data on the quantity of commercial supply of *Ch. angulatus* and *Ch. tanneri* got in 2015 differed from the survey results for previous years. The state of populations of *Ch. angulatus* and *Ch. tanneri* in the western part of the West Bering Sea zone was satisfactory. Interannual fluctuations of quantity did not show improvement or worsening of population state.

**Key words:** triangle tanner crab *Chionjecetes angulatus* and grooved tanner *Ch. tanneri*, West Bering Sea zone, size groups, average size, commercial supply, middle size of commercial males.

Глубоководные крабы-стригуны ангулятус и таннери из-за особенностей своей биологии промыслом не осваиваются, однако в перспективе, при наличии достаточных промысловых мощностей, их добыча вполне вероятна.



Изучению биологии этих видов в данном районе посвящено крайне малое количество публикаций [1, 2]. В какой-то степени возместить этот недостаток призвано это сообщение.

Материалами для работы послужили данные полученные при выполнении донных траловых в 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг. однотипными судами в ИЭЗ Западно-Беринговоморской зоны. Исследования выполнялись донным тралом 27,1/24,4 м с вертикальным раскрытием 3-4 м и горизонтальным 16 м. В Западно-Беринговоморской зоне эти виды стригунов обитают в Олюторско-Наваринском районе, который в свою очередь подразделяется на 2 подрайона.

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

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

Олюторско-Наваринский район подразделялся на 2 подрайона:

– участок между м. Олюторский и 176°00' в.д. (корякский п/район).

– участок между 176°00' в.д. и м. Фаддея (наваринский п/район).

В Анадырском заливе эти виды крабов не обитают.

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

Распределение промысловых самцов обоих видов на протяжении периода исследований менялось незначительно (рис. 1 и 2).

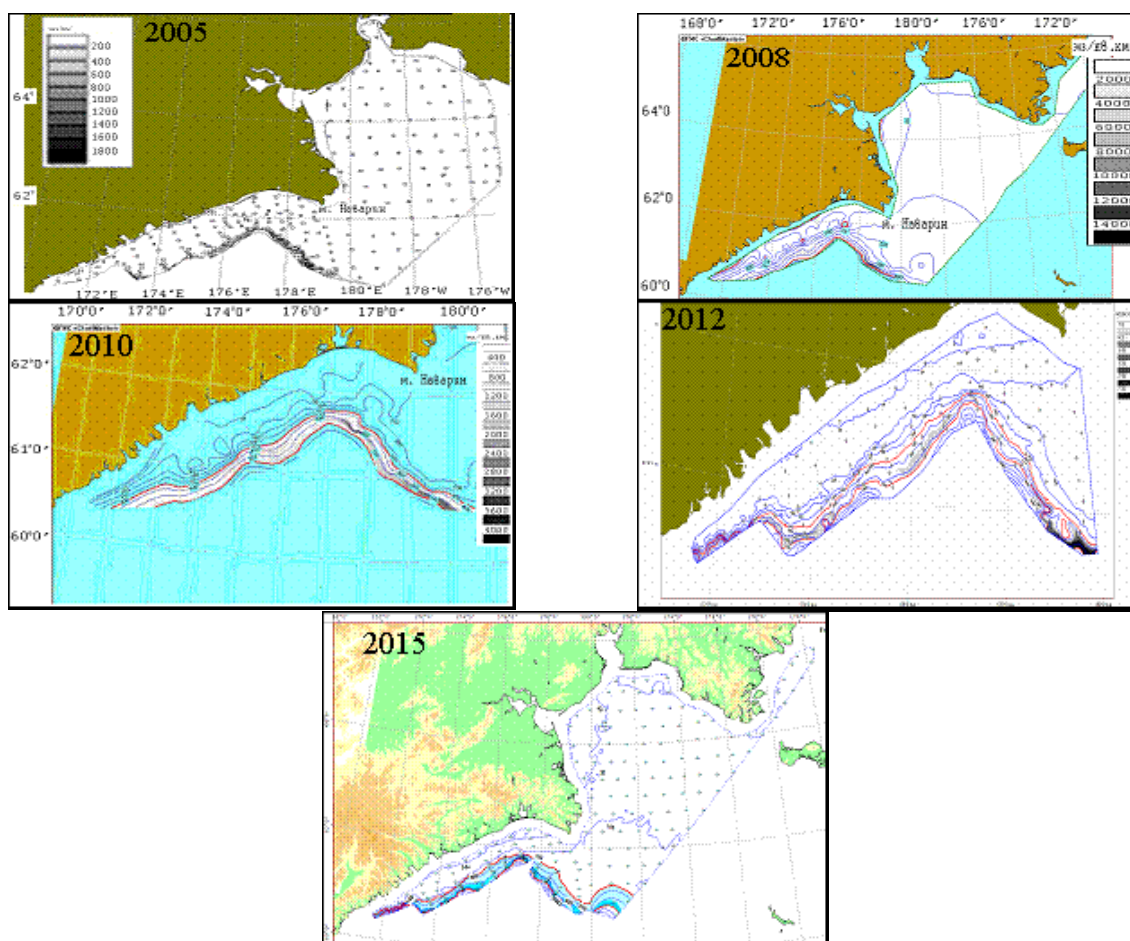


Рис. 1. Распределение промысловых самцов краба-стригуна ангулятуса 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг.

Самцы краба-стригуна ангулятуса в Западно-Беринговоморской зоне встречались только в Олюторско-Наваринском районе. Промысловые самцы, в основном, располагались узкой полосой на материковом склоне на участке с координатами 172°00'–179°00' в.д. на глубинах 550–780 м.

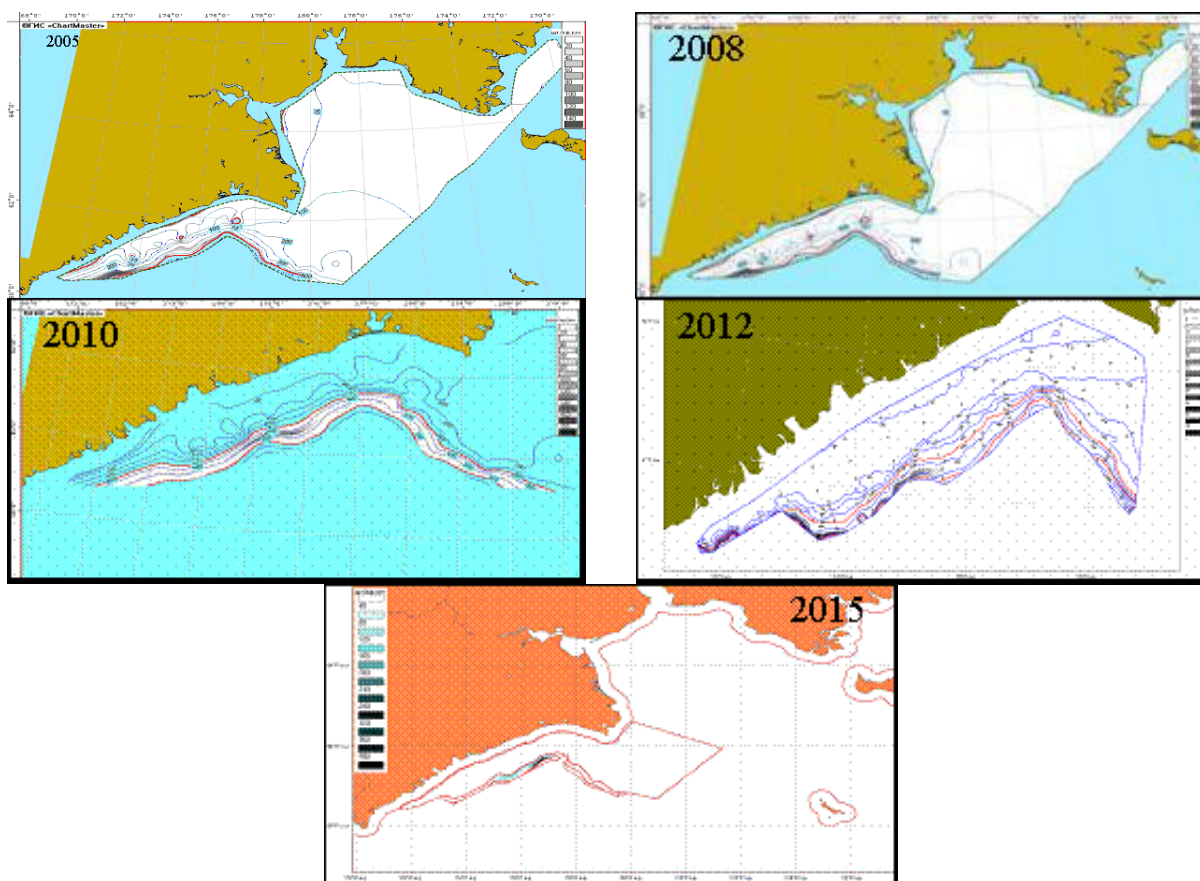


Рис. 2. Распределение промысловых самцов краба-стригуна таннери 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг.

По данным траловых съемок 2005 и 2008 гг. промысловый запас составлял по в 4,1 млн экз., в 2010 г. был оценен в 6,3 млн экз. Данные по численности, полученные в 2015 г. – 2,9 млн экз., отличались от результатов траловых съемок 2010 г. и 2012 г. В этот период среди самцов, у промысловых особей численность уменьшилась в 4,5 раза (с 6,3 до 1,4 млн экз.). Уменьшение величины рассчитанной численности у самцов в 2012 г., вероятнее всего, связано с недоучетом особей в период выполнения съемки в 2012 г. в связи со сложностью проведения съемок на глубинах обитания этого вида. В пользу этого свидетельствует следующее: промысел этого вида не проводится, доля старших возрастных групп изменилась незначительно, доля зараженных особей («черный мат») как и ранее крайне мала, т. е. промысловая и естественные смертности не могли так повлиять на состояние популяции.

Глубоководный краб-стригун таннери, как и стригун ангулятус, встречался в тралах только в Олюторско-Наваринском районе, в основном в корякском п/районе. Каких-либо значительных скоплений промысловых, непромысловых самцов и самок в период исследований не наблюдалось.

В 2005 г. численность промысловых самцов была оценена в 0,049 млн экз., в 2008 г. она составляла 0,124 млн экз. В 2012 г., по сравнению с 2010 г., их численность снизилась в 4,6 раза – с 0,139 до 0,030 млн экз. Резкое падение численности, скорее всего, как и в случае со стригуном ангулятусом, связано с недоучетом особей в период выполнения съемки, по причинам, которые были изложены выше. В 2015 г. учтенная численность самцов промыслового размера была равна 0,179 млн экз. Т. о., есть основание полагать, что состояние промысловой части популяции стабильное.

Межгодовая динамика размерного состава самцов стригуна ангулятуса показана на рисунке 3. Его анализ показал, что в период с 2005 по 2015 гг. в нем происходили значительные изменения. В 2005 г. доминировали непромысловые самцы с шириной карапакса 70–94 мм, их доля достигала 64%. В 2008 г. они заменили промысловых самцов, которые в 2005 г. составляли 25% от общего числа самцов, только 3% из них были крупноразмерными (табл. 1). В 2008 г. доля промысловых самцов была самой большой за весь рассматриваемый период – 82%, доля круп-



ных самцов также была максимальной – 23%. В этом же году в популяции в небольшом количестве, менее 1%, были отмечено присутствие молодых самцов размером 15–39 мм. В 2010 г. размерный состав пойманных самцов был принципиально иным. В уловах появилась новая размерная группа самцов (10–69 мм), с 3 небольшими пиками численности. Их доля была оценена в 38%, модальный класс этой группы составлял 35–40 мм. Очевидно, это были молодые крабы 2007–2008 гг. Вообще в 2010 г., по отношению к 2008 г., доля непромысловых самцов с шириной карапакса менее 85 мм выросла более чем в 10 раз, а доля промысловых самцов уменьшилась на 30%. В 2012 г. доля промысловых особей снизилась еще на 13%, преобладали молодые самцы размером менее 85 мм – 57%. Среди них ядро группы составляли мелкие крабы с шириной карапакса 55–74 мм, их доля была равна 40% (модальный класс – 55–59 мм). В 2015 г. резко увеличилась доля пререкрутов – 54,8%, зато уменьшилась доля молодых самцов – с 57 (2012 г.) до 23%. Увеличение доли пререкрутов в 2015 г. произошло за счет вступления в их размерную группу молодых самцов отмеченных по данным съемки 2012 г. Эти самцы в 2016–2017 гг. пополняют промысловую часть популяции.

Таблица 1

Соотношение разных функциональных групп самцов краба-стригуна ангулятуса в 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг. в Западно-Беринговоморской зоне, %

Год	Ширина карапакса, мм			
	85<	85-99	100-120	≥120
2005	49,5	25,9	21,4	3,2
2008	3,7	13,8	59,9	22,6
2010	40,9	7,1	34,6	17,4
2012	56,9	4,0	24,7	14,4
2015	23,2	54,8	16,7	5,3

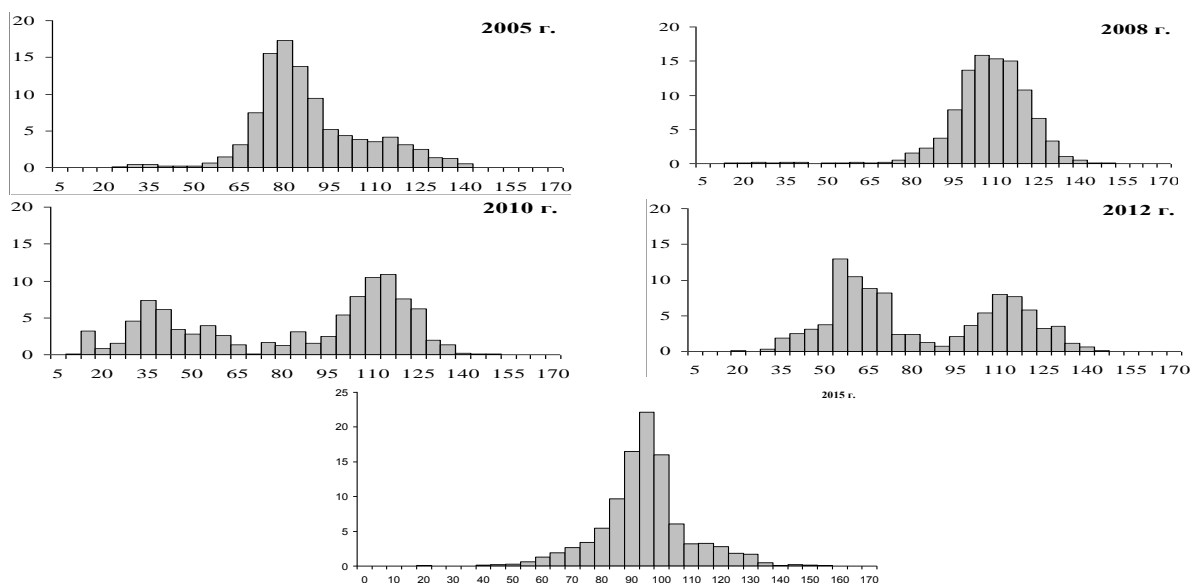


Рис. 3. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса в Западно-Беринговоморской зоне в 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг. (по данным траловых съемок). По оси абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – %

Средние размеры промысловых самцов ангулятуса с 2005 по 2015 гг. менялись незначительно и находились в пределах 114–117 мм.

Самцы и самки краба-стригуна таннери в уловах встречались достаточно редко, поэтому получить статистически достоверную информацию по размерному составу не представлялось возможным. Полученные данные позволили дать лишь его некоторую приближенную оценку. Размерный состав самцов таннери отображен на рисунке 4.

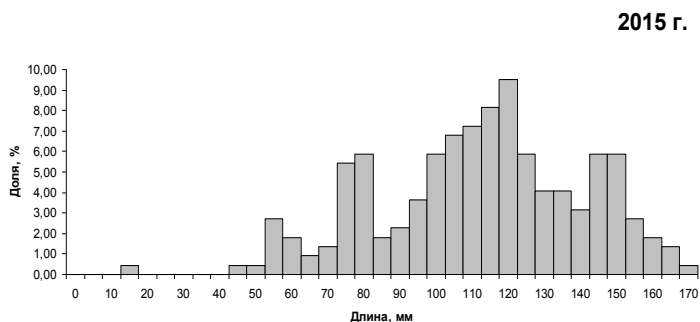


Рис. 4. Размерный состав самцов краба-стригуна таннери в Западно-Беринговоморской зоне в 2015 г. По оси абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – %

В 2005 г. ширина карапакса пойманных самцов варьировала от 27 мм до 182 мм. Доля самцов промыслового размера составляла 66%. Средняя ширина карапакса промысловых самцов была равна 143 мм. Диапазон размеров самцов варьировал в пределах 79–180 мм. В 2008 г. средний размер промысловых самцов был равен 148 мм, доля самцов промыслового размера составляла 44%. В 2010 г. ширина карапакса самцов варьировал в пределах 19–165 мм. Средний размер промысловых самцов был равен 145 мм, доля самцов промыслового размера была равна 20%. В 2012 г. диапазон размеров пойманных самцов варьировал в пределах 33–155 мм, средний размер промысловых самцов был равен  $138,4 \pm 3,8$  мм. В 2015 г. размерный ряд у самцов в Олюторско-Наваринском районе носил полимодальный характер. В 2015 г. в районе корякского шельфа минимальный размер пойманных самцов составлял 55 мм, максимальный – 170 мм. В наваринском подрайоне минимальный размер пойманных самцов составлял 11 мм, максимальный – 170 м. Средний размер самцов промыслового размера был равен 147 мм.

Состояние популяций крабов-стригунов ангулятуса и таннери в Западно-Беринговоморской зоне можно признать удовлетворительным, промыслом они не осваиваются. Межгодовые флуктуации численности не свидетельствуют об улучшении или ухудшении состояния их популяций. Для получения более полных данных необходимо проведение дополнительных исследований на судах с соответствующим промысловым вооружением.

### Литература

1. Андронов П.Ю., Лобакин Н.В., Слизкин А.Г., Федотов П.А. Состояние запасов и распределение шельфовых и глубоководных видов крабов в Западно-Беринговоморской зоне по результатам траловой съемки 2005 г. // Тез. VII Всерос. конф. по пром. беспозвоночным. Мурманск, 2006. – С. 139–141.
2. Федотов П.А. Некоторые особенности биологии шельфовых и глубоководных видов крабов в Западно-Беринговоморской зоне // Тез. докл. IV межд. науч. конф. "Морские прибрежные экосистемы и продукты их переработки". – Южно-Сахалинск, 2011. – С. 110–111
3. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей / Под рук. В.Е. Родин и др., Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО). – 1979. – 59 с.

УДК [639.211:551.463.6](265)"2001/2015"

**В.А. Царева, Г.П. Ванюшин, М.Ю. Кружалов, Е.В. Сапунова**

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

**ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО ОБИТАНИЯ АЗИАТСКОЙ ГОРБУШИ  
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ В РЕПЕРНОЙ ЗОНЕ (СЗТО)  
ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ В 2001–2015 ГГ.**

В работе представлены результаты сравнительного анализа температурных условий зимнего обитания азиатской горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в реперной зоне СЗТО для зимнего сезона (январь – март) за период с 2001 г. по 2015 г. Для этого были использованы карты температуры поверхности океана (ТПО) недельной дискретности за 15-летний период, построенные на основе комплексной обработки спутниковых, судовых и буйковых данных в СЗТО. Проведён сравнительный анализ изменчивости температурных условий с соответствующими выловами горбуши в районе южных Курильских островов за тот же временной период. Показано возможное влияние изменчивости температурных характеристик (аномалий и среднемесячных значений ТПО) в течение зимовки горбуши на объёмы её последующих выловов в акватории Южных Курил.

**Ключевые слова:** горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*), ТПО (температура поверхности океана), спутниковые данные, СЗТО (Северо-Западная часть Тихого океана), южные Курильские острова, зимний период.

**V.A. Tsareva, G.P. Vanyushin, M.Yu. Kruzhalov, E.V. Sapunova**

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

**WINTER HABITAT FEATURES OF ASIAN PINK SALMON  
ON THE BASIS OF TEMPERATURE CONDITION ANALYSIS  
IN THE REFERENCE AREA (NWPO) BY SATELLITE DATA IN 2001–2015**

The paper presents the results of the temperature condition comparative analysis of Asian pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) winter habitat in the reference zone NWPO for winter season (January – March) from 2001 to 2015. Weekly maps of ocean surface temperature (SST) for 15-year period based on the complex processing of satellite, ship and buoy data in NWPO have been used for that. A comparative analysis of the temperature variability with the corresponding pink salmon landings in the South Kuril Islands for the same years has been conducted. Possible influence of temperature characteristic variability (anomalies and monthly mean values of SST) during salmon wintering on the volumes of the subsequent landings in the waters of the South Kuril Islands is shown.

**Key words:** pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*), SST (sea surface temperature), satellite data, NWPO (North West Pacific Ocean), the South Kuril Islands, winter period.

**Введение**

Зимний температурный режим мест обитания азиатской горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) является одним из важных факторов, влияющим на выживаемость и успешность её последующего промысла. На основании морских учётных съёмок экспедиций ТИНРО-Центра в открытых районах СЗТО и данных по объёмам анадромных подходов горбуши к местам воспроизводства и промысла установлено, что зимнее выживание горбуши может изменяться в пределах 20–40% [1].

Значительная часть азиатских лососей зимует в зоне Субарктического фронта и сопредельных с севера водах. Охотоморские и курильские стада горбуши зимуют главным образом в западной части зоны фронта (на восток до 175° в.д.) [2, 3].

В данной работе произведён сравнительный анализ межгодовой изменчивости температурных условий зимнего обитания азиатской горбуши в СЗТО для выбранной в этих целях реперной зоны (47-49°N; 171-174°E) за период 2001–2015 гг. На основе непрерывных данных ТПО проведён анализ возможного влияния аномалий ТПО в реперной зоне для зимнего периода (январь – март) на объёмы последующих выловов южнокурильской горбуши.

### Материалы и методика

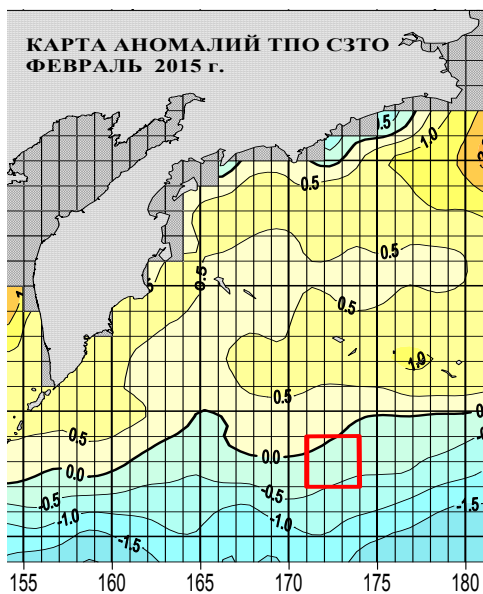


Рис. 1. Фрагмент карты распределения аномалий ТПО СЗТО в феврале 2015 г. Красной линией обозначена реперная зона зимнего обитания азиатских стад горбуши, штриховкой – ледовые поля (более 6 баллов)

В работе использована многолетняя картографическая база цифровых матриц долгопериодного анализа температуры поверхности океана (ТПО) зимнего периода (январь – март), полученная в результате обработки цифровых недельных карт ТПО за заданный временной масштаб с 2001–2015 гг.

Исходные материалы, используемые при составлении недельных карт ТПО:

- материалы ежесуточной инфракрасной съемки в цифровом виде с искусственных спутников Земли серии GOES-W (США); MTSAT-R (Япония).

- квазисинхронные судовые и буйковые измерения температуры воды "in situ", поступившие из Центра Мировых данных (г. Москва) в реальном масштабе времени [4];

- данные выловов горбуши в водах южных Курильских островов за период 2001–2015 гг. (NPAFC).

Для статистических расчётов использовались значения среднесезонных значений ТПО и сезонных аномалий ТПО в пределах реперной зоны, выделенной на основании многолетних исследований [2, 5] в районе зимовки основных видов лососей, в том числе горбуши, в открытой части Тихого океана (рис. 1).

### Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ межгодовой изменчивости сезонных (январь – март) значений аномалий ТПО в реперной зоне зимовки горбуши, рассчитанных относительно климата 1971–2000 гг., показал, что практически за весь рассматриваемый временной период с 2001 г. по 2015 г. средние сезонные аномалии ТПО имели отрицательные значения, за исключением 2011 г. (+0,16°С) (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1

Средние значения сезонных аномалий ТПО (январь – март) в реперной зоне зимнего обитания азиатской горбуши в СЗТО (с 2001 г. по 2015 г.)

Годы сезона (январь – март)														
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Средние значения сезонных аномалий ТПО, Тан,°С (климат 1971–2000 гг.)														
-1.54	-0.82	-1.03	-0.58	-0.54	-0.16	-0.30	-0.91	-0.11	-0.75	0.16	-0.31	-0.10	-0.03	-0.23

В первой половине периода (2001–2007 гг.) наблюдается общая чёткая последовательная тенденция на уменьшение абсолютных величин сезонных аномалий ТПО как для чётных, так и нечётных лет. В нечётные годы (2001 г., 2003 г., 2005 г., 2007 г.) величины отрицательных аномалий ТПО изменились от -1,54°С до -0,30°С, в чётные годы (2002 г., 2004 г., 2006 гг.) – от -0,82°С до -0,16°С.

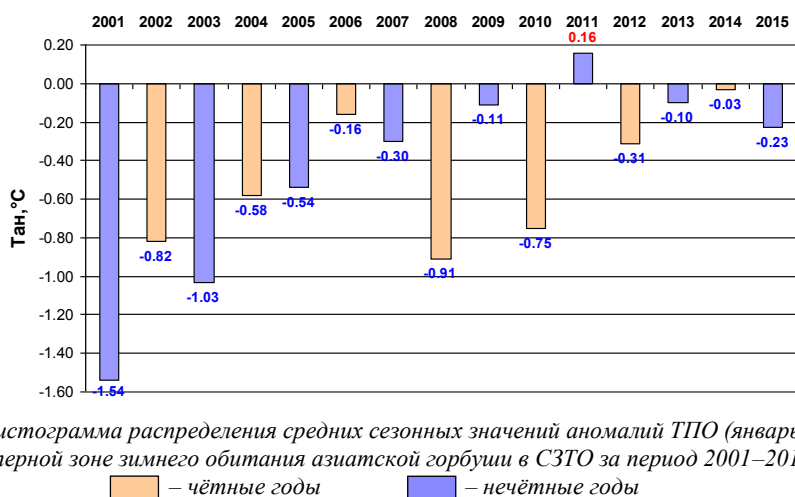


Рис. 2. Гистограмма распределения средних сезонных значений аномалий ТПО (январь – март) в реперной зоне зимнего обитания азиатской горбуши в СЗО за период 2001–2015 гг.

— чётные годы      — нечётные годы

Однако, начиная с 2008 г., в зоне зимовки для нечётных и чётных лет тенденция хода аномалий ТПО становится прямо противоположной. Если в нечётные годы (2009 г, 2011 г., 2013 г., 2015 г.) наблюдается стабилизация сезонных значений аномалий ТПО, близких по значениям к климатической норме (в пределах  $-0,23^{\circ}\text{C} \div +0,16^{\circ}\text{C}$ ), то в чётные годы (2008 г., 2010 г., 2012 г., 2014 г.) наблюдается резкая и чёткая положительная динамика изменения аномалий ТПО от  $-0,91^{\circ}\text{C}$  (2008 г.) до  $-0,03^{\circ}\text{C}$  (2014 г.).

Анализ показал, что в середине рассматриваемого периода 2001–2015 гг. произошла принципиальная смена тенденции хода сезонных значений аномалий ТПО чётных и нечётных лет. При этом выявлено, что граничным годом между этими противоположными тенденциями оказался 2008 г.

Данную версию подтверждают результаты сравнительного анализа между значениями аномалий ТПО, осреднённых за январь – март, в реперной зоне зимовки и последующими выловами южно-курильской горбуши за период 2001–2015 гг. (табл. 1, 2, рис. 3, 4).

Таблица 2

Выловы горбуши на Южных Курилах с 2001 г. по 2015 г.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Вылов, тыс. т	22,7	37,8	18,5	32,8	31,9	45,6	45,9	32,3	25,4	30,0	6,2	27,9	18,7	4,5	1,5

Графики зависимостей между значениями сезонных аномалий ТПО и величинами выловов горбуши на Южных Курилах за 2001–2007 гг. и 2008–2012 гг. демонстрируют две противоположные зависимости (рис. 3, 4). Так, если в 2001–2007 гг. наблюдается чёткая положительная корреляция ( $y = 15052x + 46083$ ;  $R = 0,81$ ) между аномалиями ТПО и уловами горбуши, то в 2008–2012 гг. эта зависимость меняется на противоположную ( $y = -119791x + 16736$ ;  $R = -0,83$ ) и после 2012 г. становится неопределённой.

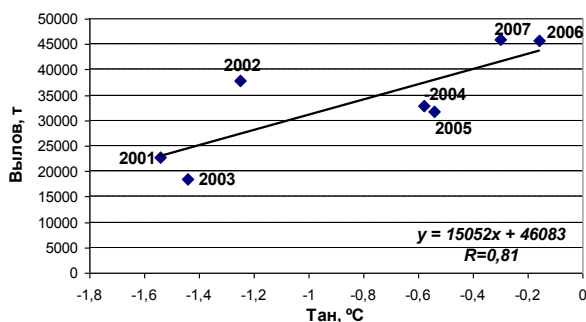


Рис. 3. Зависимость между аномалиями ТПО (январь – март) в реперной зоне зимовки азиатской горбуши и выловами на Южных Курилах в 2001–2007 гг.

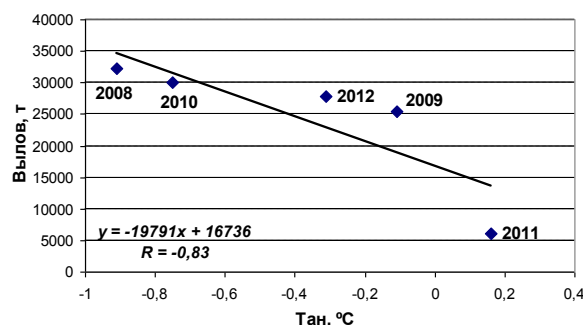


Рис. 4. Зависимость между аномалиями ТПО (январь – март) в реперной зоне зимовки азиатской горбуши и выловами на Южных Курилах в 2008–2012 гг.

В дополнение, для подтверждения произошедшего в 2008 г. изменения влияния температурных условий на результаты промысла южно-курильской горбуши, проведён сравнительный ана-

лиз между распределением среднемесячных значений ТПО за самый холодный месяц зимнего сезона (март) в реперной зоне и величинами последующих выловов горбуши в 2001–2015 гг. Графические материалы данного анализа (рис. 5) показали, что с 2001 г. по 2007 г. тренды хода среднемесячных температур в реперной зоне зимовки горбуши в марте и значений её последующих уловов имеют ярко-выраженную прямую зависимость, а с 2008 г. по 2012 г. эта зависимость становится обратной, т.е. меняет свой знак [6], после 2012 г. становится неопределённой. В целом, за период 2001–2015 гг. среднемесячные значения ТПО менялись от +2,1°C до +3,8°C.

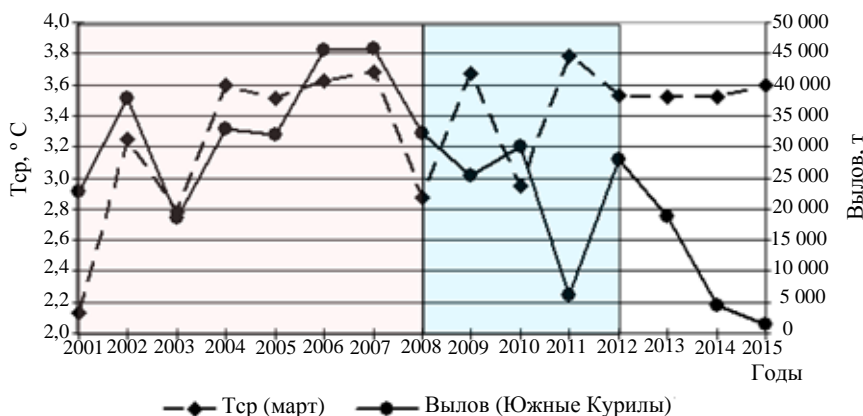


Рис. 5. Распределение среднемесячных значений ТПО (Тер) в реперной зоне зимовки азиатской горбуши в марте и соответствующие выловы горбуши на Южных Курилах за период 2001–2015 гг.

### Выводы

В рассматриваемый период (январь – март) 2001–2015 гг., в реперной зоне зимовки азиатской горбуши наблюдались два достаточно чётко выраженных временных интервала (2001–2007 гг. и 2008–2012 гг.), отличающихся особенностями соотношения значений аномалий ТПО и величин выловов южно-курильской горбуши.

Корреляционная зависимость между сезонными зимними значениями аномалий ТПО в реперной зоне зимовки горбуши и последующими величинами её выловов в акваториях Южных Курил резко изменилась на рубеже 2008 гг. Так, в течение 2001–2007 гг. данная зависимость выражается функцией с положительной корреляцией  $R = +0,81$ , а в 2008–2012 гг. стала противоположной с отрицательной корреляцией  $R = -0,83$ . После 2012 г. эта зависимость становится неопределённой: значения аномалий ТПО в зимний период 2013–2015 гг. ( $-0,23^{\circ}\text{C} \div -0,03^{\circ}\text{C}$ ) и мартовские значения ТПО в эти годы ( $+3,5^{\circ}\text{C} \div +3,6^{\circ}\text{C}$ ) достаточно однородны, тогда как выловы резко снизились. Это приводит к очевидному выводу о влиянии других факторов на снижение уловов в эти годы.

### Литература

1. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах: Моногр. / В.П. Шунтов, О.С. Темных. – Владивосток: Изд-во ТИНРО-центр, 2008. – Т. 1. – 481 с.
2. Старовойтов А.Н., Найденко С.В., Куренкова Е.В., Очеретянный М.А., Ванин Н.С., Овсянников Р.Г. Новые данные о количественном распределении тихоокеанских лососей в центральной части Северной Пацифики в зимне-весенний период // Изв.ТИНРО. – 2010. – Т. 160. – С. 89–104.
3. Бирман И.Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. – М.: Изд-во Нац. рыб. ресурсы, 2004. – 172 с.
4. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ВНИРО: Моногр. / Г.П. Ванюшин, Б.Н. Котенев, М.Ю. Кружалов, А.А. Трошков, Т.Б. Барканова, Т.В. Булатова, В.А. Царева, А.А. Коробочка, С.Н. Марков. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 48 с.
5. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах: Моногр. / В.П. Шунтов, О.С. Темных. – Владивосток: Изд-во ТИНРО-центр, 2011. – Т. 2. – 473 с.
6. Ванюшин Г.П., Царева В.А., Углова Т. Ю., Кружалов М.Ю. Сравнительная оценка результатов промысла горбуши и температурных условий морской среды, определяемых по спутниковым данным в районе южных Курильских островов // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 158. – С. 112–120.

УДК [593.95:591.16](256.54.04)

**М.О. Чалиенко, М.В. Калинина**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),*

*Владивосток, 690091*

*e-mail: yumbo@yandex.ru*

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ПАЛЕВОГО МОРСКОГО ЕЖА  
(*STRONGYLOCENTROTUS PALLIDUS*) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО  
(ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

В работе приводятся данные о состоянии гонад палевого морского ежа, обитающего на разных глубинах в заливе Петра Великого в весенний период. Обсуждается влияние условий обитания в разных батиметрических диапазонах на его репродукционные характеристики.

**Ключевые слова:** палевый морской еж (*Strongylocentrotus pallidus*), батиметрические диапазоны, репродукционные характеристики, стадии зрелости гонады.

**M.O. Chalienko, M.V. Kalinina**

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center)*

*Vladivostok, 690091*

*e-mail: yumbo@yandex.ru*

**SOME FEATURES OF REPRODUCTION OF PALE SEA URCHIN  
(*STRONGYLOCENTROTUS PALLIDUS*) IN THE PETER THE GREAT BAY  
(JAPAN SEA)**

This article presents data on state of gonads of pale sea urchin which occurs at the different depth in the Peter the Great Bay in spring. It also discusses the influence of environmental conditions in different bathymetric ranges on urchin reproduction characteristics.

**Key words:** pale sea urchin (*Strongylocentrotus pallidus*), bathymetric ranges, reproduction characteristics, maturity stage of gonad.

Палевый морской еж *Strongylocentrotus pallidus* (G.O. Sars, 1871) – широко распространенный бореально-арктический вид – обладает наибольшим батиметрическим диапазоном обитания среди морских ежей семейства Strongylocentrotidae. В заливе Петра Великого, в южной части своего ареала, основные скопления *S. pallidus* сконцентрированы в зоне низких температур на глубинах более 50 м [1]. В связи со способностью вида обитать в широком батиметрическом спектре, особый интерес представляет исследование особенностей размножения этого перспективного для промысла морского ежа на разных глубинах обитания. Кроме того, исследование репродуктивных особенностей морских ежей, обитающих на больших глубинах, где сезонные изменения температуры – основного фактора, определяющего ход гаметогенетических процессов у сублиторальных ежей – практически отсутствуют, а условия питания и динамика поступления пищи кардинально отличается от таковой в прибрежных районах, является в настоящее время одной из наиболее слабоизученных и актуальных задач.

Цель настоящей работы – определение и сравнительная оценка некоторых репродукционных характеристик самок *S. pallidus* (наполнение и стадии зрелости гонады, размеры ооцитов и яйцеклеток), обитающих в заливе Петра Великого в различных батиметрических диапазонах.

**Материалы и методы**

Материалом для работы послужили пробы *S. pallidus*, собранные в первой декаде апреля 2015 г. в заливе Петра Великого путем траления на глубинах от 23 до 717 м (рис. 1). Животных



фиксировали в 10%-ном растворе формалина. На биологический анализ отбирались взрослые самки, половозрелость которых устанавливали по степени развития половых желез [2]. У исследуемых особей определяли диаметр панциря с точностью до 1 мм, общую массу и массу гонады – с точностью до 1 г.

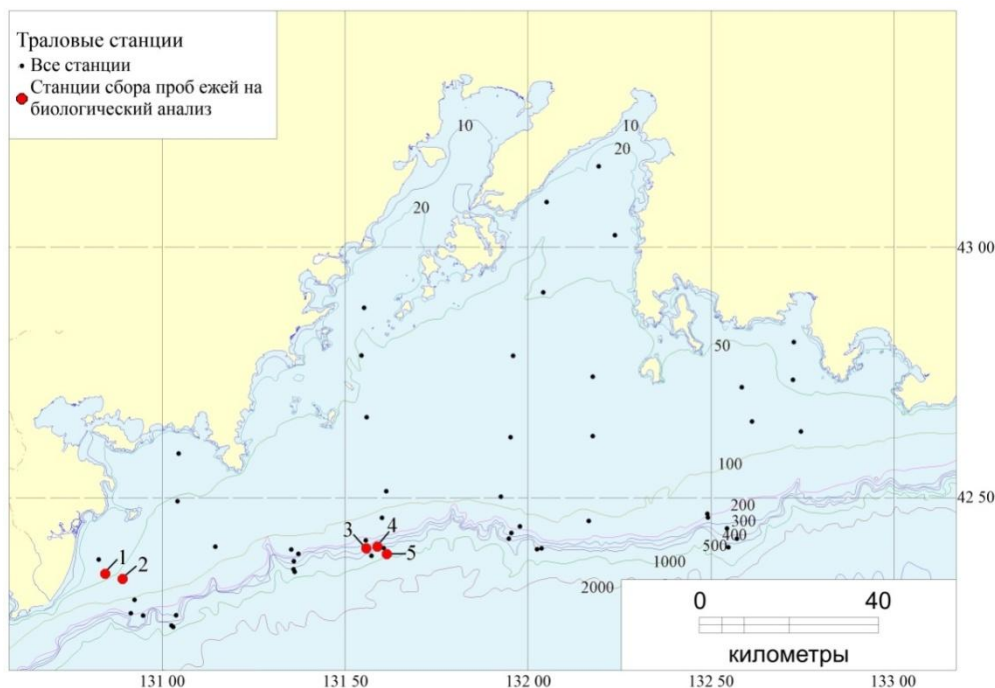


Рис. 1. Сетка станций в заливе Петра Великого в 2015 г.:  
1 – глубина 41 м; 2 – 69 м; 3 – 280 м; 4 – 346 м; 5 – 670 м.

Пол и стадию зрелости гонады определяли на временных препаратах (мазках) под световым микроскопом, измерение диаметра и подсчет разных категорий половых клеток проводили с помощью окуляр-микрометра. При исследовании клеточного состава гонад у каждой самки измеряли по 50 клеток, дифференцируя их на ооциты малого роста (Омр), ооциты большого роста (Обр) и яйцеклетки (Якл) [3]. Стадию зрелости гонады определяли по наличию доминирующих категорий клеток, учитывая особенности репродуктивного цикла *S. pallidus* [4], по следующей классификации [5]: 1 – пролиферации (начала развития), 2 – дифференциации (активного гамето-генеза), 3 – нерестовая или зрелой гонады, 4 – посленерестовая. Для каждой самки и суммарно для всех самок с одной станции было построено распределение размерных частот половых клеток с шагом 10 мкм. Гонадный индекс (ГИ) рассчитывали как отношение массы гонады к общей массе ежа, выраженное в процентах. Всего было исследовано 83 самки *S. pallidus*. Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Excel и Statistica.

### Результаты и обсуждение

Размеры половозрелых самок *S. pallidus* варьировали от 30,5 до 91 мм. При этом минимальные средние размеры (40,5 и 40,6 мм) были отмечены у ежей, обитающих на глубинах 280 и 670 м, а наибольшие (75 мм) – на глубине 69 м (табл.).

Таблица

Репродуктивные характеристики самок *S. pallidus* (зал. Петра Великого, апрель 2015 г.)

Глубина, м	Кол-во экз., шт.	Диаметр ежей, мм *	ГИ, % *	Диаметр яйцекл-к, мкм *	Доля разных категорий клеток в гонаде, %			Стадии зрелости гонады, %			
					Омр.	Обр.	Якл.	1	2	3	4
41	21	54 ± 0,8 43 – 59	5,3 ± 0,4 1,9 – 12,5	124 ± 0,8 102 – 162	53	23	24	24	52	24	0
69	28	75 ± 1,7 58 – 91	10,6 ± 1,4 2,4 – 30,4	149 ± 1 102 – 196	43	27	30	0	64	36	0



Глубина, м	Кол-во экз., шт.	Диаметр ежей, мм *	ГИ, % *	Диаметр яйцекл-к, мкм *	Доля разных категорий клеток в гонаде, %			Стадии зрелости гонады, %			
					Омр.	Обр.	Якл.	1	2	3	4
280	13	40,5 ± 0,9 37 – 47	5,5 ± 0,5 3,2 – 8,6	138 ± 2,5 119 – 153	57	36	7	14	79	7	0
346	17	45,5 ± 1,5 36 – 55	10,3 ± 0,9 5,3 – 18,3	138 ± 1,5 102 – 162	45	51	4	0	100	0	0
670	4	40,6 ± 3,4 30,5 – 45	4,1 ± 1,4 3,3 – 4,5	154 ± 1,8 136 – 170	50	36	14	20	60	20	0

\* – значения представлены в виде среднего и его ошибки (над чертой) и пределов изменчивости (под чертой).

Наполнение гонад у особей, обитающих на разных глубинах, также различалось: достоверно бóльшие средние значения ГИ (10,6 и 10,3%) отмечались у морских ежей на глубинах 69 и 346 м. Там же отмечены максимальные индивидуальные значения этого показателя – 30,4 и 18,3 соответственно.

В исследуемый период (1-я декада апреля) гонады самок находились на разных стадиях зрелости, однако у бóльшей части особей на всех станциях в половых железах наблюдались процессы активного гаметогенеза (2-я стадия зрелости) (см. табл.). На глубинах 41 и 69 м у значительной доли самок (24 и 36% соответственно) половые железы находились в преднерестовом состоянии (3-я стадия зрелости), а в более глубоководных биотопах особи со зрелыми гонадами встречались единично.

Клеточный состав яичников у ежей, обитающих на разных глубинах, существенно различался (см. табл.). На рисунке 2 представлены диаграммы размерно-частотного распределения половых клеток в яичниках *S. pallidus* с разных глубин обитания. В связи с малым объемом выборки (4 экз.) данные по ежам с глубины 670 м были исключены.

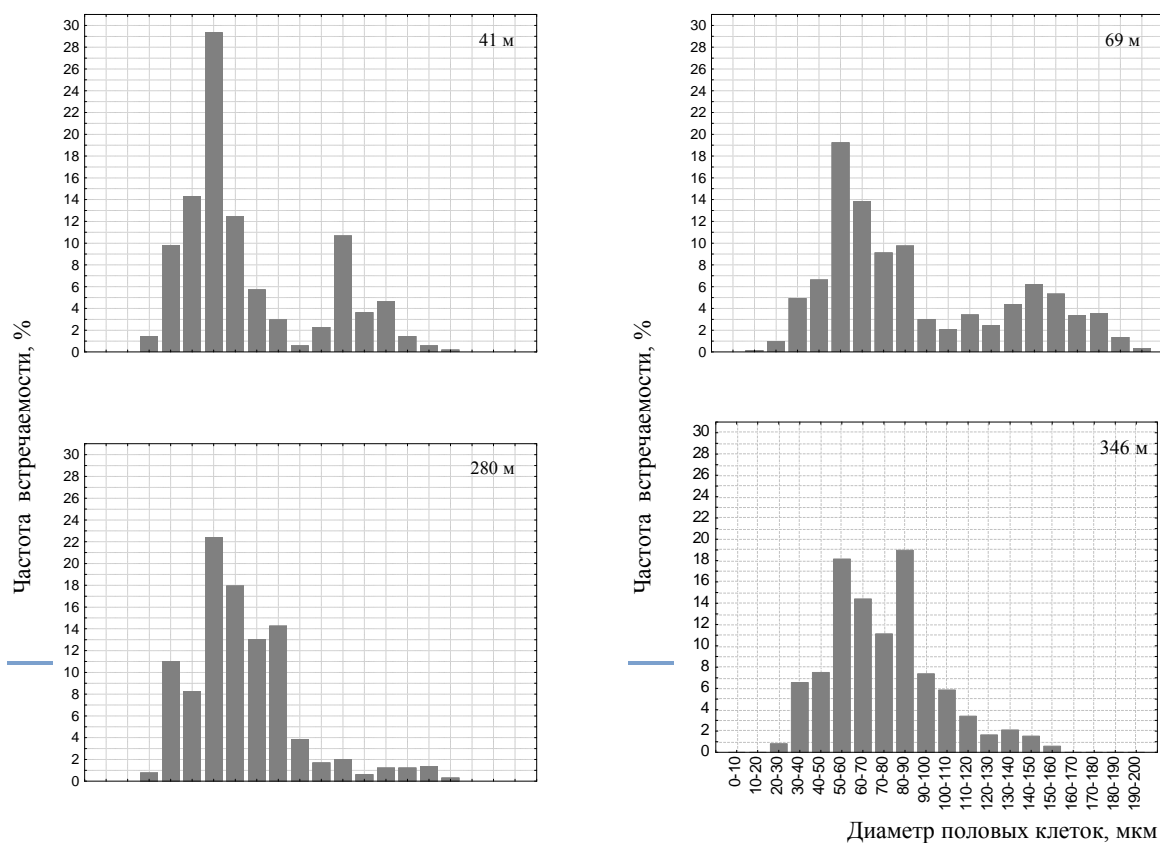


Рис. 2. Графики распределения диаметра половых клеток

По нашим материалам, средние размеры ооцитов малого роста у палевого ежа составляют 51,2 мкм (пределы: 17–85 мкм), ооцитов начала большого роста – 72,3 мкм (пределы: 47–102 мкм), ооцитов «интенсивного» большого роста – 86,3 мкм (пределы: 51–153) и яйцеклеток – 139,4 мкм (пределы: 102–195 мкм). Отмечается, что на всех станциях в гонадах самок преобладали клетки с размерами менее 90 мкм (от 64 до 88%), в то время как клетки крупных размеров (более 110 мкм) в значительном количестве (21 и 30%) присутствовали только в половых железах ежей, обитающих в мелководных биотопах на глубине 41 и 69 м. При этом «сдвиг вправо» был наиболее ярко выражен у особей с глубины 69 м. Эти данные достаточно хорошо согласуются с показателями по клеточному составу и наполнению гонад (ГИ) самок (см. табл.). Так, на всех станциях в яичниках *S. pallidus* доля ооцитов малого роста составляла около половины, а яйцеклетки в сравнительно большом количестве (24 и 30%) присутствовали только в гонадах самок на станциях шельфовой зоны. Доля ооцитов большого роста варьировала от 23 до 51%. Самые высокие средние значения ГИ (10,6 и 10,3%) были отмечены у ежей, в яичниках которых в наибольшем количестве присутствовали яйцеклетки (глубина 69 м) и ооциты большого роста крупных размеров (глубина 346 м). Следует также отметить значимые различия между средними размерами яйцеклеток у самок из разных биотопов (см. табл.). Наибольшие значения этого показателя имели самки, обитающие на глубинах 69 и 670 м (149 и 154 мкм соответственно), а наименьшие (124 мкм) – на глубине 41 м.

Таким образом, в весенний период состояние гонад у самок *S. pallidus* в разных батиметрических диапазонах не было одинаковым: на глубинах менее 70 м степень развития половых желез у них была выше, чем на глубинах более 280 м. При этом прямой зависимости между наполнением гонад и батиметрическим диапазоном обитания обнаружено не было: сравнительно большие значения ГИ были отмечены как на малых, так и на больших глубинах (менее 70 и более 300 м).

Считается, что у глубоководных морских ежей, обитающих в условиях стабильно низких температур, основным фактором, влияющим на репродуктивную активность и рост гонад, является обилие пищи [6]. Так, по мнению исследователей, изучавших размножение *S. pallidus* у северо-западного побережья Приморья, основным фактором среды, регулирующим процессы роста и созревания гамет, является обилие детрита, поступающего на дно в ходе весеннего «цветения» диатомовых водорослей [7]. Эти же авторы предполагают, что нерест палевого ежа в южном подрайоне Приморья происходит в конце мая – июне. В заливе Петра Великого массовое развитие планктона, основного источника детрита, наблюдается с декабря по март [8], накопление же органического вещества на дне моря происходит в течение последующих весенних месяцев. Именно в это время (в апреле) в гонадах самок *S. pallidus*, обитающих в заливе, протекали активные гаметогенетические процессы, предшествующие периоду размножения. Однако отмеченные нами различия в интенсивности гаметогенеза ежей на разных глубинах обитания свидетельствуют о возможном влиянии на эти процессы и других факторов среды, например, температурного. В южном подрайоне Приморья на глубинах от 30 до 100–150 м наблюдается относительно прогретый и распресненный за счет приливного перемешивания слой [9], поэтому морские ежи, обитающие в этом диапазоне глубин, в какой-то мере могут испытывать влияние температурного фактора. Кроме того, поступление потоков органики, образованных вследствие отмирания фитопланктона, происходит на разных глубинах в разные сроки, что также сказывается на темпах созревания гонад ежей. Относительно лучшее наполнение гонад у *S. pallidus* на двух станциях, расположенных в разных батиметрических диапазонах, вероятнее всего объясняется различиями в обеспеченности их пищей.

Следует отметить, что в исследуемый период времени в целом сравнительно лучшие репродуктивные характеристики (наполнение и степень развития гонад, размер яйцеклеток) и наибольшие размеры половозрелых самок были отмечены у ежей, обитающих на глубине 69 м. При сопоставлении положения данной станции с геоморфологической схемой шельфа было выявлено, что эта станция расположена на внешней части денудационно-аккумулятивной зоны, представляющей собой в западной части залива холмисто-увалистую равнину в виде полосы между изобатами 60 и 85 м [10]. Поверхность этого участка неровная, с отдельными холмами и увалами, изобилует промоинами и впадинами глубиной от 2–4 до 8 м, где происходит аккумуляция детрита. Эти данные подтверждаются присутствием в этом районе скоплений с макси-

мальной биомассой, в которых ежи характеризуются наибольшими размерами. Также в этом районе отмечено высокое содержание органического углерода [11].

На глубине 670 м из 50 экз. выявлены только 4 половозрелые самки, при этом размеры ежей в пробе не превышали 40 мм. По нашим предварительным данным, в этом районе в связи с неблагоприятными условиями питания темпы роста ежей замедлены, а репродуктивные процессы либо не происходят, либо их вклад в воспроизводство популяции ежей не существенен [12]. Также есть предположение, что эти ежи являются молодью. Для более точного установления их репродуктивного статуса требуются дополнительные исследования.

### Заключение

В результате проведенного исследования было установлено, что в весенний период степень развития половых желез у самок палевого морского ежа, обитающих в заливе Петра Великого в прибрежной шельфовой зоне (глубины 41 и 69 м), была выше, чем у обитающих на материковом склоне (глубины 280 и 346 м). При этом прямой зависимости между величиной гонадного индекса и батиметрическим диапазоном обитания ежей обнаружено не было. Наилучшие морфометрические и репродукционные показатели (размер и масса половозрелых особей, наполнение и степень зрелости гонад, размеры яйцеклеток) были отмечены у самок, обитающих на глубине 69 м в условиях, наиболее благоприятных для аккумуляции осадочных образований (детрита), в зоне влияния относительно прогретых подповерхностных вод.

### Литература

1. Чалиенко М.О. Размерный состав и распределение палевого морского ежа (*Strongylocentrotus pallidus*) в заливе Петра Великого // Сб. докл. 61-й Междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Молодежь. Наука. Инновации», 21–22 ноября 2013 г. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2013. – Т. 1. – С. 308.
2. Касьянов В.Л. Репродуктивная стратегия морских двустворчатых моллюсков и иглокожих. – Л.: Наука, 1989. – 179 с.
3. Айзенштадт Т.Б. Цитология оогенеза. – М.: Наука, 1984. – 248 с.
4. Falk-Peterson I.B., Lonning S. Reproductive cycle of two closely related sea urchin species *Strongylocentrotus droebachiensis* and *S. pallidus* // Sarsia. – 1983. – V. 68. – P. 157–164.
5. Хотимченко Ю.С., Деридович И.И., Мотавкин П.А. Биология размножения и регуляция гаметогенеза и нереста у иглокожих. – М.: Наука, 1993. – 176 с.
6. Gage J.D., Tyler P.A., Nichols D. Reproduction and growth of *Echinus acutus* var. *norvegicus* Duben & Koren and *E. elegans* Duben & Koren on the continental slope off Scotland // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. – 1986; 101: 61–83.
7. Викторовская Г.И., Зуенко Ю.И. Влияние условий среды на размножение палевого морского ежа *Strongylocentrotus pallidus* (Sars) у берегов Приморья (Японское море) // Океанология. – 2005. – Т. 45, № 1. – С. 83–91.
8. Долганова Н.Т. Состав, сезонная и межгодовая динамика планктона северо-западной части Японского моря // Известия ТИНРО. – 2001. – Т. 128, ч. III. – С. 810–889.
9. Зуенко Ю.И., Юрасов Г.И. Структура вод и водные массы северо-западной части Японского моря // Метеорология и гидрология. – 1995. – № 8. – С. 50–57.
10. Марков Ю.Д. Южноприморский шельф Японского моря в позднем плейстоцене и голоцене. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. – 128 с.
11. Нестерова О.В., Трегубова В.Г. Органическое вещество в донных осадках залива Петра Великого // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря. – Владивосток: Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012. – С. 114–128.
12. Бажин А.Г., Степанов В.Г. Морфологическая изменчивость некоторых видов морских ежей рода *Strongylocentrotus* в зависимости от факторов среды // Зоол. журн. – 2002. – Т. 81, № 12. – С. 1487–1493.

УДК 595.383.3(265.54.04)

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

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

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

Изучена динамика размерного и полового состава популяции мизид *Neomysis awatschensis* в летний период 2014 и 2015 гг. Размеры *N. awatschensis* в июне – августе варьировали от 2,0 до 13,3 мм, зависимость массы особей от линейных размеров аппроксимирована степенным уравнением.

**Ключевые слова:** мизиды, *Neomysis awatschensis*, размерная структура, половая структура, соотношение длины и массы тела, залив Петра Великого, Японское море.

**G.G. Shevchenko, L.G. Sedova, L.L. Budnikova**

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),  
Vladivostok, 690091  
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru*

**SIZE-SEX COMPOSITION AND WEIGHT GROWTH OF MYSIDS  
*NEOMYSIS AWATSCHENSIS* (CRUSTACEA: MYSIDACEA)  
(THE PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

The dynamics of size and sex composition of mysid *Neomysis awatschensis* population in the summer of 2014 and 2015 was studied. Size of *N. awatschensis* was 2.0 to 13.3 mm in June – August. We approximated the relationship between the species size and the body mass by a power equation.

**Key words:** mysids, *Neomysis awatschensis*, length frequency, sex composition, relationship between the species size and the body mass, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

Мизиды – высшие ракообразные надотряда Peracarida, населяющие морские, солоноватоводные и пресные водоемы. Они являются важным объектом питания многих рыб, а также могут употребляться в пищу человеком [1, 2]. В настоящее время промысел мизид в Приморье отсутствует, хотя в 1930-е годы осуществлялась их добыча.

Цель работы – изучение биологии и определение видового и размерно-полового состава скоплений мизид в заливе Петра Великого.

Научно-исследовательские работы по определению видового и размерного состава скоплений мизид проводили в Амурском заливе и акваториях островов Рейнеке, Попова и Русский залива Петра Великого. Лов мизид осуществляли в береговой полосе на глубине 0,5–2 м планктонными сачками диаметром 50 и глубиной 70 см, сшитыми из газа № 1. Длину тела мизид измеряли от начала рострума до основания тельсона при помощи окуляр-микрометра под биноклем с точностью до 0,1 мм. Взвешивали фиксированные в 75%-ном растворе этилового спирта экземпляры на торсионных весах с точностью до 1 мг. Половую принадлежность выясняли по строению 4-й пары плеоподов и наличию (или отсутствию) марсупиальной (выводковой) сумки.

Было выявлено три вида мизид: *Neomysis awatschensis* (Brandt, 1851), *N. mirabilis* (Czerniavsky, 1882) и *Paracanthomysis shikhotaniensis* Petryashov, 1983. Данная работа посвящена виду *Neomysis awatschensis*, который встречался только в северной части Амурского залива, как

совместно с *N. mirabilis*, так и изолированно от него: заливе Угловой, в акватории вдоль поселка Девятый Вал, от мыса Угольный до мыса Речной (рис. 1).

С начала июня до второй половины июля 2015 г. *N. awatschensis* образовывал в заливе Угловой на глубине 0,8–1,5 м огромное скопление вдоль берега, ширина полосы которого достигала 50 м.

Удельная биомасса мизид в период с мая до середины июля варьировала от 5 до 50 г/м<sup>3</sup>, достигая на отдельных участках 500 г/м<sup>3</sup>. В 2014 г. в северной части Амурского залива *N. awatschensis* образовывал скопления на глубине 0,5–1,5 м в зарослях zostеры со второй половины июня до середины августа. Удельная биомасса мизид варьировала от 2 до 30 г/м<sup>3</sup>, а максимальная, также как и в 2015 г., достигала 500 г/м<sup>3</sup>.

В другом изученном районе – у мыса Угольный и поселка Девятый Вал в течение июля 2015 г. мизиды располагались широкой полосой (2-3 м) вдоль берега на глубине 0,5–1,5 м.

В июне-июле 2015 г. длина тела *N. awatschensis* была от 2,5 до 12,5 мм (среднее значение – 7,1 ± 0,1 мм), а масса – от 0,0002 до 0,025 г (средняя масса – 0,004 ± 0,0001 г). В выборке (n = 950 экз.) преобладали особи с длиной тела 7,0–7,5 мм (32,6%) (рис. 2, А).

В 2014 г. (n = 973 экз.) длина тела этого вида была практически такой же – от 2,0 до 13,3 мм (среднее значение – 8,5 ± 0,1 мм), масса варьировала от 0,0001 до 0,023 г (средняя масса – 0,007 ± 0,0001 г). Преобладали особи размером 7,5–9,5 мм (54,0%). В составе скопления в 2014 г. преобладала молодь (59,6%), а в 2015 г. количество самок, самцов и молодежи было примерно одинаковым (рис. 2, Б).

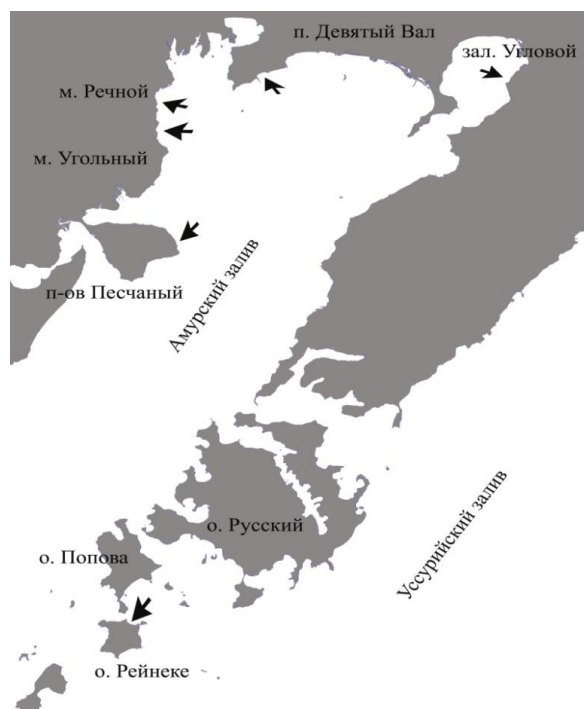


Рис. 1. Районы сбора мизид в заливе Петра Великого

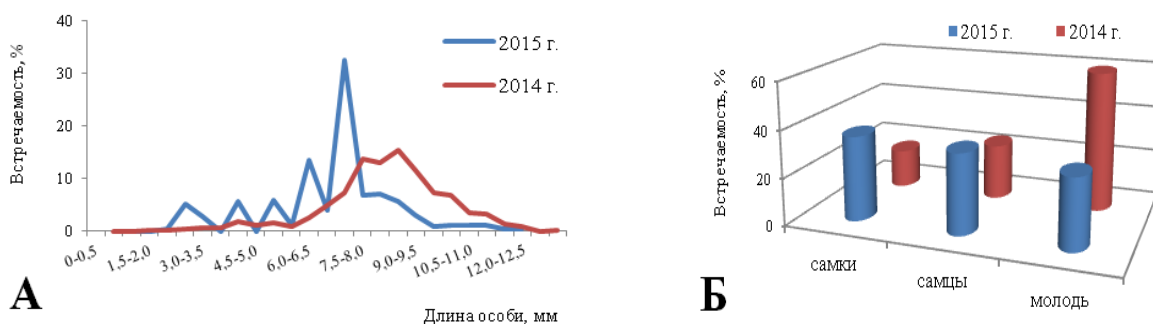


Рис. 2. Состав скопления *N. awatschensis* в Амурском заливе в 2014–2015 гг.

За весь период наблюдений длина тела *N. awatschensis* изменялась в пределах от 2,0 до 13,3 мм, масса – от 0,0002 до 0,025 г (n = 1923 экз.).

Были установлены зависимости между длиной тела (*L*, мм) и индивидуальной массой (*W*, г) особей (рис. 3, 4) и рассчитаны соответствующие уравнения, аппроксимированные степенными функциями [3]:

$$W = a L^b \text{ и } L = a W^b,$$

где *a* и *b* – константы уравнения.

Полученные соотношения длины и массы мизид можно использовать при расчетах общей биомассы скоплений, исходя из линейных размеров или индивидуальной массы особей.

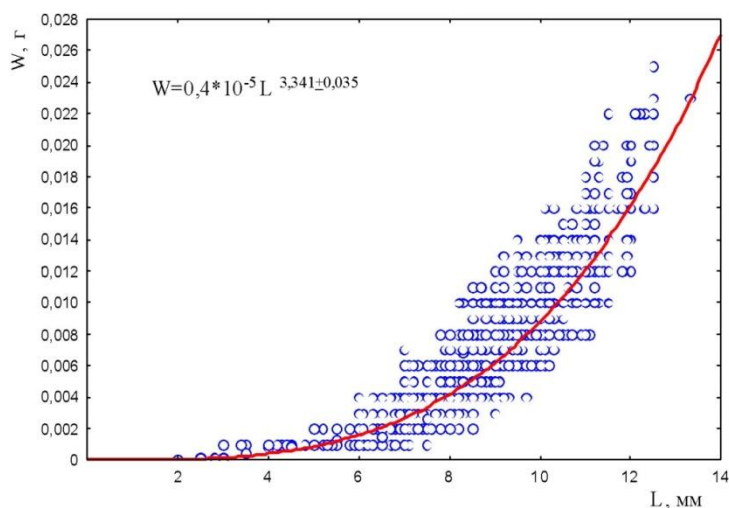


Рис. 3. Зависимость массы ( $W$ ) от длины тела ( $L$ ) у *N. awatschensis* (коэффициент корреляции,  $r = 0,925$  при 0,95% уровне значимости)

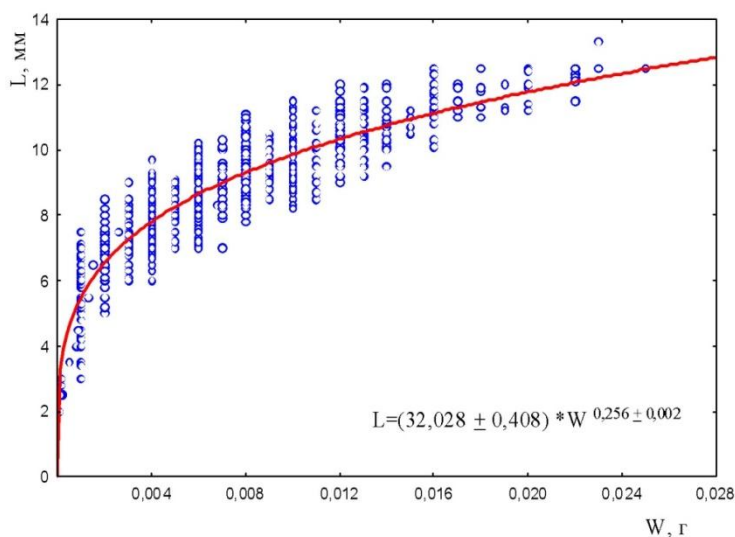


Рис. 4. Зависимость длины тела ( $L$ , мм) от массы особи ( $W$ , г) у *N. mirabilis* ( $r = 0,938$  при 0,95% уровне значимости)

Таким образом, в Амурском заливе в 2014–2015 годах мизиды имели максимальную длину тела 13,3 мм, причем самцы и самки не отличались по размерам. Хотя по литературным данным известно [4], что особи этого вида крупнее, самки достигают 18,1 мм, а самцы – 14,3 мм.

В заливе Петра Великого *N. awatschensis* образует промысловые скопления в июне-июле с биомассой до 500 г/м<sup>3</sup> в северной части Амурского залива.

### Литература

1. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях: Моногр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 483 с.
2. Пуцина О.И. Трофическая роль мизид в зал. Петра Великого (Японское море) // Тр. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». – Калининград, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2013. – С. 100–103.
3. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.
4. Петряшев В.В. Отряд МИЗИДЫ – MYSIDACEA Boas, 1883 // Биота российских вод Японского моря. Т. I. – Владивосток, Дальнаука, 2004. – С. 55–96.

УДК 620.193:629.5.023

**В.А. Швецов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

**ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ  
ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЖИМА РАБОТЫ СИСТЕМ  
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ  
СТАЛЬНЫХ КОРПУСОВ СУДОВ И КОРАБЛЕЙ**

В статье показано, что при выполнении измерений квалифицированным членом экипажа (электриком) без специальной подготовки метрологические характеристики результатов измерения потенциала корпуса судна ухудшаются.

**Ключевые слова:** подготовка операторов, системы электрохимической защиты от коррозии, потенциал корпуса, метрологические характеристики измерения.

**V.A. Shvetsov, D.V. Shunkin, O.A. Belavina**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

**RATIONALE FOR OPERATOR TRAINING TO CONTROL SYSTEMS  
OF ELECTROCHEMICAL PROTECTION AGAINST CORROSION  
OF VESSEL AND SHIP STEEL HULL**

The article shows if measurements are taken by a qualified crew member (electrician) without special training metrological characteristics of measurement results of hull potential deteriorate.

**Key words:** training of operators, system of electrochemical protection against corrosion, hull potential, metrological characteristics of measurement.

Согласно НД [1] при эксплуатации систем защиты корпуса судна (корабля) от коррозии необходимо периодически измерять потенциал корпуса судна. Однако экипажи судов и кораблей эту работу не выполняют. Одной из причин невыполнения экипажами своих обязанностей является отсутствие на судах подготовленных специалистов-операторов. Для упрощения работы оператора авторами усовершенствована методика измерения потенциала корпуса [2–5]. Показано [6], что в течение одной недели можно подготовить оператора из членов экипажа независимо от уровня его образования, при этом результаты измерений, выполненные оператором, имеют высокие метрологические характеристики (коэффициент вариации результатов измерения  $V = 0,08 \div 0,11\%$ ).

Для обоснования необходимости специальной подготовки операторов для контроля режима работы систем защиты от коррозии стальных корпусов рыбопромысловых судов был выполнен следующий эксперимент. На судне БАТМ «Байковск» в контрольных точках, выбранных по методике [7] квалифицированный член экипажа судна (электрик) выполнил измерения потенциала корпуса судна без предварительной специальной подготовки. Результаты эксперимента приведены в таблице.

**Результаты эксперимента**

№ измерения	Результаты измерения потенциала корпуса (В), в контрольной точке №					
	1	2	3	4	5	6
1	0,63	0,78	0,63	0,80	0,71	0,71
2	0,62	0,72	0,62	0,81	0,72	0,72
3	0,63	0,78	0,66	0,80	0,73	0,72
4	0,63	0,78	0,67	0,80	0,74	0,71
5	0,63	0,78	0,67	0,81	0,71	0,72
6	0,62	0,78	0,67	0,80	0,75	0,72
Среднее значение	0,627	0,770	0,653	0,803	0,727	0,717
Стандартное отклонение	0,0052	0,0245	0,0212	0,0052	0,0163	0,0052
Коэффициент вариации, %	0,83	3,18	3,25	0,65	2,24	0,73

Из результатов эксперимента следует, что метрологические характеристики результатов измерения потенциала корпуса судна ухудшаются ( $V_{\max} = 3,25\%$ ), если измерение выполняет оператор, не имеющий специальной подготовки.

**Литература**

- ГОСТ 9.056-75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017>. (дата обращения 17.06.2013).
- Совершенствование методики измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, А.А. Луценко, О.А. Белавина // Вестник Астраханского государственного технического университета, серия Морская техника и технология – 2014. – Вып. 4 (ноябрь) – С. 7–12.
- Обоснование снятия ограничений на продолжительность измерений защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, Д.В. Коростылёв, О.А. Белавина // Вестник Астраханского государственного технического университета серия Морская техника и технология – 2015. – Вып. 2 (май) – С. 7–12.
- Использование электроугольных изделий при измерении потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, В.А. Пахомов, О.А. Белавина // Вестник Астраханского государственного технического университета, серия Морская техника и технология – 2015. – Вып. 1 (февраль) – С. 27–31.
- Испытание устройства для проверки правильности показаний хлорсеребряных электродов сравнения / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, В.А. Кириносенко, О.А. Белавина // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – Вып. 31. – С. 47–55.
- Влияние квалификации оператора на результаты измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина, О.Е. Петренко, Д.В. Шунькин, В.В. Кириносенко // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 30. – С. 46–54.
- Обоснование способа выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Д.В. Коростылёв, В.А. Пахомов, С.А. Малиновский // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 28. – С. 6–11.



Ответственный за выпуск В.И. Карпенко

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ОХРАНА,  
ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием  
(22–24 марта 2016 г.)*

*Часть I*

В авторской редакции  
Технический редактор О.А. Лыгина  
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина  
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 22.03.2016 г.  
Формат 61\*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 20,83. Уч.-изд. л. 21,2. Усл. печ. л. 22,32  
Тираж 200 экз. Заказ № 15

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35