

Федеральное агентство по рыболовству  
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии



**II Международная научно-практическая  
конференция**

**РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ  
КОМПЛЕКС РОССИИ:  
300 лет российской  
академической науке**

**(27-28 марта 2024 г.)**

Издательство ВНИРО  
МОСКВА

УДК 639.2.03(470)  
ББК 65.35

*Рецензенты:*

**Сёмин А.Н.**, академик РАН, д.э.н., профессор, зав. кафедрой стратегического и производственного менеджмента ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**Черданцев В.П.**, д.э.н., профессор, Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова

**Р 93 Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке.**

Материалы II Международной научно-практической конференции (27-28 марта 2024 г., г. Москва), ФГБНУ «ВНИРО» / Под редакцией Колончина К.В., Булатова О.А., Межонова А.В., Трубы А.С. М.: Изд-во ВНИРО, 2024. 748 с.

ISBN 978-5-85382-544-4

© ФГБНУ «ВНИРО», 2024  
© Колончин К.В., Булатов О.А.,  
Межонов А.В., Труба А.С., 2024



### **Уважаемые читатели!**

Представляю вашему вниманию сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке»!

В данном научном труде собраны доклады и выступления участников ведущей отраслевой конференции, организованной старейшим научно-исследовательским центром рыбной отрасли – Всероссийским НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО).

Рыбохозяйственный комплекс как составная нашей экономики во многом определяет не только здоровье нации, но и благосостояние страны, всего нашего населения. Возрастающая роль рыбохозяйственной науки в жизни современной России очевидна.

В последние годы все больше принимается важных решений для укрепления отечественной науки и поддержки учёных, внедрения в жизнь передовых научных разработок.

В числе приоритетных задач рыбохозяйственного комплекса, которые решают ученые ВНИРО от Калининграда до Командорских островов, сохранение и долговременное использование водных биоресурсов, научное обеспечение глубокой переработки рыбного сырья, повышение доступности рыбной продукции и обеспечение продовольственной безопасности страны. Вместе с этим важно разрабатывать инновационные проекты, которые в перспективе могут обеспечить получение новых знаний и технологий, что позволит совершить научный и управленческий прорыв в области национального рыбного хозяйства.

Особое место в этой работе занимает созданный в 2021 году по решению Росрыболовства Центр экономических исследований рыбного хозяйства, ставший структурным подразделением ВНИРО. В его задачи входит разработка мер повышения эффективности и конкурентоспособности отечественного рыбохозяйственного комплекса, работа по вопросам комплексного развития прибрежных территорий с учётом того, что это не только социальные, но и геополитические задачи.

Опубликованные в сборнике материалов доклады будут интересны не только ученым, но и рыбопромышленникам, государственным деятелям и широкому кругу читателей – всем, кто интересуется развитием российской рыбной отрасли.

Заместитель Председателя  
Государственной Думы ФС РФ,  
Академик РАН

Алексей Васильевич Гордеев



### **Уважаемые читатели!**

Представляю вам очередное интересное полезное издание Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), являющегося ведущим научным центром рыбохозяйственной отрасли России.

В него вошли ряд докладов российских, иностранных ученых и специалистов — участников второй научно-практической конференции представителей рыбохозяйственной отрасли, состоявшейся весной 2024 года.

Она уже стала ежегодной и собирает в своих аудиториях ведущих ученых и экспертов, представителей власти и бизнеса.

Конференция — это не только череда выступлений и дискуссий ее участников, но и место ярких презентаций учеными своих новых разработок перед бизнесом, возможный шанс их продвижения к скорейшему воплощению в рыбохозяйственном комплексе как в России, так и за рубежом.

В этом году наша Конференция была приурочена к 300-летию со дня основания Российской академии наук (РАН) и 95-летию — Всесоюзной сельскохозяйственной академии имени В.И. Ленина (ВАСХНИЛ). Хочется отметить, что ВАСХНИЛ и ВНИРО по сути являются ровесниками и основаны одним решением Совета народных комиссаров СССР.

Материалы настоящего сборника охватывают самый широкий спектр научных вопросов и предложений по их возможному решению

и поэтому предназначены не только для узкопрофильных специалистов, но также молодых ученых, аспирантов и студентов.

Сборник издан на русском, английском и китайском языках.

Вице-президент РАН  
академик РАН

Николай Кузьмич Долгушкин



### **Уважаемые читатели!**

Перед вами сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке», в котором собраны наиболее интересные и важные для отрасли статьи ученых, принимавших участие в этом событии.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) второй год выступает организатором конференции, давая возможность ученым рыбохозяйственной науки разных стран рассказать о достижениях, поделиться проблемами. В 2024 году научно-практическая конференция приурочена к знаковой дате отечественной науки — 300-летию юбилею с момента основания Российской академии наук.

В сборник вошли статьи известных ученых, что подтверждает факт важности проведенной конференции для российской рыбохозяйственной отрасли. Насыщенная программа конференции, интересные доклады, высокий уровень научных экспертов и широкая география участников — все это создало атмосферу живой дискуссии с актуальными выводами для развития рыбной отрасли.

Хочу отметить, что труд наших ученых — это основа рыбопромышленного комплекса страны, залог его стабильной работы и устойчивого развития. Научные исследования помогают определять лимиты вылова, ориентировать рыбаков на ценные промысловые объекты, дают рекомендации для эффективного использования флота, что влияет положительно и на экономику компаний, и на обеспечение страны рыбной продукцией, и на реализацию экспортного потенци-

ала. В 2023 году российские рыбаки добыли рекордный объем — почти 5,4 млн тонн, достигли высоких показателей вылова лососевых и сардины иваси.

При поддержке руководства страны в последние годы ВНИРОкратно наращивает интенсивность экспедиционной работы, проводится большая работа по обновлению научно-исследовательского флота, чтобы новые НИСы послужили развитию отечественного рыболовства как в российских водах, так и за их пределами, уделяется большое внимание развитию научного потенциала, в том числе в области рыбного хозяйства — стратегической отрасли России.

Уверен, что материалы конференции будут интересны не только профессионалам, но и любознательным читателям, которые хотят погрузиться более глубоко в вопросы российского рыболовства и рыбохозяйственной отрасли страны в современных условиях.

Руководитель  
Федерального агентства  
по рыболовству

Шестаков Илья Васильевич



### **Уважаемые читатели!**

В ваших руках сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке», приуроченной к знаковой для российской науки дате — 300-летию с момента создания Российской Академии наук.

За прошедшие 300 лет Российская академия наук перешагнула рамки национального научного объединения и обрела глобальный, общемировой масштаб. Благодаря преемственности и непрерывности исследовательского поиска, формированию научных школ и воспитанию целой плеяды ученых мирового масштаба, Российской академии наук удалось обеспечить не только поступательное развитие нашего Отечества на протяжении трех веков, но и заложить надежный фундамент дальнейшего роста и прогресса. Каждое поколение учёных двигало науку вперед, продолжая работу своих предшественников, обеспечивая научные прорывы и не забывая растить себе на смену достойных учеников.

На торжественном мероприятии, посвященном 300-летию РАН, Президент России В.В. Путин призвал Академию стать интеллектуальным штабом развития отечественной науки и активно включиться в решение важнейших задач развития страны. В рамках поставленной главой государства задачи исследователи и ученые должны обеспечить решение важнейших задач общества и страны, а информация о достижениях отечественной науки должна максимально полно освещаться средствами массовой информации и доноситься до граждан России.

Государственный научный центр Российской Федерации Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) уже второй раз организовал и провел крупнейшую отраслевую научно-практическую конференцию. На площадке ВНИРО для открытой и интересной дискуссии собрались ученые и исследователи — экономисты, технологи и биологи. Участники конференции представили доклады по наиболее значимым для развития российской рыбохозяйственной отрасли направлениям.

Убежден, что представленные в данном сборнике материалы, будут полезны не только ученым, но и всем, кто интересуется развитием рыбохозяйственной отрасли России!

Директор Всероссийского  
научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии,  
доктор экономических наук,  
профессор

Кирилл Викторович Колончин

# **БИОЛОГИЯ**



# Профиль экспрессии гена *h-fabp* в тканях и его корреляция со структурой мышц карповых рыб (*Cyprinus carpio*)

Вэйсин Чен (*Weixing Chen*)<sup>1</sup>, Сяовэй Мяо (*Xiaowei Miao*)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Колледж животноводства и технологии, Северо-Восточный сельскохозяйственный университет, Харбин, Китай

<sup>2</sup> Gu Shi Biological Group Co., LTD, Харбин, Китай

**Аннотация:** для изучения экспрессии гена *h-fabp* в тканях эмбрионов и оценки его корреляции со структурой мышц была использована флуоресцентная количественная ПЦР в реальном времени и технология мышечной текстуры (ТРА), чтобы оценить биологическую функцию гена *h-fabp* у карпа и его роль в качестве мяса. Результаты показали, что экспрессия гена *h-fabp* начинается только на стадии глоточного эмбриона, и уровень экспрессии гена *h-fabp* на этой стадии был значительно выше, чем на стадии глоточного эмбриона и стадии кормления ( $P < 0,01$ ). Уровень экспрессии гена *h-fabp* на стадии кормления был достоверно выше, чем на стадии глоточного эмбриона ( $P < 0,05$ ). Ген *h-fabp* демонстрировал самый высокий уровень экспрессии в гепатопанкреасе по сравнению с другими тканями ( $P < 0,01$ ). Уровень экспрессии этого гена существенно не отличался в сердце, мышцах и головном мозге ( $P > 0,05$ ), но в этих тканях уровень экспрессии был значительно выше, чем в почках ( $P < 0,05$ ). Селезенка, кишечник и половые железы демонстрировали более низкие уровни экспрессии, при этом между ними не было существенной разницы ( $P > 0,05$ ). Уровень экспрессии гена *h-fabp* показал слабую положительную корреляцию с характеристиками мышечной текстуры, за исключением твердости и адгезивности, отрицательную корреляцию с другими признаками и значительную отрицательную корреляцию с эластичностью мышц ( $P < 0,05$ ). Уровень экспрессии гена *h-fabp* положительно коррелировал с содержанием мышечного жира ( $P < 0,05$ ), отрицательно — с содержанием золы и воды и не проявлял корреляции с содержанием белка. Эти результаты показывают, что ген *h-fabp* может рассматриваться как ген-кандидат с потенциалом отрицательной корреляции для определения качества мяса карпа и может служить ориентиром для улучшения качества мяса.

**Ключевые слова:** карп обыкновенный; сердечный белок, связывающий жирные кислоты (*H-fabp*); организация; эмбриональное развитие; текстура.

## ВСТУПЛЕНИЕ

Основной целью рыбоводства является повышение и ускорение роста, что часто приводит к ухудшению вкусовых качеств мяса. С повышением уровня жизни современные потребители предъявляют повышенные требования к качеству мяса, уделяя больше внимания качеству и аромату. Традиционные методы, такие как усовершенствование рецептуры прикормки (кормов) и оптимизация условий выращивания, не повышают урожайность и качество мяса. Внутримышечный жир (ВМЖ) играет решающую роль в придании мясу нежности и вкуса. Жирность влияет на нежность, вкус и сочность мяса [1–3]. Жир — это важный фактор, определяющий качественные характеристики

мяса, что подтверждается исследованиями по изучению данной взаимосвязи. К семейству белков, связывающих жирные кислоты (FABP), относится *h-fabp*, широко используемый в качестве гена-кандидата для оценки качественных характеристик мяса [3]. Однако роль влияния гена *h-fabp* на качество мяса карпа исследована недостаточно.

Нами проведена работа по исследованию уровня экспрессии гена *h-fabp* в различных тканях и его корреляции с мышечной структурой, получены результаты, обеспечивающие теоретическую основу для выяснения биологической роли гена *h-fabp* у карпа и его влияния на качество мяса.

## 1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### 1.1. Отбор и обработка проб

*1.1.1. Отбор образцов тканей карпа обыкновенного.* Обыкновенный карп (весом  $101,2716 \pm 23,0296$  г, длиной  $18,3024 \pm 1,7194$  см) с гибким плаванием, типичной окраской и регулярным питанием был получен на станции продвижения водных технологий провинции Хэйлунцзян. Мозг, гепатопанкреас, почки, мышцы, сердце, селезенку, кишечник и половые железы живого карпа препарировали ножницами и скальпелем, стерилизовали при сухом нагревании ( $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) для предотвращения заражения РНКазой. После препарирования ткани промывали физиологической соляной кислотой и помещали в пробирки Эппендорфа, не содержащие РНКазу, затем незамедлительно помещали в резервуар с жидким азотом для временного хранения. После предварительной обработки все образцы были помещены в холодильник со сверхнизкими температурами хранения ( $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). На протяжении всего процесса отбора проб использовались перчатки и маски для уменьшения загрязнения, процедуры проводились быстро, чтобы предотвратить деградацию РНК и сохранить целостность образца.

*1.1.2. Образцы собирались* на разных стадиях развития эмбрионов карпа обыкновенного. Оплодотворенные яйцеклетки, использованные в этом исследовании, получены на станции продвижения водных технологий Хэйлунцзяна, выращены и инкубированы в лаборатории. Характеристики воды в аквакультуре были следующими: значение pH —  $7,2 \pm 0,2$ , общая жесткость —  $220$  мг/л (в пересчете на  $\text{CaCO}_3$ ), уровень растворенного кислорода (DO) —  $7,4$  мг/л, температура воды поддерживалась на уровне  $24 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Образцы яиц были помещены в пробирки Eppendorf, обработанные DEPC, и хранились в холодильнике при сверхнизкой температуре ( $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Молодь карпа весила приблизительно  $0,0277 \pm 0,0089$  г и имела длину  $1,5337 \pm 0,1481$  см.

### 1.2. Методы эксперимента

*1.2.1. Извлечение РНК из тканей карпа.* Стекланный гомогенизатор, используемый для извлечения РНК, был подвергнут тщательной очистке,

включая многократную промывку дистиллированной водой, протравливание в течение ночи, дальнейшую промывку дистиллированной водой и окончательную промывку ddH<sub>2</sub>O. Затем его стерилизовали при температуре 180 °С в течение 2 ч. Инструменты для препарирования протирали ddH<sub>2</sub>O, заворачивали в фольгу и стерилизовали в шкафу при температуре 180 °С в течение 2 ч. Все пробирки и головки пипеток Eppendorf, использованные в этой процедуре, были обработаны водой DEPC, в автоклаве и высушены при постоянной температуре для последующего использования.

Перед экспериментом операционный стол протирали спиртом. Во время эксперимента использовали маску и перчатки, чтобы избежать загрязнения РНАзой. Извлекали образцы, хранившиеся при низкой температуре, и делили ткани на срезы для получения тканевых блоков соответствующего размера. Исходные образцы тканей были немедленно помещены в низкотемпературный холодильник. Полученные образцы тканей помещались в гомогенизатор (предварительно охлажденный), для гомогенизации добавлялся 1 мл раствора для экстракции РНК. В процессе гомогенизации поддерживалась низкая температура. Жидкость переливали в центрифужную пробирку и выдерживали при комнатной температуре в течение 5 минут. После центрифугирования при температуре 4 °С в течение 5 мин. жидкость переливалась в новую пробирку Эппендорфа. Затем в пробирку добавляли хлороформ (1/5 объема экстрагированной жидкости), энергично встряхивали до тех пор, пока раствор не приобретал молочный оттенок, и оставляли пробирку при комнатной температуре на 5 мин. Образец помещали в центрифугу и центрифугировали при температуре 4 °С в течение 5 мин. при 12000 оборотов в минуту. По завершении центрифугирования центрифужную пробирку медленно безостановочно извлекали и, открыв крышку, отсасывали надосадочную жидкость с помощью микропипетки. Надосадочную жидкость переносили в новую центрифужную пробирку с последующим добавлением изопропилового спирта в равном объеме. Затем центрифужную пробирку переворачивали для обеспечения равномерного перемешивания раствора. После этого раствору давали отстояться при комнатной температуре в течение 10 мин., затем центрифугировали при температуре 4 °С в течение 12000 мин. После центрифугирования постепенно без остановки извлекали центрифужную пробирку и отсасывали надосадочную жидкость, добавляли к образцу 1 мл 75%-ного раствора этанола и тщательно перемешивали, а после элюирования образец центрифугировали при температуре 4 °С при 12000 оборотов в минуту. После центрифугирования надосадочную жидкость осторожно отсасывали и оставляли высыхать при комнатной температуре в течение 2–5 мин. К грануле добавляли соответствующее количество ddH<sub>2</sub>O, обработанного DEPC, и медленно растворяли при температуре 4 °С. Небольшую порцию раствора отбирали для определения значений OD при 260 нм

и 280 нм и определения методом гель-электрофореза. Оставшуюся часть раствора хранили в холодильнике при температуре  $-80^{\circ}\text{C}$ .

*1.2.2. Определение РНК в тканях карпа.* Образцы выделенной РНК разбавляли водой DEPC до 1%-ной смеси для анализа с использованием ультрафиолетового спектрофотометра. Кварцевую колориметрическую кювету емкостью 1 мл промывали стерилизованной 0,1%-ной водой DEPC для анализа образцов РНК. В качестве обнуляющего раствора во время теста использовали воду DEPC. Значения оптической плотности образца РНК регистрировали при длине волны 260 нм и 280 нм соответственно, и полученные данные разделяли ( $OD_{260}/OD_{280}$ ). В последующих анализах были использованы образцы РНК с соотношением 1,8: 2,0.

Устанавливали аппарат для электрофореза и емкость для электрофореза, приготовленный агар-гель помещали в емкость для электрофореза, содержащую раствор 1xTAE. Затем с помощью микропипетки отбирали 3 мкл из загрузочного буфера и добавляли к выделенному образцу РНК с последующим осторожным перемешиванием. После тщательного перемешивания отбирали 10 мкл образца для загрузки. Подключали источник питания и регулировали напряжение. Процесс длился около 20 мин. из-за колебаний температуры раствора для электрофореза и концентрации агарозного геля. После электрофореза гелевый блок помещали под ультрафиолетовый прибор для определения РНК. Наличие трех отчетливых полос на гелевом изображении указывало на минимальную деградацию выделенной РНК, причем, полосы представляли 28s, 18s и 5s рРНК.

Таким образом, если коэффициент поглощения  $OD_{260}/OD_{280}$  выделенного образца РНК находился в диапазоне от 1,8 до 2,0 и при визуализации в агарозном геле были видны отчетливые тройные полосы, то образец РНК был пригоден для обратной транскрипции.

Формула для расчета концентрации РНК при обратной транскрипции приведена ниже:

$$C_{RNA} = \frac{OD_{260} \times \text{Simple dilution ratio} \times 40}{1000}, \mu\text{g}/\mu\text{l}.$$

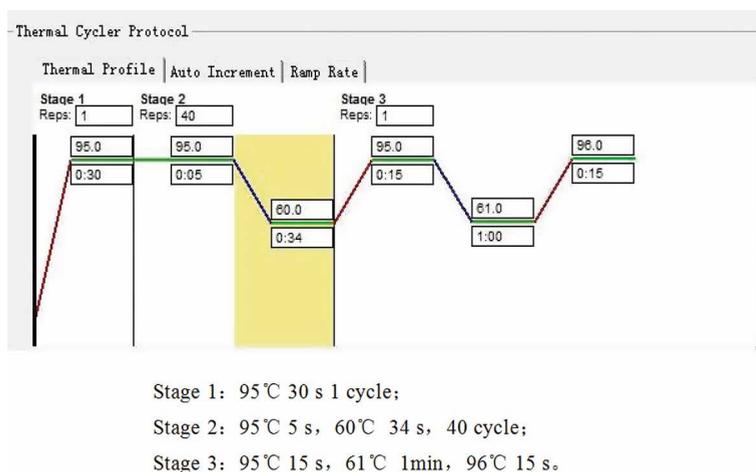
Реакционный раствор готовили в соответствии с инструкциями, содержащимися в наборе для обратной транскрипции. Процесс приготовления проводился при низкой температуре, а полученные ДНК-продукты для дальнейшего использования хранили при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ .

*1.2.3. Разработка и синтез праймеров.* Праймер AD2 для ОТ-ПЦР гена *adsl* был разработан на основе последовательности мРНК гена *adsl*, представленной в gene bank (регистрационный номер GenBank JF969274.1) с использованием онлайн-инструмента Primer3 (табл. 1).

**Таблица 1.** Праймер RT-PCR of *h-fabp* gene

gene	Primer	sequences (5'-3')	Product size (bp)
P-Actin	Actin	F- CGACATCCGTAAGGACCTGT R- GCTGGAAGGTGGACAGAGAG	150
<i>h-fabp</i>	H1	F-GGAGAGGAATTTGACGAGACC R-TTCACGTAGTGTCTGTGGAG	406

**1.2.4. Флуоресцентная количественная ПЦР.** Для определения относительного уровня экспрессии различных генов использовали метод стандартной кривой. Стандартная кривая была построена с использованием уровней экспрессии  $\beta$ -Action games в образцах рыбьего мозга, гепатопанкреаса, почек, мышц, сердца, селезенки, кишечника и половых желез, полученных на 5 стадиях эмбрионального развития. Образцы кДНК (по 2 мкл) из каждой группы смешивали до получения конечной концентрации, равной 1. Смешанный образец (1 мкл) разбавляли 9 мкл ДНК-дезэнзиматического dd H<sub>2</sub>O и далее последовательно разбавляли 10, 10<sup>2</sup>, 10<sup>3</sup>, 10<sup>4</sup> раза. Впоследствии значения Кт для каждого разведения были измерены с помощью флуоресцентной ко-



**Рис. 1.** Программа RT-PCRno гену *carp h-fabp*

личественной ПЦР с 2 повторностями для каждого образца. Реакционная система имела общий объем 20 мкл и была приготовлена в соответствии с инструкциями, приведенными в наборе SYBR Premix Ex Taq (Perfect Real-time). Состав реакционного раствора был следующим: 10  $\mu$ l of SYBR Premix Ex Taq, 0.8  $\mu$ l of PCR forward primer, 0.8  $\mu$ l PCR reverse primer, ROX 0.4  $\mu$ l of reference dye II, 2  $\mu$ l of the cDNA sample, and 6  $\mu$ l ddH<sub>2</sub>O.

**1.2.5. Определение уровня экспрессии мРНК гена *h-fabp*,** относительная экспрессия гена *h-fabp* была рассчитана на основе метода  $2^{-\Delta\Delta Ct}$ .

1.2.6. Измерение мышечной текстуры (ТРА) карповых рыб. Анализ мышечной текстуры проводили при комнатной температуре (20 °С). Тест ТРА был проведен в соответствии с процедурой, описанной Ху Фенем и соавторами [4]. Собственные значения ТРА были определены в соответствии с методом, описанным Борном [5]. Измеренные параметры включали твердость, адгезию, эластичность, сцепляемость, прилипаемость, разжевываемость и восстановление.

### 1.3. Статистический анализ

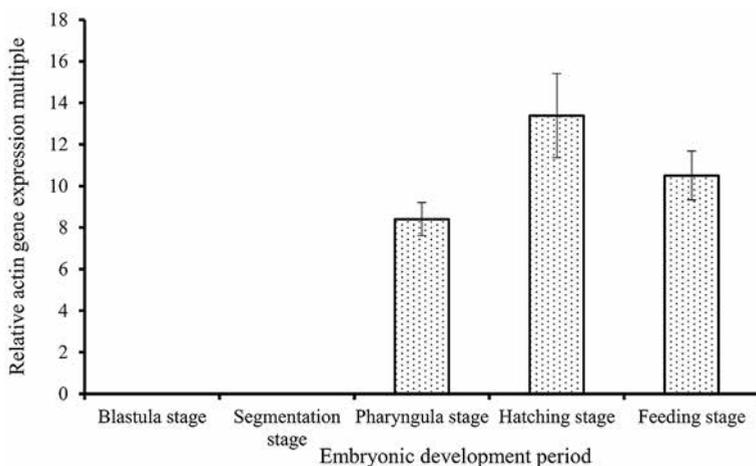
Все эксперименты проводились в трех измерениях. Для статистического и корреляционного анализа использовалось программное обеспечение SPSS 19.0. Все графики были построены с использованием программного обеспечения Excel 2010. Разные буквы были использованы для обозначения значимых различий между группами ( $P < 0,01$ ), в то время как одна и та же буква использовалась для обозначения отсутствия значимых различий в численном сравнении между двумя группами ( $P > 0,01$ ).  $P < 0,05$  представлял собой статистически значимую разницу между группами.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ

2.1. Относительные уровни экспрессии гена *h-fabp* у *Cyprinus carpio* на разных стадиях развития. Экспрессия гена *h-fabp* у *Cyprinus carpio* начинается на стадии эмбрионального развития в глотке, при этом уровни экспрессии значительно выше на стадии появления мембраны по сравнению со стадией эмбрионального развития в глотке и на стадии кормления ( $P < 0,01$ ; табл. 2 и рис. 2). Уровень экспрессии на стадии кормления был значительно выше, чем на стадии глоточного эмбриона ( $P < 0,05$ ). Эти различия в уровнях экспрессии могут быть объяснены началом развития органов у *Cyprinus carpio* на стадии глоточного эмбриона. По мере постепенного развития различных органов экспрессия гена *h-fabp* начинается на стадии зародыша в глотке. Впоследствии экспрессия гена *h-fabp* постепенно возрастает, достигая своего пика на стадии формирования мембраны. После появления мембраны личиночные органы полностью развиваются, начиная период питания, характеризующийся ускоренным темпом роста. Во время этой фазы уровень экспрессии гена *h-fabp* был относительно стабильным, но значительно превышал уровень экспрессии, наблюдаемый на стадии глоточного эмбриона ( $p < 0,05$ ).

**Таблица 2.** Относительная экспрессия гена *h-fabp* в эмбриональном развитии *Cyprinus carpio* на стадии бластулы, стадии сегментации, стадии глотки, стадии вылупления, стадии кормления

gene	Blastula stage	Segmentation stage	Pharyngula stage	Hatching stage	Feeding stage
<i>h-fabp</i>	0	0	8.4028±0.7945Bb	13.3843±2.0209A	10.5037±1.1754Ba



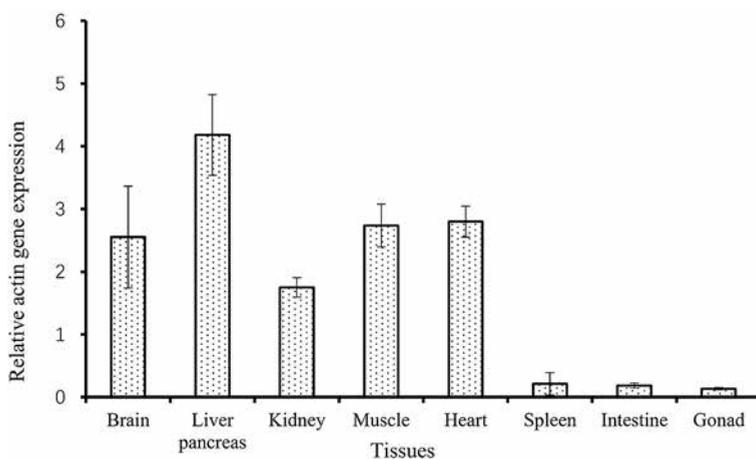
**Рис. 2.** Относительная экспрессия гена *h-fabr* в эмбриональном развитии *Cyprinus carpio*

Уровень экспрессии гена *h-fabr* был достоверно выше в гепатопанкреасе по сравнению с другими тканями ( $p < 0,01$ ; табл. 3 и рис. 3). Уровни экспрессии

**Таблица 3.** Относительная экспрессия гена *h-fabr* в тканях

Gene	Brain	Liver pancreas	Kidney	Muscle	Heart	Spleen	Intestine	Gonad
<i>h-fabr</i>	2.5523±	4.1795±	1.7485±	2.7368±	2.7988±	0.2136±	0.1877±	0.1354±
	0.8128Ba	0.6445A	0.1537Cb	0.3406Ba	0.2476Ba	0.1778D	0.0394D	0.0173D

Примечание: Значения представлены в виде средних значений±SD. Разные заглавные буквы указывают на значимую разницу ( $fP < 0,01$ ). Разные строчные буквы означают значимые различия ( $P < 0,05$ ).



**Рис. 3.** Относительная экспрессия гена *h-fabr* в тканях карповых рыб

гена существенно не различались в тканях сердца, мышц и головного мозга ( $p > 0,05$ ). Однако уровни экспрессии гена *h-fabp* в тканях сердца, мышц и головного мозга были значительно выше, чем в почках ( $p < 0,05$ ). Уровни экспрессии этого гена в селезенке, тонком кишечнике и половых железах достоверно не отличались ( $p > 0,05$ ).

*2.3.1. Корреляция между особенностями строения мышц карпа.* Мышечная твердость достоверно коррелировала с адгезивностью и жеванием ( $p < 0,01$ ; табл. 4), что указывает на то, что увеличение мышечной твердости приводило к большим трудностям при жевании мышц. И наоборот, твердость мышц отрицательно коррелировала с эластичностью и сцепляемостью, что указывает на снижение эластичности мышц при увеличении твердости. Адгезивность продемонстрировала значимую положительную корреляцию с процессом жевания ( $p < 0,01$ ). Эластичность отрицательно коррелировала с адгезивностью и способностью к пережевыванию. Между другими структурными показателями не наблюдалось значимых корреляций ( $p > 0,05$ ). Результаты анализа текстурных характеристик в этом исследовании имеют практическое значение, и корреляции между этими признаками соответствуют их практическому значению. Эти результаты указывают на фундаментальные характеристики мышечной ткани и текстуры мяса карповых рыб.

*2.3.2. Взаимосвязь между ростом карпа и качеством мяса.* Мышечная твердость положительно коррелировала с массой тела и его шириной ( $p < 0,05$ ) и отрицательно — с содержанием белка и воды (табл. 4). Вязкость имела положительную корреляцию с массой и шириной тела ( $p < 0,05$ ) и отрицательную — с содержанием белка и воды. Восстановление показало отрицательную корреляцию с содержанием белка, золы и влаги. Ширина тела имела значимую корреляцию с массой тела ( $p < 0,01$ ) и длиной тела ( $p < 0,05$ ).

*2.3.3. Корреляция между экспрессией гена *h-fabp* и ростом, а также качественными характеристиками мяса карповых рыб.* Уровень экспрессии гена *h-fabp* демонстрировал слабую положительную корреляцию с характеристиками мышечной текстуры, за исключением твердости и вязкости, и отрицательную корреляцию с другими характеристиками ( $p < 0,05$ ; табл. 4). Уровень экспрессии гена *h-fabp* показал значимую отрицательную корреляцию с эластичностью мышц ( $p < 0,05$ ; табл. 4). Уровень экспрессии гена *h-fabp* положительно коррелировал с содержанием мышечного жира ( $p < 0,05$ ) и отрицательно — с содержанием золы и воды, однако не выявил корреляции с содержанием белка.

**Таблица 4.** Анализ корреляции между уровнем экспрессии гена *h-fabr* и ростом и качеством мяса карповых рыб

	Hardness	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Resilience	Weight	Length	Width	Protein	Ash	Water	Fat	<i>h-fabp</i>
Hardness	1														
Adhesiveness	0.356	1													
Springiness	-0.457	0.270	1												
Cohesiveness	-0.023	0.147	0.747	1											
Gumminess	0.964**	0.369	-0.255	0.242	1										
Chewiness	0.889**	0.444	-0.035	0.416	0.972**	1									
Resilience	0.465	0.568	0.464	0.621	0.592	0.689	1								
Weight	0.781*	0.147	-0.471	0.039	0.767*	0.710	0.231	1							
length	0.690	-0.394	-0.528	0.030	0.694	0.603	0.038	0.668	1						
width	0.811*	0.144	-0.409	0.112	0.831*	0.799*	0.145	0.886**	0.770*	1					
protein	-0.721	-0.734	0.398	0.380	-0.585	-0.515	-0.327	-0.495	-0.063	-0.424	1				
ash	0.063	0.351	0.150	0.316	0.163	0.257	-0.120	0.350	-0.023	0.515	-0.079	1			
water	-0.269	0.098	-0.018	-0.537	-0.433	-0.448	-0.083	-0.203	-0.489	-0.491	-0.244	-0.445	1		
fat	0.318	-0.491	-0.660	-0.338	0.254	0.136	-0.573	0.311	0.728	0.572	0.057	0.190	-0.486	1	
<i>h-fabp</i>	0.316	-0.602	-0.871*	-0.514	0.191	-0.015	-0.487	0.282	0.682	0.319	0.009	-0.275	-0.274	0.794*	1

Примечание: \*\* Значимая корреляция была обнаружена на уровне 0,01 (двусторонняя). \* Значимая корреляция была обнаружена на уровне 0,05 (двусторонняя).

### 3. ОБСУЖДЕНИЕ

#### 3.1. Профиль экспрессии гена *h-fabp* в тканях и эмбрионах *Cyprinus carpio*

Роль гена *h-fabp* во внутримышечном отложении жира была широко изучена у млекопитающих и птиц, но для рыб эти данные отсутствуют. Профили экспрессии гена *h-fabp* в тканях млекопитающих и позвоночных различны. Шармаа и др. исследовали экспрессию гена *I-fabp* во время развития эмбриона и обнаружили, что экспрессия гена *I-fabp* начинается на ранней стадии сегментации — через 12 часов после оплодотворения [6]. Напротив, нет сообщений об экспрессии гена *h-fabp* на ранней стадии сегментации. В этом исследовании экспрессия гена *h-fabp* начиналась на стадии глоточного эмбриона (24 часа) после оплодотворения, но экспрессия не была обнаружена на стадии бластоцисты и соматической стадии.

Ген *h-fabp* кодирует белок, который высоко экспрессируется в сердце и повсеместно в различных тканях, таких как мозг, сердце, скелетные мышцы и плацента. Белок в основном распределяется в тканях с высокой потребностью в жирных кислотах из-за его высокой специфичности для сердца [7]. Wang и соавт. [8] сообщили, что ген *h-fabp* был высоко экспрессирован в мышечной и жировой ткани курицы. Этот ген по-разному экспрессируется у различных видов рыб, причем, высокие уровни экспрессии наблюдаются в печени угрей, акул, нототенионидов и донных рыб [9–11]. Liu и соавт. [12] сообщили об экспрессии гена *h-fabp* в печени, яичниках, семенниках, коже, головном мозге, кишечнике, сердце и мышцах рыбок данио-рерио, причем, более высокие уровни экспрессии наблюдались в яичниках и печени. Результаты нашего исследования соответствовали выводам, опубликованным Yaqiu et al. [13], согласно которым высокие уровни экспрессии гена *h-fabp* наблюдались в печени карпа, за которой следовали сердце и мышечная ткань.

#### 3.2. Влияние экспрессии гена *h-fabp* на структуру мышц карповых рыб

На пищевой статус рыбы влияют генетические факторы, географическое положение, состав корма и сезонные колебания [14–16]. На структурные характеристики рыбы существенное влияние оказывает пищевой статус, который коррелирует с содержанием воды и жира в мышечной ткани. Высокое содержание воды и жира может снизить механическую прочность рыбы [17]. Ruiping и соавт. [18] сообщили, что экспрессия гена *h-fabp* положительно коррелирует с содержанием жира во внутримышечном рационе. Более того, Yu Juhua и соавт. [19] разработали метод PCR-RFLP для определения распределения SNP в трех популяциях карпа, находящихся в стадии разработки. Был проведен корреляционный анализ для изучения взаимосвязи между SNP и увеличением веса. Результаты показали, что содержание C30G было достоверно связано с увеличением веса самок и самцов различных видов рыб, а также самок рыб во взрослом возрасте ( $p < 0,05$ ). Кроме того, результа-

ты показали, что рыба без SNP демонстрировала значительно более высокую скорость прибавки в весе, чем рыба с SNP C30G. Однако в исследованиях не изучалась корреляция между экспрессией гена *h-fabp* и структурой мышц.

Внутримышечный жир (ВМЖК) играет решающую роль в придании мясу нежности и аромата и тесно связан с нежностью, вкусом и сочностью мяса [20–22]. Однако чрезмерно высокое содержание ВМЖК может привести к снижению вкусовых качеств. Это исследование выявило слабую положительную корреляцию между уровнем экспрессии гена *h-fabp* и структурой мышц, за исключением твердости и адгезии. И наоборот, уровень экспрессии гена *h-fabp* продемонстрировал отрицательную корреляцию с другими характеристиками структуры и значительную отрицательную корреляцию с эластичностью мышц. Уровни экспрессии гена *h-fabp* показали положительную корреляцию с содержанием мышечного жира ( $p < 0,05$ ), отрицательную корреляцию с содержанием золы и воды и отсутствие корреляции с содержанием белка. Эти данные указывают на четкую связь между уровнем экспрессии гена *h-fabp* и структурой мышц. Таким образом, с увеличением уровня экспрессии гена *h-fabp* структура мышц ухудшалась, что приводило к снижению качества мяса. Таким образом, ген *h-fabp* можно рассматривать как ген-кандидат, отрицательно коррелирующий с качеством мяса, что позволяет повысить качество мяса карповых рыб.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Yang Ye. Study on the regulation of intramuscular fat metabolism and its relationship with meat quality traits in high-quality chickens [D]. Beijing: China Academy of Agricultural Sciences, 2005.
- [1] Hu Hongmei, Wang Jiying, Zhang Yin, et al. Correlation analysis between muscle H-FAPP gene expression and intramuscular fat and fatty acid content in Laiwu and Duroc pigs [J]. Journal of North China Agriculture, 2010, 25(4): 64–68.
- [2] Pang Weijun, Sun Shiduo, Ying Li, et al. Relationship between molecular markers of *H-fabp* gene and IMF content in major pig breeds and wild boar in western China [J]. Genetics, 2005, 27(3): 351–356.
- [3] Hu F, LI X D, XIONG S B, et al. Structural characteristics of five freshwater fish and their correlation with nutritional components [J]. Food Science, 2011, 32(11): 6973.
- [4] Bournem C. Texture profile analysis [J]. Food Technology, 1978, 32: 62–66; 72. [6] Sharma M K, Denovan-Wright E M, Degraeve A, Thissec C, Thissec B, Wright J. Sequence, linkage mapping and early developmental expression of the intestinal-type fatty acid-binding protein gene (*fabp2*) from zebrafish (*Danio rerio*) [J]. Comparative Biochemistry and Physiology, Part B, 2004, 138: 391–398.
- [7] Zimmerman A W, Veerkamp J H. New insights into the structure and function of fatty acid binding proteins [J]. Cell Mol Life Sci, 2002, 59(7): 1096–1116.
- [8] Wang Q, Li H, Liu S, et al. Cloning and tissue expression of chicken heart fatty acid binding protein and intestine fatty acid binding protein genes [J]. Anim Biotechnol, 2005, 16(2): 191–201.
- [9] Londraville R, Sidell B. Purification and characterization of fatty acid-binding protein from aerobic muscle of Antarctic icefish, *Chaenocephalus aceratus* [J]. J Exp Zool, 1995, 273 (3): 190–203.

- [10] Vayda M E, Londraville R L, Cashon R E, et al. Two distinct types of fatty acid-binding protein are expressed in heart ventricle of Antarctic fishes[J]. *Biochem J*, 1998, 330 (1): 375–382
- [11] Bain L J. cDNA cloning, sequencing, and differential expression of a heart-type fatty acid-binding protein in the mummichog (*Fundulus heteroclitus*) [J]. *Mar Environ Res*, 2002, 54 (3–5): 379–383
- [12] Liu R Z, Denovan-Wright E M, Wright J M. Structure, linkage mapping and expression of the heart-type fatty acid-binding protein gene (*fabp3*) from zebrafish (*Danio rerio*)[J]. *Eur J Biochem*, 2003, 270 (15):3223–3234
- [13] Lin Yaqiu, Li Ruiwen, Zheng Yucai, Ji Hong, Liu Maoqi. Cloning and expression profile of *H-fabp* gene in Schizothorax and carp [J]. *China Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 2011, 27(6): 554–560.
- [14] HAARD N F. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish[J]. *Food Research International*, 2002, 25: 289–307.
- [14] MAIRESSE G, THOMAS M, GAUDEUR J N, et al. Effects of geographic source, rearing system, and season on the nutritional quality of wild and farmed *Perca fluviatilis*[J]. *Lipids*, 2006,41: 221–229.
- [15] OLSSON G B, OLSEN R L, CARLEHOG M, et al. Seasonal variations in chemical and sensory characteristics of farmed and wild Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) [J]. *Aquaculture*, 2003, 217: 191–205.
- [16] Lin Wanling, Guan Rong, Zeng Qingxiao, et al. Factors affecting the textural characteristics of the dorsal strand of crispy pomfret [J]. *Journal of South China University of Technology: Natural Science Edition*, 2009, 37(4): 134–137.
- [17] Sun Ruiping, Wei Limin, Liu Quanwei, Chao Zhe, Zheng Xinli, Wang Feng. Effects of dietary nutrition level on *H-fabp* gene expression and meat quality in Lingao pigs [J]. *Henan Agricultural Sciences*, 2015, 44(10): 141–145.
- [18] Yu Juhua, Li Hongxia, Li Jianlin, Tang Yongkai, Xia Zhenglong, Dong Zaijie. Isolation of *FABP3* gene in Jian carp and correlation analysis between its polymorphism and weight gain [J]. *journal of fisheries of china*, 2012, 36(12): 1809–1918.
- [19] Yang Ye. Study on the regulation of intramuscular fat metabolism and its relationship with meat quality traits in high-quality chickens [J]. Beijing: China Academy of Agricultural Sciences, 2005.
- [21] Hu Hongmei, Tu Jiyong, Zhang Yin, et al. Correlation analysis between muscle H- *FABP* gene expression and intramuscular fat and fatty acid content in Laiwu and Duroc pigs [J]. *Journal of North China Agriculture*, 2010,25(4): 64–68.
- [22] Pang Weijun, Sun Shiduo, Ying Li, et al. Relationship between molecular markers of H-*FABP* gene and IMF content in major pig breeds and wild boar in western China [J]. *Genetics*, 2005, 27(3): 351–356.

## Питание разновозрастных групп европейского сома (*Silurus glanis* L.) в прудовых условиях

Я.В. Александров<sup>1 2</sup>, В.В. Кияшко<sup>2</sup>, В.П. Масликов<sup>2</sup>, И.Ю. Домницкий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

<sup>2</sup>Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО»)

E-mail: alexsandroviv@saratov.vniro.ru, kiiashkovv@saratov.vniro.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования питания *S. glanis* разных возрастных групп. Установлена прямая связь между ростом массы ранней молоди и интенсивностью их питания. В старших группах выявлена сезонная зависимость интенсивности питания, и достоверное снижение доли насекомых и амфибий в рационе рыб.

**Ключевые слова:** сом европейский, ремонтно-маточное стадо, интенсивность питания, индекс наполнения желудка, разновозрастные группы.

### ВВЕДЕНИЕ

Понимание закономерностей в питания рыб является одним из основных факторов для успешного выращивания объектов аквакультуры. Пищевые взаимоотношения являются основой формирования искусственно созданных гидроценозов и органического рыбоводства.

Исследование питания европейского сома в разные периоды его жизни имеет важное значение как с теоретической, так и с практической точки зрения. Некоторые авторы отмечают, что по сравнению с другими хищниками, *S. glanis* использует более широкий выбор кормовых объектов [5]. Отмечена также положительная роль сома, как биомелиоратора малоценной и сорной рыбы.

Целью настоящей работы было изучение питания разновозрастного *S. glanis* при выращивании в прудовых условиях IV рыбоводной зоны РФ.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования служили разновозрастные особи сома, выращенные в прудовых условиях экспериментального участка Саратовского филиала ФГБНУ «ВНИРО». Вышедшие из оболочек личинки сома массой 0,03–0,05 мг питаются за счет питательных веществ желточного мешка, а затем проходят этап подращивания в стеклопластиковых лотках марки ЛПЛ. Подращивание молоди *S. glanis* проводили до средней массы 50 мг. В качестве основного кормового объекта для личинок использовали живые науплии и декапсулированные яйца *Artemia salina*. По мере достижения указанной массы, во из-

бежание потерь от канибализма, молодь пересаживали в выростные пруды, куда в качестве кормового объекта, регулярно вносили молодь карпа.

Контрольные обловы для установления средней массы и проведения исследования содержимого желудков сома проводили в среднем каждые 10 дней. Массу пищевого кома устанавливали с помощью торсионных (однодиапазонных) весов марки WT — 1000. Измерение массы сеголетков проводили с помощью электронных весов марки ROCKET SCALE. Температуру определяли с помощью термооксиметра «МАРК — 302Э».

Сбор материала для изучения питания сеголетков осуществили 7 раз в течение вегетационного сезона; рыб более старших возрастных групп (двухлетки — пятилетки) — дважды (в летний и осенний период), согласно стандартной методике по сбору и обработке материалов по питанию рыб [2, 6].

Статистическую обработку результатов исследований проводили на персональном компьютере с применением программ «Excel» и «Past 4.03». Всего были проанализированы результаты исследований 184 особей *S. glanis* разного возраста.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На ранних этапах развития сеголетка характер питания *S. glanis* претерпевает значительные изменения. По данным исследований [3], средняя масса рыбы в этот период может увеличиться в 6,4 раза, поэтому изучение питания сеголетков сома имеет важное значение.

Интенсивность питания сеголетков сома европейского выражена в среднем индексе наполнения желудка (ИНЖ), который изменялся с увеличением массы тела и, в среднем за сезон, составил 23,29‰ (табл. 1).

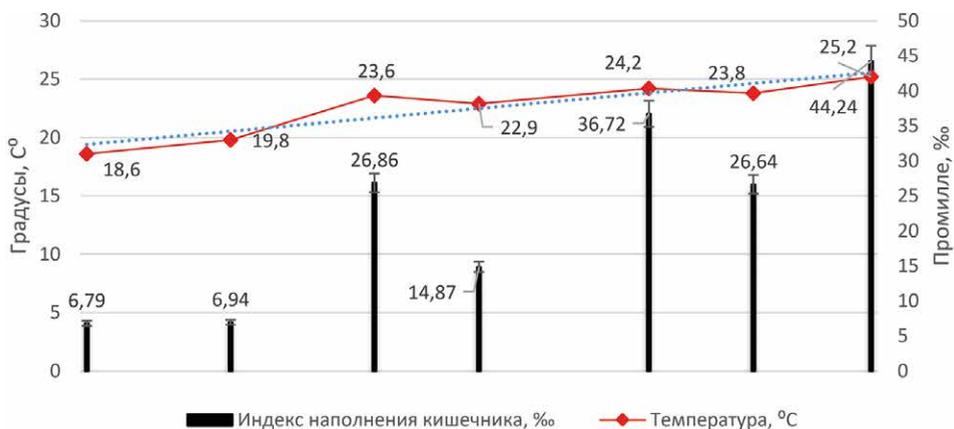
**Таблица 1.** Некоторые количественные показатели питания сеголетков *S. glanis* в зависимости от размера при выращивании в прудах

Масса сома, г	Масса пищ. кома, мг	Средний индекс наполнения желудка, ‰
$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	
3,62±0,34	24,6±20,7	6,79
4,41±0,31	30,6±9,1	6,94
5,42±0,42	145,6±82,8	26,86
5,87±0,52	87,3±54,9	14,87
6,57±0,79	241,3±185,1	36,72
8,31±0,87	221,4±73,6	26,64
10,28±1,63	454,8±401,8	44,24

Низкие показатели средних индексов наполнения желудка сеголетков в первые дни подращивания в прудовых условиях могут свидетельствовать о недостаточном количестве доступного корма, обусловленного низкой массой сеголетков. При повышении их средней массы количество доступного по

размеру корма становится больше и интенсивность питания увеличивается. Значительный разброс показателей массы пищевого кома обусловлен, в том числе, внутривидовой пищевой конкуренцией.

Интенсивность питания также имела прямую зависимость от температуры воды в пруду (рис. 1).



**Рис. 1.** Зависимость индексов наполнения желудка от температуры в пруду. Усы на графике показывают процент погрешности

Проведенные исследования [1] показывают, что пересаженная в пруды молодь сома массой 1,5 г до достижения массы 4,8 г не находит соразмерного рыбного корма и вынуждена питаться зоопланктонными организмами.

Исследование содержимого желудков сеголеток *S. glanis*, показало, что большую часть периода подращивания основным источником питания были насекомые, что обусловлено с их достаточным количеством и доступностью по размеру. При достижении молодь средней массы 5,42 г в рационе сома резко начала возрастать доля рыбных объектов, тогда как доля насекомых показывала снижение. Этот период также соответствует времени внесения в пруды «кормовой» молоди карпа.

С 3 июля, при достижении сеголетками средней массы 5,87 г, доля рыбных объектов превысила долю насекомых в рационе рыб. Доля зоопланктона стабильно снижалась на протяжении всего времени наблюдения (рис. 2).

К концу вегетационного сезона в рационе сеголеток доля рыбной составляющей была в среднем 68,3%, а насекомых и зоопланктона — 19,5% и 12,2% соответственно.

В питании двухлетков зоопланктон уже не играет существенной роли и попадает в желудок при захвате более крупной добычи, поэтому данный тип кормовых объектов, также как детрит и водоросли, был исключен из выборки.

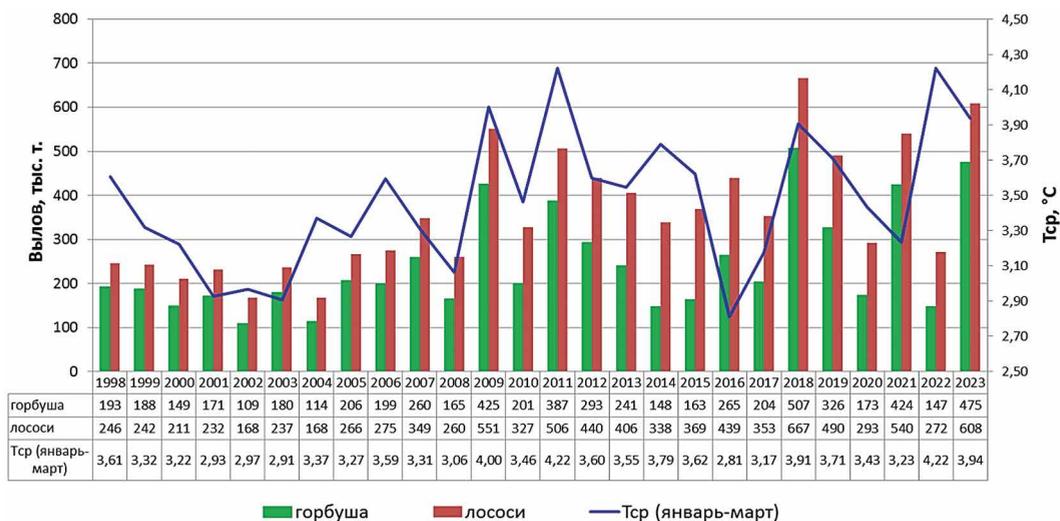


Рис. 2. Динамика потребления некоторых пищевых объектов сеголетками *S. glanis*

На основе результатов анализа содержимого желудков *S. glanis* возрастом от двух до пяти лет, была выявлена прямая зависимость интенсивности питания с обеспеченностью кормом, которая изменялась в зависимости от сезона года (табл. 2).

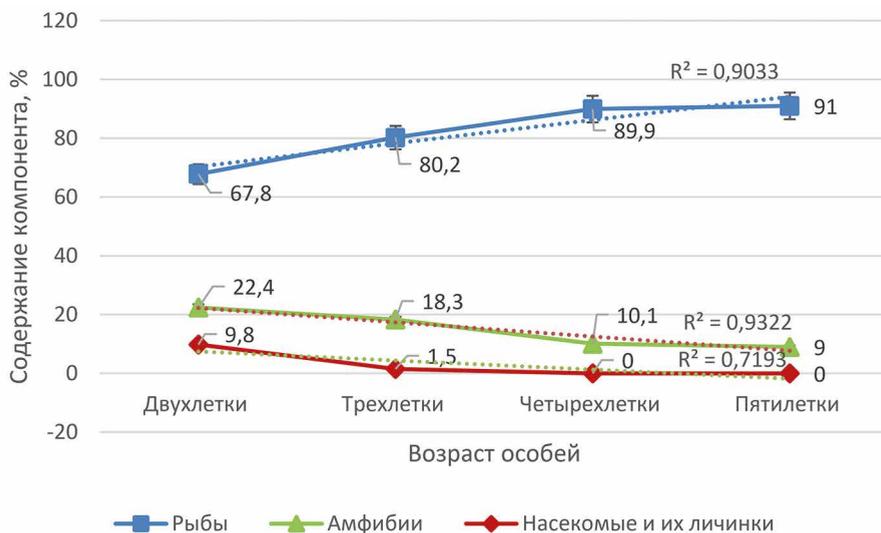
Таблица 2. Некоторые количественные показатели питания *S. glanis* разного возраста при выращивании в прудах

Возраст	Сезон	Масса сома, г	Масса пищ. кома, г	Средний индекс наполнения желудка, %
		$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	
Двухлетки	Лето	388,3±58,8	40,4±8,2	10,4
	Осень	1103,4±348,4	8,28±0,5	0,75
Трехлетки	Лето	2531,7±269,3	291,15±56,8	11,5
	Осень	3131,4±472,9	9,39±0,2	0,3
Четырехлетки	Лето	3424,4±522,1	200,67±63,3	5,86
	Осень	3405±504,5	27,24±1,5	0,8
Пятилетки	Лето	3887,1±396,9	304,75±73,7	7,84
	Осень	4320±645,3	58,32±1,1	1,35

В осенний период также встречались особи, в желудках которых корм полностью отсутствовал. Показатели среднего индекса наполнения желудка у всех рассматриваемых возрастных групп имели схожие значения (в определенный сезон года).

По данным ряда авторов, в питании сома возрастом от 2+ до 4+ доля не рыбной составляющей находится на уровне 25–30% (редко до 50%), со сни-

жением этого показателя в последующий период [4]. Эти данные хорошо согласуются с полученными нами результатами. На основе исследования содержимого желудков ремонтного поголовья установлено, что в питании *S. glanis* рыбные объекты преобладали по сравнению с амфибиями и насекомыми (рис. 3).



**Рис 3.** Соотношение кормовых объектов в питании ремонтного поголовья европейского сома при выращивании в прудах (в % от общего рациона). Усы на графике — процент погрешности (не более 5)

Доля рыбных объектов в рационе ремонтного поголовья *S. glanis* составила 67,8% для двухлетков, 80,2% для трехлетков и 89,9% и 91,0% для четырех- и пятилеток соответственно. Доля нерыбных объектов в пищевом коме пятилеток сома представлена незначительным количеством амфибий — 9%, насекомые отсутствовали.

## ВЫВОДЫ

1. В ходе анализа результатов проведенных исследований установлено, что при отсутствии доступного корма сеголетки *S. glanis* могут закрывать пищевые потребности за счет потребления насекомых.

2. Несмотря на изменение возраста (от двухлетков до пятилеток) в процентном соотношении индекс наполнения желудков остается примерно одинаковым и показывает сезонную зависимость.

3. При достижении сомом средней массы 5,42 г, в его рационе значительно возрастает доля рыбных объектов, а уже при средней массе 5,87 г рыбная составляющая превышает долю насекомых, которая, как и доля амфибий, стабильно снижается к пятилетнему возрасту.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Докучаева, С.И. Технология выращивания европейского сома (*Silurus glanis L.*) в прудовых хозяйствах Республики Беларусь. / С.И. Докучаева // Изв. Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук.— 2005.— № 2. — С. 99–105.
2. Ильмаст, Н.В. Питание рыб: учебное пособие для студ. биол. и агротехн. спец. / Н.В. Ильмаст, Д.С. Савосин, Я.А. Кучко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования Петрозавод. гос. ун-т. — Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2015.— 17 с.
3. Кияшко, В.В. Подращивание личинки европейского сома (*Silurus glanis L.*) в условиях инкубационного цеха рыбопитомника / В.В. Кияшко, Я.В. Александров, В.П. Масликов, Г.В. Сильникова, З.И. Легкодимова // Рыбоводство и рыбное хозяйство.— 2019.— № 12 (167). — С. 50–55.
4. Маслова, Н.И. Эколого-биологические основы поликультуры рыбоводства / Н.И. Маслова, Г.Е. Серветник, А.Б. Петрушин — М.: РАСХН ВНИИР, 2002—268 с.
5. Wysujack, K. Can feeding of European catfish prevent cyprinids from reaching a size refuge / K. Wysujack, T. Mehner // Ecology of Freshwater Fish.— 2005.— № 14. — С. 87–95.
6. Ермолин, В.П. Краткий курс лекций по ихтиологии рыб. / В.П. Ермолин // Часть 1. Экология рыб: учебное пособие. — Саратов: ИЦ «Наука», 2012.— 246 с.

## **Сравнение методов определения возраста малоглазого макруруса (*Coryphaenoides pectoralis*) по чешуе и отолитам**

*Алферов А.И., Бадаев О.З., Ерулина А.О.*

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)  
E-mail: brka2007@mail.ru

**Аннотация.** Обобщен мировой опыт сбора, хранения и подготовки образцов для определения возраста малоглазого макруруса. Некоторые из этих методов были модифицированы с учетом накопленного опыта Тихоокеанского филиала Всероссийского института рыбного хозяйства и океанографии. Анализ данных определения возраста показал, что при оценке возраста по чешуе происходит значительная недооценка возраста малоглазого макруруса, что может привести к неправильной эксплуатации запасов.

**Ключевые слова:** малоглазый макрурус *Coryphaenoides pectoralis*, возраст, отолиты, чешуя, методика.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Для правильного управления запасами рыб необходимы знания о биологии вида, в том числе возрастной структуре популяции. Отолиты имеют уникальную ценность для определения возраста костистых рыб, поскольку они являются единственными твердыми структурами, которые продолжают расти даже после прекращения соматического роста [5].

Малоглазый макрурус является важным промысловым объектом в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне [3]. Вид демонстрирует сложную размерно-возрастную структуру [2], характеризующуюся половым диморфизмом, типичным для вида в целом, и различными темпами роста особей из разных частей ареала.

Одной из причин, по которой наша лаборатория инициировала исследование обоснованности методов определения возраста малоглазого макруруса с использованием различных регистрирующих структур, стала интенсификация его промысла в дальневосточных морях России.

Целью данного исследования является сравнение результатов определения возраста малоглазого макруруса с использованием чешуи и отолитов.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Сбор материалов проводился научным наблюдателем (первый автор) на рыбопромысловом судне, ведущим лов малоглазого макруруса, во время мониторинга состояния донных водных биоресурсов и включал массовые промеры и биологический анализ изучаемых видов, оценку количества и каче-

ства уловов для дальнейшего изучения особенностей распространения макруруса. Работы проводились в Охотском море в координатах с крайними точками 54°55'5–55°07'0 с. ш. и 148°33'0–148°34'5 в. д. Методология сбора, хранения и обработки была принята на основе накопленного мирового опыта с некоторыми изменениями [5].

Чешую собирали со свежельвленной рыбы под спинным плавником в середине тела, и затем сушили на воздухе в чешуйных книжках в прохладном месте (примерно 20 °С). Для определения возраста были выбраны неповрежденные чешуи одинакового размера. Выбранную чешую просматривали под микроскопом в проходящем свете. Комбинация широко (светлых) и узко (темных) расположенных зон считалась кольцом.

Для получения образцов из отолитов их погружали в прозрачный двухкомпонентный эпоксидный клеевой состав ПЭО-510КЕ-20/0. Перед этим, чтобы осветлить отолиты, их помещали в 95% этиловый спирт. Затем шлифовали наждачной бумагой с зернистостью в диапазоне от 180 до 2000 Р. Во время шлифования наждачную бумагу смачивали водой. Чтобы получить четкие шлифовки с максимальным количеством годовых отметок, отолит сначала шлифовали с дистальной стороны, а затем с проксимальной.

Исследование возраст регистрирующих структур (50 пар чешуй и отолитов), и получение их изображений проводились с помощью тринокулярного микроскопа «Micromed MC-4-ZOOM LED» с беззеркальной цифровой камерой Fujifilm X-A2, использующей насадку Barlow lens x2. Просмотр фотоизображений возраст регистрирующих структур и оценка возраста проводились тремя операторами, имеющими опыт в оценке возраста рыб.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Три независимых оператора оценили возраст малоглазого макруруса по чешуе и шлифам отолитов. Размеры макруруса были в пределах от 68 до 95 см. Возрастные значения, определенные по чешуе, варьировали от 5 до 16 лет, а по шлифам отолитов — от 8 до 32 лет.

Сравнение методов оценки возраста указывает на значительную недооценку возраста для обоих полов при использовании чешуи. Внутри методов существуют незначительные различия в оценках возраста у разных операторов. Ни один из методов не продемонстрировал достаточной согласованности в оценках, сделанных всеми операторами.

## ВЫВОДЫ

После обобщения литературной информации по сбору, хранению и подготовке образцов для определения возраста малоглазого макруруса, из всех методов были выбраны два — чешуя и шлифы отолитов. Сравнение оценок возраста по разным возраст регистрирующим структурам, разными исследователями предпочтение было отдано считыванию срезов или шлифов отолитов [4, 1].

Полученные нами результаты указывают на значительные различия в оценках возраста малоглазого макруруса при использовании чешуи по сравнению с методом шлифовки отолитов. По сравнению с оценкой возраста, основанной на шлифах отолитов, по чешуе возраст значительно занижается. Недооценка возраста может дать неверное представление об уровне эксплуатации, который может выдержать запас.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Буслов А.В. Определение возраста тресковых (*Gadidae*) дальневосточных морей: теоретические положения и методические подходы (обзор) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана.— 2009.— № 14. — С. 32–46.
2. Орлов А.М., Абрамов А.А., Токранов А.М. Некоторые особенности биологии малоглазого макруруса (*Albatrossia pectoralis*) и пепельного макруруса (*Coryphaenoides cinereus*) в тихоокеанских водах Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки // Материалы VII Международной научной конференции, посвященной 25-летию организации Камчатского филиала Института морской биологии РАН. Биология (Петропавловск-Камчатский, 27–28 ноября 2007 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс.— 2007. — С. 120–148.
3. Тупоногов В.Н., Новиков Н.П. Макрурусы — важный ресурс для глубоководного рыболовства в Дальневосточных морях // Рыболовство — 2016.— № 4. — С. 54–60.
4. Chilton D.E., Beamish R.J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the ground fish program at the Pacific Biological Station // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.— 1982. — V.60. — P. 1–102.
5. Hutchinson C.E., Anderl D.M. Giant grenadier (*Albatrossia pectoralis*). Resource Ecology and Fisheries Management Division, Alaska Fisheries Science Center, NMFS, NOAA, 7600 Sand Point Way NE, Seattle WA 98115.— 2012.

## **Биоресурсы Дальневосточного бассейна и возможности увеличения потребления рыбных продуктов**

*Байталюк А.А., Акулин В.Н., Шульгина Л.В., Якуш В.Н.*

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

E-mail: aleksei.baitaliuk@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Проведен анализ уровней потребления рыбопродукции в различных регионах Российской Федерации. Установлено, что потребление рыбы в нашей стране снижается и не достигает физиологической нормы — 21,8 кг. Увеличение потребления рыбы и рыбных продуктов обусловлена необходимостью поступления в организм человека эссенциальных липидов — полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-3. Одним из путей решения этой проблемы является активный вылов и переработка малоиспользуемых дешевых промысловых объектов, характеризующихся высокой пищевой и биологической ценностью. Такими объектами являются анчоус и мойва, липидный профиль которых характеризуется высоким содержанием омега-3 жирных кислот и по диетической значимости не уступает другим видам рыб. Вылов этих рыб может обеспечить развитие прибрежного рыболовства на Дальнем Востоке.

**Ключевые слова:** промысловые объекты, классификация, потребление, ПНЖК омега-3, прибрежное рыболовство.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Население России не относится к традиционным рыбоедам, в питании, как правило, предпочитается мясо рыбы. В последние годы ситуация стала меняться и популярность рыбной продукции демонстрирует тенденции к росту. В тоже время по официальным оценкам потребление рыбы снижается, не достигая физиологической нормы — 21,8 кг. По этому показателю Россия занимает 69 место в мире, существенно уступая островным странам, а также традиционным потребителям рыбной продукции — Исландии, Корею, Японию и другими [1,2].

Активное потребление рыбы и рыбных продуктов сегодня напрямую связывают со здоровьем человека, так как они являются богатыми источниками необходимых для организма веществ, но редко встречающихся в сырье наземного происхождения. В этой связи уровень потребления рыбопродукции ниже физиологической нормы вызывает беспокойство у руководства страны. Одна из причин сложившейся ситуации — это низкая покупательская способность российского потребителя. Эта проблема выходит далеко за рамки отрасли и связана с социально-экономическим состоянием в стране. И все-таки государство ожидает активного участия рыбаков в ее решении.

Целью настоящей работы являлась оценка возможности рыбного хозяйства Дальнего востока в решении этой важной государственной проблемы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отечественное рыбное хозяйство характеризуется серьезными противоречиями, заложенными в его структуре и ставшими более ощутимыми с открытием экономики. Наиболее существенные из них: производство продукции в морских условиях и на берегу, прибрежное рыболовство и экспедиционный промысел, внутреннее потребление и экспорт. Последнее обстоятельство особенно актуально в настоящее время.

Поскольку Дальневосточный бассейн играет главную роль в российском экспорте рыбной продукции, он является предметом первостепенного внимания. Высокая доля экспорта рыбной продукции естественно ущемляет внутренний рынок. Еще недавно до 70% рыбной продукции направлялось на внешний рынок. Реально ли провести перераспределение в пользу внутреннего рынка? На внешнем рынке в основном востребована наиболее ценная рыбная продукция из России. Это обстоятельство поставило на повестку дня вопрос об экономической классификации водных биоресурсов Дальнего Востока. Построение классов водных биоресурсов на основании экспортных возможностей и уровня рентабельности позволяет выделить несколько групп. При этом уровню рентабельности соответствует принятая в Японии классификация на используемые в пищу гидробионты [3].

В концепции развития рыбного хозяйства Дальнего Востока в долгосрочной перспективе предложена классификация водных биоресурсов Дальневосточного бассейна, разработанная С.М. Коноваловым [4]. Ранжирование ресурсов, приведенное ниже, не претендует на окончательную точность и полноту. Оно должно показать общую структуризацию биоресурсов по экономическим показателям. Следует отметить, что отдельные виды могут в перспективе переходить в более высокий класс благодаря инновационной деятельности, например, позволяющей получать такую продукцию, которая будет иметь более широкий спрос и высокую рентабельность.

В таблице 1 приведена такая классификация водных биоресурсов с их современными объемами возможного изъятия в соответствии с прогнозом состояния промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в 2023 г. [5]. Как видно, водные биоресурсы, формирующие современную экспортную продукцию (классы 1, 2, 3, 5) составляют 3157 тыс. т, или 68,6% всех биоресурсов. То есть дальневосточные биоресурсы, в основном представленные ценными объектами, благоприятствуют экспорту. Это обстоятельство делает мало вероятным перераспределение ресурсов между экспортом и внутренними рынками в пользу последнего.

К тому же в экспорте, как источнике валюты, заинтересовано государство. С ним связано и благополучие рыбаков. Вполне вероятно, что увеличение поставок дорогой дальневосточной рыбы на внутренний рынок может не найти

**Таблица 1.** Классификация водных биоресурсов Дальневосточного бассейна исходя из экспортных возможностей и рентабельности промысла

Классы	Объекты	Допустимое изъятие	%
1	Нерка, крабы, креветки, гребешки, трубачи	144,9	3,1
2	Кижуч, навага, минтай, треска, голотурии	2356,5	51,2
3	Горбуша, палтусы, морские ежи	390,8	7,0
4	Сельдь, сардина, скумбрия, сайра	1365,2	29,7
5	Камбалы, кальмар командорский	266,0	6,2
6	Навага, терпуги, бычки, окуни, корюшки	175,8	3,8
7	Кальмар тихоокеанский	71,0	1,5
8	Макрурусы, мойва, анчоус, макрофиты	252,6	5,4

соответствующего потребителя. Пример — минтай, внутреннее потребление которого уже много лет составляет порядка 200 тыс. т. продукции первого предъявления. Переход на более глубокую переработку, то есть более дорогую продукцию (филе), создает риски снижения и этой скромной величины.

Увеличить внутреннее потребление рыбы и при этом избежать конкуренции с экспортом можно, направляя на внутренний рынок преимущественно дешевые промысловые объекты. Их общий объем на Дальневосточном бассейне порядка 1700–1800 тыс. т. Таким путем идут многие страны с развивающейся экономикой — это потребление дешевых рыбных продуктов и экспортирование дорогих. Реализация такого подхода предусматривает более полное освоение ресурсов 5, 6, 7 и 8 классов. Это объекты, достаточно полно освоенные промыслом, а также биоресурсы, составляющие существенный резерв для увеличения вылова (табл. 2).

Особый интерес представляют мойва и анчоус, общий возможный вылов которых в отдельные годы может составлять внушительную величину — 150–250 тыс. т. Анчоус и мойва относятся к мелким рыбам, как правило, более

**Таблица 2.** Биоресурсы Дальневосточного бассейна для внутреннего рынка [5]

Объект	ОДУ, РВ	Вылов, тыс. т	Освоение, %
Сардина	480	220	46
Навага	70	40	57
Терпуги	36	26	71
Мойва	30	34	11
Анчоус	12	0	0
Песчанка	1	0	0
Кальмары пелагические	71	7	10
Водоросли	170	5	3
Всего	870	301	34

сложным в обработке. В частности, для анчоуса характерна высокая активность протеолитических ферментов, уровень которой значительно превосходит таковую у мелкой сардины иваси [6]. Активность протеолитических ферментов мышечной ткани рыбы играет особую роль при производстве соленой продукции и пресервов. Склонность к перезреванию пресервов из сардины иваси приводили к массовым забраковкам продукции в процессе транспортировки с Дальнего Востока.

Углубление исследований химического состава и биохимических свойств гидробионтов позволяет менять взгляды на их ценность. Современная популярность рыбных продуктов в значительной мере связана с содержанием в них омега-3 жирных кислот, в том числе эйкозапентоеновая (ЭПК) и докозагексаеновая (ДГК), которые присутствуют в том или ином количестве во всех гидробионтах. Такие жирные кислоты не равнозначны по физиологической активности, с которой связана в первую очередь ЭПК, как предшественник простогландинов [7]. По этой причине особую ценность представляют промысловые объекты, в которых доля ЭПК выше ДГК.

Особый интерес представляет сардина иваси и объекты низшего класса — мойва и анчоус, содержание жира в которых составляет около 10% [8]. Липидный профиль этих рыб близок. Содержание ПНЖК в жире сардины иваси достигает 39,6% от общей суммы жирных кислот, а соотношение ДГК/ЭПК составляет 0,8. Сумма ПНЖК в липидах анчоуса достигает 36,9%, мойвы — 23,3%, соотношение ДГК/ЭПК составляет 0,6, что указывает на высокую физиологическую ценность жира рыб и его потенциальную диетическую значимость. Следовательно, объекты низшего коммерческого уровня не уступают по пищевой и биологической ценности промысловым гидробионтам высшего класса.

Одним из способов доставки потребителю ценных липидов является производство массовой продукции, например, консервов, при производстве которых потеря ПНЖК не превышает 5–10%, а при хранении исключаются окислительные и гидролитические процессы и накопление продуктов перекисного окисления липидов [9]. Успешный опыт использования сардины иваси для получения массовой консервированной продукции как источника омега-3 жирных кислот позволяет под таким же углом зрения рассматривать и другие промысловые гидробионты, особенно низших классов.

Традиционное пренебрежение дальневосточных рыбаков мелкой рыбой в значительной мере оправдано самой спецификой рыбного хозяйства этого бассейна. Как известно, промысел мелких рыб в большинстве стран связан с прибрежным рыболовством, использующим дешевый мелкий флот и береговую переработку. Дальневосточное рыбное хозяйство традиционно организовано по экспедиционному принципу, основанному на крупно- и среднетоннажном флоте с преобладающей морской переработкой. Надо отметить, что роль береговой переработки в последние годы заметно возросла и современные предприятия успешно создаются по всему дальневосточному

побережью, но загружаются они по-прежнему мороженым сырьем. Что касается малотоннажного флота, то его вклад в общий вылов крайне мал. Не случайно многочисленные попытки организовать в крупных дальневосточных приморских городах рыбные рынки, торгующие свежей рыбой, оканчиваются неудачами.

На специфику прибрежного рыболовства на Дальнем Востоке и Приморье указывает совокупность факторов — климатических, социально-географических, дефицит портов и их укрытий для мелкого флота, сезонное распределение биоресурсов и др. Малотоннажные суда, в свою очередь, не могут осваивать рыбные запасы, следуя за миграционными перемещениями рыб до изобат 700 м. В такой ситуации эффективное освоение биоресурсов прибрежного рыболовства может быть осуществлено новым малотоннажным флотом, имеющим технические возможности для облова скоплений рыб на глубинах 600–700 м в холодное время года и обладающего автономностью, связанной с сохранением улова на борту в течение нескольких суток.

## ВЫВОДЫ

Реальное участие рыбного хозяйства Дальнего Востока в решении проблемы потребления рыбной продукции населением нашей страны связано с увеличением вылова дешевой рыбы.

Объекты низшего коммерческого уровня по пищевой и биологической ценности не уступают высокоценным промысловым гидробионтам и их можно рассматривать как перспективный источник омега-3 жирных кислот, доступный в целевом плане широкому потребителю.

Важным фактором, сдерживающим потребление рыбы, является слабое развитие прибрежного рыболовства. Строительство нового малотоннажного флота может существенно увеличить вылов дешевой рыбы для внутреннего рынка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волвенко И.В. 2022. Полувековая динамика российского вылова, импорта, экспорта и потребления продукции // Известия ТИНРО. Т. 202, вып 4. С. 902–1001.
2. Колончин К.В., Серегин С.Н., Горбунова М.Н. 2022. Возможные направления решения проблемы обеспечения новых требований потребления рыбной продукции. Труды ВНИРО. Т. 187. С. 170–179.
3. Htrasawa J. 1983. Demand and market conditions for fisher in Japan // In: Prog International Seafood Trade Conf. Fairbanks: Univ. Alaska Press. P. 81–100.
4. Коновалов С.М. 1996. Концепция развития рыбного хозяйства Дальнего Востока в долгосрочной перспективе. Владивосток: ТИНРО. С. 22–23.
5. Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. 2022. Владивосток: ТИНРО. 435 с.
6. Слуцкая Т.Н. 1997. Биохимические аспекты регулирования протеолиза. Владивосток: ТИНРО. С. 14–15.
7. Самсонов В.Л., Левачев М.М., Погожева А.В., Корф И.И., Аббакумов А.С., Фефилактова С.Н., Древаль А.В. 1990. Влияние противосклеротической диеты, содер-

жащей жирные кислоты  $\omega$ -3 семейства на липидный спектр сыворотки крови и клеточных мембран больных ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью // Вопросы питания. № 5. С. 14–18.

8. Технохимическая характеристика и рациональное использование промысловых гидробионтов Дальневосточного бассейна: монография 2022. В.Н. Акулин, Н.М. Аминина, Е.П. Караулова, Л.В. Шульгина, Е.В. Якуш. Владивосток: ТИНРО, 273 с.
9. Шульгина Л.В., Павел К.Г., Солодова Е.А., Якуш Е.В. 2022. Пищевая и биологическая ценность паштетных консервов из сардины иваси *Sardinops melanostictus* // Известия ТИНРО. Т. 202, вып. 4. С. 957–969.

## Состояние водных биологических ресурсов и перспективы промысла в северо-западной части Тихого океана

А.А. Байталюк<sup>1</sup>, О.А. Булатов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО)

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

E-mail: aleksei.baitaliuk@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Выполнен анализ современного уровня эксплуатации запасов водных биологических ресурсов, параметров характеризующих состояние ресурсов, проведена оценка изменяющейся промысловой значимости отдельных видов, под воздействием перестройки климато-экологических факторов. Определены группы видов, формирующих резерв сырьевой базы отечественного рыболовства.

**Ключевые слова:** запасы, состояние, эксплуатация, изменение.

### ВВЕДЕНИЕ

Северо-западная часть Тихого океана — воды Дальневосточных морей (Японского, Охотского, Берингова) и тихоокеанские воды, прилегающие к островам Курильской гряды и полуострову Камчатка, уже более полувека является основным регионом отечественного промысла. Ежегодно его вклад в общий национальный вылов составляет от 80 до 90%. Рост значения этих районов стал следствием как активных научно-исследовательских, поисковых работ, так и технического, и технологического рывка в середине прошлого века, перехода от прибрежного к экспедиционному промыслу и связанных с этим внедрением интенсивных методов и методик добычи, переработки уловов. Состояние запасов водных биологических ресурсов в регионе, долгосрочная и среднесрочная их динамика, краткосрочные процессы, определяющие успешность добычи, находят отражение в текущих и планируемых экономических показателях хозяйствующих субъектов и рыбной отрасли, особенно в настоящее время.

Цель исследований — определение современного уровня эксплуатации запасов водных биологических ресурсов и их групп, как параметров отражающих состояние ресурсов на различных временных отрезках, с сопутствующими задачами по оценке меняющейся промысловой значимости отдельных видов или групп видов, в том числе происходящих под воздействием перестройки климато-экологических факторов.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В исследовании использованы методы научной абстракции, логического и системного анализа, позволяющие определить ресурсный потенциал рыбо-

ловства в северо-западной части Тихого океана, рациональная эксплуатация которого требует соответствующих организационных усилий.

В основу исследования положены данные промысловой статистики, полученные через ИС «Рыболовство», а также наилучшие доступные научные данные — результаты комплексных морских учетных съемок на научно-исследовательских судах, обобщенные данные по количественному и качественному составу nekтона в Дальневосточных морях [1, 2], данные государственного мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания [3], в том числе собранные научными наблюдателями на промысловых судах, материалы открытых публикаций.

Как отражение состояния водных биологических ресурсов, их запасов, помимо данных учетных съемок, рассматривались данные по вылову, в том числе совокупному и отдельному освоению объемов, рекомендованных к изъятию.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Несмотря на то, что в последние годы отмечается постепенное нарастание отечественного вылова в северо-западной части океана, в целом за последние пять лет динамика совокупного освоения объемов была отрицательной (табл. 1).

**Таблица 1.** Установленные объемы, рекомендованные к изъятию и уровень их освоения

Год	Возможные объемы добычи (вылова), млн тонн	Фактический вылов, млн тонн	Освоение, %
2019	4,69	3,46	73,7
2020	4,97	3,62	72,9
2021	5,25	3,58	68,2
2022	5,11	3,54	69,3
2023	5,64	4,00	70,9

Такая ситуация возникла в связи с динамичным увеличением возможных объемов добычи, разрывом между рекомендованным выловом и возможностью, в том числе технической, их изъятия, так и с рядом причин, в конечном итоге приводящих к росту затрат и низкой экономической эффективности промысла, включая ёмкостью внутреннего рынка и ограничения на внешних рынках [4, 5].

Следует отметить, что за более чем полвека активной эксплуатации ресурсов в этом регионе были периоды, когда запасы отдельных видов, в первую очередь долгоживущих, демерсальных или придонных, снижались и в итоге

вводились ограничения или запреты на промысел. Как правило такие ситуации возникали в 1950–1970-х гг. в начальный период эксплуатации отдельных видов и, возможно, связаны в том числе с ограниченным количеством эксплуатируемых ресурсов[6]. В последние годы такие ситуации редки, хотя возникают в отношении отдельных популяций хотя и важных промысловых видов — треска, палтусы, терпуги, шельфовые крабы, креветки, но не определяющих общий объем российского вылова в дальневосточных морях и прилегающих тихоокеанских водах.

В настоящее время промысловые нагрузки распределяются на большое количество видов водных биологических ресурсов, в середине прошлого века количество единиц прогнозирования составляло около 70, в 2000 г.— 307, в 2010 г.— 461, в 2024 г.— 504, от нескольких десятков до почти 500 изменилось и количество эксплуатируемых единиц. Средневзвешенная за последние годы доля единиц прогнозирования с освоением более 70% составляет около 60%. По сути, низкое освоение большей части видов не отражает депрессивного состояния их запасов, и они являются перспективными/резервными объектами промысла.

Анализ имеющихся материалов позволил выделить три достаточно большие группы таких объектов (табл. 2).

**Таблица 2.** Основные группы недоиспользуемых/резервных для промысла объектов в северо-западной части Тихого океана и их характеристика

	<b>I группа Традиционные промысловые объекты</b>	<b>II группа Объекты, недостаточно изученные с точки зрения ведения их устойчивого промысла и рисков его интенсификации</b>	<b>III группа Традиционные промысловые объекты, величина вылова которых зависит от комплекса природных факторов</b>
А	виды с известными особенностями динамики запасов, распределения, формирования скоплений	донные виды материкового склона или глубоководных котловин, ресурсы Арктики, ресурсы мезопелагиали	трансграничные, далекомигрирующие виды
Б	хорошая	недостаточная	хорошая
В	минимальны	не определены	отсутствуют
Г	минимальны	высокие	высокие
Д	традиционные	не оптимальны	традиционные
Е	нераспределенные объемы, ограниченный рынок сбыта	особенности формирования скоплений, ограниченный или неизвестный рынок сбыта	особенности формирования скоплений, ограниченный рынок сбыта

Обозначения: А — статус; Б — изученность; В — риски интенсификации промысла; Г — экономические риски; Д — орудия и тактика промысла; Е — причины неполного освоения

Наименее проблемной в плане увеличения вылова являются виды из I группы (минтай, тихоокеанская сельдь, командорский кальмар, дальневосточные камбалы, морские водоросли и травы) при полном освоении объемов данной группы возможно увеличение вылова до 1–1,5 млн тонн.

Основным промысловым видом в регионе является минтай, запасы которого сконцентрированы, главным образом, в северной части Охотского и западной части Берингова морей [1, 2, 3] где в последние годы промысловый запас традиционными методами оценивался на уровне 6–12 млн тонн и около 2 млн тонн. Согласно альтернативным оценкам промыслового запаса, биомасса минтая в северной части Охотского моря составляет 10–15 млн тонн [7]. Вылов минтая в северной части Охотского и западной части Берингова морей ограничивается очень скромной величиной – 0,8–1,0 млн тонн и 0,3–0,6 млн тонн, соответственно. Причина кроется в том, что на протяжении 20 лет при формировании рекомендаций, связанных с оценкой общего допустимого улова (ОДУ), специалисты применяли «преосторожный подход», основным приоритетом которого является сохранение нерестового запаса на фоне минимальной промысловой смертности. Исследования [8] показали, что статистически значимая зависимость между нерестовым запасом минтая и численностью пополнения отсутствует. Дальнейшие расчеты показали обоснованность перехода к использованию концепции максимально устойчивого улова, который позволяет, используя более высокие значения промысловой смертности, добиваться увеличения объемов изъятия без значительных рисков по перелову и пополнению, т. е. без подрыва запасов.

«Щадящий» режим эксплуатации характерен и для освоения запасов ряда других промысловых видов. Следует отметить, что существующие модели сценариев трофодинамических связей при различном обилии nekтона, например, в Охотском море, показывают сбалансированность экосистемы и высокий уровень пищевой обеспеченности nekтона, т. е. кормовая база моря может обеспечивать пищей количество nekтона, превосходящее современный уровень [9]. Этот тезис справедлив и для Берингова моря [10]. По существу, в настоящее время ни одна популяция не эксплуатируется на пределе возможностей ее биотического потенциала [6].

В этой группе резерв вылова морских водорослей и трав составляет около 95% от рекомендованных объемов. Даже в наиболее удобных для промысла районах реализация рекомендованных объемов не превышает 20–24%. Запасы этих видов находятся на достаточно высоком уровне, без рисков уменьшения, как на краткосрочную, так и долгосрочную перспективу и, по сути, являются стратегическим запасом. Хотя и в этом случае есть исключения — деградация поселений ламинарии и сахарины происходит в последние годы в Японском море [3].

Большие резервы характерны для II группы. Темпы прироста вылова остаются неустойчивыми, добыча является предметом предпринимательского и финансового риска отдельных компаний. Ресурсы этой группы в ряде слу-

чаев недооценены, в т. ч. и из-за значительных колебаний запаса (мойва) и невозможности проведения регулярных исследований (макрурусы, бычки, лемонема). К этой группе необходимо отнести водные биоресурсы, для которых в настоящее время не определяются объемы возможного вылова и помысел которых не ведется, именно они формируют основу резерва по группе. К таким объектам относятся некоторые виды мезопелагических рыб, биомасса которых достигает нескольких миллионов тонн в Охотском море (серебрянка) и в тихоокеанских водах, прилегающих к островам Курильской гряды (диафы, симболорфор, кальмар-светлячок), а также глубоководные объекты, некоторые виды арктических вод [11, 12, 13].

Необходимо особо выделить III группу — объекты с высоким уровнем запасов, для которых характерны значительные флюктуации, в том числе в результате эколого-климатических изменений. Данные наблюдений в дальневосточных морях показывают, что в последние десятилетия наблюдаются положительные тренды температуры и отрицательные ледовитости, ослабление конвективного перемешивания, разделение промежуточного и глубинного слоёв, при ухудшении вентиляции глубинного слоя, изменении продуктивности [14]. Быстрые изменения климата в сторону потепления обусловили разнонаправленные изменения в разных компонентах морских экосистем, в зависимости от трофического уровня и особенностей экологии отдельных видов.

Среди флюктуирующих видов nekтона, которые периодически занимают особое место в сырьевой базе рыболовства, необходимо отметить дальневосточную сардину и японскую скумбрию. В предыдущем веке эти виды дважды достигали высокой численности, и в последние годы происходило увеличение их запасов, расширение нагульных акваторий [15]. Результатом этого стало восстановление масштабного промысла сардины тихоокеанской

**Таблица 3.** III группа недоиспользуемых/резервных объектов промысла

<b>Виды</b>	<b>Современная тенденция состояния запасов</b>	<b>Наибольший годовой вылов отечественным флотом/ вылов после 2015 г., тыс. т</b>
Сардина тихоокеанской популяции	увеличение	590/519
Сардина япономорской популяции	увеличение	530/*
Скумбрия	стабилизация	240/64
Сайра	на уровне ниже среднего	110/14
Кальмар тихоокеанский, все районы	на уровне ниже среднего	0,5/18
Анчоус, все районы	на уровне ниже среднего	0,1/*

*Примечание:* \* — промысел не ведется

популяции и скумбрии в тихоокеанских водах. При этом активизация промысла сардины связана с изменением направления использования уловов — переход от производства пищевой продукции, характерный для предыдущих периодов, к производству технической продукции. Это позволяет снизить себестоимость и делает промысел более экономически эффективным. Появление ряда урожайных поколений сардины япономорской популяции создает реальные предпосылки восстановления промысла в Японском море (табл. 3).

Данные виды водных биоресурсов представляют собой богатый ресурсный потенциал для получения пищевой, кормовой, медицинской, косметологической продукции и могут увеличить суммарный вылов на 0,4–0,6 млн тонн.

## ВЫВОДЫ

1. Существуют значительные неэксплуатируемые/слабо эксплуатируемые ресурсы в северо-западной части Тихого океана, в том числе ресурсы традиционных объектов промысла и ранее исторически не используемые;

2. Использование таких ресурсов — резервов сырьевой базы, ограничивается техническими и технологическими возможностями, конъюнктурой рынка;

3. Выделение групп недоиспользуемых/резервных объектов, их ресурсный потенциал позволяет уточнять отдельные направления стратегии развития рыбохозяйственного комплекса в современных условиях, совершенствовать механизмы управления, в том числе на уровне хозяйствующих субъектов, внедрять новые технические и технологические формы использования ресурсов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Макрофауна пелагиали Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1984–2009 /В.П. Шунтов, Л.Н. Бочаров, И.В. Волвенко, В.В. Кулик; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр. — Владивосток: ТИНРО-Центр, 2012.— 800 с.
2. Макрофауна пелагиали Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1982–2009 /В.П. Шунтов, Л.Н. Бочаров, И.В. Волвенко, В.В. Кулик; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр. — Владивосток: ТИНРО-Центр, 2012.— 479 с.
3. Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. — Владивосток: ТИНРО, 2023.— 422 с.
4. Рыбохозяйственный комплекс: экономика и развитие: монография / [К.В. Колончин, О.И. Бетин, А.С. Труба и др.]; под редакцией К.В. Колончина, О.И. Бетина; Федеральное агентство по рыболовству, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. — Москва: Изд-во ВНИРО, 2022.— 367 с.
5. Буслов А.В., Байталюк А.А. Наливные рыболовные суда — новый тренд на промысле минтая у южных Курильских островов // Рыбное хозяйство. 2023. № 4. С. 74–79.
6. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России: монография в 3 томах / В.П. Шунтов; Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО). — Владивосток: ТИНРО. 2022. — Т. 3.— 455 с.

7. Буслов А.В., Овсянников Е.Е., Смирнов А.В. Оценка нерестового запаса минтая *Gaduschalcogrammus* северной части Охотского моря ихтиопланктонным методом с учетом убыли икры. Известия ТИНРО. 2023;203(4):881–891.
8. Булатов О.А., Васильев Д.А. 2023. Регулирование промысла минтая: «предосторожный подход» или максимальный устойчивый улов? // Вопросы рыболовства. Т. 24. № 3. С. 7–20.
9. Горбатенко К.М., Мельников И.В., Кияшко С.И. Сезонная динамика трофического статуса рыб и кальмаров в пелагиали Охотского моря (по данным анализа стабильных изотопов  $^{13}\text{C}$  и  $\text{d}^{15}\text{N}$ ). Труды ВНИРО. 2020;181:52–68.
10. Дулепова Е.П., Напазаков В.В., Кузнецова Н.А., Шебанова М.А. Структурно-функциональные характеристики зоопланктона и кормовая обеспеченность nekтона в западной части Берингова моря. Известия ТИНРО. 2023;203(3):529–549.
11. Кузнецов М.Ю., Поляничко В.И., Сыроваткин Е.В. Акустические исследования сайки *Boreogadussaida* (Gadidae) в юго-западной части Чукотского моря в 2003–2020 гг. Известия ТИНРО. 2022;202(3):580–600.
12. Радченко В.И., Канзепарова А.Н., Сомов А.А., Григоров И.В. Обилие и экология миктофовых рыб (Mystophidae) в заливе Аляска в зимний период. Известия ТИНРО. 2021;201(2):292–312.
13. Курносова А.С., Сомов А.А., Канзепарова А.Н., Зуев М.А., Орлова С.Ю., Курносов Д.С., Орлов А.М. Мезопелагический микронектон и макропланктон и условия его обитания в северо-восточной Пацифике // Океанология. 2022. Т. 62, № 1. С. 85–97.
14. Зуенко Ю.И., Асеева Н.Л., Глебова С.Ю., Гостренко Л.М., Дубинина А.Ю., Дулепова Е.П., Золотов А.О., Лобода С.В., Лысенко А.В., Матвеев В.И., Муктепавел Л.С., Овсянников Е.Е., Фигуркин А.Л., Шатилина Т.А. Современные изменения в экосистеме Охотского моря (2008–2018 ГГ.). Известия ТИНРО. 2019;197(2):35–61.
15. Шунтов В.П., Иванов О.А. «Неверная рыба» или неверные гипотезы: что происходит с nekтоном прикурильских океанических вод? Известия ТИНРО. 2021;201(1):3–23.

## **Состояние запасов и перспективы промысла дальневосточной сардины *Sardinops melanostictus* (Temminck & Schlegel, 1846)**

*Байталюк А.А., Радченко В.И., Антоненко Д.В., Старовойтов А.Н., Новиков Ю.В.*

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)   
 E-mail: vladimir.radchenko@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** В 2014–2015 гг. регулярные экосистемные исследования, выполняемые ТИНРО в прикурильских водах Тихого океана в июне-июле, зафиксировали значимые изменения в составе рыбных сообществ пелагиали. Массовые миграции дальневосточной сардины *Sardinops melanostictus* обозначили наступление очередной волны её численности. НИР в этом районе усилили экспедициями в позднелетний и осенний периоды, гидроакустическими учетами, регулярным мониторингом расстановки флота и успешности промысла. На основе полученных данных даны рекомендации рыбной промышленности по разворачиванию масштабного промысла сардины. В настоящей статье рассматриваются варианты развития промысла сардины и перечисляются некоторые факторы, которые следует учитывать при разработке долгосрочного прогноза состояния её ресурсов и динамики вылова отечественным флотом.

**Ключевые слова:** дальневосточная сардина, вспышка численности, перспективы промысла, рыбные рынки, новые технологии.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Анализируются результаты 19 пелагических траловых и гидроакустических съемок, выполненных в прикурильских водах северо-западной части Тихого океана (СЗТО) в июне-июле 2004–2023 гг., и пяти съемок в конце июля — начале сентября 2012, 2015–2017 и 2021 гг. Работы вели с борта НИС «ТИНРО» (14 съемок), НИС «Профессор Кагановский» (9 съемок) и НИС «Профессор Леванидов» (1 съемка). Траления разноглубинным тралом РТ 80/396 выполняли круглосуточно (площадь устья — 1200 м<sup>2</sup>, вертикальное раскрытие — 30 м, горизонтальное — 40 м). Раскрытие трала измерялось с помощью акустической системы Simrad FS25. Траловый мешок оснащали мелкочейной 10-мм вставкой. Численность и биомасса рыб рассчитывались по формуле метода площадей [4]. Коэффициент уловистости сардины принят равным 0,4. Статистика российского вылова в СЗТО приведена по данным отраслевой системы мониторинга. Данные о промысле дальневосточной сардины Японией и оценки состояния промыслового запаса любезно предоставлены японскими специалистами.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Периоды высокой численности дальневосточной сардины в СЗТО в предыдущем и текущем столетии начинались с появления урожайных поколений и роста воспроизводства на нерестилищах в водах Японии. Критическим фактором считается формирование хорошей кормовой базы для личинок сардины и молоди сразу после метаморфоза, что обеспечивает высокие темпы выживаемости [7]. В результате роста численности формируются плотные нагульные скопления сардины, мигрирующие в теплые сезоны года в северном направлении, в том числе в прикурильские воды океана и в Охотское море. Считается, что биомасса дальневосточной сардины при вспышках численности увеличивается более чем в 400 раз.

При достижении максимальной численности (плотности) в границах ареала, популяции сардины начинали воспроизводить потомство с низким темпом роста и поздним половым созреванием особей. Под действием фактора плотности наблюдалась массовая резорбция ооцитов разных периодов развития у половозрелых самок. Вследствие такой реакции популяций на действие фактора плотности происходило резкое сокращение общей численности, и наступала многолетняя депрессия запаса.

Промысел дальневосточной сардины в периоды вспышек её численности, определявших массовые подходы в российские воды с 1923 по 1941 гг. и с 1974 по 1993 гг., вели весьма интенсивно [1]. Во время первой из них подходы сардины осваивались отечественным промыслом в основном в водах Приморья и о. Сахалин. Вылов в 1929–1940 гг. варьировался в пределах 48,1–141,8 тыс. т.

Накануне второй вспышки численности, сардина в небольших количествах стала присутствовать в уловах кошельковыми неводами на промысле скумбрии в 1973 г. Прилов достигал 35% массы улова, при этом большая часть рыбы объеивалась. В 1974 г. случаи прилова сардины ещё более участились, и к промыслу кошельковыми неводами приступили пять судов, вылов которых составил 2,064 тыс. т. В дальнейшем вылов сардины год от года нарастал, за исключением небольшого отката в 1983–1985 гг., что объяснялось неблагоприятными метеоусловиями в районе промысла и задержкой выхода скоплений сардины из экономической зоны Японии [1].

После максимального вылова в 1990 г. (879,1 тыс. т), вылов сардины характеризовался резким обвалом в течение последующих трех лет. Если в 1991 г. промысловая обстановка в прикурильских водах ещё позволяла вести эффективный промысел, то в 1992 г. почти весь вылов пришелся на зону Японии (+52,6 тыс. т добыто отечественным флотом в Японском море). В 1993 г. лов вели только в зоне Японии с океанской стороны в июне-июле, после чего Япония закрыла для промысла ряд районов, и российский флот прекратил работу. Общий вылов составил 4,31 тыс. т.

Динамика вылова дальневосточной сардины в течение первых восьми лет текущего увеличения её численности демонстрирует прогрессирующий рост

до сходной с периодом предыдущей вспышки величины — 461 тыс. т в 1981 г. и 543,6 тыс. т в 2023 г. Это вполне совпадает с изложенным выше описанием механизма формирования численности сардины в периоды вспышек. Совершенно одинаковых циклов динамики обилия у морских рыб не наблюдается, так как на них влияют различающиеся условия среды и виды биологического окружения на разных уровнях численности. Тем не менее, можно предположить, что в основных чертах промысловый запас сардины будет вести себя сходным образом. Еще в начале 1980-х гг. была обоснована точка зрения, что изменения численности северо-тихоокеанских сардин носят циклический характер, обусловленный изменчивостью океанологических условий воспроизводства.

Промысловый запас сардины формируется в российских водах в результате миграции от японских островов. В разные периоды роста её численности вклад отдельных районов воспроизводства значительно отличается. Если в период 1920–30-х гг. основной вклад в пополнение запаса сардины вносили самые южные её нерестилища у южного побережья Кюсю, около 31°с.ш., то в 1970–80-е гг. центр воспроизводства сардины сместился значительно севернее — к побережью п-ова Босо, около 35°с.ш. В последние годы работают нерестилища сардины от островов Идзу (34°45 с. ш.) до побережья Касима (35°50 с. ш.) с пиком интенсивности нереста в феврале — апреле, что тоже сближает ситуацию последней и предыдущей вспышек численности сардины.

По свидетельствам японских ученых, вспышка численности сардины, проявившаяся в российских водах в 1920–30-г гг., на самом деле началась на 15 лет раньше. Статистика вылова сардины Японией, представляемая в Комиссию по рыболовству в северной части Тихого океана, демонстрирует его поступательный рост традиционным кошельковым промыслом, начиная с 2009 г. (рис. 2). В 2011 г. он превысил 100 тыс. т и к 2022 г. достиг максимума в 614,7 тыс. т в 2020 году.

Тихоокеанские воды Курильских островов — один из наиболее динамичных в океанологическом плане районов российских вод. Одним из источников высокой био- и рыбопродуктивности Южно-Курильского района является перенос зоопланктона на различных стадиях развития из продуктивных экосистем дальневосточных морей с течениями, переносящими внушительные объемы воды. Импорт детрита и зоопланктона из Охотского моря со стоком вод через Курильские проливы [5] также частично объясняет феномен повышенной продуктивности южной части прикурильских вод СЗТО и миграции сюда на нагул рыб субтропического комплекса.

В июне — начале июля учтенные в прикурильских водах биомассы сардины и скумбрии еще не достигают своего годового максимума. Сравнение оценок, полученных в июне-июле и в августе-сентябре в те годы, когда выполнялись обе такие съемки, показывает, что за два месяца биомасса сардины возрастает в среднем в 2,3 раза за счет продолжения подходов. А плотность распределения — ещё более значительно, поскольку июньские съемки охва-

тывали более значительную акваторию. Оценка биомассы сардины, полученная в конце лета 2021 г. гидроакустическим методом, дала величину запаса в 4,73 млн т (табл. 1). Это примерно равно оценке величины запаса сардины, полученной для 2021 г. японскими специалистами по данным когортного анализа (4,914 млн тонн в 2022 г.). Таким образом, рост биомассы сардины в течение наблюдающейся вспышки численности ещё не достиг максимума. По мнению японских ученых, в конце 1970-х — 1980-х гг. общий промысловый запас сардины превышал 10 млн тонн.

**Таблица 1.** Сравнение учтенной биомассы сардины по данным съёмок в июне-начале июля и в середине июля — начале сентября, 2012–2021 гг.

Сроки съёмки и учтенная биомасса (тыс. тонн)		Кратность оценки
<u>02.06–08.07.2012 г.</u> 0,000	<u>10.08–04.09.2012 г.</u> 0,543	∞
<u>1.06–1.07.2015 г.</u> 374,170	<u>22.07–16.08.2015 г.</u> 697,210	1,9
<u>1.06–1.07.2016 г.</u> 663,300	<u>13.07–14.08.2016 г.</u> 1742,470	2,6
<u>01.06–01.07.2017 г.</u> 3214,260	<u>08.08.–08.09.2017 г.</u> 3258,000*	1,0
<u>01.06–18.07.2021 г.</u> 1327,450	<u>16.08–11.09.2021 г.</u> 4731,000*	3,6

*Примечание:* \* — по данным гидроакустической съёмки

Обсуждая перспективы развития промыслового запаса сардины, формирующегося в прикурильских водах Тихого океана, мы вслед за В.П. Шунтовым и О.А. Ивановым [6] считаем, что данные последних лет свидетельствуют о продолжении волны её высокой численности. Чтобы судить о перспективах дальнейшего промыслового освоения ресурсов сардины, следует рассмотреть ряд воздействующих на него факторов, включая технические, технологические, рыночные, а также природные факторы. В отличие от предыдущей вспышки численности сардины, когда основным орудием её лова служил кошельковый невод, в настоящее время разноглубинными тралами добывается более 95% сардины. По мнению специалистов, на промысле сардины эффективность кошельковых неводов в 3,3 раза выше эффективности разноглубинных тралов [3]. Но на вооружении современного добывающего флота кошельковые невода сейчас практически отсутствуют, и перспективы получить их в обозримые сроки нет. Максимальный годовой объем вылова сардины, который может быть поставлен на рынок в виде пищевой продукции, оценен экспертом В.Н. Филатовым в 50 тыс. т с учетом готовности добывающего флота, перерабатывающих мощностей и потребности отечественного рынка рыбной продукции. При этом лишь 40–50% сардины, выловленной

тралом, может быть использовано для производства пресервов в море. Если доставлять сырец на береговые рыбообработывающие предприятия, эта доля упадет до 10–20%.

На помощь развивающемуся промыслу сардины пришла ситуация на рыбном рынке южноазиатского региона. Крупномасштабная аквакультура КНР требует колоссального количества кормов и рыбной муки для её производства. В 1990-е — начале 2000-х гг. роль рыбы, обеспечивающей техническую продукцию для производства рыбной муки, выполнял японский анчоус. После начала промысла анчоуса в КНР в 1990 г., его вылов быстро достиг уровня в 900 тыс. т во второй половине 1990-х гг. Так как практически весь улов направлялся на производство рыбной муки, требования к внешнему виду вылавливаемого анчоуса были низкими. Менее чем через десять лет после начала интенсивного промысла вылов анчоуса КНР снизился с почти 1 млн тонн до 300 тыс. т в 2009–2010 гг. В Японии, после кратковременного роста вылова анчоуса до 245–260 тыс. т, также произошло ощутимое снижение [8], в среднем до 60,5 тыс. т в 2002–2022 гг. Вылов анчоуса в Республике Корея после 2020 г. также заметно снизился. Поэтому ситуация с дефицитом сырья для производства рыбной муки вряд ли изменится в ближайшее время.

На пользу продолжения развития крупномасштабного тралового промысла сардины идут новые технологии, обеспечивающие прогресс, как в добыче, так и в сохранении и доставке сырца на переработку. Если в 1981 г. годовой вылов в 461 тыс. т обеспечила работа на промысле в среднем 120 судов, то в 2023 г. 543,6 тыс. т добыто при нахождении на промысле в среднем 22 единиц. Современные рыбопромысловые суда способны добывать за год более 90 тыс. т рыбы-сырца. Формирование в последние годы новой схемы добычи, перевозки и переработки уловов таких рыб — без подъема уловов на борт, в наливных трюмах с судовой системой охлаждения воды [2], на береговых рыбомучных и жиромучных установках, может обеспечить производство пищевой продукции (пресервов) из сардины с минимальными потерями сырца.

## **ВЫВОДЫ**

После 2014 г. в прикурильских водах Тихого океана и в водах, прилежащих к японским островам, произошли значимые изменения в составе рыбных сообществ пелагиали, связанные с развитием новой волны численности дальневосточной сардины. Эта волна численности развивается в настоящее время, положительные тренды динамики численности сардины тихоокеанской популяции сохраняются, что обещает благоприятные перспективы ее промысла на ближайшие годы. Технологический прогресс и ситуация на рыбном рынке в южно-азиатском регионе способствуют эффективному освоению формирующихся ресурсов.

Для разработки перспективного прогноза состояния запасов дальневосточной сардины требуется продолжение, а в Японском море — возобновление научно-исследовательских работ с выполнением траловых пелагических

съемок, анализом биологии и темпов роста рыб, темпов созревания и состояния половых продуктов, а также мониторинг работы промыслового флота с его последующим анализом. Обмен информацией с японскими специалистами также будет весьма полезен.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Барышко М.Е. Промысел скумбрии и сардины-иваси на Дальнем Востоке / Монография. — Владивосток: Дальрыбвтуз.— 2009.— 479 с.
2. Буслов А.В., Байталюк А.А. Наливные рыболовные суда — новый тренд на промысле минтая у южных Курильских островов // Рыбное хозяйство.— 2023.— № 4. — С. 74–79. DOI: 10.37663/0131–6184–2023–4–74–79.
3. Кручинин О.Н., Мизюркин М.А., Захаров Е.А., Волотов В.М., Шабельский Д.Л., Ваккер Н.Л. Работа флота на промысле дальневосточной сардины и японской скумбрии в прикурильских водах в современный период высокой численности этих видов // Изв. ТИНРО.— 2022. — Т. 202, вып. 2. — С. 414–428. DOI: 10.26428/1606–9919–2022–202–414–428.
4. Нектон северо-западной части Японского моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток, ТИНРО-центр, 2004.— 225 с.
5. Радченко В.И. Характеристика экосистемы Охотского моря по результатам моделирования // Тр. ВНИРО.— 2015. — Т. 155. — С. 79–111.
6. Шунтов В.П., Иванов О.А. «Неверная рыба» или неверные гипотезы: что происходит с nekтоном прикурильских океанических вод? // Изв. ТИНРО.— 2021. — Т. 201. — С. 3–23.
7. Ozeki Y. Mechanism causing the variability of the Japanese sardine population: Achievements of the Bio-Cosmos Project in Japan // PICES Press.— 2000. — Vol. 8, No. 1. — P. 20–23.
8. Yatsu A. Review of population dynamics and management of small pelagic fishes around the Japanese Archipelago // Fisheries Science.— 2019. — Vol. 85. — P. 611–639. DOI: 10.1007/s12562–019–01305–3

## **Запасы и уловы воблы, и ее доступность населению Астраханской области**

*В.В. Барабанов, М.Н. Горохов, Ю.М. Зозуленко, Н.Н. Харченко, С.В. Шипулин*

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)

E-mail: barabanovvv@kaspnirh.vniro.ru

**Аннотация.** В статье приведен анализ стоимости пищевой рыбной продукции из водных биологических ресурсов Волжско-Каспийского бассейна в зависимости от состояния запасов, главным образом воблы. Приведены факторы, влияющие на изменения цен на пищевую рыбную продукцию, к которым относятся общие экономические условия, состояние запасов, уровень освоения ОДУ и др. Показана связь между состоянием запасов и уловов (предложением) и спросом на продукцию.

**Ключевые слова:** вобла, цена, улов, запас.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Значительную часть XIX и XX столетий благополучие и процветание населения Астраханской области, и, в существенной части этого периода, населения европейской территории нашей страны в решающей степени зависело от состояния рыбных запасов водных биологических ресурсов Волго-Каспия, среди которых первое место занимала вобла. Наличие обильного, доступного, дешевого водного биоресурса вкупе с простыми возможностями по изготовлению продукции длительного хранения — воблы сушеной и вяленой — способствовало обеспечению продовольственной безопасности населения, что было особенно значимо в годы Гражданской и Великой Отечественной войн.

В начале XX века уловы воблы приближались к четверти миллиона тонн, составляя до  $\frac{1}{4}$  всей добычи рыбы в стране. Вобла представляла собой обычный продукт питания, далеко не премиального сегмента, нагрузка со стороны любительского рыболовства, браконьерства и иных форм ННН составляла незначительную долю промыслового изъятия. Информация о дешевизне и доступности продукции из воблы являлась одной из важных частей суждений об общем изобилии рыбных богатств Нижней Волги и г. Астрахани. Легенды об этом изобилии до сих пор определяют значительный интерес к региону со стороны рыболовов-любителей нашей страны и стран бывшего СССР с апреля по май. Цена на данный водный биологический ресурс, точнее на наиболее широко распространенную продукцию, также служит мерилем состояния запасов водных биоресурсов в глазах значительной части населения прикаспийских субъектов Российской Федерации.

Состояние запасов воблы начало сильно сокращаться в предвоенный и послевоенный периоды, в том числе, в связи с последствиями гидростроитель-

ства и особенностями водного режима Волги, контролирующих естественное воспроизводство вида. Доля воблы относительно всех уловов Астраханской области составляла в 1900 г. 46,2%, в 1930 г.— 56,2%, в 1960 г.— 20,6%, в 1990 г. — только 10,2%, в 2020 г. эта доля снизилась до 2,5%.

При общем падении запасов и уловов Южного рыбохозяйственного района Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, уловы и запасы воблы падают быстрее уловов других видов водных биоресурсов. В последние 5 лет доля воблы в уловах полупроходных и речных рыб изменялась с 2,9% в 2019 г., 2,4% в 2020 г., 2,5% в 2021 г., 2,5% в 2022 г., дойдя до 1,7% в 2023 г. В абсолютном выражении падение составляет величину от 241,6 тыс. т (Астраханская область) в 1930 г. до 0,778 тыс. т (Южный рыбохозяйственный район Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна) в 2023 г.

В тот же самый период оценки нагрузки со стороны любительского рыболовства на популяцию воблы составляли примерно равные объемы с промышленным выловом в 2019 г., в 2020 г. в 5 раз меньше, что было связано с пандемией, и далее последовал значительный рост — в 2021 г. больше в 1,4 раза, в 2022 г. в 1,6 раза и в 2023 г. уже более чем с 2,2 раза.

Кроме изъятия водных биоресурса промышленным и любительским рыболовством, есть также ННН-вылов, который здесь рассмотрен не будет. Однако отметим, что любительское рыболовство и ННН-промысел оказывает двойное влияние на цену воблы, с одной стороны обеспечивая более низкий порог доступности товара для населения, тем самым снижая спрос на нее, способствуя формированию более низких цен в моменте, с другой — снижает дополнительным неучтенным изъятием запас и возможность его восстановления за счет естественного воспроизводства, что влечет за собой рост цены на продукцию в перспективе.

## **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

В Волжско-Каспийском филиале ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») проведение экономических исследований возобновилось с 2020 г. В их рамках собиралась, начиная с 2021 г., информация о розничной (потребительской) цене распространенных видов продукции из водных биологических ресурсов, из которых далее рассматривать будем воблу, как вид со снижающимися запасами и уловами, судака, как вид со сравнительно стабильным уловом последние годы, сазана, как вид с растущими запасом и уловом. Работы проведены в соответствии с методикой ценового мониторинга [2].

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Вообразим ситуацию, когда состояние запасов и уловов определенного вида стабильно. В условиях консервативного спроса на продукцию из данного вида, весьма вероятно, что изменение цены продукции в годовом исчислении будет соответствовать величине инфляции. Мы вправе ожидать, что при сокращающемся запасе (уловах) изменение цены на данный вид водного

биоресурса или продукцию из него будет опережать инфляцию и, напротив, при улучшающемся состоянии запаса изменение цены будет ниже инфляции. Конечно, на цену продукцию будут оказывать влияние и другие социально-экономические факторы, которые здесь будут оставлены без рассмотрения.

Динамика уловов воблы приведена выше, для сравнения взята динамика уловов видов водных биоресурсов, которая составляет для судака — 3,1% в 2019 г, 4,9% в 2020 г., 5,0% в 2021 г., 5,3% в 2022 г., дойдя до 5,7% в 2023 г., для сазана — 4,3% в 2019 г, 4,7% в 2020 г., 5,4% в 2021 г., 6,7% в 2022 г., дойдя до 10,5% в 2023 г.

Следует отметить, что во внутригодовом цикле, с учетом биологии видов, пик уловов воблы приходится на апрель и май, судака — на октябрь и ноябрь, сазана — на апрель и ноябрь. Наиболее распространенными видами продукции из воблы является рыба-сырец, появляющаяся на рынке в весенний период в свежем виде, и позднее — вобла вяленая (сушеная или сушено-вяленая). Стоимость вяленой воблы сильно варьирует в зависимости от размеров. Вместе с тем, в последнее время на рынке широко представлен ассортимент вяленой икры воблы в вакуумной упаковке.

Ассортимент продукции из судака и сазана наиболее представлен свежей рыбой-(сырцом) или замороженной продукцией. Также можно отметить, что, если доступность ресурса не определяется жестко биологией вида, как это имеет место для воблы, ресурс представлен на рынке круглогодично, несмотря на предусмотренные в Правилах рыболовства запреты и ограничения. Вобла в свежем виде представлена в торговых точках г. Астрахани только в весенний период (март, апрель, начало мая). Судак и сазан в свежем виде практически круглогодично представлен в торговых точках. Среднегодовые потребительские цены на продукцию из воблы сазана и судака представлены в табл. 1.

**Таблица 1.** Потребительские цены на различные виды продукции из воблы, судака и сазана

Вид рыбы	Средняя цена, руб/кг		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Вобла сырец (свежая)	158,5	205,0	320,0
Вобла вяленая	826,0	1010,9	1230,0
Судак свежий (сырье)	233,3	229,9	255,9
Судак мороженный	254,7	282,7	330,0
Сазан сырец (свежий)	155,8	140,0	162,4
Сазан мороженный	173,8	128,0	155,1

К 2022 г. цена на воблу свежую поднялась относительно 2021 г. на 29,3%, к 2023 г. цена на воблу свежую поднялась относительно 2022 г. на 56,1%. Соответственно цена воблы вяленой возросла на 22,4 и 21,7%. Причины разни-

цы в стоимости свежей воблы и готовой продукции из нее остаются в целом за рамками настоящей работы, однако не исключено, что устоявшаяся сравнительно низкая цена на вяленую воблу в 2023 г. связана с существенным ухудшением качественных характеристики продукции (сокращение размеров рыбы, реализация залежалых запасов прошлых лет на фоне дефицита рыбы текущего года, с ухудшением вкусовых качеств продукции).

К 2022 г. цена на судака свежего снизилась относительно 2021 г. на 1,5%, к 2023 г. цена на судака свежего поднялась относительно 2022 г. на 11,3%. Соответственно цена судака мороженого возросла на 11,0 и 16,7%. Общее повышение цены с 2021 по 2023 гг. составило для судака свежего 9,7%, судака мороженого – 29,6%.

К 2022 г. цена на сазана свежего снизилась относительно 2021 г. на 26,4%, к 2023 г. цена на сазана свежего поднялась относительно 2022 г. на 18%. Соответственно цена сазана мороженого возросла на 22,4 и 21,7%. Общая цена с 2021 по 2023 гг. для сазана свежего повысилась на 4,2%, для сазана мороженого понизилась на 13,1%.

За минувшие три года свежей рыбой с наиболее высокой ценой стала вобла, обогнав в цене судака.

Информация об инфляции за последние три года взята из данных Астраханьстата (<https://30.rosstat.gov.ru/>). Инфляция в 2021 г. составила 8,49%, в 2022 г.— 12,73%, в 2023 г.— 7,01%. За тот же период продовольственная инфляция составила 10,7%, 11,6% и 8,7% соответственно.

Для составления мнения о доступности продукции для населения может быть реализован и другой подход, связанный с расчетом покупательной способности населения. Информация о средних заработных платах по Астраханской области также взята из данных Астраханьстата (<https://30.rosstat.gov.ru/>). Номинальная средняя заработная плата по Астраханской области в 2021 г. составила 42 095,5 рублей, в 2022 г.— 47 779,9 рублей, в 2023 г. (январь-ноябрь) — 51 103,5 рублей. В ряду трех лет видим значительное снижение покупательной способности для воблы, например, почти в 1,7 раза для воблы свежей, и ее рост для сазана, например, почти 1,4 раза для сазана мороженого, оставляя судака в промежуточной зоне — с незначительным ростом доступности судака свежего и снижением доступности судака мороженого (табл. 2).

**Таблица 2.** Покупательная способность по различным видам продукции из водных биологических ресурсов с учетом средней заработной платы по Астраханской области в 2021–2023 гг., кг

Год	Вобла свежая	Вобла вяленая	Судак свежий	Судак мороженный	Сазан свежий	Сазан мороженный
2021	265,59	50,96	180,44	165,27	270,19	242,21
2022	233,07	47,27	207,83	169,01	341,29	373,28
2023	159,70	41,55	199,70	154,86	314,68	329,49

Предположения об изменении цен на продукцию из водных биологических ресурсов находятся в соответствии с нашими ожиданиями по их зависимости от статуса ресурса и величины инфляции. Максимальный рост цен, значительно опережающий инфляцию, отмечен для воблы, точнее продукции из нее — вида, численность которого постоянно сокращается. Минимальный рост цен, или даже их снижение, наблюдается для сазана, точнее продукции из него, запасы которого и уловы существенно выросли в последние годы.

Таким образом, цена на наиболее распространенную продукцию из воблы зависит с одной стороны от состояния запасов и величины уловов водных биологических ресурсов, с другой стороны — определяется общими инфляционными процессами. За три последних года вобла стала существенно менее доступна для населения Астраханской области, относительно двух других видов водных биоресурсов (продукции из них), что указывает на выраженное сокращение запасов этого вида рыб. Дефицит ресурса, из которого можно было бы вырабатывать растущую в цене продукцию, вызывает в последние годы либо подмену воблы сходными видами водных биоресурсов из того же и близких бассейнов — «импорт» плотвы, например, либо замещение его видами, близкими по потребительским качествам (красноперка вяленая, густера вяленая), хотя и уступающих оригинальной продукции.

## **ВЫВОДЫ**

1. При условии сохранении спроса на данную продукцию в ряду лет, очищенные от инфляции и влияния социально-экономических факторов цены могут являться хорошим индикатором состояния ресурса. Также вероятен дальнейший существенный рост цены на продукцию из воблы при дальнейшем сокращении запаса и все большем замещении сырья и продукции в рационе населения на добываемое (привозимое) из других бассейнов.

2. Успехи в рыболовстве на других бассейнах, не рассматриваемые здесь, вкупе с развитием товарной логистики, позволяют замещать различные местные водные биоресурсы и продукцию из них, хотя еще 20 лет для Астраханской области подобное казалось немыслимым. Наряду с этим, наличие продукции из водных биоресурсов из других бассейнов, с учетом качества продукции и спроса местного населения на свежую рыбу либо традиционную продукцию из нее, а также цены продукции, все еще не заставляют отказываться потребителя от аборигенных видов водных биоресурсов, а состояние запасов других видов из них позволяет удерживать цены на приемлемом для населения уровне или даже снижать их.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Иванов Г.Г., Ефимовская Л.А., Скоробогатых И.И., Сидорчук Р.Р. Мусатова Ж.Б. / Методика ценового мониторинга на социально значимые продовольственные товары // Международная торговля и торговая политика. 2015. № 4, С. 92–109.

## Перспективы вступления Российской Федерации в «скумбриевый клуб» НЕАФК

Беляев В.А.<sup>1</sup>, Винниченко В.И.<sup>2</sup>, Педченко А.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: belyaev@vniro.ru

**Аннотация.** Рассматривается встречаемость и распределение скумбрии в Баренцевом и Белом морях за период с 1907 г. по настоящее время. Отмечается, что в разные годы с скумбрия встречалась разных возрастов. Полученная информация в дальнейшем может использоваться Россией, которая ведет активный промысел скумбрии в Северо-Восточной Атлантике, для отстаивания своих интересов в конвенционном районе НЕАФК(NEAFC).

**Ключевые слова:** скумбрия, информация о встречаемости, Баренцево море, Северо-Восточная Атлантика.

### ВВЕДЕНИЕ

Скумбрия или макрель (*Scomber scombrus*) уже более 4-х десятилетий является одним из основных объектов отечественного промысла в международных водах северо-восточной Атлантики (СВА). Приоритет в обнаружении и освоении запасов скумбрии в этом регионе принадлежит СССР/России. Впервые промысловые скопления этой рыбы здесь были обнаружены отечественными научно-поисковыми судами в открытой части Норвежского моря (ОЧНМ) в 1980 г., в Западно-Европейской котловине — в 1982 г., в море Ирмингера — в 2013 г. Крупномасштабный промысел скумбрии на регулярной основе был организован только в Норвежском море, где вылов рыбы в отдельные годы превышал 100 тыс. т. В остальных двух районах, в связи с нестабильной промысловой обстановкой, российские суда работали эпизодически с годовым выловом скумбрии не более одной тысячи т.

За истекший период российскими специалистами выполнен значительный объем научно-промысловых исследований, направленных на изучение миграций, распределения, условий образования скоплений и состояния запасов скумбрии. Собранные данные ежегодно передавали в международный совет по исследованию морей (ICES) и в комиссию по рыболовству в СВА (NEAFC), для разработки мер регулирования промысла этой рыбы.

Кроме районов традиционного промысла, определённый объём научно-промысловой информации по скумбрии собран в российских водах Баренцева и Белого морей. Отмечено (Калашников, Сентябов, 2022), что этот вид

периодически встречали и облавливали в границах теплых вод Баренцево-морских течений с 1907 г. по 2017 г. в пределах ныне существующей исключительной экономической зоны Российской Федерации (ИЭЗ РФ). Тем не менее, большинство стран – участниц NEAFC считает, что информационная база России по данному вопросу недостаточно аргументирована, обоснована, что не позволяет считать Российскую Федерацию совладельцем запаса этой рыбы. Поэтому на совещаниях государств, прибрежных по отношению к скумбрии, Россия до настоящего времени принимает участие только в качестве наблюдателя.

В этой связи, весьма актуальной представляется задача изыскания дополнительной информации, подтверждающей наличие в ИЭЗ РФ скоплений скумбрии. Учитывая важность указанной проблемы, российские специалисты в 2023 г. провели расширенный поиск и получили значительный объем новых данных о распределении скумбрии в прибрежных водах Мурмана.

Основная цель настоящей работы – обобщить всю имеющуюся информацию о встречаемости скумбрии в Баренцевом и Белом морях, и на этой основе подготовить обоснование статуса России как прибрежного государства по отношению к запасу этой рыбы в СВА. Кроме того, материалы настоящей публикации могут использоваться при организации исследований, поиска и промысла скумбрии в ИЭЗ РФ.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для изучения встречаемости и распределения скумбрии использовали следующие источники информации:

- литературные данные за период 1907–2022 гг.;
- рейсовые отчёты научно-исследовательских судов ПИНРО – ВНИРО;
- отчёты наблюдателей ПИНРО – ВНИРО на промысловых судах;
- материалы совместных российско-норвежских экосистемных съёмки Баренцева моря 1965–2022 гг.;
- неопубликованные сведения специалистов научных судов ПИНРО – ВНИРО;
- сведения интернет-ресурсов об уловах рыбаков-любителей в Баренцевом и Белом морях;
- данные опросов владельцев и капитанов рыболовных катеров, обслуживающих рыбаков-любителей.

Для изучения распределения скумбрии использовали материалы, собранные с помощью следующих орудий лова:

- дрефтерные сети, которые применяли на промысле мелкой Мурманской сельди;
- разноглубинный канатный трал (черт. 2492, с минимальным размером ячеи 16 мм) с вертикальным раскрытием 50м;
- специализированный сетной пелагический трал с раскрытием 20x20м, предназначенный для учёта 0 – группы;

– ручные уды, которые применяли для лова донных рыб «в отвес» с использованием искусственной наживки;

– спиннинги и удочки для любительского лова с блёснами различного типа.

Для анализа динамики теплового состояния вод Баренцева моря использовали сведения литературных источников. Условия формирования скоплений скумбрии изучали с применением данных распределения температуры поверхности моря.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Ретроспективный обзор

Ранее обзор встречаемости скумбрии в Баренцевом и Белом морях в предыдущем столетии был представлен в публикации Ю.Н. Калашникова и Е.В. Сентябова (2022). Сокращённый его вариант приводится ниже.

Первое упоминание о вылове скумбрии в российских северных водах относится к октябрю 1907 г., когда в Белом море (в районе г. Кемь) был пойман крупный экземпляр этой рыбы длиной 40 см (Кузнецов, 1909; Промысловые рыбы ..., 1952).

В Баренцевом море макрель была отмечена в августе 1916 г., когда в Тюва Губе (Кольский залив) было выловлено свыше 10 тыс. пудов сельди. В этом улове в количестве 1–2% отмечена скумбрия размером 19–22 см (Веберман, 1918).

В 1924, 1936–1937 и 1946 гг. в районе Мурманского побережья наблюдалось значительное количество мелкой скумбрии длиной 16–17 см и массой 30–50 г (Марти, 1980). Случаи поимки макрели были отмечены и у западного побережья архипелага Новая Земля (Агапов, Топорков, 1937).

Ханс Тамбс-Люхе (1956) также упоминал, что в середине 1920-х годов русские рыбаки вылавливали у Мурманского побережья по 300–400 кг макрели.

В августе 1924 г. около селения Колвицы на Терском берегу было добыто около 1,5 т скумбрии (Дерюгин, 1928; Андрияшев, 1954). Кроме того, заходы скумбрии отмечены в губе Гридино (Карелия) в 1936, 1939 и 1946 гг. (Алтухов и др., 1958).

В сентябре-октябре 1936 г. скумбрия вылавливалась вдоль всего мурманского побережья от полуострова Рыбачий до Горла Белого моря. Так, в уловах дрейферных ботов, полученных на промысле сельди наблюдалось до 315 кг скумбрии на один дрейф сельдяного бота (Есипов, Карантонис, 1936; Промысловые рыбы ..., 1952; Андрияшев, 1954).

В 1939 г. в Кандалакшском заливе Белого моря был пойман экземпляр макрели длиной 42 см и весом 420 г (Андрияшев, 1954). Б.М. Тамбовцев (1949) также упоминал о частых поимках скумбрии в этом районе в 1946–1948 гг.

По данным К.А. Алтухова и др. (1958), появление скумбрии в Белом море отмечали в тёплые годы, когда в районы, прилегающие к Кольскому полуо-

стру, мигрировала молодь этой рыбы (двухлетки). В тёплые годы макрель могла широко распространяться в Баренцевом море, подходить в значительных количествах к берегам Мурмана и одновременно проникать в Белое море, где она распределялась на участках с максимальной солёностью и питалась молодью сельди.

В первой половине предыдущего столетия взрослые половозрелые особи скумбрии встречали в Баренцевом море крайне редко, в то время как молодые особи (в возрасте 2-х лет длиной до 19–22 см) вылавливали тысячами килограммов (Промысловые рыбы ..., 1952; Андрияшев 1954).

Во второй половине XX — начале XXI веков информация о встречаемости скумбрии в Баренцевом и Белом морях отсутствует.

### Современные данные

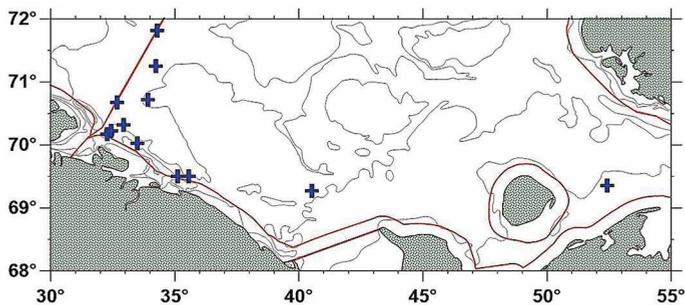
В настоящее время для оценки многолетней изменчивости теплосодержания вод Баренцева моря и ее взаимосвязи с крупномасштабными колебаниями атмосферных и океанических процессов активно используются ряды данных по среднегодовой температуре воды на разрезе «Кольский меридиан» (120 лет океанографических..., 2022). Согласно этих материалов, 1907, 1924–1927, 1936–1937, 1939, 1946–1948 гг., в которые вылавливали скумбрию у побережья Баренцева моря и в Белом море, характеризовали как теплые и умеренно теплые по среднегодовой температуре в слое 0–200 м ст. 3–7 разреза, и связывали это с потеплением Арктики в 1930–1950-х годах (Терещенко, 2000).

На современном этапе, согласно климатическому индексу Баренцева моря, устойчивый тёплый период начался с 2000 г. (Трофимов, и др., 2023). Авторами отмечено, что среднегодовая температура воздуха в Баренцевом море в 1981–2016 гг. увеличивалась на 0,05 и 0,10 °C в год на западе и востоке моря соответственно, среднегодовая температура поверхности моря и температура атлантических вод на разрезе «Кольский меридиан» — на 0,04 °C в год, также увеличивалась площадь атлантических вод в августе–сентябре — на 4,0 тыс. км<sup>2</sup> в год, тогда как площадь арктических вод в августе–сентябре сокращалась на 6,9 тыс. км<sup>2</sup> в год.

Мониторинг океанографических условий Баренцева моря показал, что в температура воздуха и поверхностного слоя вод имели положительные аномалии с 2004 и 2007 гг., соответственно. С начала 2000-х годов начался период повышенного солезапаса вод (хотя и незначительно), на что указывали данные наблюдений на Кольском разрезе, причем на южных его станциях этот период наступил позже и закончился раньше — уже с начала 2010-х годов в водах южной части разреза отмечали отрицательные аномалии солёности (Состояние сырьевых биологических..., 2023). Анализ многолетних наблюдений на Кольском разрезе показал (120 лет океанографических..., 2022), что с 2000-х годов в потоках Прибрежной (ст. 1–3) и Основной (с. 3–7) ветвей Мурманского течения отмечали положительные аномалии температуры воды в слое 0–50 м равные 0,5–1,8 °C и 0,7–2,0 °C, соответственно.

Таким образом, можно констатировать, что в 2000–2020 гг., в период активной фазы потепления вод Баренцева моря сложились благоприятные предпосылки для расширения ареала распределения скумбрии в прибрежные районы моря.

В июле 2013 г. российский НИС «Вильнюс» выполнил несколько экспериментальных приповерхностных тралений на скорости 4,5 узлов в прибрежных водах на юго-западе ИЭЗ РФ Баренцева моря. В одном из уловов, полученных в координатах 70°01' с. ш., 33°30' в. д. (рис. 1) отмечено 10 экземпляров скумбрии длиной 37–42 см, в среднем–39,0 см. Эхозаписи скоплений рыбы в поверхностном слое не отмечали. Температура поверхности моря на этом участке составила 11,6 °С.



**Рис. 1.** Местоположение уловов скумбрии пелагическим тралом в ИЭЗ РФ Баренцева моря в 2013–2017 гг.

В сентябре 2015–2017 гг. отдельные особи скумбрии длиной 34–41 см отмечены на акватории Мурманского языка (Калашников и Сентябов, 2022). Кроме того, по неопубликованным данным ПИНРО — ВНИРО, в этот период эту рыбу вылавливали в районе острова Кильдин и в Восточно-Прибрежном районе (рис. 1).

В августе-сентябре 2013 г., в ходе российско-норвежской экосистемной съёмки, на юго-западе Баренцева моря в уловах отмечали сеголетки скумбрии (рис. 2), причём, часть акватории распределения мальков этой рыбы находилась в пределах ИЭЗ РФ. Длина сеголеток составляла 2,5–7,0 см. В среднем — 4,2 см.

По сообщениям сотрудников ПИНРО-ВНИРО в летние месяцы скумбрию иногда отмечали в уловах донных рыб, полученных удебными снастями в течение последнего десятилетия в прибрежных районах Мурмана. Эти наблюдения подтверждаются результатами опроса десяти владельцев и капитанов рыболовных катеров, согласно которым скумбрию периодически вылавливали вместе с треской и пикшей вертикальными удами практически на всей акватории между норвежской экономической зоной (НЭЗ) и Териберкой, обычно в период с июля по сентябрь. Следует отметить, что при маловетреной погоде на поверхности моря здесь визуально нередко регистрировали косяки рыбы,

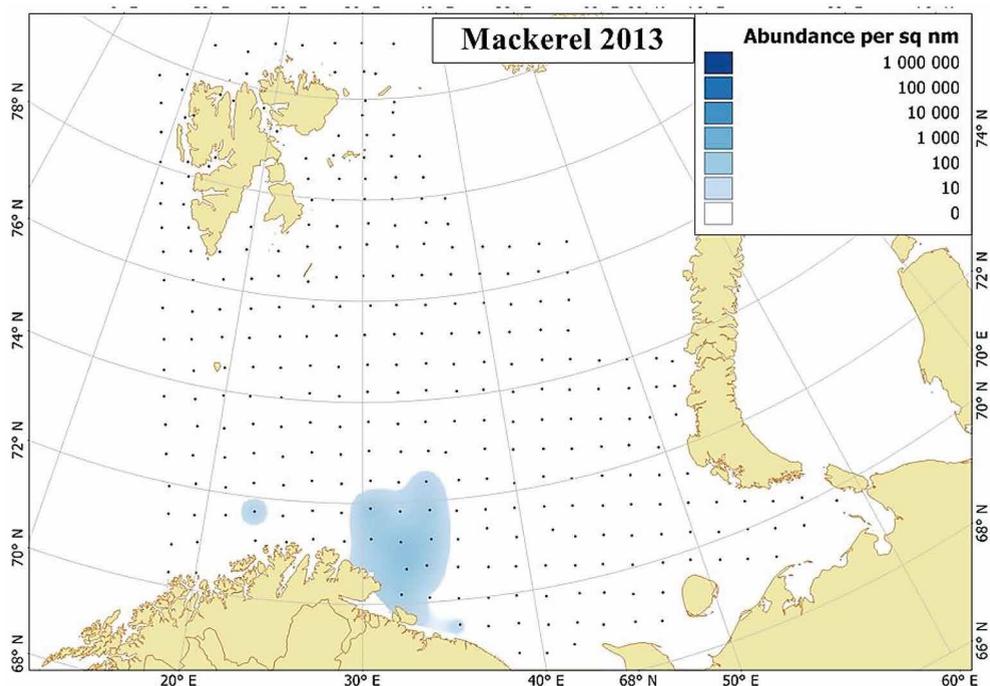


Рис. 2. Распределение 0-группы скумбрии в Баренцевом море в августе-сентябре 2013 г.

видовая принадлежность которых обычно не определялась. По словам капитана рыболовного катера Ю.Е. Чибиева, в июле 2016 г. в губе Карелинская (полуостров Рыбачий) он наблюдал на поверхности моря крупную стаю рыбы. При подходе катера к косяку рыба быстро опустилась на глубину 30–50 м, что подтверждали записи эхолота. На этом скоплении 3 рыбака-любителя, используя вертикальные уды с искусственной наживкой за 20 минут выловили около 60 кг скумбрии.

По информации владельца одного из рыболовных катеров, в августе 2015 г. он встретил рыбака-любителя, который за два дня на мелководье Мотовского залива (полуостров Рыбачий) спиннингом выловил около 150 кг макрели.

Определение размеров скумбрии рыбаками-любителями не производилось, однако, по визуальной оценке капитанов рыболовных катеров, длина выловленных рыб изменялась от 25 до 40 см, и вес ее особей не превышал 0,5 кг.

В интернете первое сообщение о выловах скумбрии в прибрежных водах Кольского полуострова появились в конце предыдущего десятилетия. В частности, на сайте «Хибины» (Мурманская область) в августе 2013 г. была размещена информация об уловах этой рыбы рыбаками Печенгского района. В указанный период, по данным сайта «Мурманский Рыболовный Форум», макрель также вылавливали в Мотовском заливе. Здесь два рыбака-любителя выловили 16 экземпляров скумбрии весом от 500 до 700 г. Рыбалка осущест-

влялась ночью в поверхностном слое над глубинами 7–9 м с помощью спиннингов, оснащённых вращающимися и колеблющимися блёснами. Скумбрия распределялась отдельными стайками вместе с сайдой.

Согласно сообщению рыбака-любителя на форуме сайта «Клуб УАЗ-Патриот», летом 2014 г. скумбрию вылавливали в губе Большая Волоковая (полуостров Средний). Следует отметить, что однажды ночью здесь отмечали приповерхностную стаю, состоящую из сельди и скумбрии.

Летом 2018 г. косяк скумбрии наблюдался на поверхности моря в Мотовском заливе (Сальников, 2018). В погоне за мелкой рыбой скумбрия иногда подходила близко к берегу, где становилась доступной для облова спиннингом. Успешная рыбалка продолжалась в течение двух дней, после чего в районе появились дельфины, и скопления скумбрии рассредоточились. Сведения о величине вылова и размерах скумбрии в статье В. Сальникова не приведены.

## ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе полученных результатов обращают на себя внимание следующие обстоятельства:

- исторические данные о встречаемости скумбрии в российских водах имеются только для первой половины предыдущего столетия, причём в Баренцевом море в этот период встречались исключительно мелкие рыбы, в Белом море – только крупные особи;

- во второй половине XX века какие-либо сведения о распределении макрели у побережья Кольского полуострова отсутствуют;

- за последнее десятилетие собраны материалы, которые свидетельствуют о сезонных миграциях среднеразмерной и крупной скумбрии в воды Мурмана.

В настоящее время отсутствует достоверная информация, которая позволяет объяснить несоответствия в размерном составе между скумбрией, выловленной в различные годы и в различных районах Баренцева и Белого морей. По нашему мнению, возможной причиной возникновения таких несоответствий являются различия в селективности орудий лова, применяемых для добычи скумбрии. Тем не менее, имеющиеся материалы уже сейчас свидетельствуют о встречаемости в Баренцевом море всех размерно-возрастных групп скумбрии от сеголетков до крупных половозрелых особей.

Распределение скумбрии в Баренцевом и Белом морях в первой половине XX века некоторые специалисты (Кузнецов, 1909; Есипов, Карантонис, 1936; Алтухов и др., 1958) объясняют потеплением вод в этих районах и появлением урожайных поколений макрели. Вместе с тем, отсутствие информации о встречаемости скумбрии в районах Мурмана во второй половине предыдущего столетия можно объяснить уменьшением теплосодержания водных масс и снижением запаса этой рыбы в СВА (Калашников, Сентябов 2022). Напротив, возобновление миграции скумбрии в ИЭЗ РФ в последнее десятилетие,

вероятно, было обусловлено как ростом численности популяции этой рыбы, так и повышением теплосодержания вод в Баренцевом море.

Распределение скоплений скумбрии, как и многих других видов рыб, в значительной степени зависит от величины её запаса, температурных условий и состояния кормовой базы (Калашников, Сентябов, 2022). Максимальная акватория промысла скумбрии в Норвежском море и сопредельных водах была отмечена в середине второго десятилетия XXI века, когда нерестовая биомасса этой рыбы составляла 4,5–5,6 млн т, а положительные температурные аномалии достигали экстремальных значений. В последующий период происходило снижение нерестового запаса (до 3,5 млн т в 2021 г.), при этом температура вод в Норвежском море также снизилась. Указанные изменения сопровождалось значительным сокращением площади западных районов промысла и перераспределением скумбрии на северо-восток Норвежского моря.

Продолжительный период повышения температурного фона при увеличении площади распределения атлантических вод в Баренцевом море с начала 2000-х годов расценивался (Греков и др., 2024) как благоприятный для многих видов рыб, в том числе промысловых. Сохранение этих тенденций (Сентябов, Трофимов, 2024), позволяет предположить расширение ареала скумбрии в Баренцевом море и сопредельных водах в условиях достаточно высокого её нерестового запаса (ICES, 2022) и положительной динамики вылова в последние годы (Бандурин и др., 2024).

## ВЫВОДЫ

1. Баренцево и Белое моря являются частью ареала североатлантической скумбрии. В этом регионе встречаются все размерно-возрастные группы этого вида рыб.

2. Наиболее благоприятные условия для миграции скумбрии в российские воды формируются в тёплые в гидрологическом отношении годы и при высоком уровне её запаса.

3. В ближайшие несколько лет в Баренцевом море ожидается сохранение повышенного температурного фона, что, наряду с текущим удовлетворительным состоянием запаса скумбрии, даёт основание предполагать возможность образования в июле — сентябре в водах Мурманского промысловых скоплений этой рыбы.

4. Материалы настоящей публикации рекомендуется представить в NEAFC в качестве обоснования статуса РФ как прибрежного государства по отношению к запасу скумбрии СВА.

5. В целях скорейшего освоения сырьевой базы скумбрии в ИЭЗ РФ следует организовать проведение целенаправленных исследований, на основе которых подготовить рекомендации по её поиску и промыслу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агапов И. Д., Топорков Г.Н. 1937. Некоторые данные о рыбах западного побережья Новой Земли // Проблемы Арктики. Т. 2. С. 106.
2. Алтухов К. А., Михайловская А.А., Мухомедиаров Я.Б., Надежин В.М., Новиков П.Н., Паленичко З.Г. 1958. Рыбы Белого моря. Петрозаводск: ГосИздат КарелАССР. 162 с.
3. Андрияшев А. Н. 1954. Рыбы северных морей СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 566 с.
4. Бандурин К. В., Хливной В.Н., Греков А.А., Прозоркевич Д.В., Маслянкин Г.Е., Тимошенко Н.М., Касаткина С.М., Нестеров А.А., Гулюгин С.Ю., Леонтьев С.Ю. 2024. Российское рыболовство в Атлантическом и юго-восточной части Тихого океанов в 2000–2020 годах // ТРУДЫ ВНИРО. 2024 г. Т. 195. С. 129–141. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2024-195-129-141>
5. Веберман Э. 1918. О миграции макрели (*Scomber scombrus* L.) // Изв. Акад. общества изуч. Русского Севера. № 10–12. С. 215–220.
6. Греков А. А., Долгов А.В., Ковалёв Ю.А., Мухин В.А., Прозоркевич Д.В., Соколов К.М., Ярагина Н.А. 2024. Состояние отечественного рыболовства на Северном рыбохозяйственном бассейне в начале XXI века // ТРУДЫ ВНИРО. 2024 г. Т. 195. С. 12–23. Doi: 10.36038/2307-3497-2024-195-12-23.
7. Дерюгин К. М. 1928. Фауна Белого моря и условия её существования // Исследования морей СССР. Вып. 7–8. 344 с.
8. Есипов В. К., Карантонис Ф.Э. 1936. Скумбрия на Мурмане // За рыбную индустрию Севера. № 12. С. 26–27.
9. Калашников Ю. Н., Сентябов Е.В. Атлантическая скумбрия в Норвежском и Баренцевом морях: история и современность // Промысловые виды и их биология. ТРУДЫ ВНИРО. 2022 г. Т. 188. С. 49–58
10. Кузнецов И. Д. 1909. Макрель в Белом море // Ежегодник зоологического музея. Т. 13. С. 45.
11. Марти Ю. Ю. 1980. Миграции морских рыб. М: Пищ. пром-ть. 248 с.
12. Промысловые рыбы Баренцова и Белого морей. 1952. Л.: ВНИРО. ПИНРО. 238 с.
13. Сальников В. 2018. Береговой спиннинг на Баренцевом море. Спортивное рыболовство № 10 октябрь 2018 г., с. 6–13.
14. Сентябов Е.В., Трофимов А.Г. Динамика гидрометеорологических условий в Северной Атлантике и Западной Арктике в эпоху глобальных климатических изменений / Труды ВНИРО (в печати).
15. Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева, Белого и Карского морей и Северной Атлантики в 2023 г. / Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»), Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича); Амелькина А.С., Анциферов М.Ю., Бакай Ю.И. [и др.]; ответственный редактор К.М. Соколов; ответственные за подготовку: Л.И. Пестрикова, А.А. Четыркин. — Мурманск: «ПИНРО» им. Н.М. Книповича, 2023.— 164 с.
16. Тамбс -Люхе Х. 1956. Промысловые рыбы Норвегии. М.: Издво МРП СССР. 158 с.
17. Тамбовцев Б. М. 1949. Обыкновенная белона в Белом море М.: Рыбное хозяйство. Т. 4. С. 48.
18. Терещенко, В.В. Океанографические основы распределения промысловых гидробионтов Баренцева моря: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. в форме науч. докл. / В.В. Терещенко, 2000.— 27 с.
19. Трофимов А. Г. 2021. Современные тенденции изменения океанографических условий Баренцева моря // Труды ВНИРО. Т. 186. № 4. С. 101–118. doi: 10.36038/2307-3497-2021-186-101-118.

20. Трофимов А.Г., Ярагина Н.А., Ившин В.А., Ковалев Ю.А., Анциферов М.Ю., Сентябов Е.В. 2023. Распределение трески в Баренцевом море в условиях изменяющегося климата// ТРУДЫ ВНИРО. 2023 г. Т. 192 С. 68–84. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-192-68-84>
21. 120 лет океанографических наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» / А.Л. Карсаков, А.Г. Трофимов, М.Ю. Анциферов, В.А. Ившин, М.А. Губанищев; // Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича). — Мурманск: ПИНРО им. Н.М. Книповича, 2022.— 145 с.
22. ICES. 2022 с. Mackerel (*Scomber scombrus*) in subareas 1–8 and 14 and division 9.a (the Northeast Atlantic and adjacent waters) // Report of the ICES Advisory Committee, 2022. ICES Advice 2022, mac.27.nea. DOI: 10.17895/ices.advice.7789

## Опыт совместных российско-казахстанских исследований популяции каспийского тюленя в Северном Каспии

*В.А. Бизиков*<sup>1</sup>, *В.В. Рожнов*<sup>2</sup>, *Ф.В. Климов*<sup>3</sup>, *В.А. Скольский*<sup>3</sup>,  
*С.В. Шипулин*<sup>4</sup>, *Л.К. Сидоров*<sup>1</sup>, *М.А. Соловьева*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> Институт проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН)

<sup>3</sup> ТОО «Казахстанское агентство прикладной экологии» (ТОО «КАПЭ»)

<sup>4</sup> Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)

E-mail: bizikov@vniro.ru

**Аннотация.** В статье обсуждается успешный опыт научного сотрудничества России и Казахстана в изучении современного состояния популяции каспийского тюленя в условиях меняющегося климата и растущего антропогенного воздействия на уникальную экосистему Каспийского моря.

**Ключевые слова:** каспийский тюлень, массовая гибель, авиаучет, численность популяции.

### ВВЕДЕНИЕ

Экологическая ситуация и хозяйственная деятельность в Каспийском море за последние десятилетия претерпевают значительные изменения, во все возрастающей степени меняется климат и уровень моря, развивается нефтедобыча, растет антропогенная нагрузка на водные экосистемы. Для бассейна Каспийского моря характерна высокая флюидодинамическая активность, выражающаяся в различных нефтяных, газовых и гидротермальных проявлениях — грязевых вулканах, грифонах, залповых или периодических газовых выбросах [1]. Все эти факторы в совокупности формируют нестабильную среду обитания единственного вида морских млекопитающих Каспийского моря — каспийского тюленя.

В декабре 2022 г. в Каспийском море произошла массовая гибель каспийских тюленей. Первые сообщения о выбросах мертвых тюленей пришли из Республики Дагестан, где после продолжительных осенних штормов в первые дни декабря на побережье были замечены сотни погибших животных. Аналогичные сообщения приходили в то же время из Туркменистана, Республики Казахстан и Азербайджанской Республики. Предыдущая массовая гибель каспийских тюленей произошла в декабре 2020 г. при очень сходных обстоятельствах: тогда на побережье Дагестана шторма выбросили около 2,5 тыс. мертвых животных [2].

Для определения масштабов и причин падежа каспийских тюленей, занесенных в 2021 г. в Красную Книгу Российской Федерации, в Махачкале в декабре 2023 г. была сформирована комиссия, в которую вошли научные сотрудники «ВНИРО», ИПЭЭ РАН, ПИБР ДФИЦ РАН, а также инспектора Северо-Кавказского территориального управления Росрыболовства. Комиссия обследовала 340 км побережья Республики Дагестан от п. Крайновка на севере до Самурского национального парка на юге. Максимальные выбросы «плавунов» (60,6 особей на 1 км береговой линии) обнаружены в приустьевых зонах рек Терек и Сулак, севернее г. Махачкалы и в районе п. Манаскент — в общей сложности на протяжении 158 км. Общая расчётная численность погибших тюленей, выброшенных на побережье Республики Дагестан, составила около 10 тыс. особей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Обстоятельства массовой гибели каспийских тюленей в 2022 и 2020 гг. были поразительно сходны. Тюлени погибли за 2–3 недели до выброса их на побережье, по-видимому, на значительном удалении от места выбросов. Патологоанатомическое обследование показало, что, как и в 2020 г., погибшие тюлени в момент смерти были в целом здоровы, хорошо упитаны, активно питались. Характерные симптомы указывали, что причиной гибели стала острая асфиксия, вероятно, вследствие выброса природного газа в открытом море.

В связи с массовой гибелью каспийского тюленя, для оценки состояния его популяции в феврале–марте 2023 г. по заданию Минприроды России был выполнен авиаучет каспийского тюленя на льдах в российской части Северного Каспия. Работы выполнял большой коллектив сотрудников ФГБНУ «ВНИРО», его Волжско-Каспийского филиала («КаспНИРХ») и ИПЭЭ РАН с использованием инструментальных методов авиасъёмки в инфракрасном и оптическом диапазонах с применением пилотируемого самолета-лаборатории Ла-8 Международного экологического фонда «Чистые моря» и БПЛА «ДИАМ-20» (АО «Юнайтед Телеком»), при финансовой поддержке ПАО «ЛУКОЙЛ» [3].

Одновременно с российским авиаучетом каспийского тюленя, в феврале–марте 2023 г. был выполнен авиаучет в казахстанской части Каспийского моря. Авиаучет был выполнен Казахстанским Агентством Прикладной Экологии (ТОО «КАПЭ») на самолете-лаборатории Piper PA-34 по той же методике, что и российский учет, в рамках многолетней программы совместных российско-казахстанских исследований каспийского тюленя между ФГБНУ «ВНИРО» и ТОО «КАПЭ».

Авиаучеты каспийского тюленя на акватории российской и казахстанской зон Северного Каспия выполняются ежегодно в рамках совместной программы исследований тюленя между ФГБНУ «ВНИРО» и ТОО «КАПЭ», начиная с 2020 г. Согласно этим учетам, общая численность популяции каспийского тюленя устойчиво росла с 282 тыс. голов в 2020 г. до 311 тыс. голов в 2022 г. [4].

Зима 2023 г. на Каспии была умеренно ледовитой. Южная граница ледяного покрова проходила от полуострова Мангышлак (казахстанский сектор) до о. Тюлений (российский сектор). Авиачет тюленя в российской и казахстанской частях Каспийского моря был выполнен примерно в одни и те же сроки, с 16 февраля по 5 марта 2023 г., пилотируемыми самолетами-лабораториями и БПЛА. Совместное использование пилотируемого и беспилотного летательного аппарата давало ценное преимущество: самолет, имея дальность полетов значительно больше, чем БПЛА, мог осуществлять рекогносцировочные полеты с охватом больших акваторий, в ходе которых выявлялись районы скопления морских млекопитающих. По результатам этих полетов в районы скопления вылетал БПЛА и тщательно их сканировал, точно фиксируя численность животных. Совместное использование пилотируемого самолета и бесшумного БПЛА позволило сэкономить время съемки и повысить точность оценки численности.

Авиачет показал, что и взрослые тюлени, и новорожденные щенки располагались вдоль кромки ледовых полей, в юго-восточной части исследованного района. Материалы, полученные в ходе авиачета, свидетельствуют, что зимой 2023 г. размножение каспийского тюленя проходило в удовлетворительном режиме. На момент работ подавляющее большинство щенков уже перелиняли. На фотоснимках отмечено много упитанных тюленей бочкообразной формы, как взрослых, так и щенков, что свидетельствует о хорошей упитанности животных. В ходе авиачета, учтенная численность приплода (щенков) каспийского тюленя на льдах Северного Каспия в границах РФ составила  $2\,599 \pm 678$  особей; взрослых тюленей —  $3\,303 \pm 716$  особей. Доля щенков составила 44%. Расчетная численность приплода в российском секторе Каспия, по данным авиачета, составила 4062 особей. Общая численность тюленей в российской зоне составила 19 704 особи. Оценки численности тюленей в казахстанском секторе Северного Каспия составили: расчетная численность приплода — 49 511 особей; численность взрослых тюленей — 240 168 особи. Таким образом, с учетом данных российской и казахстанской съемок, общая численность популяции каспийского тюленя зимой 2023 г. составила 259 872 особей, в том числе приплода — 53 573 особей.

Данные авиачета 2023 г. свидетельствуют о значительном сокращении численности популяции каспийского тюленя: по сравнению с 2022 г., оно составило 51,4 тыс. голов (–16,5%); приплода: 13,7 тыс. голов (–20,4%). По-видимому, снижение численности произошло вследствие массовой гибели каспийского тюленя в декабре 2022 г. Принимая во внимание, что общее сокращение численности популяции тюленя за один год примерно в пять раз превосходит количество погибших тюленей, выброшенных на побережье Республики Дагестан в декабре 2023 г., можно предполагать, что значительные выбросы тюленей происходили и на побережье других прикаспийских стран, но их массовость не была оценена так подробно, как в российской части Каспийского моря.

Результаты совместных российско-казахстанских исследований уже воплощаются в конкретных решениях по сохранению каспийского тюленя. В 2024 г. Президент Республики Казахстан К.К. Токаев дал поручение о создании государственного природного резервата (ООПТ) для сохранения популяции каспийского тюленя в Северном Каспии. На настоящий момент ТОО КАПЭ разработаны естественно-научное и технико-экономическое обоснования этого государственного резервата, получившие положительные заключения государственной экологической экспертизы и утвержденные уполномоченным органом — Комитетом лесного хозяйства и животного мира МЭИПР РК. Ожидается вынесение постановления Правительства Республики Казахстан о создании государственного природного резервата для сохранения популяции каспийского тюленя. Организация государственного резервата позволит обеспечить создание мест покоя и охрану тюленей, позволит исключить негативные антропогенные воздействия, такие как беспокойство, браконьерство, уничтожение мест обитания и т. д., как каспийскому тюленю, так и другим видам животных, занесенным в Красную книгу Республики Казахстан.

Создание государственного природного резервата, площадью 109558,04 га с протяженностью границы 326,36 км, осуществляется в пределах акватории северо-восточной части Казахстанского сектора Каспийского моря, включающей в себя два участка:

- участок Тюленьи острова, расположенный на акватории моря, в заливе Мангышлак, севернее островов Тюленьего архипелага, площадью 100111,12 га с протяженностью границы 279,25 км;
- участок Прорва — на акватории моря с шалыгами вдоль восточного побережья моря, южнее Северо-Каспийского морского канала, площадью 9446,92 га с протяженностью границы 47,11 км.

Разработаны перспективные планы развития данного резервата, предусматривающие расширение его площади в до 335000 га.

## **ВЫВОДЫ**

Рассмотренный пример ярко демонстрирует необходимость продолжения международного сотрудничества прикаспийских стран в деле сохранения животного мира и биоразнообразия Каспийского моря. Сотрудничество Российской Федерации и Республики Казахстан безусловно является образцом такого взаимодействия. Считаю, что данный вопрос необходимо вынести на рассмотрение пятисторонней межправительственной Комиссии по водным биологическим ресурсам Каспийского моря. Сохранить каспийского тюленя — «визитную карточку» уникальной экосистемы Каспийского моря — можно только объединив усилия всех прикаспийских стран.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бухарицын П.И., Голубов Б.Н. 2017. Пластовые флюиды Каспия — элемент среды обитания каспийского тюленя. LAP LAMBERT Academic Publishing RU. 51 с.

2. Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В. 2022. О гибели каспийских тюленей на дагестанском побережье Каспийского моря осенью 2020 г. и её возможных причинах // Труды ВНИРО. Т. 187. С. 87–109.
3. Сидоров Л.К., Бизиков В.А., Рожнов В.В., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Белокобыльский И.Ф., Мягкий Н.А., Соловьёва М.А., Глазов Д.М., Назаренко Е.А. 2023. Распределение и численность каспийского тюленя на льдах в российской части Северного Каспия в феврале — марте 2023 г. // Труды ВНИРО. Т. 193. С. 82–100.
4. Бизиков В.А., Черноок В.И., Сидоров Л.К., Беляев В.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Скольский В.А., Климов Ф.В., Марабаев Е.Н., Ербулеков С.Т., Куанышев Е.К. 2021. Оценка численности популяции каспийского тюленя по результатам инструментальных авиаучётов на льдах в северной части Каспийского моря в 2012 г., 2020 г. и 2021 г. // Использование и охрана природных ресурсов России. № 4. С. 81–93.

## **Популяционно-генетическая характеристика сига *Coregonus lavaretus* L, 1758 юго-восточной части Онежского озера (Вологодская область)**

М.Я. Борисов<sup>1</sup>, А.А. Игнашев<sup>1</sup>, Е.С. Понета<sup>1</sup>,  
Д.К. Митрюшкина<sup>2</sup>, М.Н. Киселева<sup>2</sup>, О.В. Апаликова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

**Аннотация.** В работе рассмотрены особенности размерно-возрастной структуры, рост и генетический полиморфизм сига обыкновенного юго-восточной части Онежского озера в границах Вологодской области. При анализе состава промысленных уловов ставными сетями сиг относился к доминирующим видам рыб. В уловах отмечались особи возрастом 4+ — 9+ с длиной тела от 26 до 42 см и массой от 224 до 1162 г. Анализ митохондриальной ДНК выявил 6 различных мтДНК гаплотипов.

**Ключевые слова:** Онежское озеро, сиг, размерно-возрастной состав, темп роста, митохондриальная ДНК.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В Вологодской области сиг обыкновенный *Coregonus lavaretus* относится к ценным видам рыб, являясь объектом рыболовства, искусственного воспроизводства и акклиматизации [2]. В настоящее время значимые промысловые запасы сига в регионе сохранились только в Онежском озере. В водоеме выявлено 9 экологических форм сига, которые отличаются по морфологическим особенностям, темпу роста, характеру питания, местам нереста и нагула. Наибольшую численность в Онежском озере имеют сиг-лудога и среднетычинковый озерный сиг, на использовании запасов которых главным образом и базируется промысел этого вида [1]. В последние годы ихтиологические исследования в основном охватывают центральную и северную часть водоема в границах республики Карелия [4]. В связи с этим исследования популяционных особенностей сига в юго-восточной части озера являются актуальными, а оценка генетического разнообразия имеет также важное практическое значение при организации искусственного воспроизводства вида. Целью данной работы является дать популяционно-генетическую характеристику сига *Coregonus lavaretus* юго-восточной части Онежского озера.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

В основу работы положены данные рыбопромысловой статистики Северо-Западного территориального управления Росрыболовства и результаты по-

левых исследований за 2019–2022 годы. Ихтиологический материал собран из промысловых орудий лова в разные сезоны года. Камеральная обработка материала проведена общепринятыми в ихтиологических исследованиях методами, возраст определен по спилам спинного плавника и чешуе. Отбор материала для генетических исследований (грудные плавники, сердце) осуществлен от свежельвленной рыбы. Полученная проба от каждой особи помещалась в индивидуальную пробирку, заливалась фиксирующим раствором этанола 94–96% (спирт этиловый ректифицированный, высшей очистки). Выделение и очистка тотальной ДНК проведены солевым методом [7]. ПЦР целевого участка митохондриального генома (ND1/ND2) размером 2295 пар нуклеотидов проводилась с использованием праймеров: ND1/2\_IF и ND1/2\_IR. Полимеразную цепную реакцию проводили в амплификаторе Biorad T100 MyCycler в 20 мкл реакционной смеси, содержащей 1 е.а Taq ДНК-полимеразы, 2,5 мкл 10 ×Taq-буфера, 1 мМ каждого dNTP, 0,25 мкМ каждого праймера и около 50 нг геномной ДНК. Реакция эндонуклеазного гидролиза амплифицированного участка ферментами-рестриктазами: *AluI*, *ApaI*, *BmeI18I*, *Kzo9I* [8]. Электрофоретическое разделение продуктов гидролиза проведено в агарозном геле, их визуализация — в проходящем УФ свете. Всего за этот период исследовано 156 экземпляров сига, в том числе у 40 особей изучен полиморфизм мтДНК.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Онежское озеро является крупным пресноводным водоемом европейской части России общей площадью 9720 км<sup>2</sup>, из которых 1258 км<sup>2</sup> находится в границах Вологодской области [3]. Этот водоем имеет важное рыбохозяйственное значение не только для республики Карелия, но и для Вологодской области. Ежегодно в вологодской части Онежского озера добывается порядка 220 тонн рыбы, что составляет 13,5% от общей рыбодобычи в регионе, а по объемам вылова этот водоем занимает третье место после Белого озера и Рыбинского водохранилища [5]. В отличие от других водоемов региона, где в основном вылавливают крупночастиковые виды, промысел на Онежском озере направлен на изъятие таких «путинных» видов как корюшка и ряпушка. Для их лова специально во время нерестовых скоплений выставляются ставные невода и ставные ловушки. В уловах также традиционно значимую роль играли такие холодноводные виды, как налим и сиг. Их лов в основном осуществляется ставными сетями, которые выставляются на глубину 20–30 метров.

В сравнении с 1980-ми гг. общий вылов рыбы в вологодской части Онежского озера сократился в 3,5 раза, а добыча сига упала с 32,3 т до 0,7 т, то есть в 46 раз. При этом если в 1980-е годы доля сига в общем вылове рыбы составляла около 5%, а в вылове крупночастиковых видов около 30%, то в 2010-е годы его доля в общей рыбодобыче сократилась до 0,1%, а в вылове крупночастиковых видов до 4% (табл. 1). Самые низкие уловы сига отмечались в 2009–2013 годах, когда годовой промышленный вылов этого вида не пре-

вышал 100 кг. Снижение уловов связано как с последствиями крупной аварии нефтеналивного танкера, произошедшая в ноябре 2007 года, так и с ориентацией промысла исключительно на вылов путинных видов, прежде всего корюшки. В последние годы вылов сига вырос до 700–800 кг в год, его доля в общем вылове рыбы до 0,3%, а в вылове крупночастиковых видов до 16%.

**Таблица 1.** Многолетняя динамика вылова сига и его доля в структуре рыбодобычи в юго-восточной части Онежского озера (Вологодская область)

Характеристики	1980-е	1990-е	2000-е	2010-е	2020–2023
Общий вылов, т	650±32,6	373±39,9	413±45,4	217±22,3	237±46,6
Вылов крупночастиковых видов, т	107±6,9	75±8,6	22±3,1	6±0,4	5±0,6
Вылов сига, т	32,3±1,9	25,3±3,4	8,6±1,9	0,28±0,07	0,74±0,07
Доля сига от общего вылова, %	5,0±0,3	7,0±0,8	2,1±0,5	0,1±0,04	0,3±0,16
Доля сига от вылова крупночастиковых видов, %	30,9±1,9	33,5±1,9	33,1±5,1	4,2±1,1	16,1±4,3

При обследовании уловов промысловых ставных жаберных сетей с шагом ячеи от 48 до 70 мм в 2019–2022 годах сиг встречался регулярно и занимал большую часть уловов. Его доля по численности в разные сезоны года варьировала от 34,1% в марте до 83,3% в июле, составляя в среднем 43,2%. По биомассе доля сига была в среднем 41,5%, изменяясь от 21,8% в марте до 72,6% в июле (табл. 2). Кроме сига в уловах достаточно часто были отмечены налим (20% по численности и 28% по биомассе), чуть реже лещ (7% и 17%) и судак (5% и 19%), единично килец, щука, паляя и окунь. Средняя промысловая длина сига за весь период исследования составила 34,3 см, изменяясь от 26 до 42 см, а средняя биомасса была 577 г, варьируя от 224 до 1068 г. В уловах 70% занимали особи с длиной более 30 см и массой более 350 г и более. Таким образом, в юго-восточной части Онежского озера, как и в остальной части водоема обитает крупный сиг с длиной тела более 30 см [6].

**Таблица 2.** Промыслово-биологическая характеристика сига юго-восточной части Онежского озера в 2019–2022 годах

Период года	n	Доля по N, %	Длина, см			Доля по B, %	Масса, гр		
			M±m	min	max		M±m	min	max
март	29	34,1	35,2±0,42	31	41	21,8	567±23,1	332	826
июль	70	83,3	34,9±0,29	29	42	72,6	627±16,5	342	1168
октябрь	57	62,0	33,4±0,51	26	40	36,5	567±40,9	224	1014
Всего	156	43,2	34,3±0,26	26	42	41,5	577±12,8	224	1168

Исследованные сиги юго-восточной части Онежского озера имели следующие меристические признаки: количество жаберных тычинок на 1-й жаберной дуге — 26,6 (20–32); количество чешуй в боковой линии — 91,7 (86–102); число ветвистых лучей в D — 10,6 (9–12); число ветвистых лучей в A — 12,2 (10–145); число позвонков — 60,7 (58–64). Исследованные нами сиги относятся к высокотелым формам сигов. Наибольшая высота тела рыб составляла  $25,3 \pm 0,28\%$  ( $19,9–29,7\%$ ) длины тела, антедорсальное расстояние —  $47,0 \pm 0,22\%$  ( $43,8–50,8\%$ ), постдорсальное —  $43,8 \pm 0,23\%$  ( $41,2–47,7\%$ ) длины тела. Голова у сигов небольшая —  $20,9 \pm 0,15\%$  ( $18,3–23,5\%$ ) длины тела, глаза также довольно крупные, горизонтальный диаметр —  $4,9 \pm 0,06\%$  ( $4,2–6,0\%$ ). Такая форма тела обеспечивает обитание исследуемых экземпляров рыб на значительных глубинах. По комплексу морфологических признаков исследуемые экземпляры рыб можно отнести к таким экологическим формам, как сиг-лудога и среднетычинковый озерный сиг [1].

Отловленные сиги были представлены шестью возрастными группами (4+...9+) (табл. 3). Количественно преобладали особи в возрасте 6+ и 7+ (26,9% и 32,1% от общего числа рыб). Похожий возрастной состав промысловых уловов сига отмечался и в других частях Онежского озера [4, 6]. При изучении темпов роста сига юго-восточной части Онежского озера отмечена высокая изменчивость в возрастных группах линейных и весовых характеристик, что, по-видимому, связано с неоднородностью популяции, миграциями рыб и разной пищевой обеспеченностью. Однако в целом, ежегодные приросты рыб достаточно высокие и составляют 3,3 см в год на пятом году жизни и 1,3 см на десятом в линейном росте и соответственно 140 и 80 грамм в весовом.

**Таблица 3.** Размерно-возрастная характеристика сига юго-восточной части Онежского озера в 2019–2022 годах

Возраст	n	Доля по N, %	Длина, см			Масса, гр		
			M±m	min	max	M±m	min	max
4+	8	5,1	28,9±0,81	26	31	333±35,2	224	448
5+	30	19,2	32,2±0,44	29	32	472±12,7	332	598
6+	42	26,9	34,4±0,35	30	36	586±16,8	396	784
7+	50	32,1	36,2±0,42	31	38	667±26,6	426	958
8+	19	12,2	37,9±0,41	33	40	756±23,3	502	1014
9+	7	4,5	39,2±0,51	36	42	834±41,1	658	1168
Всего	156	100	34,3±0,26	26	42	577±12,8	224	1168

Анализ митохондриальной ДНК 40 изученных особей сига юго-восточной части Онежского озера выявил 6 гаплотипов по участку ND1-ND2 мтДНК с различной частотой встречаемости. Наиболее часто (55%) встречался гаплотип Clav3, чуть реже (25%) Clav1, редко Clav5 и Clav4, единично Clav2 и Clav11. Все

выявленные гаплотипы у сига юго-восточной части Онежского озера отмечены и в Ладожском озере, что указывает на высокую генетическую степень сходства сига из этих двух водоемов.

## ВЫВОДЫ

Сиг относится к доминирующим видам рыб в глубоководной зоне юго-восточной части Онежского озера. В промысловых уловах встречены особи 6 возрастных групп с длиной тела от 26 до 42 см и массой от 224 до 1162 г. Анализ морфометрических характеристик, темпа роста, митохондриальной ДНК позволяет сделать вывод, что сиг юго-восточной части Онежского озера обладает характерной для сиговых рыб внутривидовой изменчивостью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Биоресурсы Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. 272 с.
2. Борисов М.Я., Коновалов А.Ф., Думнич Н.В. Рыбы в Вологодской области. Череповец: ИД Порт-Апрель, 2019. 128 с.
3. Борисов М.Я., Тропин Н.Ю. Морфометрические особенности южной части Онежского озера // Материалы XVI Всероссийской научной конференции с международным участием «Вузовская наука — регионам». Вологда, 2018. С. 86–90.
4. Картанович А.В., Беличева Л.А., Гужиева А.В. Состояние ихтиофауны Онежского озера в условиях современного промысла. Трансформация экосистем 2023. № 6 (4). С. 141–154.
5. Коновалов А.Ф., Борисов М.Я., Тропин Н.Ю., Угрюмова Е.В., Игнашев А.А., Непоротовский С.А., Попета Е.С., Шилова А.Е., Думнич Н.В. Современное состояние рыболовства на водоемах Вологодской области и его влияние на промысловые запасы водных биоресурсов. Трансформация экосистем. 2023. № 6 (4). С. 5–32.
6. Рыжков Л.П., Дзюбук И.М. Биология сига-лудогы юго-западной части Онежского озера // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2014. № 8. Т. 1. С. 16–20.
7. Aljanabi S.M., Martinez I. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques // Nucl. Acids Res. Vol. 25 (20). P. 4692–4693.
8. Politov D.V., Gordon N. Yu., Afanasiev K.I., Altukhov Yu.P., Bickham J.W. Identification of palearctic coregonid fish species using mtDNA and allozyme genetic markers // J. Fish Biol. 2000. Vol. 57. P. 51–71.

# Промышленное освоение рыбных ресурсов пресноводных водоемов России в 2014–2023 гг. — характеристика и тенденции

*А.Д. Быков, С.Ю. Бражник, В.С. Боркичев, В.А. Скакун*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: bykovad@vniro.ru

**Аннотация.** По результатам анализа установлено что, существенный рост промышленного вылова (в 3–10 раз) в пресноводных водных объектах России за 2014–2023 гг. наблюдался только в водных объектах Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна, преимущественно за счет более интенсивной эксплуатации резервов сырьевой базы мелкочастиковых видов в озерном фонде региона. В большинстве других бассейнов за последние десять лет характерна стагнация вылова, а в отдельных бассейнах (Западный) наблюдается тенденция к его снижению. Динамика снижения объемов вылова ценных объектов рыболовства (прежде всего длинноцикловых видов сиговых рыб) за описываемый период не изменилась, их доля в реках Обь-Иртышского и Енисейского бассейнов продолжает сокращаться. результаты анализа промышленного рыболовства в пресноводных водных объектах России за 2014–2023 гг. на современном этапе исследований позволяют оценить перспективы развития рыбохозяйственного комплекса в отдельных регионах, выявить проблемы связанные с развитием рыболовства на реках, озерах и водохранилищах и выработать пути их решения.

**Ключевые слова:** пресноводные водоемы России, вылов, прогноз, промышленное рыболовство, уловы, рыбохозяйственные бассейны.

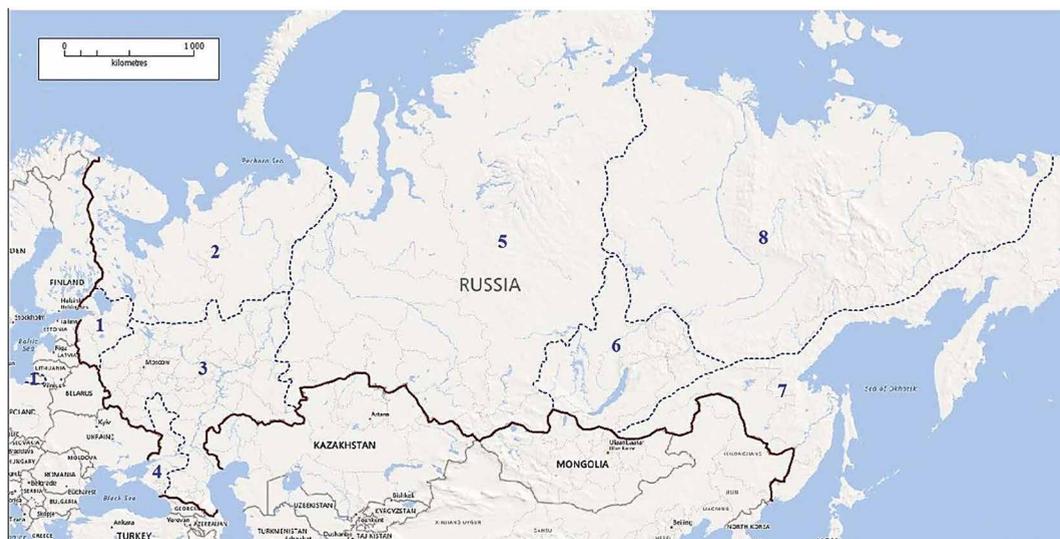
## ВВЕДЕНИЕ

Анализ динамики промышленного вылова водных биоресурсов за определенный период функционирования рыбохозяйственного комплекса России является важной составной частью ресурсных исследований отраслевой науки Росрыболовства. Его результаты позволяют определить степень достоверности прогноза вылова, выявить тенденции снижения или роста объемов вылова определенных групп водных биоресурсов в водоемах различного типа географически обособленных рыбохозяйственных бассейнах в зависимости от специфики промысла и степени использования сырьевой базы рыболовства.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Статистический учет промышленного вылова рыбы в пресноводных водоемах России за 2014–2023 гг. проводился на основании данных ежегодной отчетности территориальных управлений Росрыболовства [8] а также лите-

ратурных источников. Статистическую обработку данных осуществляли биометрическими методами с использованием программного пакета Microsoft Excel 10. Вылов рыбы суммировался по категориям пресноводных водоемов (реки, озера, водохранилища) в тоннах, по 89 субъектам Российской Федерации в границах рыбохозяйственных бассейнов [12]. Описание промысловой характеристики промышленного вылова рыбы в пресноводных водоемах за 2014–2023 гг. по рыбохозяйственным бассейнам проводили с запада на восток России, в соответствии с нумерацией бассейнов на рис. 1.



**Рис. 1.** Расположение рыбохозяйственных бассейнов на карте России: 1 — Западный; 2 — Северный; 3 — Волжско-Каспийский; 4 — Азово-Черноморский; 5 — Западно-Сибирский; 6 — Байкальский; 7 — Дальневосточный; 8 — Восточно-Сибирский

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 1998–1999 гг. суммарный учтенный вылов в пресноводных водоемах России колебался в пределах 51,1–61,2 тыс. т, однако фактический объем ННН-промысла в эти годы превосходил данные официальной статистики в два–три раза, а по ценным видам — на порядок [9, 6, 5, 7]. В дальнейшем суммарный объем официального вылова рос и к 2009 г. достиг 100 тыс. т [3, 10].

Среднегодовой объем вылова пресноводной рыбы в России за 2014–2023 гг. увеличился по сравнению с нулевыми годами XXI века и составил 120,98 тыс. т. Наибольший объем вылова (50,47 тыс. т или 41,7%) добывается в Западно-Сибирском рыбохозяйственном бассейне. На втором месте по значимости (32,12 тыс. т или 26,5%) как и ранее является Волжско-Каспийский бассейн. Значение Азово-Черноморского, Западного и Дальневосточного бассейнов

в общем объеме вылова примерно одинаковое (по 7,6–8,9 тыс. т или 6–7% каждый). Наименьший вклад в суммарный объем вылова в настоящее время вносят Северный и Байкальский рыбохозяйственные бассейны — по 3,6–4,1 тыс. т или 3–3,4% соответственно (табл. 1 и 2).

**Таблица 1.** Динамика промышленного вылова пресноводной рыбы в рыбохозяйственных бассейнах России в 2014–2023 гг.

Бассейн	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	В среднем
Азово-Черноморский	10082	7361	8316	7608	9933	9715	8650	8760	10026	9386	8983,7
Байкальский	4451	4840	4461	4123	4020	4366	4357	3819	3779	2780	4099,5
Волжско-Каспийский	25799	30169	29511	32932	32171	34308	34530	35006	32701	34083	32121
Восточно-Сибирский	4932	4770	5071	5613	5902	5911	6226	5403	5720	5842	5539
Дальневосточный	5774	7117	5188	17170	10289	13038	5286	1779	5363	5231	7624
Западно-Сибирский	38486	43209	50562	50612	51607	51756	54857	54940	56496	52159	50468
Западный	10641	9767	9055	7766	8601	8338	7943	7119	7935	8504	8567
Северный	3313	3801	3975	3658	3568	3883	3543	3505	3150	3428	3582
Всего:	103476	111035	116140	129482	126092	131315	125392	120331	125169	121412	120984

За последние десять лет наблюдаются разнонаправленные тенденции в изменении значения отдельных бассейнов в общем объеме вылова пресноводной рыбы в России. Так доля Западного–Сибирского бассейна с 37% в 2014 г. возросла до 43% в 2023 г. Значение Волжско–Каспийского бассейна за аналогичный период увеличилось в меньшей степени (на 3%). Значение Восточно-Сибирского осталось относительно стабильным, доля других бассейнов снизилась (табл. 2).

Средние показатели достоверности прогноза за 2014–2023 гг. были в целом выше для водоемов, где осуществляется регулярный мониторинг состояния промысла. По водохранилищам за прошедшее десятилетие этот показатель в среднем составил 63%. Наиболее точное совпадение прогноза и вылова (100%) было зафиксировано для Красноярского водохранилища, а наиболее низкое (24–28% освоения) для Саяно–Шушенского и Усть-Илимского водохранилища, где резервы мелкого частика позволяли вылавливать больше, но объемы вылова не росли по причине нерентабельности промысла в этих относительно труднодоступных для освоения водоемах. Средний процент освоения прогноза по наиболее важным в промысловом отношении рекам был схожим с аналогичным показателем по водохранилищам — 64%, из группы которых наиболее полное освоение прогноза и вылова было зафиксировано

**Таблица 2.** Значение рыбохозяйственных бассейнов России в общем объеме вылова пресноводной рыбы в 2014–2023 гг.,%

Бассейн	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	В среднем:
Азово-Черноморский	9,7	6,6	7,2	5,9	7,9	7,4	6,9	7,3	8	7,7	7,4
Байкальский	4,3	4,4	3,8	3,2	3,2	3,3	3,5	3,2	3	2,3	3,4
Волжско-Каспийский	24,9	27,2	25,4	25,4	25,5	26,1	27,5	29,1	26,1	28,1	26,5
Восточно-Сибирский	4,8	4,3	4,4	4,3	4,7	4,5	5	4,5	4,6	4,8	4,6
Дальне-восточный	5,6	6,4	4,5	13,3	8,2	9,9	4,2	1,5	4,3	4,3	6,3
Западно-Сибирский	37,2	38,9	43,5	39,1	40,9	39,4	43,7	45,7	45,1	43	41,7
Западный	10,3	8,8	7,8	6	6,8	6,3	6,3	5,9	6,3	7	7,1
Северный	3,2	3,4	3,4	2,8	2,8	3	2,8	2,9	2,5	2,8	3
Всего:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

для верхнего течения р. Обь в границах Алтайского края и Томской области (83–100%), а самые низкие (15%) для Северной Двины, где в полной мере наблюдается деградация промышленного рыболовства, а уловы сократились за последние годы со 138 до 23 т. Наиболее низкое освоение по группе водоемов в рассматриваемый период наблюдалось в категории «озера» — 49%, из которых наибольшее освоение (73–91%) было характерно для озера Ильмень, Псковско-Чудского и пойменных озер Томской области, а наиболее низкое (15–23%) наблюдалось по малым озерам ХМАО, Тюменской и Челябинской областей. Столь существенное расхождение в прогнозе и вылове объясняется нерегулярными наблюдениями за состоянием промысла в озерах Обь–Иртышского бассейна и снижением объемов вылова пеляди в бессточных озерах Челябинской области.

Широкий диапазон различий в объемах между прогнозом и выловом в первые два десятилетия XXI века объясняются совершенно другим набором причин, чем в советский период. Наибольший объем расхождений наблюдается по мелкочастиковым видам, специализированный промысел которых в рыночных условиях большинства регионов, является нерентабельным [11, 3, 1, 13].

Таким образом, за исключением 14 областей Центральной России и четырех национальных республик Северного Кавказа наибольшее значение промышленное рыболовство на внутренних водоемах во всероссийском масштабе занимает в следующих субъектах: ХМАО (12,4%), ЯНАО (10%), Новосибирская область (8,2%), Хабаровский край (7,1%), Волгоградская область, Красноярский край, Республика Саха (Якутия) (по 5,5% каждый субъект). Су-

щественное значение (2–5%) имеют также Иркутская, Ленинградская, Псковская, Ростовская, Саратовская, Томская области и Республика Татарстан.

Наиболее значимыми внутренними пресноводными водоемами России со среднегодовым объемом вылова  $\geq 8$  тыс. т являются озерно-речные системы бассейна р. Обь в границах ХМАО и ЯНАО, а также Цимлянское водохранилище. В этих водоемах ежегодно добывается  $\frac{1}{3}$  всей пресноводной рыбы в стране. Также наиболее значимой по объемам промышленного вылова является группа водоемов (Куйбышевское, Волгоградское водохранилища, озера Чаны, Ладожское, Псковско-Чудское, а также река Амур) с ежегодным объемом уловов в диапазоне 3–8 тыс. т. Суммарные уловы в водоемах этой группы составляют  $\frac{1}{4}$  вылова в России.

Большинство исследователей сырьевой базы промышленного рыболовства во внутренних водоемах России отмечают, что одной из основных хронических проблем в развитии рыболовства является неудовлетворительное состояние учета вылова, особенно ценных видов.

При подаче сведений об уловах квотопользователи зачастую злоупотребляют отчетностью о вылове в промысловых журналах в соответствии с видовым составом квот. Вылов ценных в коммерческом отношении видов (сом, рыбец, судак, лещ) по возможности всячески занижается, чтобы избежать налогообложения с вылова и оборота этих видов. Сведения о вылове малоценных видов (плотва, густера, карась) могут предоставляться в полном объеме или даже завышаться для обеспечения внешнего правдоподобия между реальным общим объемом рыбодобычи и подаваемыми сведениями об уловах.

Величина ОДУ как целевой ориентир управления рыболовством не отвечает интересам рационального использования рыбных запасов, так как имеет низкие уровень достоверности и возможности контроля. Кроме того, учитывая многовидовой характер промысла, полное освоение ОДУ всех видов одновременно невозможно [9, 4, 6, 2, 5, 14, 7].

Применение в качестве целевого ориентира величины РВ позволяет повысить эффективность освоения запасов и облегчить контроль за промыслом. Вместе с тем проблема регулирования многовидового рыболовства при этом остается актуальной [14].

В соответствии с действующей нормативно-правовой базой ограничения на годовой объем добычи этих видов вводятся непосредственно в год промысла. Необходимость введения таких ограничений рассматривается по достижении 70% освоения ранее рекомендованного объема вылова. В результате рассмотрения этот объем может быть увеличен, или по достижении 100% освоения будет рекомендовано установить запрет на промысел данного вида. Запрет вводится приказом Росрыболовства. Однако с момента рассмотрения и до вступления в законную силу приказа об ограничении промысла проходит 2–3 месяца. За это время рекомендованный объем вылова чаще всего будет перевыполнен, а путина закончиться.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существенный рост промышленного вылова (в 3–10 раз) в пресноводных водных объектах России за 2014–2023 гг. наблюдался только в водных объектах Западно–Сибирского рыбохозяйственного бассейна, преимущественно за счет более интенсивной эксплуатации резервов сырьевой базы мелкокачественных видов в озерном фонде региона. В большинстве других бассейнов за последние десять лет характерна стагнация вылова, а в отдельных бассейнах (Западный) наблюдается тенденция к его снижению.

Увеличению объемов вылова рыбы в пресноводных водоемах России, как и прежде, препятствуют не устранимые до настоящего времени причины: неэффективный, и имеющий уже подтвержденные серьезные негативные последствия для сырьевой базы, механизм регулирования промышленного рыболовства через систему распределения квотирования при многовидовом промысле; производной составляющей которого является малодостоверный учет вылова, прежде всего ценных видов рыб; относительно невысокая степень рыбоохранных мероприятий, особенно в регионах Европейского Севера и Сибири, что привело к сокращению площади объективного контроля за промыслом; низкая рентабельность промысла при эксплуатации водного фонда с малоценным составом ихтиофауны; низкая эффективность работ по искусственному воспроизводству подведомственными Росрыболовству рыболовными предприятиями на реках, озерах и водохранилищах России.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабанщиков Е.И., Шаповалов М.Е. 2022. Результаты траловых съемок в озере Ханка в 2018 и 2020 гг. // Вопросы рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 97–112.
2. Баранов С.Б., Дьячкова Ю.А. 2014. Современное состояние промысла полупроходных и пресноводных рыб на Чукотке // Известия ТИНРО. Т. 179. С. 32–44.
3. Бражник С.Ю., Бондаренко Л.Г., Барабанщиков Е.И., Гадинов А.Н., Матковский А.К., Прусов С.В., Устюжинский Г.М. 2013. Использование и резервы сырьевой базы пресноводного рыболовства России // Известия КГТУ. № 28. С. 11–25.
4. Герасимов Ю.В., Стрельников А.С., Бражник С.Ю. 2013. Динамика и состояние запасов рыб Рыбинского водохранилища в период 1950–2010 гг. // Вопросы ихтиологии. Т. 53. № 4. С. 465–472.
5. Крохалевский В.Р., Матковский А.К. 2015. Проблемы управления промыслом с помощью общего допустимого улова и квот вылова в водоемах Сибири // Вопросы рыболовства. Т. 16. № 4. С. 506–522.
6. Литвиненко А.И., Ростовцев А.А., Зайцев В.Ф., Бессараб А.С. 2013. Оценка величины браконьерского лова сибирской стерляди *Acipenser ruthenus* Marsiglii Brandt в среднем течении р. Иртыш // Вопросы рыболовства. Т. 14. № 1 (53). С. 94–105.
7. Матковский А.К. 2019. Причины сокращения запасов полупроходных сиговых рыб Обь–Иртышского бассейна // Вестник рыбохозяйственной науки. Т. 6. № 1 (21). С. 27–48.
8. Приказ от 01.06.2022 г. № 303 Об организации в Федеральном агентстве по рыболовству работы по реализации Постановления правительства Российской Федерации от 25.08.2008 г. «О подготовке и заключении договора пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается».

9. Сечин Ю.Л., Львова Л.М., Шашуловская С.Ю. 2006. Сырьевая база и промысел на внутренних водоемах России // Рыбоводство и рыбное хозяйство. № 4. С. 66–70.
10. Скакун В.А., Бражник С.Ю., Педченко А.П., Макаренко И.Ю., Барабанщиков Е.И., Васильева Т.В., Гадинов А.Н., Устюжинский Г.М., Дудкин С.И., Бондаренко Л.Г. 2016. Анализ использования рыбных запасов внутренних пресных водоемов России отечественным рыболовством в 2013 г. // Труды ВНИРО. Т. 160. С. 212–229.
11. Соколов В.И. 2010. Проблемы промышленного рыболовства в пресных водоемах // Рыбное хозяйство. № 3. С. 14–15.
12. Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 № 166.
13. Шакирова Ф.М., Анохина О.К., Смирнов А.А., Валиева Г.Д. 2023. Малоиспользуемые водные биоресурсы Нижнекамского водохранилища и перспективы их рационального освоения // В сборнике: Куражсковские чтения. Материалы II Международной научно-практической конференции. Составитель А.Н. Бармин. Астрахань, С. 54–58.
14. Шibaев С.В. 2015. Проблемы реализации предосторожного подхода к управлению водными биоресурсами на внутренних водоемах // Вопросы рыболовства. Т. 16. № 4. С. 531–541.

## **Влияние температурных условий в районе зимнего обитания лососей в СЗТО на их промысел**

*Г.П. Ванюшин, В.А. Царева, М.Ю. Кружалов, Е.В. Сапунова*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: sst@vniro.ru

**Аннотация.** В работе проведен анализ влияния температурных условий в северо-западной части Тихого океана (СЗТО) в основном районе зимнего обитания тихоокеанских лососей за сезон (январь-март) на результаты промысла лососей в целом и горбуши на Дальнем Востоке в 1998–2023 гг. за весь период исследования, а так же для чётных и нечётных лет. В процессе сопоставления данных было установлено, что наиболее тесная связь между сезонной зимней температурой воды в полигоне исследования и уловами лососей в том же году проявилась для нечётных лет, как для всех лососей, так и для горбуши в частности. Коэффициенты корреляции Пирсона получились для лососей  $r=0,77$ , а для горбуши  $r=0,68$ . Результаты исследования показали, что при средней зимней температуре поверхности океана (ТПО) в акватории полигона выше  $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  будущие уловы как лососей, так и горбуши в рассматриваемый период были в целом более высокими, за исключением 2016 г. и 2021 г. Проверочные результаты прогнозов предстоящих уловов лососей и горбуши для 2023 г., рассчитанные по вариантам полученных уравнений регрессии на базе данных за период 1998–2023 гг., показали, что для нечётных годов вариант расчётов оказался наиболее близким к официальным прогнозам и фактическим уловам в 2023 г.

**Ключевые слова:** температурные условия, зимнее обитание, тихоокеанские лососи, горбуша, уловы.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Тихоокеанские лососи (горбуша, кета, нерка, кижуч и др.) — ведущие объекты промысла на Дальнем Востоке являются важной составляющей экономики Камчатки, Сахалина и Хабаровского края. Среди всех лососей наиболее представительна по значимости горбуша, которая составляет около 68% и более от их общего вылова.

В настоящее время важной и первостепенной задачей рыбохозяйственной науки является повышение надежности методик прогнозирования ежегодных выловов основных видов лососей (горбуши и кеты), при этом уделяя особое внимание такой наиболее доступной характеристике, как температура поверхности воды в различные периоды их жизненного цикла.

Температурные условия водной среды обитания данных гидробионтов имеют важное значение, особенно для горбуши, имеющей самый короткий

жизненный цикл. В работе рассматривается реальное влияние температурных условий, которые формируются в наиболее холодный зимний период (январь-март) в основном полигоне обитания и нагула дальневосточных лососей в СЗТО на их предстоящие уловы в том же году, а также горбуши, в частности.

Во время зимовальных миграций лососей изменчивость температурного режима вод влияет на физиологическое состояние рыб, развитие кормовой базы, миграционную активность пелагических хищников и др. [1]. От этих совокупных факторов зависит дальнейшая их выживаемость, особенно горбуши, так как для неё это единственная зима в океане.

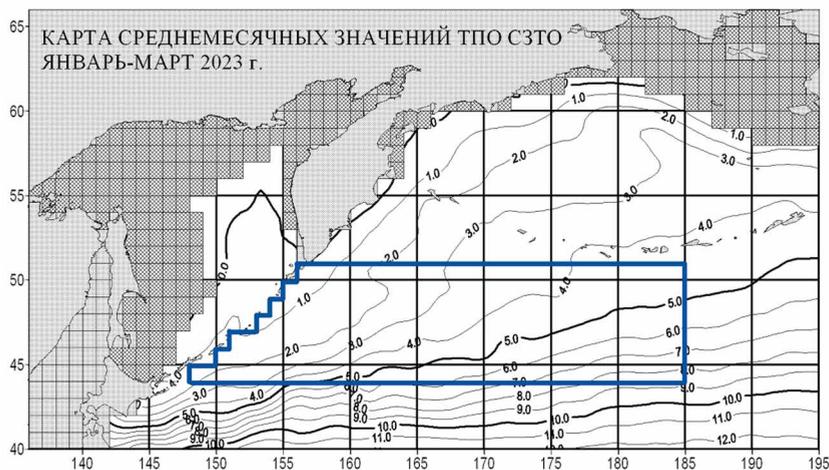
Цель данной работы — провести анализ связи между изменчивостью ТПО, полученной на базе спутниковых данных, в акватории полигона основного ареала зимнего обитания тихоокеанских лососей в СЗТО в 1998–2023 гг. (сезона январь-март) и фактическими объёмами выловов лососей в целом и горбуши в частности, как за все годы данного периода, так и отдельно для чётных и нечётных лет в целях возможного использования выявленных зависимостей между этими показателями как дополнительный информационный ресурс при разработке прогнозов лососёвого промысла.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

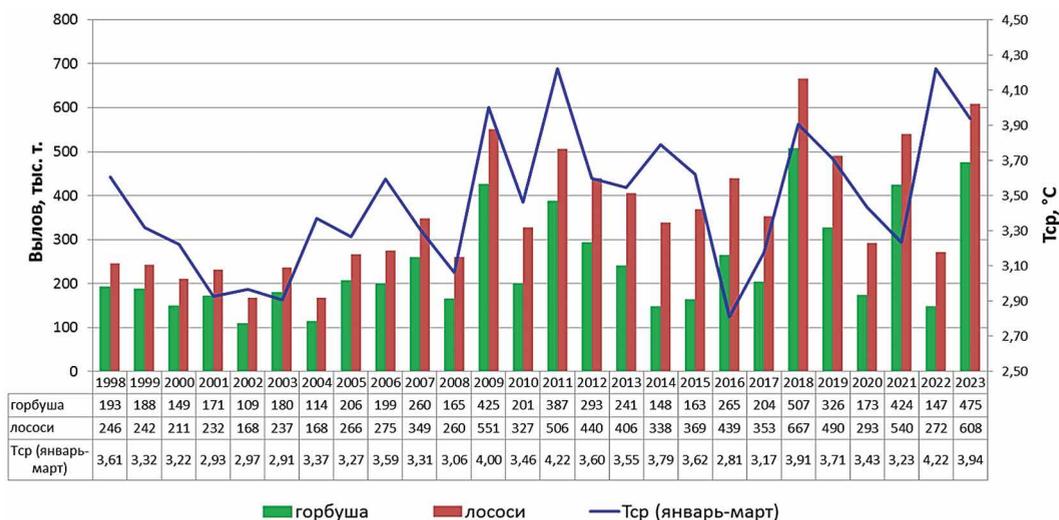
Анализ температурных условий с января по март за многолетний период 1998–2023 гг. проведён на основе недельных карт ТПО СЗТО, созданных специалистами ВНИРО по оперативным цифровым материалам ежедневной инфракрасной съёмки с метеорологических ИСЗ серий GOES, HIMAWARI и квазисинхронных данных «in situ» с судов, буюв, полученных из Мирового центра данных (Россия). В процессе обработки в матрицы спутниковых данных (разрешение 1,0 географический градус) вводилась региональная поправка с учётом влияния атмосферы [3]. Для расчётов использовались данные месячного и сезонного анализа ТПО, созданные в цифровом виде на основе осреднения соответствующих цифровых недельных карт ТПО с расчётом ТПО до 0,1 °С в программе SURFER. Используемые данные по выловам лососей и горбуши Дальнего Востока взяты с сайта <https://npafc.org/statistics> и <http://vniro.ru>.

Для исследования динамики температурных параметров был выбран полигон, охватывающий наибольший ареал зимнего обитания лососей (в том числе горбуши) с координатами (44°÷51° с. ш.; от Курильских островов до 185° в. д.) (рис. 1) [2, 4, 5, 6].

Исходные данные совместного анализа зимних значений ТПО с января по март (Тср) в полигоне исследования и выловов всех тихоокеанских лососей и горбуши за период 1998–2023 гг. представлены на рис. 2. Сопоставимый анализ выполнен для всего периода и отдельно по чётным и нечётным годам, учитывая, что основная масса лососей — горбуша, которую принято делить на поколения чётных и нечётных лет.



**Рис. 1.** Расположение полигона исследований на карте распределения изотерм в СЗО за зимний сезон январь-март 2023 г.



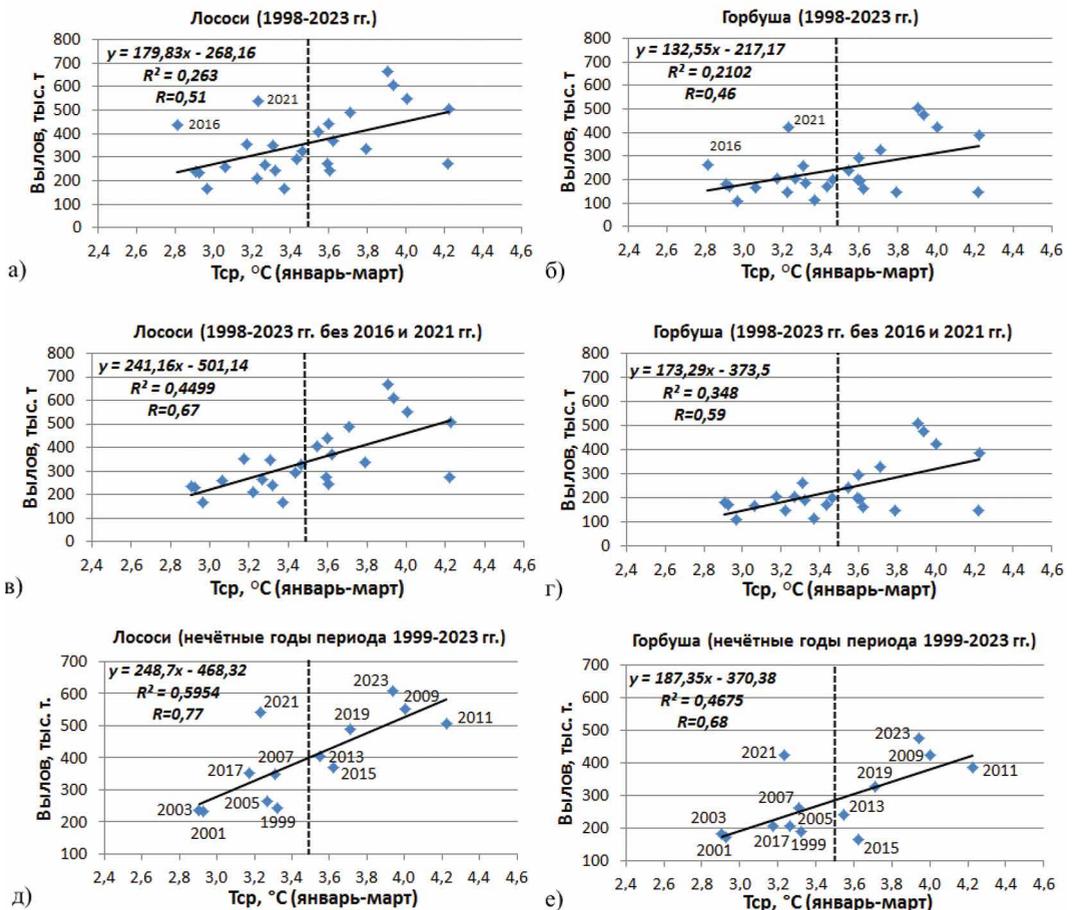
**Рис. 2.** Выловы тихоокеанских лососей и горбуши на Дальнем Востоке и средние значения ТПО (январь-март) в полигоне исследования с 1998 по 2023 г.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные ранее исследования за период 1998–2021 гг. показали наличие заметной связи между общими уловами тихоокеанских лососей и температурой поверхности океана (ТПО) с января по март в акватории основного зимнего обитания и нагула лососей с коэффициентом корреляции  $r=0,65$ . В нечётные годы эта связь оказалась более высокой ( $r=0,81$ ), чем в чётные ( $r=0,44$ ) [2].

Продолжив эти исследования уже за период 1998–2023 гг., оказалось, что коэффициент корреляции для общего вылова лососей понизился и составил значение  $r=0,51$ , но для нечётных лет коэффициент остался почти на том же высоком уровне  $r=0,77$  (рисунок 3а, 3д).

Такой же сравнительный анализ проведён и для горбуши за период 1998–2023 гг., полученный в результате коэффициент корреляции показал наличие умеренной связи для всего периода в целом ( $r=0,46$ ) (рисунок 3б), заметной связи для нечётных лет  $r=0,68$  (рисунок 3е), для чётных эта связь оказалась слабой ( $r=0,26$ ). Таким образом, для горбуши тесная связь её общих уловов с зимней ТПО (январь-март) в акватории полигона наиболее наглядно проявилась для нечётных лет, что ожидаемо и для всех лососей в целом. В нечётные годы средние показатели выловов горбуши и всех видов лососей на Даль-



**Рис. 3.** Зависимости общих выловов лососей и горбуши от  $T_{ср}$  (январь-март) в полигоне исследования за весь период 1998–2023 гг. (а, б), за период 1998–2023 гг. без учёта 2016 и 2021 гг. (в, г), в нечётные годы за период 1999–2023 гг. (д, е)

нем Востоке за сравниваемый период были значительно выше, чем в чётные годы 280/204 тыс. т. для горбуши и 396/315 тыс. т для лососей (рис. 2).

Сопоставляя динамику сезонной зимней ТПО и выловов как лососей, так и горбуши, просматривается тенденция: чем выше средняя сезонная ТПО, тем выше их общие выловы. При значениях средней ТПО более 3,5 °С выловы лососей и горбуши были в целом существенно выше, особенно для нечётных лет. Однако, были редкие исключения. Так в 2021 г. при низком значении сезонной ТПО (3,2 °С) выловы наоборот были на высоком уровне: лососей (540 тыс. т.) и горбуши (420 тыс. т.). Аналогично и в 2016 г. при минимальном значении ТПО за сезон (2,81 °С) выловы лососей оказались также высокими — 439 тыс. т. (рисунок 2).

В расчётах для всего периода 1998–2023 гг. показатели 2016 г. и 2021 г. были исключены и коэффициенты корреляции между зимней ТПО и выловами оказались выше:  $r=0,67$  для лососей,  $r=0,59$  для горбуши (рисунок 3в, 3г).

По полученным вариантам формул и уравнений регрессии (рисунок 3) проведены тестовые расчёты вариантов прогнозов выловов всех лососей в целом и горбуши для 2023 г.: для всего периода 1998–2023 гг. (рис. 3а, 3б), для периода 1998–2023 гг. без учёта 2016 и 2021 гг. (рис. 3в, 3г) и только для нечётных лет всего периода (рис. 3д, 3е). Полученные результаты вариантов прогнозов, официальные прогнозы и фактические выловы лососей и горбуши в 2023 г. (взяты с сайта <http://vniro.ru>) представлены в табл. 1. Продолжить тестовое прогнозирование выловов лососей и горбуши в 2024 г. можно будет выполнить после получения значений ТПО за весь зимний сезон (январь–март) 2024 г. в полигоне основного зимнего обитания лососей.

**Таблица 1.** Сравнение вариантов прогнозов (включая официальный) и фактических выловов лососей и горбуши для 2023 г. (тыс. т)

	Прогноз – весь период 1998–2023 гг.	Прогноз – весь период 1998–2023 гг. без 2016, 2021 гг.	Прогноз – все нечётные годы периода 1998–2023 гг.	Официальный прогноз	Фактический вылов
Лососи	440	449	503	512	608
Горбуша	305	309	368	376	475

## ВЫВОДЫ

1. В процессе корреляционного анализа было установлено, что наиболее тесная связь между зимней ТПО сезона январь–март в основном районе зимнего обитания тихоокеанских лососей и уловами в 1998–2023 гг. прослеживается в нечётные годы как для всех лососей с коэффициентом корреляции  $r=0,77$ , так и с уловами горбуши  $r=0,68$ , а в четные годы эта связь оказалась слабой  $r=0,29$  и  $r=0,26$ , соответственно.

2. В целом тренды зависимости выловов лососей и горбуши от зимней ТПО в полигоне исследования показали, что чем выше среднее зимнее значение ТПО (выше 3,5 °С), тем выше величина их общего вылова. Выпадающие из общей тенденции аномальные соотношения значений 2016 г. и 2021 г. возможно сложились из-за влияния других доминирующих в эти годы факторов.

3. Полученные уравнения регрессии при накоплении базы сопоставляемых данных будут уточняться и могут использоваться как дополнительный ресурс при оценке прогнозов выловов всех видов тихоокеанских лососей и горбуши на основе реальных значений ТПО за конкретный зимний сезон для рассматриваемого года.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаев А.В., Тепнин О.Б. 2015. Продуктивность тихоокеанских лососей: влияние термических условий вод в период первой зимы в бассейне Северной Пацифики // Труды ВНИРО. Т. 158. С. 89–111.
2. Булатов О.А., Ванюшин Г.П., Царева В.А., Кружалов М.Ю., Сапунова Е.В. 2022. Перспективы промысла тихоокеанских лососей // Экономика сельского хозяйства. Т. 10. С. 83–86.
3. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю., Трошков А.А., Барканова Т.Б., Булатова Т.В., Царева В.А., Коробочка А.А., Марков С.Н. 2005. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО. 48 с.
4. Найдено С.В., Темных О.С. 2016. Выживаемость тихоокеанских в Северной Пацифике в зимне-весенний период // Известия ТИНРО. Т. 185. С. 67–94.
5. Царева В.А., Ванюшин Г.П., Кружалов М.Ю., Сапунова Е.В. 2021. Сравнение репрезентативности подходов при оценке ТПО в основном районе зимнего обитания горбуши в СЗТО в январе-марте 1998–2021 гг. по данным ИСЗ // Труды X Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2021)». Т. I(III). Тверь: Изд-во ООО «ПолиПРЕСС». С. 189–192.
6. Шунтов В.П., Темных О.С. 2011. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Т. 2. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центр. 473 с.

## **Количественные характеристики и динамика запасов низших промысловых ракообразных в озерах Курганской области (клардоцеры (*Branchiopoda*, *Cladocera*) и копеподы (*Hexanauplia*, *Copepoda*)) в 2022 и 2023 гг.**

А.Г. Герасимов<sup>1</sup>, Е.В. Бражников<sup>1</sup>, К.В. Куцанов<sup>1</sup>, Л.Ф. Разова<sup>1</sup>, А.А. Герасимова<sup>2</sup>,  
П.В. Бетин<sup>1</sup>, Я.А. Зайцева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр СО РАН»

E-mail: g.aleksey72@gmail.com

**Аннотация.** В работе приведены материалы, характеризующие количественный состав клардоцер и копепод в озерах Курганской области. Приведен общий запас данных биоресурсов. В ходе исследований было изучено три озера и отобрано 36 гидробиологических проб. Дана оценка динамике изменения количественных величин клардоцер и копепод. Отмечен таксономический состав для исследуемых водоемов.

**Ключевые слова:** численность, биомасса, запас, клардоцеры, копеподы.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Исследуемые группы беспозвоночных являются короткоцикловыми и относятся к разным классам членистоногих (*Arthropoda*).

*Cladocera* (ветвистоусые ракообразные) — мелкие планктонные ракообразные, один из наиболее массовых и крайне разнообразных по внешнему строению животных планктона, бентоса и нейстона внутренних водоемов всех типов и всех континентов, включая Антарктиду. Известно около 700 видов этих мелких ракообразных. Наиболее известные представители отряда — пресноводные планктонные рачки рода *Daphnia*, населяющие преимущественно пресные воды, хотя целый ряд видов живет в солоноватых, соленых (в том числе морях) и даже в гипергалинных водоемах. Ветвистоусые являются одной составляющих кормовой базы многих видов рыб [3].

*Copepoda* (веслоногие ракообразные или копеподы) — подкласс ракообразных из класса *Hexanauplia*. Один из крупнейших таксонов ракообразных (по разным данным, число видов копепод составляет от 10 до 20 тысяч). Большинство групп копепод — эктопаразиты беспозвоночных и позвоночных животных [4, 5].

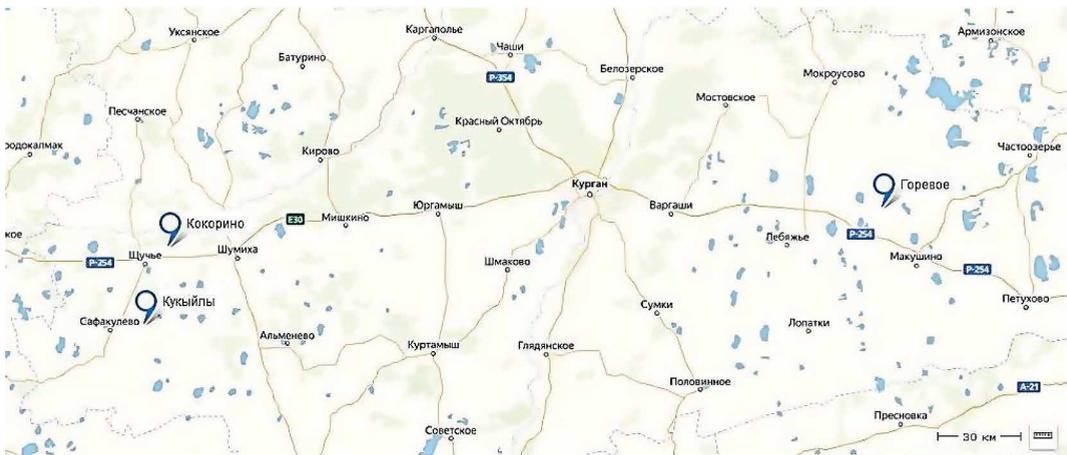
Данные группы беспозвоночных относятся к промысловым и включены в перечень видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осу-

ществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации [6].

Учитывая вышеизложенное, целью нашего исследования являлось установление уровня количественного развития кладоцер и копепод, а также определение состояния общего запаса в озерах Курганской области.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевые исследования проводили в весенне-летний период в соответствии со стандартными методиками научных гидробиологических исследований на трех озерах Курганской области: Кукыйлы, Кокорино, Горевое (рис. 1) [2, 5]. Места отбора проб определяли в зависимости от морфологических особенностей водоема, на каждом озере отбирали по 3 пробы зоопланктона. Температуру и уровень растворенного кислорода в воде измеряли при помощи термооксиметра — «HI9147-04» (Германия). Соленость воды измеряли при помощи рефрактометра «Milwaukee MA887» (США). Прозрачность воды измеряли диском Секки.



**Рис. 1.** Карта-схема расположения исследованных водоемов в Курганской области.

При определении численности и биомассы кладоцер и копепод отбор проб проводили конической планктонной сетью с фильтрующей поверхностью из мельничного газа № 48 и площадью входного отверстия 0,25 м<sup>2</sup>. Пробы отбирали фильтрацией объема воды от дна до поверхности тотальным ловом через рабочую площадь конической планктонной сети.

Разбор проб проводился в лабораторных условиях, камеральная обработка осуществлялась в камере Богорова. [2]. Биомассу кладоцер и копепод определяли, исходя из численности организмов, используя зависимость массы от длины тела [1]. Всего был проанализирован биологический материал по 36 пробам.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследуемые группы беспозвоночных в 2022 и 2023 годах исследовались на трех водоемах Курганской области в весенне-летний период. Всего было отобрано по 9 проб зоопланктона при каждом выезде.

Основные физико-географические и морфометрические характеристики озер приведены в табл. 1.

**Таблица 1.** Основные физико-географические и морфологические характеристики исследованных озер Курганской области в 2022 и 2023 гг.

Название водоема	Координаты	Год исследования	Площадь, га	Соленость, г/л*	Прозрачность, м	Температура воды, °С	Содержание кислорода, мг/л
Горевое	55.395885, 67.045375	2022	60,0	0,0	1,1	28,3	3,0
		2023		0,0	0,9	21,1	12,6
Кукийлы	55.005490, 62.737441	2022	19,0	3,0	0,5	27,6	4,5
		2023		4,0	0,8	29,8	7,1
Кокорино	55.267405, 62.880902	2022	44,0	2,0	0,1	29,6	4,2
		2023		0,0	0,3	25,1	8,3

Примечание: \* – соленость по рефрактометру

Все исследованные озёра довольно мелководные (глубина 1,2–2,2 м) с низкой соленостью. Температура воды в 2022 году на момент обследования составляла в среднем около 28 °С, содержание кислорода было низким — 3,0–4,5 мг/л. Наибольшие различия в параметрах среды наблюдались в показателях прозрачности воды: наибольшая отмечена в оз. Горевое (1,1 м), меньше — в оз. Кукийлы (0,5 м), наиболее низкая — в оз. Кокорино (0,1 м) (табл. 1).

В 2023 году температура воды в озерах была на уровне 21,1–29,8 °С, содержание кислорода в воде — 7,1–12,6 мг/л, что гораздо выше, чем в 2022 г. Прозрачность воды в водоемах варьировала от 0,3 до 0,9 м (табл. 1).

Во всех исследованных озёрах Курганской области в период исследования присутствовали представители ветвистоусых и веслоногих ракообразных. Всего в озерах отмечено 10 видов и таксонов низших ракообразных (табл. 2).

В 2022 году максимальная биомасса кладоцер отмечалась в озере Горевое в июле — 1,17 г/м<sup>3</sup>. В озёрах Кукийлы и Кокорино биомасса ветвистоусых рачков не превышала 0,5 г/м<sup>3</sup>.

Максимальная биомасса копепод отмечалась в озере Кокорино в июле — 3,17 г/м<sup>3</sup>. В озёрах Горевое и Кукийлы биомасса веслоногих рачков не превышала 0,5 г/м<sup>3</sup>. (табл. 3).

**Таблица 2.** Качественный состав исследованных озер Курганской области

Представители зоопланктонного сообщества	Оз. Горевое	Оз. Кокорино	Оз. Кукийлы
<b>Cladocera</b>			
<i>Daphnia longispina</i>	+	+	+
<i>Daphnia pulex</i>	+	+	
<i>Daphnia carinata</i>		+	
<i>Moina sp.</i>		+	
<b>Copepoda</b>			
<i>D. Arctodiaptomus acutilobatus</i>		+	
<i>D. Arctodiaptomus bacillifer</i>		+	
D. juv.	+	+	+
Cyclopinae		+	
C. juv.	+		+
C. nauplius		+	+

**Таблица 3.** Биомасса, численность и общий запас кладоцер и копепод в исследованных озерах Курганской области в 2022 и 2023 гг.

Название водоема	Кладоцеры			Копеподы		
	Биомасса, г/м <sup>3</sup>	Численность, экз./м <sup>3</sup>	Общий запас, т	Биомасса, г/м <sup>3</sup>	Численность, экз./м <sup>3</sup>	Общий запас, т
2022 г.						
Горевое	1,17	11 413,2	19,64	0,0038	604,23	0,028
Кукийлы	0,03	3 424,84	0,19	0,034	8627,45	0,10
Кокорино	0,15	4 279,54	1,58	3,17	44208,87	14,62
2023 г.						
Горевое	0,28	17 291	4,80	1,00	30597	7,30
Кукийлы	0,02	3 993	0,13	0,30	14875	1,00
Кокорино	0,09	10 477	0,90	0,80	15956	3,90

В 2023 году во всех исследованных озерах биомасса кладоцер не превышала 0,3 г/м<sup>3</sup>. Максимальная биомасса кладоцер отмечалась в озере Горевое — 0,28 г/м<sup>3</sup>.

Максимальная биомасса копепод в озере Горевое — 1,00 г/м<sup>3</sup>. В озерах Кокорино и Кукийлы биомасса веслоногих рачков составляла 0,80 г/м<sup>3</sup> и 0,03 г/м<sup>3</sup> соответственно.

В течение проводимых исследований, на протяжении двух лет максимальная численность кладоцер отмечена на озере Горевое, минимальное — Кукий-

лы. Копеподы же отмечаются большой разницей в численности по водоемам. Так в озере Горевое в 2022 г. отмечена минимальная численность, тогда как в 2023 г. там отмечается максимальное значение данного показателя (разница около 50 раз). Обратная ситуация в озере Кокорино: в 2022 г., где была отмечена численность в три раза ниже, чем в 2023 г.

Прямо пропорционально численности и биомассе различен и общий запас рачков. Значение этого показателя уменьшается у кладоцер в 2023 г. относительно 2022 г. Для копепод ситуация не столь однозначна: запас в озерах Горевое и Кукыйлы значительно вырос, в озере Кокорино же наоборот — уменьшился (табл. 3).

## ВЫВОДЫ

На основе полученных данных можно сделать вывод, что популяции кладоцер и копепод в озерах Курганской области испытывают довольно большие скачки количественных показателей, в следствии чего изменяется и общий запас данных водных биологических ресурсов.

Так для кладоцер, в целом по исследованным водоемам, в 2022 и 2023 гг. он составлял 21,4 т и 5,8 т соответственно, для копепод 14,7 т и 12,2 т. Одной из причин вышеуказанных изменений является снижение водности. Так же быстрые изменения численности рачков могут быть обусловлены выеданием рыбами и другими организмами.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости дальнейшего мониторинга за данными видами водных биоресурсов, ввиду его вовлеченности в промышленное рыболовство.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балущкина Е. В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Ленинград: Наука, 1979. С. 169–172
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. — Л.: ГосНИОРХ, 1983.-51с.
3. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1 / Российская акад. наук, Зоологический институт; под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. — Санкт-Петербург [и др.]: Зоологический институт РАН [и др.], 2010.— 494 с.
4. Определитель пресноводных беспозвоночных России. Санкт-Петербург: Наука, 2001., 810 С.
5. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Под ред. С.Я. Цалолихина. Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые. С.-П. 1999.— 998 с.
6. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ № 501 от 06.10.2017 г. «Об утверждении перечня видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, и о признании утратившими силу приказов Минсельхоза России».

## **Динамика численности азово-черноморской шемаи на рыбопропускном шлюзе Кочетовского гидроузла в 1995–2023 гг.**

О.С. Гуськова

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)  
guskovaos@azniirkh.vniro.ru

**Аннотация.** Приведены материалы учета численности азово-черноморской шемаи на рыбопропускном шлюзе Кочетовского гидроузла (река Дон, Ростовская область) за 1995–2023 гг. послужившие основным аргументом в пользу решения о выведении проходной формы этого вида из Красной Книги Российской Федерации и Красной Книги Ростовской области.

**Ключевые слова:** река Дон, пересадка, миграция, Красная книга Ростовской области.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Азово-черноморская шемая *Alburnus mento* распространена от рек восточной части Болгарии, бассейна Дуная, низовьев Прута, Буга, Днестра, Днепра, рек Северного Приазовья (Берда, Обиточная, Кальмиус, Миус), бассейна Дона и бассейна Кубани до черноморских рек кавказского побережья России, рек Западного Закавказья и северо-западной части Малой Азии [Аннотированный..., 1998].

В пределах ареала образует как проходные/полупроходные экологические формы, которые могут обитать в морских акваториях с соленостью до 11–14‰ и для размножения подниматься в реки, так и жилые формы, обитающие во внутренних водохранилищах и для нереста поднимающиеся во впадающие водотоки (например, в Цимлянском, Сенгилеевском и Ново-Троицком водохранилищах).

В азовском ареале проходные формы шемаи приурочены к двум основным бассейнам — реки Дон и реки Кубань, включая ее рукав — реку Протока, а также к второстепенным бассейнам рек Северного Приазовья — Берды, Обиточной, Кальмиуса, Мокрого Еланчика, Грузского Еланчика и Миуса (здесь обитают незначительные локальные популяции, имеющие генетическую связь с донской проходной популяцией).

Начиная с 2007 г. на ряде рыбоводных предприятий Ростовской области успешно проводились мероприятия по искусственному воспроизводству шемаи, к 2014 г. объёмы выпуска шемаи достигли 3,5 млн экз. В 2016 г. выпуск молоди искусственных генераций шемаи в Азово-Донском районе был приостановлен.

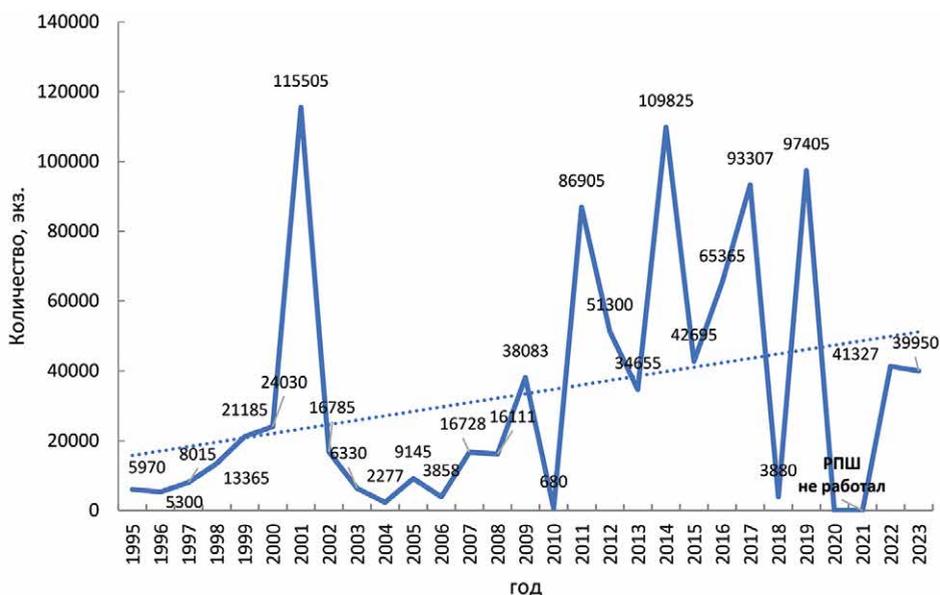
При проведении ежегодных мониторинговых исследований Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») азово-черноморская шемама регистрируется главным образом на рыбопропускном шлюзе (РПШ) Кочетовского гидроузла при пропусках мигрирующих производителей проходных и полупроходных видов рыб, что позволяет проводить ее количественный учет в период весенней миграции, который совпадает с периодом работы рыбоподъемника.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материал собран на ихтиологической площадке рыбоподъемника Кочетовского гидроузла в период 1995–2003 гг. Кочетовский гидроузел расположен на реке Дон на расстоянии 178 км от устья. Ихтиологическая площадка, поделенная разметкой на равные сегменты, предназначена для визуального осмотра и учета рыб, зашедших в шлюз, а также отбора производителей для их использования в целях искусственного воспроизводства. При шлюзовании рыбы и ее пропуске в верхний бьеф реки площадка на короткое время поднимается выше уровня воды, что позволяет провести подсчет рыб на всей поверхности платформы либо в одной ее секции, а в дальнейшем пересчитать на весь объем пропускаемой рыбы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Количество ежегодных пересадок производителей шемаи через РПШ Кочетовского гидроузла представлен на Рис. 1. В 2020–2021 гг. вследствие низ-



**Рис. 1.** Количество азово-черноморской шемаи, экз., учтенной на Кочетовском РПШ реки Дон в период 1995–2023 гг.

ких расходов воды на участке Дона ниже Цимлянского гидроузла РПШ не функционировал. В остальные годы шемай по численности была одним из самых массовых видов рыб, отмечавшихся на РПШ Кочетовского гидроузла. В годы массовых пересадок, по численности она уступала лишь черноморско-азовской проходной сельди. В 2023 г. численность пересаживаемой Кочетовским РПШ шемаи превысила суммарную численность судака, леща и рыбака. Всего за 29 лет наблюдения на РПШ Кочетовского гидроузла было учтено почти 970 тыс. экз. шемаи, или в среднем 33,4 тыс. экз./год.

В годы эффективного промысла шемаи 1927–1929 гг. объемы ее изъятия в Азово-Донском районе оценивались порядка 15–30 тыс. экз. [Троицкий, 1930]. Эта величина примерно соответствует количеству шемаи, ежегодно пересаживаемой через РПШ Кочетовского гидроузла. Относительная высокая численность шемаи на ихтиологической площадке РПШ Кочетовского гидроузла была одним из важных аргументов для выведения ее проходной бассейна реки Дон Ростовской области [Приказ, 2023].

## ВЫВОДЫ

1. Шемай — один из массовых видов рыб, мигрирующих через Кочетовский рыбопропускной шлюз. В среднем за период 1995–2023 гг. ее пересаживалось 33,4 тыс. экз./год. В годы массовых пересадок по численности она уступала лишь черноморско-азовской проходной сельди.

2. Высокая численность азово-черноморской шемаи при ее пересадке через РПШ Кочетовского гидроузла была одним из основных аргументов для выведения ее проходной формы из Красной книги Ростовской области.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. М: Наука, 1998.— 220 с.
2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области от 22.12.2023 № 376 «Об утверждении Перечней (списков) объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Ростовской области и исключенных из нее».
3. Троицкий С.К. Биология речного периода, запасы и воспроизводство кубанских рыбака и шемаи / Тр. рыбоводн.-биол. лаб. АзЧеррыбвода, 1949. — С. 51–109.

## Комплексная программа по восстановлению байкальского омуля в озере Байкал

*Е.Н. Даринов<sup>1</sup>, Я.А. Капустина<sup>1</sup>, С.В. Кушнарев<sup>2</sup>, А.В. Базов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

<sup>2</sup> Байкальский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: ya.kapustina@gosrc.vniro.ru

**Аннотация.** Согласно п. 3.2 протокола заседания Правительственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал от 02 марта 2023 года № 1, разработана научная основа комплексной программы по восстановлению байкальского омуля в озере Байкал.

**Ключевые слова:** байкальский омуль, *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775), дефицит естественного воспроизводства, искусственное воспроизводство, водные биологические ресурсы.

### ВВЕДЕНИЕ

После окончания запрета на лов байкальского омуля в Байкале (1969–1975 гг.) и проведения научной разведки (1976–1981 гг.), с 1982 г. был начат сначала экспериментальный, а затем промышленный (с 1987 г.) лимитированный лов данного вида. В период с 1982 по 2003 гг. промысловые уловы байкальского омуля были стабильными. Среднегодовой вылов составил 2,2 тыс. т, при варьировании от 1,8 до 2,7 тыс. т.

Общая биомасса байкальского омуля в 1982–2004 гг. была на уровне 20–26 тыс. т. В 2008 г. она опустилась ниже 20 тыс. т, а с 2011 г. начала стремительно снижаться, достигнув в 2017 г. исторического минимума в 7,4 тыс. т.

Резкое сокращение запаса байкальского омуля потребовало установления дополнительных ограничений рыболовства, вплоть до введения запрета на вылов. Приказ Минсельхоза России от 29 августа 2017 года № 450 (зарегистрирован Минюстом России 18 сентября 2017 года № 48234) внес поправки в Правила рыболовства для Байкальского бассейна и с 01 октября 2017 года вступил в силу запрет на промышленный вылов байкальского омуля, а также были установлены дополнительные ограничения любительского и традиционного рыболовства.

Благодаря комплексу мер, направленных на сохранение запаса байкальского омуля, в 2018–2020 гг. сокращение запаса прекратилось, и его общая биомасса стабилизировалась на уровне 7,6–7,8 тыс. т, в 2021–2023 гг. составила 8,5–8,7 тыс. т. Согласно целевым ориентирам, текущее значение биомассы байкальского омуля пока ещё находится в зоне подрыва запасов. На заседании Правительственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал

02 марта 2023 года № 1 была поставлена задача приступить к разработке комплексной программы (далее — Программа) по восстановлению байкальского омуля в озере Байкал.

Цель исследования — определить состав и целевые показатели Программы, сроки ее реализации, задачи необходимых исследований и мероприятий в рамках Программы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исходя из эталонного периода состояния байкальского омуля просчитаны показатели для полного восстановления по численности промыслового запаса и пополнения (табл. 1). Показатели приведены исходя из потребности восстановления каждой морфо-экологической группы (далее — МЭГ) байкальского омуля.

**Таблица 1.** Показатели полного восстановления байкальского омуля

МЭГ	Пополнение		Промысловый запас	
	возраст, лет	численность, тыс. экз.	возрастные группы, лет	численность, тыс. экз.
Пелагическая	2+	$\frac{5691,9-9339,0}{7686,1}$	4+-12+	$\frac{9846,2-23020,0}{14821,8}$
Прибрежная	2+	$\frac{17805,1-36876,3}{22626,6}$	3+-12+	$\frac{34866,5-74572,3}{45154,3}$
Придонно-глубоководная	5+	$\frac{1044,2-3241,8}{2017,7}$	7+-15+	$\frac{2889,7-23125,3}{9459,4}$

*Примечание.* Над чертой — варьирование; под чертой — средневзвешенная величина

Промысловый запас можно считать восстановленным, если целевые показатели сохраняются на уровне средневзвешенной величины на протяжении 5–7 лет.

Достижению в озере Байкал численности и биомассы байкальского омуля в объемах, необходимых для обеспечения устойчивого промысла должно способствовать искусственное воспроизводство.

По степени значимости восстановления запаса на первом месте стоят пелагическая МЭГ байкальского омуля, размножающаяся в р. Селенге, и придонно-глубоководная МЭГ, которая в настоящее время переведена на искусственное воспроизводство на Большереченском РЗ (далее — БорЗ).

Одним из основных факторов, лимитирующих численность омуля, является уровень развития кормовой базы прибрежно-соровой системы озера, где происходит нагул молоди. Одним из основных условий, обеспечивающих высокоэффективную отдачу от рыбоводных заводов, является соответствие объемов выпуска рыбоводной продукции биопродукционным возможностям прибрежно-соровой системы озера Байкал.

Под потенциальной приемной емкостью прибрежно-соровой системы Байкала понимается то количество личинок омуля, выживание которых способна обеспечить имеющаяся кормовая база (зоопланктон).

Гидробиологические исследования в 1988–1992, в 1996–2000, 2010–2011 и 2015–2019 гг. показали, что уровень развития кормовой базы (зоопланктон, зообентос) примерно находится на одном уровне, и существенных изменений в количественном и видовом показателях не наблюдается. Кормовая база прибрежно-соровой системы оз. Байкал по исследованным данным способна прокормить около 7,0 млрд экз. личинок омуля. С учетом средних величин фактически наблюдаемого уровня воспроизводства байкальского омуля имеется возможность пополнения его запасов за счет искусственного воспроизводства и выпуска в основные нерестовые реки для нагула в прибрежно-соровой системе дополнительного количества личинок: байкальский омуль пелагический МЭГ (р. Селенга) — 2,0 млрд личинок, придонно-глубоководной МЭГ — 1 млрд личинок (Посольский сор, Селенга, Баргузин).

Так как регулирование рыболовства исходит из общей биомассы всех МЭГ байкальского омуля, динамика восстановления популяции с учётом необходимого уровня естественного и искусственного воспроизводства рассчитана для общего стада (табл. 2).

**Таблица 2.** Плановая (необходимая) динамика восстановления популяции байкальского омуля

Год	Запас, тыс. т
2025	10,45
2031	12,20
2040	23,01

При прогнозировании динамики роста биомассы байкальского омуля принималось, что за счет работ по искусственному воспроизводству дефицит молоди придонно-глубоководной МЭГ байкальского омуля ежегодно будет компенсироваться в размере 100%, а пелагической МЭГ байкальского омуля — 60%.

Достижение первого целевого ориентира по биомассе (12,1 тыс. т) возможно к 2031 г. Достижение целевого ориентира по биомассе байкальского омуля (23,01 тыс. т) к 2040 г. Эти цифры можно рассматривать как экспертную оценку. Точнее скорость восстановления популяций можно будет рассчитать с момента стабилизации и роста биомассы байкальского омуля. График восстановления подлежит ежегодной корректировке.

При восстановлении популяции байкальского омуля необходимо учитывать влияние антропогенных факторов на его естественное воспроизводство. К числу наиболее значимых антропогенных факторов, влияющих на воспроизводство байкальского омуля, к сожалению, остается браконьерский

вылов на путях нерестовых миграций. Миграция байкальского омуля к местам нереста в р. Селенга проходит на протяжении полутора месяцев по густонаселенному району Республики Бурятии. Исторически сложилось, что во время нерестового хода часть рыбы изымается из реки. Браконьерский вылов следует считать одним из главных факторов, негативно влияющих на воспроизводство байкальского омуля, воспроизводящегося в р. Селенга.

Также угрозой существованию байкальского омуля представляет возможное гидростроительство в бассейне р. Селенга. Селенга является трансграничным водотоком, а развивающаяся промышленность и планы граничащей Монголии по зарегулированию реки Селенги не могут не отразиться на условиях воспроизводства байкальского омуля в р. Селенга. В этом случае для байкальского омуля будут отрезаны нерестилища ранних мигрантов. В годы с большой протяженностью нерестовой миграции нерестилища выше створа ГЭС будут утеряны.

Как на старте мероприятий Программы, так и на протяжении всего срока ее реализации, необходимо научное сопровождение. Определены основные задачи научных исследований для обеспечения выполнения мероприятий Программы:

- оценка состояния популяции байкальского омуля на основе ежегодного мониторинга естественного воспроизводства;
- создание научно-методической базы для обоснования управленческих решений и корректировки мероприятий, направленных на восстановление запасов байкальского омуля;
- создание эффективной системы искусственного воспроизводства байкальского омуля с целью восстановления естественных популяций.
- научное сопровождение реализации программы с целью контроля эффективности мероприятий по восстановлению байкальского омуля;
- мониторинг мероприятий программы с целью оценки эффективности их реализации.

Это позволит обеспечить при необходимости своевременную корректировку мероприятий Программы в ходе ее реализации.

## **ВЫВОДЫ**

1. Целевыми показателями восстановления популяции байкальского омуля определены следующие показатели биомассы: 2031 г.— 12,1 тыс. т; 2040 г.— 23,01 тыс. т.

2. Необходимый объем выпуска в основные нерестовые реки для нагула в прибрежно-соровой системе дополнительного количества личинок: байкальский омуль пелагический МЭГ (р. Селенга) — 2,0 млрд личинок, придонно-глубоководной МЭГ — 1 млрд личинок (Посольский сор, Селенга, Баргузин).

3. Сроки реализации Программы, позволяющие достигнуть в озере Байкал численности и биомассы байкальского омуля в объемах, необходимых для обеспечения устойчивого промысла: 2025–2040 гг.

4. Программа должна включать следующие обязательные мероприятия:
- научно-исследовательские работы обеспечения мероприятий Программы.
  - мероприятия по искусственному воспроизводству байкальского омуля.
  - комплекс рыбоохранных мероприятий.
5. Научное сопровождение Программы дает основу объективной оценки эффективности и базу для своевременной корректировки ее мероприятий.

## **Первый опыт выращивания молоди нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773) в рыбоводниках ХМАО-Югры в целях воспроизводства в Обь-Иртышском бассейне (Западная Сибирь)**

*Е.Н. Даринов, С.А. Сенник, А.В. Шерышова, А.А. Евсеева*

Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Ханты-Мансийск  
E-mail: hmvodbio@yandex.ru

**Аннотация.** Приведены данные по росту и питанию молоди нельмы в период 2021–2023 гг., выращиваемой в рыбоводниках «Ванзетурский сор» и «Айтор» в целях искусственного воспроизводства.

**Ключевые слова:** нельма, *Stenodus leucichthys nelma*, рыбоводник, искусственное воспроизводство, выращивание, молодь сиговых рыб, пастбищная аквакультура.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Нельма *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773) — единственный специализированный хищный представитель сиговых рыб. Полупроходное стадо бассейна р. Обь обитает в Обской губе и Нижней Оби. В бассейне р. Иртыш и его притоках Тобол, Тавда, Тура, Исеть обитают полупроходные и жилые группировки нельмы. Нельма — ценная промысловая рыба, требовательная к условиям обитания. Антропогенная трансформация речных экосистем, поступление загрязненных стоков, браконьерство привели к снижению её численности в Обь-Иртышском бассейне и, соответственно, репродуктивного потенциала сиговых рыб. Если в 30-е гг. XX в. уловы достигали 585 т, то в начале XXI столетия — около 100 т [1–3]. В настоящее время нельма занесена в Красные книги Тюменской, Свердловской, Омской, Новосибирской, Кемеровской областей, Алтайского края как вид с неуклонно снижающейся численностью. Искусственное воспроизводство является одним из важных способов поддержания и восстановлению ее численности.

Начиная с 2021 г. сотрудники Тюменского филиала ФГБНУ «ВНИРО» выращивают молодь нельмы на двух рыбоводных участках: рыбоводник «Айтор» (Малый Пальяновский сор) и рыбоводник «Ванзетурский сор». Данные работы проводятся в рамках реализации ежегодных Планов искусственного воспроизводства по компенсации ущерба, наносимого водным биологическим ресурсам компаниями нефтегазового комплекса.

Цель исследования — определить эффективность выращивания молоди нельмы в рыбоводниках.

Задачи исследования:

- анализ условий для выращивания нельмы в рыбопитомниках;
- мониторинг роста и развития молоди нельмы.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы по питанию молоди нельмы обрабатывали стандартными количественно-весовыми методами [4]. Отбор проб молоди проводили с помощью малькового невода из безузловой дели длиной 10 м и ячейей 3 мм; подросшей молоди мальковым неводом длиной 25–50 м и ячейей 6–10 мм. Исследование молоди нельмы проводили общепринятыми методами [5].

Водоем «Ванзетурский сор» расположен в Березовском районе ХМАО–Югры на правом берегу р. Северная Сосьва в 60 км вверх по течению от п. Березово. Рыбопитомник отгорожен от р. Северная Сосьва дамбой с шлюзовыми устройствами. Данная земляная плотина с двумя шлюзами-регуляторами была сооружена в 1970 г. в целях создания водоёма с регулируемым уровнем режимом для зарыбления личинками сиговых видов рыб. В естественных условиях это пойменный водоем, заполняемый водой в основном из собственного водосбора из р. Ванзетурка (Ванзетурья) при подпоре с р. Северная Сосьва. В период быстрого весеннего подъема уровня, вода также поступает с Северной Сосьвы, заполняя пойму. Спад воды соотносится с изменением уровня р. Северная Сосьва и обычно начинается с конца июня. Наличие шлюзовых устройств позволяет регулировать спад уровня, в результате чего возможно обеспечить наличие значительного количества воды в соре надолго. В 2021–2023 гг. площадь рыбопитомника варьировала в пределах 425–489 га. Водоём Малый Пальяновский сор (рыбопитомник «Айтор») расположен в Октябрьском районе ХМАО–Югры в 10 км западнее с. Каменное, в среднем течении протоки Ендырской. Малый Пальяновский сор является временным водоёмом. Залитие сора начинается в мае, в результате таяния снега на водосборе площадью 381 км<sup>2</sup>, по мере спада воды сор осушается. В 2022–2023 гг. площадь рыбопитомника варьировала в пределах 3699–4569 га.

В данной работе представлены результаты трехлетней работы по подращиванию обской нельмы в пастбищной аквакультуре, проведённой впервые в рыбопитомниках на территории ХМАО–Югры.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2021 г. сотрудники Тюменского филиала ВНИРО впервые выполнили экспериментальное зарыбление личинки нельмы в рыбопитомник «Ванзетурский сор»; ее доставили в рыбоводных пакетах вертолетным транспортом из рыбопитомника регионального «Тобольский». Доставка личинки нельмы до рыбопитомника «Айтор» осуществлялась автотранспортом из рыбопитомника регионального «Тобольский» в живорыбных контейнерах. Всего за три года (2021–2023 гг.) в рыбопитомники Тюменского филиала «ВНИРО» было зарыблено около 36 млн шт. личинок нельмы (табл. 1). Зарыбление всегда

**Таблица 1.** Сравнительные данные по зарыблению личинки нельмы в рыбопитомниках

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.
«Ванзетурский сор»			
Количество личинки, шт.	528 940	7 585 000	14 495 000
Плотность, тыс. шт./га	134,6 (совместно с пелядью и муксуном)	155,0 (совместно с пелядью и муксуном)	130,1 (совместно с муксуном)
Дата зарыбления	13.05.	22.05.	16.05., 18.05.
«Айтор»			
Количество личинки, шт.	–	9 850 000	3 676 000
Плотность, тыс. шт./га	–	39,4 (совместно с пелядью, муксуном, чиром, тугуном)	43,0 (совместно с пелядью, муксуном, чиром)
Дата зарыбления	–	12.05., 14.05.	20.05.

проводили в поликультуре — в разные годы совместно с пелядью, муксуном, чиром, тугуном.

Температурный режим — один из основных факторов для развития и роста молоди рыб. Вода в рыбопитомниках в 2021–2023 гг. прогревалась постепенно, достигая в третьей декаде мая значений 17–19 °С. Летом в середине июня вода в рыбопитомнике «Айтор» остывала до 5 °С, в первой декаде июля прогревалась до температуры 25–28 °С; в рыбопитомнике «Ванзетурский сор» в середине июня вода остывала до 12 °С, в июле прогревалась до температуры 20–25 °С. В рыбопитомниках отмечено два температурных пика — в начале июня и в начале июля. В этот же период интенсивно развивалась альгофлора и наблюдалось «цветение» водоема диатомовыми и сине-зелеными водорослями. Обилие фитопланктона способствовало значительному развитию зоопланктона, особенно рачков, среди которых преобладали различные кладоцеры. В целом, температура воды за период наблюдений соответствовала среднемноголетнему уровню и являлась удовлетворительной для роста молоди рыб.

Рост молоди нельмы в рыбопитомнике «Ванзетурский сор» происходил неравномерно: в 2021 г. и в 2023 г. отмечен резкий скачок роста с конца июня, в 2022 г. — с начала июля, что вероятнее всего зависело от изменения спектра питания (переход с зоопланктона на зообентос). В дальнейшем темп роста молоди происходил медленно, т. к. для поддержания темпов роста бентосного корма становилось недостаточно, а молодь частичковых видов рыб, которая могла бы использоваться в качестве нового источника пищи в рыбопитомнике отсутствовала. В целом, темпы роста молоди нельмы в рыбопитомнике «Ванзетурский сор» в 2021–2023 гг. были удовлетворительными (табл. 2). Наиболее быстрый темп роста молоди нельмы отмечен в 2023 г.

**Таблица 2.** Основные биологические характеристики молоди нельмы в рыбопитомнике «Ванзетурский сор»

2021 г.				2022 г.			
Дата	W, г	L, см	Q	Дата	W, г	L, см	Q
22.06. (41)	1,00±0,01	4,4±0,1	1,35±0,13	19.06. (29)	0,61±0,26	4,1±0,3	0,89±0,10
28.06. (47)	4,44±0,09	6,9±0,4	1,35±0,09	29.06. (39)	1,94±0,21	6,1±0,4	0,85±0,14
03.07. (52)	7,00±0,19	8,4±0,8	1,66±0,08	05.07. (45)	2,64±0,14	7,1±0,3	0,74±0,06
06.07. (55)	11,24±0,32	9,2±0,5	1,46±0,15	09.07. (49)	4,75±0,09	8,5±0,4	0,77±0,09
–	–	–	–	21.07. (61)	9,06±1,45	8,6±0,4	1,42±0,14

2023 г.			
Дата	W, г	L, см	Q
05.06. (19)	0,32±0,06	2,9±0,1	1,24±0,08
15.06. (29)	1,09±0,41	4,3±0,2	1,36±0,13
25.06. (39)	2,31±0,57	5,5±0,5	1,35±0,09
03.07. (47)	7,02±1,26	7,8±0,6	1,51±0,22
12.07. (56)	13,73±3,68	9,4±0,7	1,59±0,19
18.07. (62)	17,3±2,54	10,4±0,6	1,55±0,09
24.07. (68)	22,41±5,04	11,5±0,8	1,46±0,22

*Примечание:* в скобках указан день после зарыбления. Q – коэффициент упитанности; L – длина рыбы, W – масса

Рост молоди в рыбопитомнике «Айтор» был более интенсивный и равномерный по сравнению с ростом молоди в рыбопитомнике «Ванзетурский сор». Темпы роста молоди в 2023 г. были значительно выше, чем в 2022 г. (табл. 3).

**Таблица 3.** Основные биологические характеристики молоди нельмы в рыбопитомнике «Айтор»

2022 г.				2023 г.			
Дата	W, г	L, см	Q	Дата	W, г	L, см	Q
20.06. (38)	0,69±0,28	4,4±0,6	0,77±0,12	02.06. (14)	0,27±0,03	2,8±0,1	1,24±0,01
01.07. (49)	1,53±0,7	6,0±1,1	0,71±0,16	19.06. (31)	2,75±0,22	6,0±1,9	1,27±0,06
10.07. (58)	18,9±6,29	10,9±0,12	1,43±0,19	29.06. (41)	4,95±1,13	7,0±0,6	1,40±0,10
–	–	–	–	07.07. (49)	8,45±2,60	8,6±0,9	1,37±0,12

*Примечание:* в скобках указан день после зарыбления. Q – коэффициент упитанности; L – длина рыбы, W – масса

Упитанность рыб – это важный показатель в физиологических исследованиях, так как при расчете коэффициентов, характеризующих этот показатель можно судить о степени состояния рыбы. Средние значения коэффициента упитанности по Фультону у молоди нельмы в рыбопитомнике «Ванзетурский

сор» в 2021 г. в период выпуска составили  $1,49 \pm 0,16$ ; в 2022 г.—  $1,44 \pm 0,19$ ; в 2023 г.—  $1,46 \pm 0,22$ . Средние значения коэффициента упитанности по Фуль-тону у молоди нельмы в рыбопитомнике «Айтор» в 2022 г. в период выпуска составили  $1,43 \pm 0,19$ ; в 2023 г.—  $1,13 \pm 0,09$ .

Нельма — единственный вид из сиговых, ведущих исключительно хищный образ жизни. Молодь питается личинками насекомых, мизидами и молодью других видов рыб. Взрослая нельма потребляет главным образом молодь сиговых, карповых и окуневых рыб.

Спектр питания молоди нельмы в рыбопитомнике «Ванзетурский сор» состоял в основном из зоопланктонных и бентосных организмов, обитающих в водоеме, а также единично в желудках была отмечена молодь сиговых. Потребление кормовых организмов в большинстве случаев зависело от их доступности. Доступные рыбам кормовые организмы составляют только часть общего зоопланктона и зообентоса, неодинаковую в разных биотопах водоема. Доступность кормовых организмов зависела от их размеров и характера распределения. Состав пищевого комка молоди нельмы в июне — июле включал типичных зоопланктонных организмов: веслоногие рачки рода *Diatomus*, ветвистоусые рачки рода *Bythotrephes*, *Sida*, а также личинок двукрылых (в основном сем. Chironomidae).

В первые несколько недель жизни молодь нельмы в рыбопитомнике «Айтор» в мае питалась зоопланктоном. В середине июня молодь нельмы уже питалась крупными рачками: веслоногими *Eudiaptomus gracilis* и ветвистоусыми *Daphnia galeata*, единично в желудках встречались остатки молоди карповых рыб. В конце июня (40 день после зарыбления) молодь нельмы переходила на питание воздушными насекомыми, а также в желудке присутствовали остатки молоди рыб. В целом, молодь нельмы на хищническое питание молодью рыб переходила уже на 30 день после зарыбления с длиной тела в этот период около 6 см. В начале июля питалась крупными хищными ветвистоусыми рачками *B. longimanus*, воздушными насекомыми и молодью частичковых рыб.

## ВЫВОДЫ

Опыт выращивания молоди нельмы до необходимых навесок в 2021–2023 гг. в рыбопитомниках, принадлежащих Тюменскому филиалу ФГБНУ «ВНИРО» можно оценить как успешный. Молодь нельмы, имеющая высокую экологическую пластичность, показала хорошие темпы роста при выращивании в пастбищной аквакультуре. Условия для выращивания молоди нельмы в рыбопитомниках были благоприятными. Рацион молоди нельмы в рыбопитомниках в возрасте 30 суток состоял в основном из крупных планктонных рачков, на втором месяце жизни — в основном из бентосных организмов и воздушных насекомых в рыбопитомнике «Ванзетурский сор» и из молоди рыб в рыбопитомнике «Айтор». Для полноценного роста нельме необходим доступный корм в виде живой рыбы (частик), что подтверждается более быстрыми темпами роста в рыбопитомнике «Айтор», по сравнению с рыбопитомником «Ванзетур».

В целом, зарыбленная личинка нельмы за короткий период (30–40 дней) подращивания в рыбопитомниках достигла навески, рекомендуемой к выпуску Планом искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов, утверждаемым Федеральным агентством по рыболовству. Таким образом, нельму возможно успешно использовать как объект компенсационных мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов В.Д. Современное состояние нельмы в бассейне реки Северной Сосьвы / В.Д. Богданов, И.П. Мельниченко // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. № 3. 2013. С. 20–24.
2. Костюничев В.В. Нельма как перспективный объект аквакультуры // Материалы совещания «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Тюмень, Госрыбцентр. 2013. С. 215–218.
3. Матковский А.К. Причины сокращения запасов полупроходных сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна. Вестник рыбохозяйственной науки. № 1(21). 2019. С. 27–48.
4. Методические рекомендации по применению современных методов изучения питания рыб и расчета рыбной продукции по кормовой базе в естественных водоемах. 1980. Л. 28 с.
5. Петлина А.П., Романов В.И. Изучение молоди пресноводных рыб Сибири. Томск. 2004. 203 с.

## **Тресковые рыбы российских вод Берингова моря: запасы и перспективы промысла**

*А.В. Датский*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: adatsky@vniro.ru

**Аннотация.** В настоящей работе приведены материалы по запасам тресковых рыб в российских водах Берингова моря и особенностям их использования отечественным рыболовством на историческом и современном этапе. В ходе исследования проанализированы данные по биомассе, общему и сезонному вылову минтая, трески и наваги. Итоговые материалы по запасам и промыслу этих рыбных объектов позволят повысить результативность их использования.

**Ключевые слова:** тресковые рыбы, Берингово море, биомасса, промысел.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Берингово море — один из наиболее продуктивных морских водоемов в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. На современном этапе акватория моря в пределах российской юрисдикции обеспечивает первое место по вылову трески, белокорого и стрелозубых палтусов, макрурусов, морских окуней, угольной рыбы, бычков, минтая (в отдельные годы), второе место после Охотского моря по добыче наваги, черного палтуса и сельди. Сложившаяся долголетняя динамика вылова морских рыб Берингова моря определяется естественными изменениями их запасов и проистекающими во временной перспективе изменениями в целом по стране и рыбной отрасли в частности [2].

В западной части Берингова моря следует признать особую значимость для промысла тресковых рыб, в первую очередь минтая, трески и наваги. По данным 2000–2021 гг. на них приходилось до 69% запасов и 79% уловов морских рыб в российской акватории моря [7]. Высокий рыночный спрос на тресковых рыб отразился и на стоимости их промысловых ресурсов, которые были оценены в 990 млрд руб. или 79% всей стоимости облавливаемых рыбных объектов промысла [5].

Цель исследования — описать изменчивость запасов и вылова тресковых рыб в российской части Берингова моря и оценить перспективы их рыболовства.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящем исследовании приведены материалы по биомассе тресковых рыб западной части Берингова моря, взятые из опубликованных источников [4, 1]. Информационной основой по вылову рыб послужила отчетность рыбодобывающих предприятий в рамках отраслевой системы мониторинга.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В западной части Берингова моря встречаются четыре вида тресковых рыб: минтай, треска, навага и сайка. Первые три вида формируют в этой акватории значительные промысловые скопления и являются базовыми объектами промысла (рис. 1а-в). Сайка обитает в морях Арктики, мигрируя в периоды её высокой численности в северную часть Берингова моря [8, 9], где и наблюдается в уловах преимущественно научных судов (рис. 1г).

Среди тресковых рыб минтай Берингова моря имеет приоритетное значение, обеспечивая порядка 30% суммарного вылова вида в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне [1]. В среднем в 2000-е гг. его добыча в российских водах моря составляла 476 тыс. т (при наибольшем улове 730 тыс. т в 2007 г.). При условии присоединения к этим уловам ежегодного изымаемого ресурса минтая американской стороной в объеме 1,3–1,4 млн т [10], следует признать важность данного вида для рыболовства в районе исследований.

В юго-западной акватории Берингова моря обитает минтай западноберингоморской популяции, который в годы высокой численности в нагульный период смещается в глубоководные участки моря и северо-восточнее к 180°. При низком и среднем уровнях запасов он мигрирует к северу от м. Олюторский только до 176° в. д. В остальной акватории северо-западной части моря облавливают рыб восточноберингоморской и анадырско-наваринской группировок [6].

Динамика вышеуказанных группировок минтая российских вод Берингова моря претерпевает значительные изменения (рис. 2а-в). В северо-западной части моря биомасса рыб варьировала от 445 до 3970 тыс. т при наибольших оценках обилия в 1982–1989, 1995–1997, 2003–2005 и 2010–2021 гг. Запасы минтая в юго-западной части моря изменялись от 55 до 2306 тыс. т (наибольшие значения в 1974–1977, 1983–1989, 2007–2011 и 2022–2024 гг.). В целом для минтая российских вод Берингова моря можно выделить два максимума биомассы выше среднегодовой — в 1981–1990 и 2008–2024 гг., первый из которых был сформирован преимущественно западноберингоморским минтаем, второй — рыбами восточноберингоморской и анадырско-наваринской группировок. Проведенные ранее исследования показали [4], что обилие минтая Берингова моря зависит от аномалий температуры воды в 50-метровом и донном слоях, поверхностной и придонной температур водных масс, биомассы фракций зоопланктона и степени покрытия акватории моря льдом.

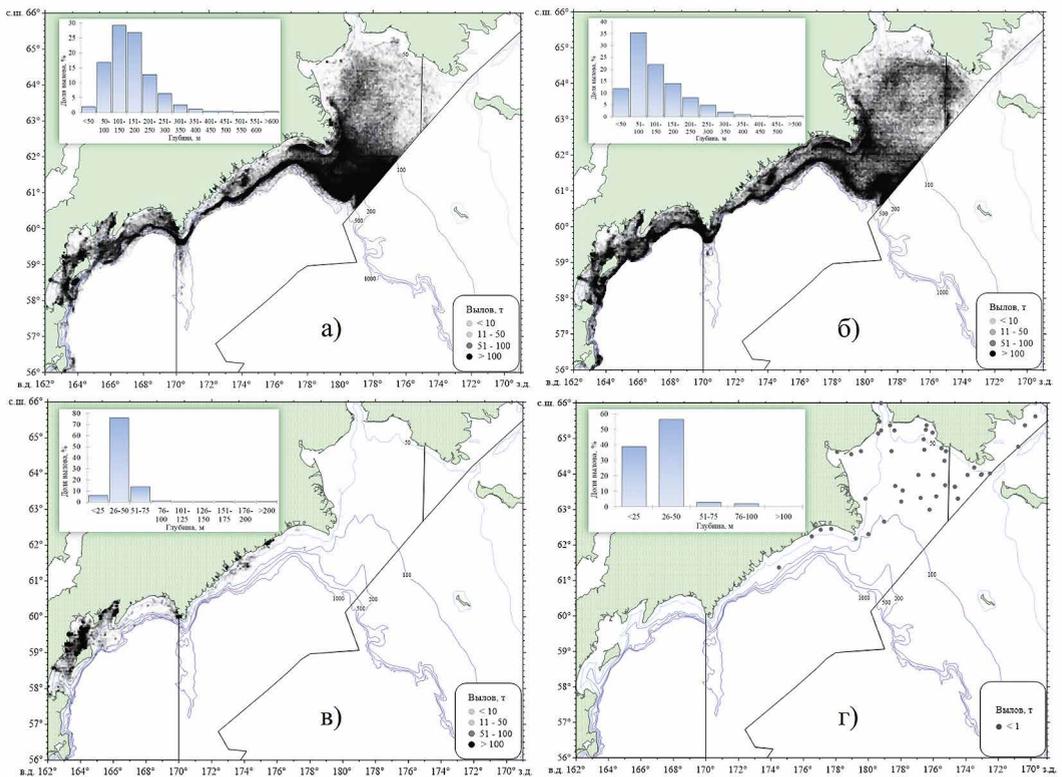
В российских водах моря минтая облавливали в разные годы от 40 тыс. т до 1,26 млн т с наибольшими показателями флота в 1981–1989 гг. (рис. 2в). При этом уловы соотносились сообразно биомассам группировок: вылов рыб из северо-западной части моря изменялся от 178 до 900 тыс. т (максимально в 1981–1983, 1996–1999 гг.), в то время как в юго-западной части он находился в пределах 9–549 тыс. т (1976, 1988 гг.). Наибольшее доминирование уловов минтая из первого района наблюдалось в 2003–2005 гг. (в 42,8–52,4 раза больше) в период действия запрета на специализированный траловый лов вида в Карагинской подзоне. Исключением были 1990, 1991 и 1994 гг., когда в северо-западной части моря уловы были меньше.

На современном этапе рост запасов минтая вкупе с повышенной миграционной активностью восточноберингоморской группировки привели к увеличению вылова вида в основных районах промысла в 2022–2023 гг., по сравнению с периодами 2012–2017 (холодный тип лет) и 2018–2021 (теплый тип лет) годов (рис. 3). Исключением представляется лишь промысел в Чукотской зоне, где наибольшие уловы рыб зафиксированы в 2012–2017 гг. Основной вылов минтая приходился на июнь–декабрь, когда изымалось 87,6–95,9% и 78,2–87,8% рыб соответственно в северо-западной и юго-западной частях моря.

Треска — второй по численности после минтая вид тресковых рыб в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне с добычей, превышающей 170 тыс. т. При этом в 2020 г. непосредственно в Беринговом море ее добыли 123,2 тыс. т, из которых более 105 тыс. т было поймано в северо-западной части моря, где в 2015–2019 гг. наблюдался резкий рост запасов трески за счет благоприятных факторов природной среды и вступления в промысел поколений высокой численности 2011, 2017, 2018 гг. [3].

В северо-западной акватории моря облавливается преимущественно анадырско-наваринская треска, пополняющаяся летом-осенью особями из восточной части моря. В совокупности такие рыбы сосредоточены на шельфе и материковом склоне олюторско-наваринского района и в Анадырском заливе. Промысел карагинской трески тяготеет к заливам Олюторский, Корфа и Карагинский (рис. 16).

В северо-западной части Берингова моря в 1968–2024 гг. биомасса трески изменялась от 12 до 1632 тыс. т соответственно в 1974–1975 и 2018 гг. при средней величине 334 тыс. т (рис. 2г). Наибольшие ее запасы наблюдались в 1979–1982, 1996–1998, 2007–2012 и особенно в 2016–2020 годах. В последний временной промежуток промысловый запас трески находился в пределах 1100–1632 тыс. т при среднем значении 1377 тыс. т. После 2021 г. зафиксировано существенное снижение ее биомассы (до 240–500 тыс. т) до среднемноголетнего уровня. Отметим здесь, что основные скопления трески формирует в Западно-Берингоморской зоне, где по данным траловых донных съемок 1982–2021 гг. находилось до 90% всего запаса рыб в северо-западной части моря [3]. Запасы трески в юго-западной части моря изменялись от 25



**Рис. 1.** Пространственное (т) и батиметрическое (%) распределение уловов минтая (а), трески (б), наваги (в) и сайки (г) в западной части Берингова моря в 2000-е гг.

до 350 тыс. т (наибольшие значения в 1979–1984 и 1989–1995 гг.) при среднемноголетней биомассе 128 тыс. т (рис. 2д).

В целом для трески российских вод Берингова моря можно выделить три максимума биомассы выше среднемноголетней — два незначительных в 1979–1982 и 1989–1994 гг. (сформированные в основном карагинской группировкой) и один аномально высокий в 2015–2023 гг. (сформированный рыбами анадырско-наваринской и восточнберингоморской группировок) (рис. 2е).

Обнаруживающие влияние на численность трески Берингова моря факторы среды сходны с минтаем. При этом превышение ее запасов до 1 млн т и более связано с потеплением северной акватории моря, что в общем итоге привело к созданию значимой и доступной кормовой базы, значительному перемещению рыб из восточной части моря, появлению многочисленных генераций трески. Обратный процесс (охлаждение акватории моря с 2021 г.) увеличил площадь холодного Лаврентьевского пятна и ограничил миграции рыб на северо-запад моря. Помимо этого, снижению запасов и уловов трески до среднемноголетнего уровня способствовал и выход из промыс-

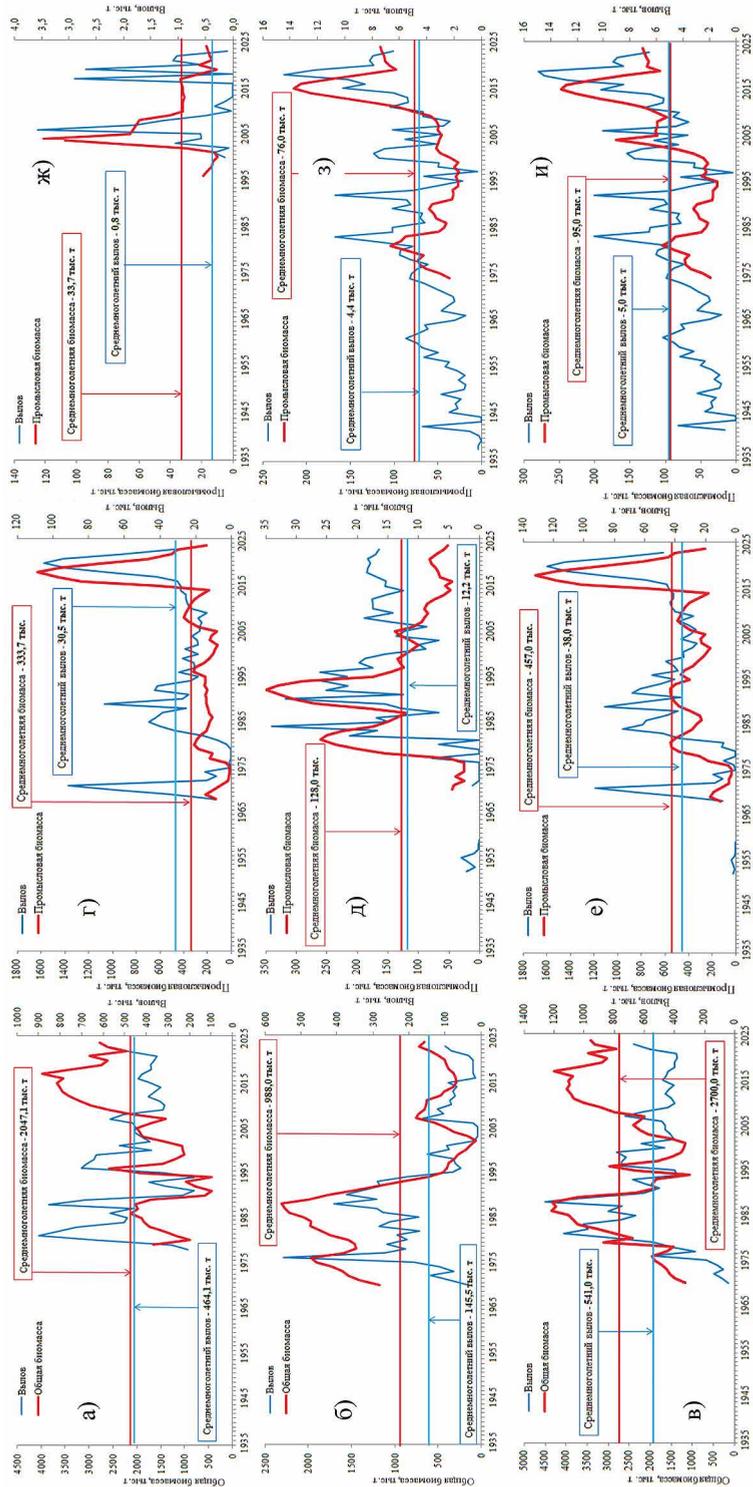


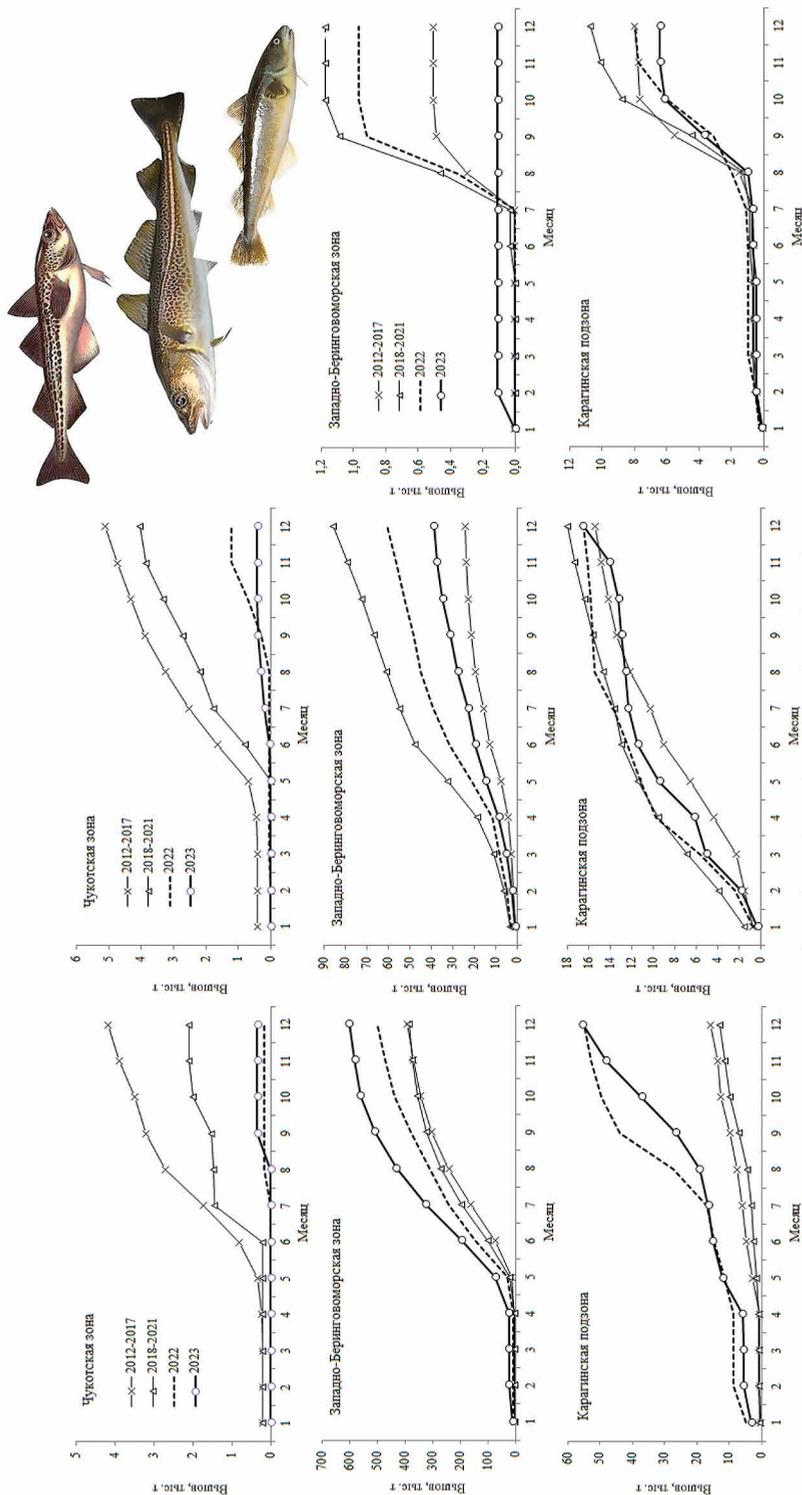
Рис. 2. Биомасса и вылов (тыс. т) минтая (а, б, в), трески (г, д, е) и наваги (ж, з, и) в северо-западной (а, г, ж), юго-западной (б, д, з) и западной (в, е, и) частях Берингова моря в 1937–2024 гг.

лового использования ее урожайных поколений [3]. Причем, если в северо-западной части моря биомасса трески вернулась к своему среднему значению, то в юго-западной части она находится гораздо ниже среднемноголетней и продолжает снижаться.

Уловы трески в российских водах Берингова моря за весь период исследований изменялись от 0,03 до 124 тыс. т (наибольший вылов отмечен в 2019–2021 гг.) при среднемноголетнем показателе 38 тыс. т (рис. 2г-е). При этом уловы соотносились в соответствии биомасс группировок: добыча рыб из северо-западной части моря изменялась от 0,1 до 105,3 тыс. т (максимально в 2020 г.), в то время как в юго-западной части она находилась в пределах 0,001–34,1 тыс. т (1984 г.). Учитывая отсутствие ограничений на вылов трески в период ее нереста, а также значительный облов рыб ярусными орудиями лова, данный вид начинают активно облавливать с февраля (особенно в юго-западной части моря) с максимальными уловами с апреля-мая по октябрь. При этом наибольшей результативностью в основных районах промысла флот отметился в период теплых лет (2018–2021 гг.), наименьшей — в холодные годы (2012–2017 гг.) (рис. 3).

Еще один вид тресковых рыб, навага, обитает в прибрежных водах по всей западной части Берингова моря. В 2000-е гг. на навагу приходилось до 2,6% промысловых запасов и 1,0% уловов морских рыб в российской акватории моря [8]. Внимание рыбной отрасли фокусируется на карагинской наваге, встречающейся в заливах Корфа, Карагинский и Олюторский, а также на анадырско-наваринской группировке, обитающей в относительно крупных бухтах вдоль корякского побережья (рис. 1в). В отличие от минтая и трески, основу биомассы и добычи этого вида составляет южная группировка. Запасы карагинской наваги изменялись от 26 до 215 тыс. т (в среднем 76 тыс. т) при наибольших оценках обилия в 1980–1983, 2003–2024 гг. Осредненный вылов этой группировки за весь период исследований составил 4,4 тыс. т при максимуме 14,5 тыс. т в 2018 г. (рис. 2з). Показатели наваги в северо-западной части моря существенно ниже: биомасса в среднем 33,7 тыс. т при предельных значениях 10,0–121,3 тыс. т, уловы средний и максимальный — 0,8 и 3,6 тыс. т. Пиковые ее значения наблюдались в 2003–2009 гг. (рис. 2ж). Численность наваги Берингова моря регулируется поверхностной и придонной температурой воды в районах ее обитания, цветением фитопланктона и обилием средней и крупной фракций зоопланктона [4].

На современном этапе для наваги, обитающей в западной части Берингова моря, можно констатировать высокий уровень запасов и уловов карагинской популяции. В отношении рыб северо-западной части моря следует отметить слабый уровень информационной обеспеченности, позволяющий говорить о недооценке их обилия. При этом, как показывают прошлое и настоящее промысла, его эффективность зависит не столько от динамики запасов наваги, сколько от организации ее рыболовства.



**Рис. 3.** Сезонный вылов (тыс. т) минтая (левый ряд), трески (средний ряд) и наваги (правый ряд) в российских водах Берингова моря в 2012–2023 гг.

Значительное влияние на распределение наваги и ее уловов в течение года оказывает термическое состояние водных масс в районе обитания рыб. Нерест протекает в зимний период на изобатах до 30 м, после которого навага выходит на нагул в пределах глубин от 60 до 100 м, где и облавливается в летне-осенний период. В Карагинской подзоне и Западно-Беринговоморской зоне на август-октябрь приходится соответственно 95,6 и 92,7% всего вылова наваги. Как и у трески, наибольшие уловы рыб наблюдали в теплые годы (рис. 3).

## ВЫВОДЫ

В ходе проведенных исследований показана изменчивость запасов и вылова минтая, трески и наваги в западной части Берингова моря и оценены перспективы их промысла.

Запасы минтая и трески северо-западной Берингова моря в 2010-х гг. находились на аномально высоком уровне. Подобный вывод можно сделать и для карагинской наваги. В настоящий момент биомассы этих группировок, за исключением наваги, уменьшились до среднемноголетнего уровня. Напротив, после максимальных показателей обилия минтая и трески в Карагинской подзоне в 1970–1980-е гг., их биомасса снизилась до минимальных значений. При этом если запас западноберинговоморского минтая показал значимый рост в начале 2020-х гг., то карагинская треска продолжила снижение. Существующий уровень знаний об анадырско-наваринской наваге не позволяет говорить достоверно о динамике ее запаса: вполне вероятно, что он находится на уровне начала 2000-х гг., однако для этого необходимы регулярные исследования всей акватории обитания данной группировки.

Увеличение биомассы тресковых рыб обусловлено появлением одного или нескольких урожайных поколений, что в совокупности с благоприятными природными условиями приводит к росту промысловых показателей и общей результативности промысла. В 2008–2010 гг. наметился рост уловов трески по всему российскому сектору Берингова моря, наваги — в юго-западной его части. Наибольший вылов рыб этих группировок был отмечен в 2010-е гг. с последующим его снижением к началу 2020-х гг. и прогнозируемой стабилизацией добычи в дальнейшем на среднемноголетнем уровне. Напротив, в 2022–2023 гг. выросли уловы минтая по всей акватории моря, которые с большей долей вероятности будут стремиться к максимальным значениям в ближайшие несколько лет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов Н.П., Датский А.В., Смирнов А.А., Кузнецова Е.В., Ведищева Е.В., Головатюк Г.Ю. 2024. Использование сырьевой базы морских рыб в российских водах дальневосточных морей и прилегающих районах открытой части Тихого океана в 2000–2020 гг. // Труды ВНИРО. Т. 195. С. 61–128. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2024-195-61-128>
2. Датский А.В. 2019. Сырьевая база рыболовства и ее использование в российских водах Берингова моря. Сообщение 2. Межгодовая динамика прогнозируемого и фактиче-

- ского вылова водных биологических ресурсов на современном этапе и в исторической перспективе // Труды ВНИРО. Т. 177. С. 70–122.
3. Датский А.В., Антонов Н.П., Савин А.Б. 2023б. Современное состояние запасов тихоокеанской трески в северо-западной части Берингова моря и перспективы ее промысла // Рыбное хозяйство. № 6. С. 76–84. DOI: <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-6-76-84>
  4. Датский А.В., Кулик В.В., Датская С.А. 2021. Динамика обилия массовых промысловых рыб дальневосточных морей и прилегающих районов открытой части Тихого океана и влияющие на неё факторы // Труды ВНИРО. Т. 186, № 4. С. 31–77. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-186-31-77>
  5. Датский А.В., Самойленко В.В. 2021. Сырьевая база водных биологических ресурсов в российских водах Берингова моря и ее стоимость // Вопросы рыболовства. Т. 22. № 1. С. 64–99. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2021-22-1-64-99>
  6. Датский А.В., Шейбак А.Ю., Антонов Н.П. 2022. Минтай Берингова моря: особенности распределения и биологии, запасы, промысел // Труды ВНИРО. Т. 189. С. 73–94. DOI: [10.36038/2307-3497-2022-189-73-94](https://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-189-73-94).
  7. Датский А.В., Шейбак А.Ю., Батанов Р.Л. 2023а. Распределение уловов водных биологических ресурсов в российских водах Берингова моря по районам, срокам и орудиям лова // Труды ВНИРО. Т. 192. С. 85–112. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-192-85-112>.
  8. Николаев А.В., Кузнецов М.Ю., Сыроваткин Е.В. 2008. Акустические исследования сайки (*Boreogadus saida*) в российских водах Берингова и Чукотского морей в 1999–2007 гг. // Известия ТИНРО. Т. 155. С. 131–143.
  9. Савин А.Б. 2021. Сайка (*Boreogadus saida*, Gadidae) Чукотского моря и прилегающих вод // Известия ТИНРО. Т. 201. № 4. С. 810–832. DOI: [10.26428/1606-9919-2021-201-810-832](https://doi.org/10.26428/1606-9919-2021-201-810-832)
  10. Ianelli J., Fissel B., Stienessen S., Honkalehto T., Siddon E., Allen-Akselrud C. 2021. Chapter 1: Assessment of the walleye pollock stock in the Eastern Bering Sea. 170 p. Accessible via: [https://apps-afsc.fisheries.noaa.gov/Plan\\_Team/2021/EBSPollock.pdf](https://apps-afsc.fisheries.noaa.gov/Plan_Team/2021/EBSPollock.pdf). 20.09.2022.

## Современная динамика запаса и биологические основания новых мер регулирования промысла камбалы-калкан в Азовском море

С.И. Дудкин<sup>1,3</sup>, С.Ю. Леонтьев<sup>2</sup>, С.В. Камшуков<sup>2</sup>, У.Н. Александрова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» (ЮФУ)

E-mail: si\_dudkin@mail.ru

**Аннотация.** Экосистема Азовского моря в период 2015–2023 гг. функционировала в режиме повышенной солености вод, благоприятной для эффективного воспроизводства камбалы-калкан и расширения ее нерестового ареала. Введенные с 2016 г. ограничения промысла камбалы-калкан способствовали быстрому увеличению нерестового потенциала популяции, который эффективно реализовался в условиях благоприятной солености. Отмечается быстрое восстановление промыслового запаса, что потребовало отмены действовавшего запрета специализированного промысла. Цель работы — возобновление промыслового использования запаса камбалы-калкан на базе новых мер регулирования промысла с учетом современного распределения популяции камбалы-калкан.

**Ключевые слова:** камбала-калкан, Азовское море, запас, промысел, регулирование.

### ВВЕДЕНИЕ

Камбала-калкан *Scophthalmus maeoticus* (Pallas, 1814) распространена в Чёрном и Азовском морях и отнесена к специальной категории ценных видов водных биоресурсов. Некоторые авторы на основании отличий пластических признаков, таких как развитие костных подкожных шипов, выделяли азовского калкана в отдельный подвид, однако генетические данные указывают на выраженный поток генов между его азовской и черноморской популяциями и не подтверждают подвидовой ранг различий [1], являющихся, вероятно, лишь экотипическими формами вида. В коммерческом отношении камбала-калкан является одним из самых премиальных объектов промысла в Азовском море, что предопределяет высокую уязвимость популяции к промысловому изъятию [2].

В период с 1992 г. вплоть до 2022 г. регулирование промысла калкана в Азовском море осуществлялось в рамках работы Российско-Украинской комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море (РУК), решения имплементировались Российской Федерацией и Украиной в национальных правовых актах.

История современного регулирования промысла камбалы-калкан в Азовском море может быть подразделена на три этапа.

Первый этап (2000–2015 гг.) — промысел был основан на традиционном распределении калкана в условиях «традиционного» для Азовского моря уровня солености 10–12 ( $\pm 1$ )%. В «традиционных» условиях основная часть азовской популяции калкана распределялась в западной части моря, избегая восточной части, опресненной стоком рек Дон и Кубань. Соответственно, специализированный промысел камбалы-калкан был ограничен только побережьем Украины [3], у берегов Краснодарского края камбала являлась объектом разрешенного прилова и часто вообще не фигурировала в промысловой статистике. Запас камбалы в этот период эксплуатировался нерационально с высокой долей НН-промысла, что привело к депрессивному состоянию популяции и падению уловов: уже с 2012 г. российские уловы камбалы отсутствовали, украинский годовой улов калкана с 60–80 т сократился до 293 кг. Главной причиной обвала уловов явилось снижение численности популяции вследствие переэксплуатации запаса. Так, в 2009 г. только официально рыбаками Украины на промысле калкана выставлялось 2388 единиц камбальных сетей [4]. Сокращение запаса не смогло предотвратить начавшееся повышение солености вод Азовского моря, которое благоприятно для воспроизводства камбалы. Уже к 2015 г. уровень солености Азовского моря вышел за пределы «традиционного» диапазона в «комфортный», однако эффективное воспроизводство камбалы-калкан ограничивалось крайне низкой численностью производителей.

Второй этап (2016–2020 гг.) — введение полного запрета на специализированный сетной промысел и ограничение разрешенного прилова камбалы-калкан, начался с реализации позиции российской делегации на XXVII сессии РУК 27–30 октября 2015 г. Кроме запрета промысла решением сессии было существенно ограничено количество научно-промысловых траловых рейсов Украины в Азовском море, принято решение об увеличении минимального промыслового размера особей камбалы с 22 до 27 см, что сократило изъятие неполовозрелых особей. Важную роль сыграл и переход в 2014 г. пространства азовского побережья у полуострова Крым под юрисдикцию Российской Федерации и соответствующее усиление там рыбоохранных мероприятий. Положительный результат не замедлил проявиться в быстром восстановлении промыслового запаса камбалы: за 6 лет с 2016 г. к 2022 г. он увеличился в 58 раз (с 50 до 2900 т), а лимит для промыслового вылова — в 116 раз (с 5 до 580 т). Выраженная положительная динамика запаса позволила приступить к третьему этапу.

Третий этап (2021 г. и далее) характеризуется достигнутым высоким объемом промыслового запаса калкана, достаточным для перезапуска промысла. Рекомендованный вылов (РВ) калкана в Азовском море превысил величину РВ, установленную для этого вида в российских водах в Чёрном море, где промысел не был под запретом. При этом возрождение промысла калкана

необходимо провести на новых принципах с учетом кардинального изменения распределения промысловой популяции по акватории моря в условиях изменившейся солености вод по сравнению с «традиционным» периодом. Основания новых мер регулирования промышленного рыболовства калкана в Азовском море, разработанные при непосредственном участии авторов, явились целью настоящей работы. При этом были решены две главные задачи: 1) обеспечение промыслового изъятия камбалы-калкан такими способами и орудиями добычи, которые бы минимизировали любое воздействие на другие виды водных животных (например, запутывание в орудиях и гибель дельфинов, прилов осетровых видов рыб и судака) и не подрывали запас самой камбалы; 2) обеспечение максимальной специализации промысла при сдерживании роста общей промысловой нагрузки.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Запас камбалы-калкан оценивали методом прямого учета в ходе проведения ежегодных учетно-траловых съемок донных рыб по сетке учетных станций (всего 150 станций), равномерно распределенных на акватории Азовского моря и Таганрогского залива. В качестве учётного орудия лова использован донный трал конструкции ГосНИОРХ размером по верхней подборе 18 м, ячейёй в кутке 6,0 мм. Расчет численности, биомассы общего и промыслового запаса и оценку распределения камбалы проводили с применением программы «Fishery». Дополнительным источником промыслово-биологической информации служили данные промысловой статистики и устные опросы пользователей, анализ фото- и видеодокументов, а также информация, получаемая при подготовке к проведению заседаний бассейнового Азово-Черноморского научно-промыслового совета.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

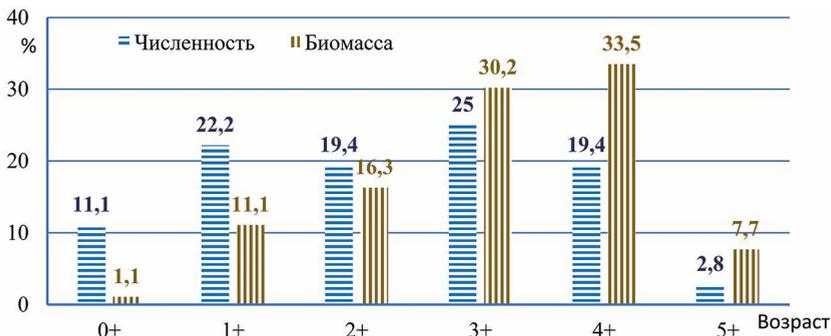
Современный этап (с 2021 г.) постепенного возобновления промысла камбалы-калкан в Азовском море является этапом и его формирования на принципах рационального неистощительного рыболовства с учетом современного изменения распределения запаса.

Некоторые ограничения второго этапа, в частности, ограничение района добычи стационарными и активными прибрежными орудиями лова только прибрежной 5-км зоной Азовского моря с исключением из него Керченского пролива, Таганрогского залива и азовских лиманов, показали свою высокую эффективность в качестве препятствующих истощению сырьевой базы морских рыб и должны быть сохранены. Другим важным ограничением является запрет применения в 5-км прибрежной зоне работы малых рыбопромысловых судов с активными орудиями добычи (допускается только использование маломерных судов). Роль указанных ограничений в выстраивании рационального и неистощительного рыболовства и в борьбе с ННН-промыслом в Азовском море трудно переоценить. В отношении камбалы-калкан это решение

изначально создало безопасные условия для существования и восстановления запаса, поскольку вне зон промыслового воздействия оказывалось 96% площади акватории моря. Это позволило более смело принять меры по развитию промысла камбалы в пятикилометровой прибрежной зоне Азовского моря без риска нанесения неприемлемого ущерба ядру ее промысловой популяции. В то же время активные преднерестовые миграции камбалы в прибрежную зону моря позволяют облавливать в разрешенные сроки промысла всю популяцию. Таким образом, в Азовском море не создается какой-либо изолированный, недоступный промысловому воздействию запас калкана.

Наиболее экологически безопасным способом промыслового изъятия камбалы-калкан без дополнительного увеличения общего количества орудий добычи в районах многовидового берегового промысла явилось решение о снятии любых ограничений объема разрешенного прилова камбалы-калкан в любые стационарные орудия добычи, уже используемые рыбодобывающими организациями для добычи (вылова) иных видов водных биоресурсов. В первую очередь, это касалось хамсово-тюлечно-атеринных (шаг ячеи в котле 6,5–8 мм), барабулево-ставридово-саргано-креветочных (шаг ячеи в котле 10–14 мм), частичковых карасево-тараньих (шаг ячеи в котле 32 мм), кефалево-пиленгасных (шаг ячеи в котле 30 мм) ставных неводов. Данным решением на водоеме не увеличивается общее количество орудий добычи. По экспертным оценкам, российский вылов камбалы-калкан через отмену ограничений объема разрешенного прилова мог составить от 80 до 120 т в год без нанесения какого-либо ущерба другим видам водных биоресурсов и только используя уже выставляемые по факту рыбаками орудия добычи.

Однако для полного освоения рекомендуемого вылова (РВ) необходимо возобновление специализированного сетного промысла азовского калкана (при полном исключении возможного использования наживных крючьев или активных донных орудий лова — снюрреводов, драг, донных тралов) с учетом современной и перспективной размерно-возрастной структуры популяции (рис. 1).



**Рис. 1.** Распределение численности и биомассы общего запаса камбалы калкан в Азовском море по возрастным группам в 2020–2022 гг.

Для сетного промысла были установлены разрешенные районы промысла, сроки промысла, параметры сетей (вид, размер сетей, шаг ячеи в сетематериале, толщина и тип нити и т. п.), ограничение количества сетей. Для промысла отводятся только наиболее эффективные и безопасные в отношении возможного прилова осетровых рыб периоды: 45 суток в весенний период и 122 суток осенью-зимой. Дополнительно избежание прилова осетровых достигается ограничением высоты сетей (13 нитей в максимальном сборе) и установлением толщины мононити 0,15–0,25 мм (которую осетр и севрюга легко прорывают, что надежно проверено экспериментально). Все эти ограничения рыболовства проверены на практике, их заявленная эффективность, безопасность и узкая специализация (специфичность) доказана.

Однако важное ограничение рыболовства, принятое РУК — ограничение общего количества сетей в районе промысла, не было реализовано, что создает потенциальный риск для популяции азовской камбалы-калкан и способно быстро привести запас в исходное депрессивное состояние. Практика промысла и динамика размерно-возрастных характеристик популяции калкана в сторону увеличения доли коммерчески более ценных старших возрастных групп крупных особей камбалы показывают необходимость корректировки таких ограничений рыболовства, как размер ячеи в сетях и минимальный промысловый размер особей, также в сторону увеличения.

Становление специализированного промысла камбалы-калкан в Азовском море находится в самом начале и требует постоянного научного внимания и усовершенствования на предосторожных принципах.

## **ВЫВОДЫ**

1. Промысел камбалы возобновлен в новом формате установленных ограничений рыболовства, который не имеет аналогов в прошлом и может нести некоторые риски для эксплуатации запаса целевого объекта промысла, а также риски для объектов нецелевого прилова.

2. Важным решением ограничения роста промыслового пресса является отмена ограничений на объем разрешенного прилова камбалы-калкан в стационарные прибрежные орудия лова (ставные невода, каравки, подъемные заводы), уже используемые прибрежным промыслом, что позволяет обеспечить годовой вылов калкана от 80 до 120 т без увеличения промысловой нагрузки.

3. Специализированный промысел камбалы-калкан в Азовском море ставными сетями ограничен по районам промысла (пятикилометровая прибрежная зона без лиманов, Таганрогского залива и Керченского пролива), по срокам (исключающим промысел в период массовых нерестовых миграций и нереста), по параметрам сетей (длина, высота, размер ячеи, толщина и тип нити сетеполотна, длина порядка сетей, расстояние между порядками), что создает базовые условия для устойчивого рыболовства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бессонова Н.А., небесихина Н.А. Изучение генетической структуры популяции камбалы-калкан *Scophthalmus maeoticus* (*Scophthalmidae*) в Азово-Черноморском бассейне // Водные биоресурсы и среда обитания 2019, том 2, номер 4, с. 60–67.
2. Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / Ред. В.Н. Еремеев, А.В. Гаевская, Г.Е. Шульман, Ю.А. Загородняя; НАН Украины, Институт биологии южных морей НАН Украины. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.— 367 с. ISBN 978-966-02-6138-9
3. Изергин Л.В., Діріпаско О.О., Дем'яненко К.В. Рибні ресурси Азовського моря та популяційна динаміка промислових видів сучасного періоду // Збірник наукових праць ІРЕМ (Окремий випуск). — Бердянськ, 2021: Видавництво ФОП Однорог Т.В. (м. Мелітополь).— 182 с. ISBN 978-617-7823-45-1
4. Заброта П.Н., Жириков Т.В. Современное состояние популяции азовского калкана *Scophthalmus maeotica torosa* (Rathke, 1837) // Водные ресурсы и вопросы рыбного хозяйства Азовского бассейна / Сб. научн. тр. НИАМ. — Бердянск: Изд-во ООО «НПК «Интер-М», г. Запорожье, 2012. — С. 113–121.

## **Возможности визуального опознавания сообществ сублиторальной растительности в хозяйственных целях**

*Дуленин А.А.*

Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»)  
E-mail: [dulenin@khabarovsk.vniro.ru](mailto:dulenin@khabarovsk.vniro.ru)

**Аннотация.** По данным гидробиологических ресурсных съемок 2016–2023 гг. проанализированы сведения о сублиторальных сообществах водорослей-макрофитов и морских трав двух районов Дальнего Востока России — северо-западной части Японского моря и северо-западной части Охотского моря общей протяженностью 1,5 тыс. км. С борта малых ТНПА визуально опознается большинство ассоциаций сублиторальной растительности: 65% в СЗЯМ и 83% в СЗОМ. Имеющиеся данные об удельной биомассе и проективном покрытии главных доминантов позволяют использовать результаты опознавания и оконтуривания растительных ассоциаций для оценки промысловых ресурсов этих доминантов и прочих хозяйственных расчетов. Использование малых ТНПА дает возможность в разы сократить продолжительность альгологических съемок и на 1–3 порядка — их стоимость. Предложенный подход применим в морях умеренных и высоких широт.

**Ключевые слова:** макрофиты, ассоциации, ТНПА, визуальное опознавание.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Важными задачами фундаментальных, прикладных и ресурсных гидробиологических исследований в прибрежной зоне морей и океанов следует считать выделение, описание и изучение закономерностей распределения сообществ подводной растительности, к которым пространственно приурочены промысловые запасы морских растений, и которые связаны консортивными связями с популяциями экологически и хозяйственно значимых животных.

Ранее выделены сообщества растительности в ранге ассоциаций в северо-западной части Японского моря (СЗЯМ) [1] и в северо-западной части Охотского моря (СЗОМ) [2]. Для объяснения их структуры использованы концепции адаптивной зоны и элементарного петерсеновского сообщества в понимании И.В. Волвенко [3]. Показано, что ассоциации сублиторальной растительности расположены в границах адаптивных зон их главного доминанта и образуют элементарные петерсеновские сообщества: большая часть их биомассы и проективного покрытия дна формируется главным доминантом [2]. Такие сообщества привлекательны для хозяйственного освоения, а их площади могут быть приравнены к площадям промысловых поселений.

Сублиторальные растительные сообщества имеют специфический физиономический облик и могут быть опознаны визуально. Однако существует мнение, что визуальные наблюдения непригодны для количественных оце-

нок обилия донной растительности [4]. Тем не менее, установлено, что визуальные наблюдения могут быть использованы для оценки промысловых ресурсов морских сублиторальных макрофитов [5], а проективное покрытие ряда видов можно пересчитать в удельную биомассу [6]. Визуальные наблюдения позволяют получать верифицируемые количественные оценки [7]. Их целесообразно проводить при помощи ТНПА (телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов, или подводных роботов) [8].

Однако инвентаризация сублиторальных растительных ассоциаций, которые доступны для описания и картирования с помощью ТНПА, до сих пор не была выполнена. Цель настоящего сообщения состояла в том, чтобы оценить возможности опознавания сообществ макрофитов визуальным способом посредством подводных роботов. Работа выполнена по теме 26 раздела 13 государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» № 076–00001–24–00 на 2024 г.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы были собраны во время научно-исследовательских гидробиологических съемок, выполненных с 2016 по 2023 гг. у побережий Хабаровского края: в СЗЯМ (от 47°24' с. ш., 139°03' в. д. до 51°40' с. ш., 141°06' в. д., 600 км) — не менее 700 станций и в СЗОМ (от 55°54' с. ш., 137°23' в. д. до 59°20' с. ш., 145°47' в. д., 1000 км) — не менее 600 станций. Исследования выполняли при помощи ТНПА малого класса (Chasing M2 и Qysea Fifish V6) по ранее опубликованным методикам [8]. Промысловые виды указаны в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации № 2569-р [9]. Оптознаваемость ассоциаций оценивали при наличии общей видимости под водой по летнему аспекту растительности, т. е. в период наибольшего развития растительного покрова. Для оценки визуальной опознаваемости сообществ просмотрены полученные во время съемок фото- и видеоматериалы и проанализированы результаты наблюдений непосредственно во время съемок. Растительные сообщества: ассоциации и высшие синтаксоны названы в соответствии с требованиями Международного кодекса фитосоциологической номенклатуры [10]. Авторы номенклатурных таксономических и синтаксономических комбинаций не указаны для экономии места. Ассоциации в СЗЯМ выделены провизорно [1], в СЗОМ — описаны валидно [2], высшие синтаксоны выделены провизорно.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В СЗЯМ проанализировано 16 растительных ассоциаций и 1 союз. Из них 11(65%) хорошо, т. е. однозначно опознаются при наблюдениях с ТНПА (табл. 1). В этих ассоциациях зеленых, бурых, красных водорослей и морских трав, доминируют промысловые виды [10] (кроме *Desmarestia viridis*), однако в настоящее время добывают только *Saccharina japonica* (рис. 1) — сахарину японскую или морскую капусту. Остальные виды могут быть источниками пищевого и технического сырья при наличии спроса на рынке. Из-за

**Таблица 1.** Характеристики сообществ сублиторали районов исследования.

Сообщество	ГД	УБМ ГД, кг/м <sup>2</sup> , М	ПП ГД, доля, М	Зна- чение	Опозна- ваемость
<b>Северо-западная часть Японского моря</b>					
<i>Ulvetum lactucae</i>	<i>Ulva lactuca</i>	0,43	0,4	П	хорошая
<i>Saccharinetum japonicae</i>	<i>Saccharina japonica</i>	5,93	0,54	П	хорошая
<i>Saccharinetum cichorioidae</i>	<i>S. cichorioides</i>	3,4	0,5	П	хорошая
<i>Kjellmaniellum crassifoliae</i>	<i>Kjellmaniella crassifolia</i>	1,2	0,5	П	хорошая
<i>Costarietum costariae</i>	<i>Costaria costata</i>	4,5	0,4	П	хорошая
<i>Agaretum clathratae</i>	<i>Agarum clathratum</i>	1,69	0,5	П	хорошая
<i>Desmarestetum viridae</i>	<i>Desmarestia viridis</i>	2,35	0,78	Н	хорошая
<i>Sargassetum miyabae</i>	<i>Sargassum miyabei</i>	7,09	0,9	П	ограниченная
<i>Sargassetum pallidae</i>	<i>S. pallidum</i>	5,21	0,62	П	ограниченная
<i>Stephanocystetum crassipae</i>	<i>Stephanocystis crassipes</i>	4,26	0,54	П	ограниченная
<i>Bossielletum compressae</i>	<i>Bossiella compressa</i>	2,5	0,43	Н	плохая
<i>Corallinion crustae</i>	Корковые кораллиновые водоросли	2,16	0,48	Н	хорошая
<i>Ptilotetum asplenioidea</i>	<i>Ptilota asplenioidea</i>	1,32	0,44	Н	плохая
<i>Odonthalietum corymbiferae</i>	<i>Odonthalia corymbifera</i>	-	0,53	П	плохая
<i>Zosteretum marinae</i>	<i>Zostera marina</i>	2,23	0,73	П	хорошая
<i>Zosteretum asiaticae</i>	<i>Zostera asiatica</i>	0,67	2,5	П	хорошая
<i>Phillospadicetum iwatensis</i>	<i>Phillospadix iwatensis</i>	4,45	0,5	П	хорошая
<b>Северо-западная часть Охотского моря</b>					
<i>Saccharinetum latissimae</i>	<i>Saccharina latissima</i>		0,4	П, НС	хорошая
<i>Pseudolessonietum laminarioidea</i>	<i>Pseudolessonia laminarioidea</i>		0,35	К, НС	хорошая
<i>Alarietum esculentae</i>	<i>Alaria esculenta</i>		0,4	П, НС	хорошая
<i>Stephanocystetum sp.</i>	<i>Stephanocystis sp.</i>		0,4	П, НС	хорошая
<i>Rhodophytalia mesoalgosae</i>	Rhodophyta II яруса		0,49	НС	хорошая
<i>Zosteretum marinae</i>	<i>Zostera marina</i>	2,23	0,73	П	хорошая

Обозначения: ГД — главный доминант, УБМ — удельная биомасса, ПП — проективное покрытие, М — среднее, П — промысловый вид, Н — непромысловый вид, К — краснокнижный вид, НС — нерестовый субстрат охотской сельди



**Рис. 1.** Физиономический облик ассоциации *Saccharinetum japonicae*, формирующей промышленные поселения сахарины японской. Снимок с ТНПА

видовых отличий доминантов, которые бывает сложно разглядеть с ТНПА, возможности опознавания ассоциаций промышленных саргассовых водорослей (*Sargassum miyabae*, *S. crassipae*, *Stephanocystetum crassipae*) могут быть ограничены, однако принадлежность доминантов к сем. Sargassaceae устанавливается однозначно. Плохо опознается видовая принадлежность доминантов сообществ красных водорослей. Впрочем, они в СЗЯМ не имеют промышленной ценности.

В СЗОМ описано 5 ассоциаций и 1 порядок. Все ассоциации бурых водорослей и морских трав (*Zosteretum marinae*), т. е. 5 из 6 описанных (83%), хорошо опознаются. Все они относятся к промышленным, кроме ассоциации *Pseudolessonietum laminarioidae*, которая сложена краснокнижным видом *Pseudolessonia laminarioides*. Сообщества красных водорослей могут быть опознаны по крайней мере до порядка *Rhodophytalia mesoalgosae*, который в районе формирует II ярус растительности. Промысел макрофитов в районе отсутствует. Экологическое значение сообществ растительности СЗОМ состоит в том, что они образуют естественные нерестилища охотской сельди. Нерестилища оконтуривают с помощью ТНПА [11] для оценки популяционной плодовитости и нерестового запаса сельди.

Все изображения, полученные с ТНПА, геореферировать при помощи специального программного обеспечения и экспортируют в геоинформационные системы [8, 11], благодаря чему достигается полная документируемость, проверяемость и воспроизводимость результатов съемки. Если ассоциации описаны ранее с применением методов отбора проб биомассы со дна (табл 1), и известны их средние удельные биомассы и проективные покрытия, то эти данные могут быть использованы для оценки экосистемных характеристик,

площадей и промысловых запасов донной растительности при выполнении прикладных исследований и ресурсных съемок. В отличие от водолазных съемок, требующих применения специализированных среднетоннажных судов, обследование морских побережий даже протяженностью в сотни километров с помощью малых ТНПА можно выполнять с борта быстроходных и мореходных маломерных судов. Практика последних лет показала, что в этом случае время выполнения исследований сокращается в несколько раз (около 10 дней вместо 1 месяца на обследование 400 км прибрежной зоны), а стоимость — на 2–3 порядка (от десятков тысяч до миллиона рублей, в зависимости от типа маломерного судна, вместо 10–15 млн руб. за использование среднетоннажного судна, соответственно).

Полученные результаты показывают, что ТНПА пригодны для визуального опознавания и оконтуривания растительных сообществ в морских районах умеренных и высоких широт.

### ВЫВОДЫ

1. С борта ТНПА визуально опознается большинство ассоциаций сублиторальной растительности: 65% в СЗЯМ и 83% в СЗОМ.

2. ТНПА пригодны для оконтуривания и оценки площади ассоциаций растительности; имеющиеся данные о биомассах и проективных покрытиях их главных доминантов позволяют оценивать промысловые ресурсы растительности и выполнять прочие прикладные расчеты.

3. Применение ТНПА с борта маломерных судов позволяет сократить время выполнения исследований в 3 раза, а их стоимость — на 2–3 порядка. ТНПА пригодны для идентификации и оконтуривания растительных сообществ морей умеренных и высоких широт.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дуленин А.А. О выделении ассоциаций морских донных макрофитов северо-западной части Татарского пролива // *Вопр. соврем. альгологии*. 2021. № 3 (27). С. 1–17. DOI — [https://doi.org/10.33624/2311-0147-2021-3\(27\)-1-17](https://doi.org/10.33624/2311-0147-2021-3(27)-1-17)
2. Дуленин А.А. Характеристика сублиторальной растительности северо-западной части Охотского моря на основании концепции адаптивной зоны // *Известия ТИНРО*. 2023. Т. 203(4). С. 822–851. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2023-203-822-851>. EDN: DYQMYG
3. Волвенко И.В. Адаптивная зона, петерсеновские сообщества, ареал и экологическая ниша. Сообщение 1. Определения и соотношение понятий // *Изв. ТИНРО*. 2018. Т. 195. С. 3–27. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-195-3-27
4. Madsen J.D., Wersal R.M. A review of aquatic plant monitoring and assessment methods // *J. Aquat. Plant Manage.* Vol. 55. 2017. P. 1–12.
5. Кулепанов В.Н., Жильцова Л.В. Оценка проективного покрытия при ресурсных исследованиях морской растительности // *Материалы I (VII) Международной конференции по водным макрофитам «Гидробиотаника 2010»* (пос. Борок, 9–13 октября 2010 г.). Ярославль: Принт Хаус, 2010. С. 173–176.
6. Дуленин А.А. О применимости визуальных наблюдений для оценки обилия макро-

- фитов на примере сахарины японской северо-западной части Татарского пролива // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. Мат-лы VII Всеросс. науч.-практич. конф. с междунар. участием. Ч. 1. Петропавловск-Камчатский, 2016б. С. 80–84.
7. Дуленин А.А. Результаты параллельных независимых визуальных оценок проективно-го покрытия дна при проведении учетной водорослевой съемки // Изв. ТИНРО, 2020а. Т. 200, вып. 3. С. 747–766. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2020-200-747-766>
  8. Дуленин А.А., Свиридов В.В., Харитонов А.В. Методические особенности фото и видео-съемки с помощью подводных роботов в прибрежных исследованиях у морских побережий большой протяженности // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление. Мат-лы Всеросс. науч. конф., посвящ. 90-летию КамчатНИРО. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2022. С. 5–12.
  9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2017 г. № 2569-р (с изменениями от 10 февраля 2021 г. М.: Правительство РФ, 2021. 21 с.
  10. Терия Ж.П., Вилнер В., Фернандес-Гонсалес Ф., Бюлтманн Х., Чарни А., Гиганте Д., Муцина Л., Вебер Г. Международный кодекс фитосоциологической номенклатуры. 4-е издание // Растительность России. 2022. № 44. С. 3–60. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2022.44.3>
  11. Дуленин А.А., Дуленина П.А., Свиридов В.В. Сравнение двух разных методов расчета популяционной плодовитости охотской сельди по результатам стандартной икорной съемки. Известия ТИНРО. 2023;203(1):234–248. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2023-203-234-248>

## Функциональные особенности и кормовая база лососей в глубоководных районах Охотского моря в осенний период

Е.П. Дулепова, В.В. Напазакوف

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО)

E-mail: elena.dulepova@tinro.vniro.ru; vladimir.napazakov@tinro.vniro.ru

**Аннотации.** В работе использованы многолетние данные мониторинга для оценки кормовых условий молоди горбуши и кеты, совершающих катадромные миграции через эти районы. Методы включали сбор и анализ проб планктона, а также трофологические исследования кеты и горбуши. Показано, что планктонное сообщество в глубоководной зоне Охотского моря характеризуется высокой биомассой копепод, эвфаузиид и сагитт. Биомассы эвфаузиид, амфипод и птеропод увеличиваются с глубиной, в направлении на запад и на юг. Биомасса планктона, за исключением группы кишечнополостных, обычно уменьшается от лета к зиме. Долгосрочные наблюдения также показали значительную вариабельность в биомассе кормового макропланктона, а также изменения в его структуре со временем. Несмотря на это, видовой состав этих групп практически не менялся в межгодовом аспекте. Рационы лососей меняются в зависимости от их размера: молодь кеты питалась амфиподами, копеподами и сагиттами, с ростом — рыбой, кальмарами, птероподами, кишечнополостными и декаподами. Молодь горбуши преимущественно питалась амфиподами, эвфаузиидами и копеподами. У особой размером 10–20 см также существенное значение в рационе имеют сагитты. Интенсивность питания снижается по мере роста лососей.

**Ключевые слова:** кета *Oncorhynchus keta*, горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, планктон, питание, биомасса, кормовая база, Охотское море.

### ВВЕДЕНИЕ

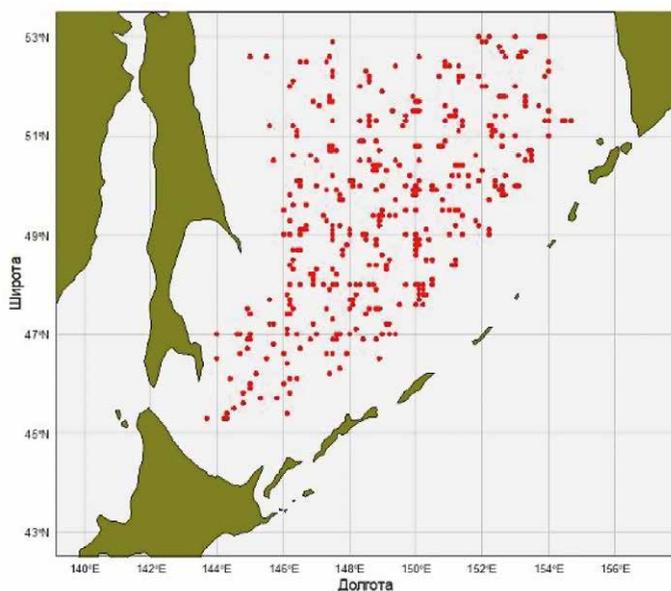
Мониторинг состояния планктона необходим для оценки кормовых условий для массовых промысловых рыб. Обеспеченность кормом является фактором, от которого зависит урожайность поколений. Осенью в глубоководных районах Охотского моря важное значение приобретает оценка кормовой базы для молоди горбуши и кеты, совершающих катадромные миграции через эти районы в океан. Многолетние данные по характеристике планктонных сообществ и рационам лососевых рыб создали предпосылки для проведения анализа влияния состояния планктонного сообщества на условия кормовой обеспеченности в глубоководных районах Охотского моря в период катадромных миграций. Полученные данные по средней плотности биомассы зоопланктона и по средним индексам наполнения желудков лососей могут быть использованы для разработки управленческих мероприятий, направленных на сохранение и устойчивое использование рыбных ресурсов Охотского моря.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор и обработка проб сетного зоопланктона проводились по традиционной методике (Волков, 2008). Планктон облавливался сетью Джели с площадью выходного отверстия 0,1 м<sup>2</sup> и газовой вставкой с ячейей 0,168 мм (табл. 1, рис. 1).

**Таблица 1.** Количество планктонных проб, собранных сетью Джели в августе-ноябре в слое 200–0 м в глубоководных районах Охотского моря ночью по материалам планктонной базы данных

Статистические районы	Охотское море	
	Кол-во проб	Средняя глубина, м
9	279	1122
12	210	2834

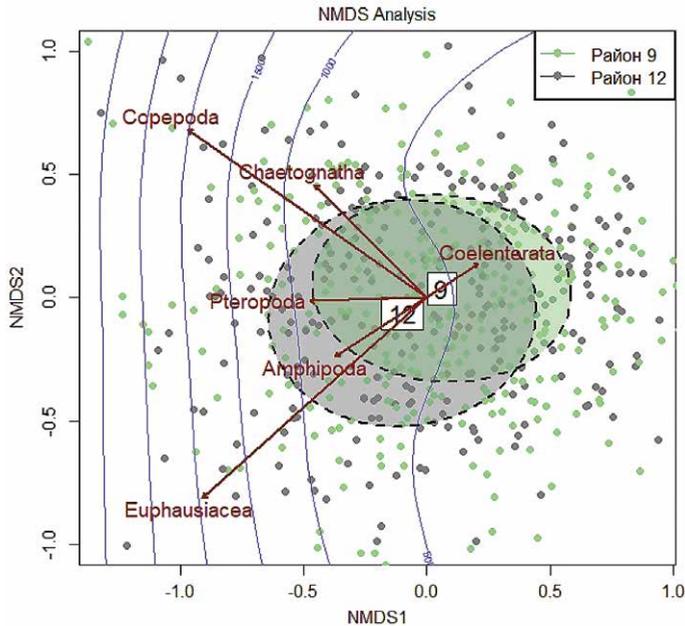


**Рис. 1.** Район сбора планктонных и трофологических проб

Трофологические исследования выполнялись количественно-весовым методом (Методическое пособие ..., 1974; Руководство ..., 1986) с использованием архивных материалов по питанию горбуши и кеты, собранных в августе-ноябре в пелагиали глубоководных районов Охотского моря. Общее количество проб составило: горбуша — 915, кета — 1156 проб (рис. 1).

Для расчетов функциональных характеристик зоопланктона (продукции, скорости оборота биомассы наиболее массовых видов и функциональных групп зоопланктона) использовались широко известные методики с учетом средней биомассы и удельной продукции (Дулепова, 2002).

*Методы статистического анализа.* Экологическое исследование планктонных сообществ (плотность биомассы  $\text{мг}/\text{м}^3$ ), а также закономерностей пищевого поведения кеты и горбуши проводилось методом непрямой ординации nMDS (неметрическое многомерное шкалирование – nonmetric multidimensional scaling), основанным на анализе матрицы данных. Статистический анализ проводился с использованием платформы статистического программирования R (R Core Team, 2021) и пакетов R vegan 2.5–7 (Oksanen, Blanchet et al., 2020), ggplot2 (Wickham, 2016). Для количественной оценки несходства выборок использовалась метрика Брея-Кёртиса, что позволило nMDS – функция metaMDS пакета vegan (Oksanen, Blanchet, Kindt et al., 2016) ранжировать расстояния между объектами для нелинейного отображения на упрощенное двумерное пространство с показом ранговых различий на графике. Качество nMDS оценивалось с помощью индикатора «стресс», который варьируется от 0 до 1. Эмпирически считается, что при стрессе менее 0,05 выполнено отличное приближение расстояний в сформированном пространстве к исходным расстояниям, от 0,05 до 0,1 – хорошее, от 0,1 до 0,2 – корректное, а при стрессе более 0,2 искажение расстояний велико (Herve, 2016). С помощью функции envfit из пакета R vegan (Oksanen, Blanchet, Kindt et al., 2016) оценивалось направление векторов внешних факторов.

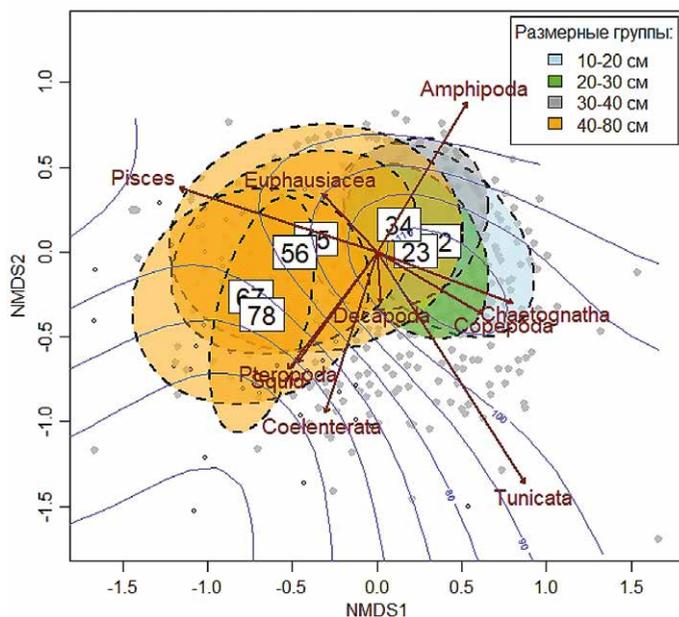


**Рис. 2.** Ординационная диаграмма плотности биомассы основных групп планктона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), полученная методом nMDS-анализа в пакете vegan. Стрелками с подписями темно-красным цветом обозначены векторы основных планктонных групп. Цифра в квадрате – номер статистического района, а сами эллипсы оконтурены прерывистой линией. Синими изолиниями обозначены плотности биомассы

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Планктон.** В глубоководной части Охотского моря выявлены различия в структуре планктонного сообщества между районами 9 и 12 (рис. 2). Общие тенденции в биомассе различных групп планктона выделяют высокую биомассу копепод и эвфаузиид. Биомассы эвфаузиид, амфипод и птеропод увеличиваются с глубиной, в направлении на запад и на юг. Общая биомасса планктона, за исключением группы Coelenterata, демонстрирует тенденцию к уменьшению от лета к зиме.

**Питание кеты.** Средний индекс наполнения желудков (ИНЖ) кеты в глубоководной части Охотского моря осенью составляет 90,1‰. Размерные группы кеты до 40 см питаются с интенсивностью больше 80‰. Основная пища для рыб длиной менее 40 см — амфиподы, копеподы и сагитты (рис. 3). С увеличением размера кеты происходит изменение рациона в сторону увеличения доли рыб, кальмаров, птеропод, кишечнорастворимых и декапод. Эта изменчивость коррелирует с фактором «глубины» места, который также влияет на увеличение в рационе перечисленных компонентов пищи. По мере роста кеты средний ИНЖ убывает.

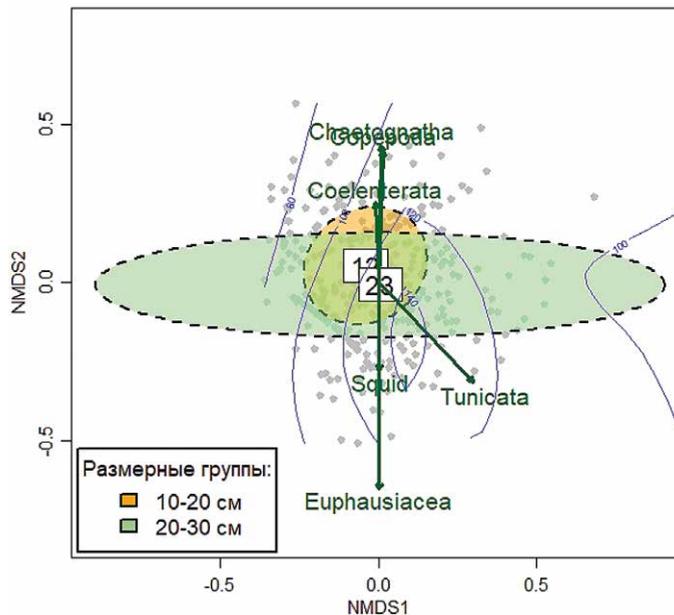


**Рис. 3.** Ординационная диаграмма рационов разноразмерных групп кеты (‰), полученная методом nMDS-анализа в пакете *vegan*. Стрелками с подписями темно-красным цветом обозначены векторы долей пищевых компонентов крупных таксонов. Цифра в квадрате — номер эллипса размерной группы кеты, а сами эллипсы оконтурены прерывистой линией. Синими изолиниями обозначен индекс наполнения желудков ИНЖ

**Питание горбуши.** Молодь горбуши в Охотском море питается со средней интенсивностью 118,3‰, преимущественно потребляя амфипод (рис. 4). Далее по степени важности в рационе следуют эвфаузииды и copeподы. У особей размером 10–20 см также существенное значение в рационе имеют сагитты. Интенсивность питания горбуши 20–30 см снижается — в два раза.

Глубоководные районы Охотского моря (центральная и южная котловины) принадлежат к районам, имеющим важное значение для нагула множества представителей nekтона, в число которых входят и тихоокеанские лососи. Именно от состояния кормовых ресурсов этой части моря во многом зависит обеспеченность пищей многих промысловых видов рыб и, соответственно рыбопродуктивность Охотского моря в целом.

Главную роль в питании планктонофагов разного уровня играет макрозоопланктон, т. е. планктонные организмы с размерами тела более 3 мм. Макрозоопланктон формируют, в основном, 4 таксономические группы: copeподы, щетинкочелюстные, эвфаузиевые и амфиподы. Это такие виды как *Neocalanus plumchrus*, *N. cristatus*, *Metridia okhotensis*, *Thysanoessa raschii*, *Th. longipes*, *Parasagitta elegans*, *Themisto pacifica*, *Primno macropa*. В группу прочих входят мизиды, декаподы, кумовые, остракоды, птероподы, медузы, полихе-



**Рис. 4.** Ординационная диаграмма рационов горбуши (‰), полученная методом nMDS-анализа. Стрелками с подписями темно-зеленого цвета обозначены векторы долей пищевых компонентов крупных таксонов. Цифра в квадрате — номер эллипса размерной группы горбуши, а сами эллипсы оконтурены прерывистой линией. Синими изолиниями обозначен индекс наполнения желудков (ИНЖ, ‰)

ты и туникаты, биомасса которых в целом не превышает 2% от биомассы макрозоопланктона.

В целом биомасса макрозоопланктона в глубоководных районах Охотского моря составляет 70–80% от общей биомассы этого компонента экосистемы. На основании анализа информации из базы данных установлено, что на протяжении всего периода исследований (1992–2022 гг.) изменения биомассы кормового макропланктона носили волнообразный характер. При этом биомасса макропланктона в глубоководных котловинах Охотского моря варьировала весьма значительно (от нескольких сотен до нескольких тысяч мг/м<sup>3</sup>). Особенно в ряду многолетних наблюдений выделяется 1992–2001 гг., когда удельная биомасса макрозоопланктона превышала 2000 мг/м<sup>3</sup>. В дальнейшем она неуклонно снижалась, а в 2020 и 2022 гг. этот показатель составлял 227 и 551 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Характерно, что видовой состав наиболее массовых групп макрозоопланктона глубоководных районов, практически не изменяется в межгодовом плане. В тоже время структурные изменения в макрозоопланктоне происходят постоянно. Например, в рассматриваемых районах от лета к осени в сообществе зоопланктона глубоководных котловин повышается доля амфипод, сагитт, эвфаузиевых и, соответственно, уменьшается доля копепод. Такая динамика является наложением трех процессов: различий в темпах сезонных вертикальных миграций и роста видов, а также выедания планктонными хищниками (щетинкочелюстными и гипериидами) нехищного зоопланктона (фито-, эврифагов), а также перенос планктона водными массами.

Формирование кормовой базы зависит от целого ряда факторов: климато-океанологических и биоценологических. Именно эти факторы влияют на состав и структуру сообществ зоопланктона, а также на их динамику и, соответственно, на продуктивность. Четкой зависимости между гидрологическим типом года и биомассой того или иного вида не существует. Более быстрой реакцией на изменение факторов среды обладают короткоцикловые (в данном случае однолетние) виды и ранние стадии (т. е. мелкой и средней фракций) обитающие преимущественно в эпипелагиали, и в меньшей степени длинноточковые (живущие более 1 года), т. е. виды крупной фракции. Определить непосредственное влияние теплого или холодного года на численность и биомассу массовых видов зоопланктона, как правило, не удается. В расположенные рядом годы численность вида в одних случаях может быть выше в теплый год, а в других — в холодный и только при рассмотрении интегральных характеристик за более или менее длинный ряд лет возможно выявление положительных связей с общими термическими показателями.

Что касается биоценологических факторов (т. е. контроля сверху), то здесь приоритетное влияние на формирование структуры кормового зоопланктона глубоководных котловин оказывают щетинкочелюстные. Именно щетинкочелюстные способны значительно снижать биомассу молоди копепод и изменять структуру сообщества зоопланктона (Дулепова, 2021). Кроме того,

щетинокочелюстные входят в состав кормового зоопланктона и присутствуют в составе рационов минтая, мойвы, горбуши, кеты, терпуга и т. д. У большинства названных видов нектона вклад *S. elegans* в рацион весьма незначителен (от долей до 4–7%). Подобная картина наблюдается для молоди лососей в глубоководных котловинах. Лишь в отдельных случаях в осенний период доля хетогнат в питании некоторых видов рыб может достигать 30%. Например, такая картина наблюдается для минтая. Наиболее активно рыбы питаются сагиттами в осенний период, когда в результате сезонных миграций наблюдается снижение биомассы излюбленных объектов питания (копеподы, гиперииды и эвфаузиевые) (Дулепова, 2018).

Материалы, проведенных в последние годы экспедиций, позволили рассчитать и проанализировать формирование продукции основных групп кормовой базы нектона в глубоководных котловинах Охотского моря. Продукция основных таксономических групп зоопланктона представлена для 2020 и 2022 гг. Величина продукции зависит от скорости роста именно тех видов, которые слагают основу той или иной таксономической группировки.

**Таблица 2.** Продукция наиболее массовых групп зоопланктона в глубоководных районах Охотского моря в 2020 и 2022 гг.

Показатель	Годы			
	2020		2022	
	мг/м <sup>3</sup>	млн т	мг/м <sup>3</sup>	млн т
Копеподы	345	24	420	30
Эвфаузииды	112	8	73	5
Гиперииды	110	8	639	45
Хетогнаты	199	14	848	60

Расчеты показали, что в 2022 г. наблюдалось увеличение продукции основных групп зоопланктона по сравнению с 2020 г. Доминирующей группой были сагитты, которые значительно увеличили свою продукцию, достигнув 848 мг/м<sup>3</sup> или 60 млн тонн, в то время как в 2020 году их продукция составляла 199 мг/м<sup>3</sup> или 14 млн тонн. Также стоит отметить рост продукции гипериид с 110 мг/м<sup>3</sup> и 8 млн тонн в 2020 году до 639 мг/м<sup>3</sup> и 45 млн тонн в 2022 г. В целом, можно заключить, что основные тенденции характеризуются увеличением продукции всех рассмотренных групп зоопланктона за период с 2020 по 2022 гг.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты многолетних мониторинговых исследований в глубоководной зоне Охотского моря подтверждают важную роль этой области в формировании кормовой базы для различных видов планктоноядных рыб, включая тихоокеанских лососей. Особую значимость в этом процессе имеет структура

планктонного сообщества, особенно макрозоопланктона. Общая тенденция в биомассе планктона характеризуется высокой биомассой копепод, эвфаузиид и сагитт. Биомассы эвфаузиид, амфипод и птеропод увеличиваются с глубиной и в направлении на запад и на юг. Общая средняя плотность биомассы планктона, за исключением группы кишечнорастных, уменьшается от лета к зиме. С учетом данных, собранных в период с 1992 по 2022 гг., наблюдается значительная вариабельность в биомассе кормового макропланктона, характеризующаяся волнообразным изменением.

Средний индекс наполнения желудков (ИНЖ) кеты в глубоководной части Охотского моря осенью составляет 90,1‰. Питание кеты различается в зависимости от размера, где более мелкие особи, длиной до 40 см, предпочитают амфиподы, копеподы и сагитты, в то время как с увеличением размера кеты происходит изменение рациона в сторону увеличения доли рыб, кальмаров, птеропод, кишечнорастных и декапод. Молодь горбуши в Охотском море питается со средней интенсивностью 118,3‰, преимущественно потребляя амфипод. Далее в рационе горбуши идут эвфаузииды и копеподы. С увеличением размера особей горбуши, интенсивность питания снижается в два раза.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков А.Ф. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона (пошаговые инструкции) // Известия ТИНРО.— 2008. — Т.— 154. — С. 405–416.
2. Волков А.Ф. Возможности и приемы при работе с базами данных ТИНРО «Зоопланктон северной части Тихого океана, Охотского, Берингова и Чукотского морей», «Трофология нектона» и «Морская биология» // Известия ТИНРО. 2019. — Т. 198 (3). — С. 239–261. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2019-198-239-261>
3. Волков А.Ф., Чучукало В.И. Руководство по изучению питания рыб. — Владивосток: ТИНРО, 1986.— 32 с.
4. Дулепова Е.П. Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей: монография. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2002.— 274 с.
5. Дулепова Е.П. Состояние планктонных сообществ и кормовая обеспеченность минтая в северо-западной части Берингова моря в современный период // Тр. ВНИРО.— 2018 — Т. 174. — С. 91–104.
6. Дулепова Е.П. Роль *Sagitta elegans* (Chaetognatha) в сообществах зоопланктона западной части Берингова моря // Известия ТИНРО. 2021;201(2):425–439. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2021-201-425-439>
7. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. — М.: Наука, 1974.— 253 с.
8. R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. R version 4.1.1. <https://www.r-project.org>
9. Oksanen J., Blanchet F.G., Friendly M. et al. 2020. Vegan: Community Ecology Package. R package Version 2.5–7. URL <https://cran.r-project.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>
10. Oksanen, O., Blanchet, F.G., Kindt, R., et al. 2016. Vegan: Community Ecology Package. R Package Version 2.3–5. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
11. Herve M. 2016. Aide-mémoire de statistique appliquée à la biologie. In: Construire son étude et analyser les résultats à l'aide du logiciel R. Version finale. 203 p. [https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/Erve\\_\(2016\)\\_A\\_guide\\_to\\_using\\_statistical\\_methods\\_with\\_R.pdf](https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/Erve_(2016)_A_guide_to_using_statistical_methods_with_R.pdf)
12. Wickham H (2016). ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4, <http://ggplot2.org>.

## **Биологическая характеристика горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* северо-восточного побережья острова Сахалин в 2023 году**

*А.Н. Ельников*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ ВНИРО)  
E-mail: elnikov@vniro.ru

**Аннотация.** Цель: изучение условий воспроизводства тихоокеанских лососей в 2023 г. на Дальнем востоке России. Исследовали производителей горбуши, выловленных в период нерестовой миграции к рекам расположенным на северо-восточном побережье острова Сахалин в июле-августе 2023 г. Общий вылов горбуши в район исследований (от зал. Пильгун до мыса Терпения) составил 18 189,77 т, максимальный пик хода пришелся на период с 5 по 15 августа, суммарно вылов за этот период составил 4722,77 т. Установили, что в партиях производителей в течение всего нерестового хода, соотношение полов было примерно равным; по мере приближения нерестовой миграции к завершению, отмечали все более готовых к нересту особей. Длина и масса самок в среднем составляли  $45,0 \pm 1,9$  см и  $1,10 \pm 1,5$  кг, самцов —  $46,8 \pm 4,1$  см и  $1,23 \pm 2,7$  кг.

**Ключевые слова:** горбуша, *Oncorhynchus gorbuscha*, северо-восточное побережье острова Сахалин.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Тихоокеанский лосось горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) является главным объектом лососевого промысла в нашей стране, вылов которого превышает вылов всех остальных видов лососевых рыб вместе взятых [Шунтов, Темных, 2018]. Как главный объект промысла горбуша интенсивно и всесторонне изучается и есть основания полагать, что исследовательский интерес к ней сохранится и впредь, по крайней мере, в формате мониторинга природных и заводских промысловых стад.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Протяжённость северо-восточного побережья Сахалина — от м. Терпения на юге до м. Елизаветы (северная оконечность острова) — составляет 600 км. Нерест горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* отмечается в 111 реках [Каев, 2019]. С 20 июля по 27 августа было проведено 9 полных биологических анализов горбуши из морских ставных неводов, установленных в разных районах северо-восточной части о. Сахалин (район рек Нерпичья, Песковская и Ягодная) рисунок 1. Всего было проанализировано 900 экземпляров горбуши.

Отловленных рыб подвергают биологическому анализу. Из улова отбирается выборка в объеме 100 экз. рыб одного вида за пятидневку (от начала

до конца нерестового хода). Биологический анализ рыбы проводили по стандартной методике, которая включает измерение длины (АС и АД) — точность 0,5 см, общей массы тела (точность 1–2 г, весы МИДЛ МТ 3 ВДА 0,5/1, 225×185 «Батискаф»), масса гонад — точность 1 г, (МИД-Лик ЕНА501 «Ингредиент» Мах, = 100 г. с точностью до 0,01 г.), стадия зрелости (по шестибалльной шкале), пол (соотношение полов). Навеску икры для определения плодовитости отбирают из центральной части ястыка массой 10–20 г. Температуру воды измеряли при помощи прибора YSI dissolved oxygen ProODO. Для построения карто-схем использована программа QGIS Desktop 3.32.1 GIS (<https://qgis.org/>), карто-схемы составила И.А. Ваизова. Статистическая обработка проводилась в программе Microsoft Excel 2010.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Такие показатели, как длина и масса тела горбуши изменялись, постепенно увеличиваясь, в большей степени у самцов, в меньшей у самок от начала к концу хода (таблица 1; рисунок 2). Так, средняя масса самцов изменялась с 1,11 до 1,42 кг при среднем значении 1,24 кг, а у самок с 1,01 до 1,22 кг при среднем значении 1,10 кг (рисунок 2). Длина тела самок менялась с 43,9 до 46,8 см в среднем составляя 45,0 см, средняя длина самцов составила 46,9 см изменяясь с 44,5 до 49,7 см. Общий средний вес горбуши составил — 1,17 кг при среднем показателе длины — 46,0 см.

За период наблюдений, с 20 июля по конец августа отмечались колебания соотношения полов, но практически равномерное увеличение от начала к концу хода гонадо-соматического индекса (ГСИ), который у самок возрастал более выражено, чем у самцов, снизившись у последних к концу хода (рисунок 3). Уменьшение показателя зрелости гонад у самцов может свидетельствовать о подходе поздней формы производителей горбуши.

На протяжении подходов горбуши к северо-востоку о. Сахалин гонады самцов и самок находились на III; III–IV; IV стадиях зрелости, при этом ГСИ

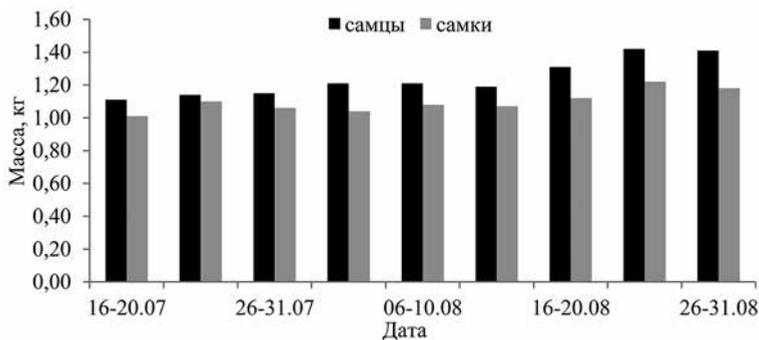


Рис. 1. Карто-схема районов сбора материала на северо-востоке о. Сахалин в 2023 году

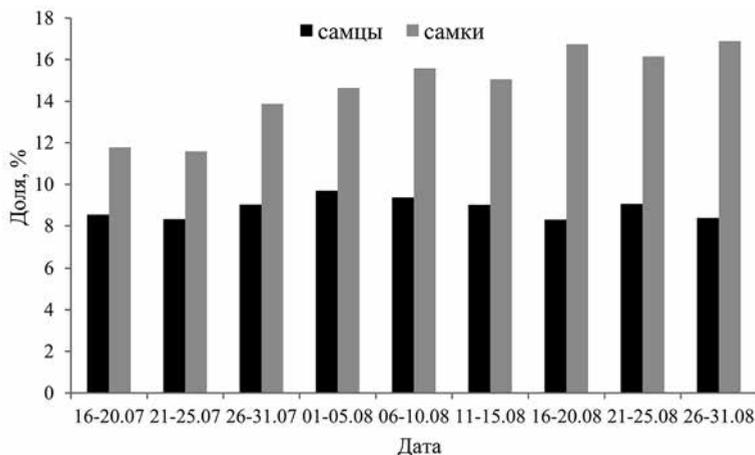
**Таблица 1.** Биологические показатели горбуши северо-востока о. Сахалин в 2023 г.

Дата	Пол	N	Длина, см			Вес, кг			ГСИ, %			Плодовитость, шт. икр.		
			М	m	Min-max	М	m	Min-max	М	m	Min-max	М	m	Min-max
20.07	♂	61	44,5	4,07	37–60	1,11	3,74	0,60–3,15	8,55	1,71	4,83–12,50			
	♀	39	43,9	2,17	40–50	1,01	1,61	0,71–1,49	11,78	1,61	8,16–15,23	1440	226,84	998–1815
	♂♀	100	44,3	3,45		1,07	3,12							
24.07	♂	57	45,0	4,45	33–52	1,14	3,22	0,50–1,97	8,33	2,51	3,48–13,91			
	♀	43	45,0	2,30	40–51	1,10	2,06	0,77–1,80	11,59	1,85	8,88–17,63	1561	171,27	1203–1879
	♂♀	100	45,0	3,67		1,13	2,78							
29.07	♂	60	45,7	3,01	40–53	1,15	2,18	0,77–1,79	9,03	1,77	4,85–12,46			
	♀	40	44,3	1,79	41–49	1,06	1,42	0,78–1,38	13,87	1,72	10,77–17,35	1487	187,85	1173–1946
	♂♀	100	45,2	2,67		1,11	1,95							
03.08	♂	42	46,3	3,86	41–56	1,21	3,15	0,74–2,12	9,69	1,85	6,18–15,49			
	♀	58	44,2	1,95	42–53	1,04	1,41	0,81–1,69	14,64	2,46	9,26–21,02	1466	207,61	1030–1851
	♂♀	100	45,1	3,07		1,11	2,44							
08.08	♂	37	46,1	2,96	39–54	1,21	2,41	0,81–1,99	9,37	2,23	5,66–15,48			
	♀	63	44,5	1,71	41–49	1,08	1,31	0,75–1,36	15,58	1,72	9,94–19,09	1488	196,93	1007–1812
	♂♀	100	45,1	2,38		1,13	1,89							
13.08	♂	41	46,7	3,61	40–56	1,19	2,57	0,78–2,02	9,01	1,78	5,06–12,27			
	♀	59	44,7	1,65	40–49	1,07	1,31	0,76–1,38	15,05	1,87	10,44–18,33	1444	233,18	959–1936
	♂♀	100	45,5	2,81		1,12	2,02							
18.08	♂	49	48,5	3,03	43–56	1,31	2,66	0,90–2,04	8,30	1,41	4,61–12,23			
	♀	51	45,5	1,50	42–49	1,12	1,24	0,84–1,36	16,74	2,05	12,14–20,75	1533	202,81	1093–1912
	♂♀	100	47,0	2,81		1,21	2,26							
23.08	♂	51	49,4	3,50	42–59	1,42	2,74	0,85–2,28	9,06	1,67	5,07–13,64			
	♀	49	46,8	1,84	41–51	1,22	1,46	0,86–1,52	16,16	2,18	8,67–20,40	1549	169,24	1197–1887
	♂♀	100	48,1	3,09		1,32	2,42							
27.08	♂	57	49,7	3,17	42–59	1,41	2,85	0,80–2,30	8,39	1,99	4,15–13,97			
	♀	43	46,3	1,80	43–51	1,18	1,72	0,82–1,80	16,89	2,16	12,53–21,98	1471	207,02	820–1885
	♂♀	100	48,2	3,14		1,31	2,66							

Примечание: М – среднее; min-max – минимальные и максимальные значения; m – стандартная ошибка



**Рис. 2.** Динамика массы тела горбуши северо-востока о. Сахалин в 2023 г. (по пятидневкам)



**Рис. 3.** Динамика ГСИ горбуши северо-востока о. Сахалин в 2023 г. (по пятидневкам)

у самок горбуши увеличивался от начала хода к концу. Так, средний показатель ГСИ самок на 20 июля имел значение 11,78%, а к концу августа, практически к концу хода — 16,89%, у самцов в тот же период этот индекс колебался, то увеличиваясь то, снижаясь с 8,55 до 9,69% к первой пятидневке августа, затем опустился до 8,30% к концу второй декады августа и лишь незначительно вырос к началу сентября, практически к концу нерестовой миграции производителей горбуши до 8,39%.

Средняя плодовитость самок горбуши от начала хода к концу менялась незначительно. Так, среднее значение этого показателя составило 1493 икринки, изменяясь в пределах от 1440 до 1561 икринки.

## ВЫВОДЫ

В ходе мониторинга подходов горбуши к северо-востоку о. Сахалин отмечен пик ее подходов с 5 по 15 августа (26% от учтенной численности). На протяжении всего хода горбуши наблюдалось увеличение линейно-массовых

показателей производителей, средние значения составили 46,0 см и 1,17 кг. Снижение гонадо-соматического индекса у самцов может свидетельствовать о подходе поздней формы горбуши.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Каев А.М. Некоторые результаты изучения динамики численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* на северо-восточном побережье острова Сахалин // Вопросы ихтиологии.— 2019. — Т. 59, № 6. — С. 672–680.
- Шунтов В.П., Темных О.С. 2018. Дальневосточная лососевая путина-2018: абсолютный исторический рекорд, обеспеченный камчатской горбушей // В сборнике: Бюллетень № 13 Изучения тихоокеанских лососей на дальнем востоке. Владивосток. С. 3–13.

## **Потенциал удобрений из штормовых выбросов морских водорослей на рост и урожайность сельскохозяйственных культур**

*Кадникова И.А., Аминина Н.М.*

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

E-mail: irina.kadnikova@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Эксперименты по влиянию удобрений из штормовых выбросов морских водорослей были проведены в условиях открытого грунта. Эффективность применения штормовых выбросов водорослей анфельции и сахарины в качестве удобрения значительно зависит от размера их частиц. Внесение удобрений из штормовых выбросов в почву с измельчением 1–2 мм в количестве 20+5 г на одно растение увеличивает ассимиляционные процессы в растениях. Усиливается обмен и синтез органических веществ в листьях растений. Отмечается увеличение в растениях количества минеральных веществ, главным образом магния и йода. В листьях салата наблюдается увеличение количества азота и легкогидролизуемых углеводов. Использование потенциала удобрений из штормовых выбросов анфельции и сахарины способствует повышению биологической продуктивности и урожайности растений.

**Ключевые слова:** штормовые выбросы, морские водоросли, удобрения, рост, урожайность, химический состав.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Важным направлением в области сельского хозяйства является разработка и производство продуктов для земледелия и растениеводства, которые обеспечивают повышение почвенного здоровья и долевое замещение экспортных биодобавок. Использование морских растений, главным образом бурых водорослей, в качестве удобрения имеет многовековую историю. Морские растения являются наиболее ценным натуральным сырьем для получения биоудобрений и биостимуляторов [13, 14]. Биологически активные вещества водорослей действуют как естественные стимуляторы роста растений и позволяют им противостоять засухе, болезням или заморозкам [11, 15]. Применение морских водорослей в качестве удобрений будет способствовать развитию органического земледелия [10]. Для производства удобрений возможно использование не только водорослей активного промысла, но и их штормовых выбросов. Получение удобрений из штормовых выбросов, особенно для анфельции тобучинской, является целесообразным в экономическом плане благодаря более дешевому способу заготовки сырья. Исследование потенциала удобрений из штормовых выбросов бурых и красных водорослей на примере сахарины и анфельции для использования в сельском хозяйстве является актуальной задачей.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве материалов использовали экспериментальные удобрения из двух видов штормовых выбросов водорослей: сахарины японской (*Saccharina japonica*), собранной на побережье бухты Преображение (15.09.2021) и анфельции тобучинской (*Ahnfeltia tobuchiensis*), собранной на берегу в районе пролива Старка (Японское море, 15.10.2021 г.). Удобрения из штормовых выбросов в виде сухого порошка были получены после высушивания водорослей, измельчения и разделения их на фракции: 5 мм, 2 мм, 1,0 мм и 0,25 мм.

Исследовали влияние дозирования и степени измельчения удобрений из штормовых выбросов водорослей на биологическую урожайность растений огурец сорта Восток и салат сорта Московский парниковый были проведены в условиях открытого грунта. Удобрения вносили при посеве в лунку.

После уборки зеленцов проводили биометрический анализ листьев и плодов растений. Для исследования химического состава листья и плоды растений высушивали при температуре не выше 60°C, измельчали, отбирали среднюю пробу.

В образцах удобрений, листьев и плодов растений определяли массовые доли воды, йода, минеральных веществ [6], содержание азота — по методу Кьельдаля на приборе «Kjeltec 2300» Tecator (Foss, Дания), содержание клетчатки по методу Кюршнера и Ганека [2], содержание растворимых и легкогидролизуемых углеводов (ЛГУ) — с антроновым реактивом [7]. Содержание агара определяли весовым методом [6], альгиновой кислоты титриметрическим методом согласно методическим рекомендациям [1].

Подготовку растительного сырья и удобрений к атомно-абсорбционному определению макро- и микроэлементов проводили методом кислотной минерализации по ГОСТ 26929–94 [8]. Количество минеральных элементов в пробах определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Nippon Jarell Ash» AA-855 и «Shimadzu AA-6800».

Санитарно-гигиеническую оценку удобрения проводили согласно требованиям ГН 2.1.7.2511–09, ГОСТ Р 54651–2011, Сан ПИН 1.2.3685–21. [5, 9, 12].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Водоросли в качестве удобрений можно использовать в сухом виде — в форме порошка или в жидком — в виде экстрактов [3, 11].

Мировой опыт показывает, что порошкообразные и гранулированные органические удобрения являются наиболее эффективными и удобными в практическом применении и имеют длительный срок хранения. Сухие удобрения широко используются для восстановления плодородия любых видов почвы и выращивании различных сельскохозяйственных культур [4].

В связи с этим в первую очередь нами были использованы физические приемы обработки морского растительного сырья — (сушка, измельчение

и фракционирование). Получение органического удобрения из штормовых выбросов водорослей состояло из следующих технологических операций:

1) очистка водорослей от крупного мусора и механических примесей;

2) сушка штормовых выбросов — осуществляют на открытых площадках с твердым покрытием, на специальных настилах или сетчатых стеллажах. Продолжительность сушки в солнечную погоду от 24 ч до 48 ч, на стеллажах — от 16 до 24 ч. Возможен искусственный способ сушки горячим воздухом в сушилках туннельного типа в течение 4–8 ч.;

3) измельчение сушеных водорослей на промышленных измельчителях любого типа;

4) фракционирование частиц водорослей размером от 0,25 до 5,0 мм.

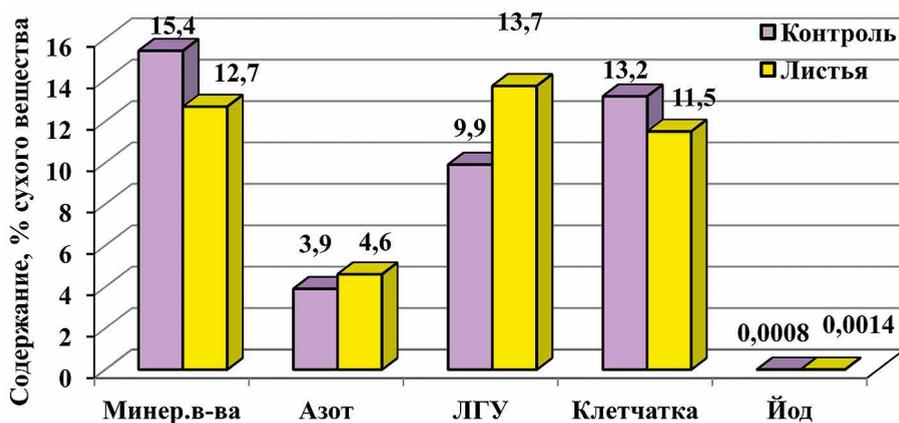
Анализ химического состава полученных по вышеописанной схеме удобрений показал, что органическое вещество в удобрении из штормовых выбросов сахарины японской представлено, главным образом, углеводами (52,5%) — альгиновой кислотой, клетчаткой и легкогидролизуемыми углеводами (ЛГУ). Удобрение из выбросов анфельции содержит больше органического вещества (78,2%) за счет ЛГУ и общего азота. Так уровень ЛГУ в 2,5 раза, а азота в 3,5 раза больше, чем в удобрении из сахарины.

Из макроэлементов удобрения из сахарины на первом месте по содержанию находится калий, на втором — кальций, на третьем — магний. В удобрении из анфельции соотношение макроэлементов изменяется: на первом месте по количеству находится — кальций, на втором — магний, на третьем — калий. Оба вида удобрений отличаются высоким содержанием йода. Однако, в сахарине микроэлементы, такие как железо; марганец, цинк, медь присутствуют в меньшей степени, чем в анфельции.

Для безопасного использования удобрений исследование содержания токсичных элементов показало, что удобрения из водорослей по уровню токсичных элементов не превышают ПДК, установленные государственными стандартами [5, 9, 12] Микробиологические исследования удобрений показали, что в них не обнаружены колиформы и энтеробактерии, что соответствует нормам ГОСТ Р 54651–2011.

Биологические испытания показали, что эффективность применения штормовых выбросов водорослей анфельции и сахарины в качестве удобрения значительно зависит от размера их частиц. Растения интенсивно растут и развиваются при выращивании с добавлением штормовых выбросов с размером частиц 1–2 мм в количестве 20+5 г на одно растение. Происходит интенсификация процессов фотосинтеза в растениях. Одновременно с ростом растений происходят и изменения в их химическом составе (Рис. 1) по сравнению с контролем. В результате увеличивается содержание легкогидролизуемых углеводов до 13,7%, азотистых веществ — до 4,6%, йода до 0,0014%.

Удобрения из штормовых выбросов анфельции и сахарины оказывают заметное действие в условиях открытого грунта на развитие салата сорта Московский парниковый и его химический состав. При добавлении удобрения



*Рис. 1. Химический состав листьев огурца при выращивании с удобрением из штормовых выбросов анфельции*

из сахарины в почву отмечается значимое увеличение в образцах салата количества минеральных веществ, главным образом магния и йода. Удобрения из сахарины и анфельции влияют на азотный и углеводный состав листьев салата. В листьях салата наблюдается увеличение количества азота и ЛГУ. В результате повышается биологическая урожайность салата в опытных образцах по сравнению с контролем. Прибавка урожая составила в среднем 12–13%.

Таким образом, биологические испытания показали, что использование потенциала штормовых выбросов анфельции и сахарины в качестве удобрений повышает их биологическую урожайность.

## ВЫВОДЫ

Эффективность применения штормовых выбросов водорослей анфельции и сахарины в качестве удобрения значительно зависит от размера их частиц. Внесение удобрений из штормовых выбросов в почву в количестве 20+5 г на одно растение с размером частиц 1–2 мм усиливает процессы фотосинтеза в растении. Рекомендуется для получения удобрения из штормовых выбросов анфельции и сахарины, предназначенного для мульчирования, разрыхления, повышения воздухопроницаемости и плодородия почвы использовать физический способ обработки сырья — сушка посредством солнечной энергии или горячего воздуха с последующим измельчением до 1–2 мм.

Установлено влияние потенциала удобрений из штормовых выбросов морских водорослей на биометрические показатели и химический состав сельскохозяйственных культур (огурец, салат). При использовании удобрений из штормовых выбросов растения интенсивно растут и развиваются. В период роста растений происходят изменения в химическом составе листьев растений, усиливается обмен и синтез органических веществ. Использование по-

тенциала удобрений из выбросов анфельции и сахарины способствует увеличению продуктивности и урожайности растений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аминина Н.М. Методы определения содержания альгиновой кислоты и соотношения в ней уоновых кислот. Методические рекомендации / Н.М. Аминина. Владивосток: ТИНРО, 1991.— 16 с.
2. Бурштейн А.И. Методы исследования пищевых продуктов: моногр. — Киев: Госмедиздат, 1963.— 643 с.
3. Возможные направления использования штормовых выбросов макрофитов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна / И.А. Белякова, С.Л. Чернявская, Л.М. Есина, В.В. Богомолова, О.Н. Кривонос // Водные биоресурсы и среда обитания.— 2020. — Том 3, № 4. — С. 77–88.
4. Газанов А.Л., Дорофеева О.А. Производство гранулированных органических и органоминеральных удобрений из помета и навоза — наилучшие доступные технологии их утилизации//Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства.— 2018.— № 95. — С. 227–235.
5. ГН 2.1.7.2511–09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. — Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. — 10 с.
6. ГОСТ 26185–84 Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. — М.: Стандартиформ, 1985.— 34 с.
7. ГОСТ 26176–91 Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. — М.: Стандартиформ, 1993.— 16 с.
8. ГОСТ 26929–94. Сырье и продукты, пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. — М.: Стандартиформ, 1994.— 123 с.
9. ГОСТ Р 54651–2011 Удобрения органические на основе осадков сточных вод. — М.: Стандартиформ, 2012.— 15 с.
10. Ерохин В.Е. О возможности использования растений Азово-Черноморского бассейна для органического земледелия // Вопросы современной альгологии.— 2020.— № 1 (22) — С. 1–7. doi: 10.33624//2311–0147–2020–1(22) –1–7.
11. Ключкова, Т.А. Перспективы использования камчатских ламинариевых водорослей в региональном растениеводстве / Т.А. Ключкова, А.В. Климова, Н.Г. Ключкова // Вестник Камчатского государственного технического университета.— 2019.— № 48. — С. 90–103. doi: 10.17217/ 2079–0333–2019–48–90–103.
12. Сан ПиН 1.2.3685–21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. — Москва, 2021.— 469 с.
13. Górka B. Biologically active organic compounds, especially plant promoters, in algae extracts and their potential application in plant cultivation / B. Górka, J. Lipok, P. Wiczorek // Marine Algae Extracts: Processes, Products, Applications (Eds. Kim, S.-K., Chojnacka, K.). –Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim, Germany, 2015. — P. 659–680.
14. Separation and identification of biologically active compounds from algae and their use in nutrition of plants / P. Wiczorek, J. Lipok, B. Górka // Przem. Chem.— 2013. — Vol. 92. — P. 1061–1066.
15. Yuvaraj D., Gayathri P.K. Impact of seaweeds in agriculture. Chapter 3. In book: Biotechnological applications of seaweeds / E. Nabti editor. — New York: Nova Science publishers, Inc., 2017. — P. 25–45.

## Биологические показатели популяций речного рака Нижнекамского и Куйбышевского водохранилищ

А.Р. Каримова, Ю.А. Северов, Т.А. Дускаева

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
E-mail: almira.karimova.98@mail.ru

**Аннотация.** Проведена оценка основных биологических показателей популяций *Pontastacus leptodactylus* Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ, полученные по результатам исследований в 2021–2023 гг. Отмечено, что в условиях отсутствия промысла популяции раков обоих водохранилищ характеризуются нормальным распределением длин тела в уловах. Половое соотношение уловов различается по сезонам, вследствие естественных причин, свойственных данному виду. Раки Куйбышевского водохранилища по сравнению с раками из Нижнекамского водохранилища имеют более крупные средние размеры тела и массы, а также обладают более высокими показателями рабочей плодовитости и объема запаса в целом.

**Ключевые слова:** узкопалый речной рак *Pontastacus leptodactylus*, Куйбышевское водохранилище, Нижнекамское водохранилище.

### ВВЕДЕНИЕ

Узкопалый речной рак *Pontastacus leptodactylus* Escholtz, 1823 широко распространенный вид беспозвоночных внутренних водоемов России, который характеризуется широкой экологической валентностью [3]. Во время расширения ареала узкопалый рак полностью вытеснил широкопалого рака из занимаемых им территорий. На данный момент *P. leptodactylus* — фактически единственный представитель высших ракообразных (Malacostraca) водоемов Среднего Поволжья.

Популяции узкопалых раков являются объектами специализированного промысла в крупных водоемах Волжско-Камского края, в том числе с 2023 г их вылов открыт в Куйбышевском водохранилище в пределах Ульяновской области и в Нижнекамском водохранилище в акватории Удмуртской Республики. До 2023 г популяции Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ не являлись объектами промысла, несмотря на то, что по оценкам величины запасов, в данных водоемах имеются крупные промысловые запасы раков. В связи с этим необходимы тщательные исследования современного состояния этих популяций для сохранения целостности естественных экосистем и рационального освоения запасов речных раков.

Целью данной работы является оценка биологических показателей популяций речного рака *P. leptodactylus* в Куйбышевском и Нижнекамском водохранилищах в 2021–2023 гг.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор астакологического материала производился в рамках научно-исследовательских работ Татарского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО») на различных участках Нижнекамского и Куйбышевского водохранилищ в период с 2021 по 2023 гг. на территории Республик Татарстан, Башкортостан, Марий Эл, Чувашии, Удмуртии, Ульяновской и Самарской областей с использованием раколовки различных конструкций («чернильницы», «раколовки — гармошки»), драги, шириной зоны лова 1 м. Кроме того анализировались раки, попадающие как прилов в ставные сети и донный трал.

Всего биологическому анализу подверглись 3092 экз. раков. Зоологическую длину тела раков измеряли от рострума до конца тельсона с применением мерной доски с точностью до 0,5 см, масса тела взвешивали на электронных весах с точностью до 1,0 г. Пол устанавливали по внешним морфологическим признакам [2]. У 293 самок отобрана икра для оценки показателей плодовитости. Отбор икры для определения рабочей плодовитости проводили весной в конце периода эмбрионального развития перед выходом личинок, когда яйца находятся на плеоподах самок. Икра фиксировалась 10%-ным раствором формалина. Показатели рабочей плодовитости устанавливались путем подсчета всех яиц на плеоподах самки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

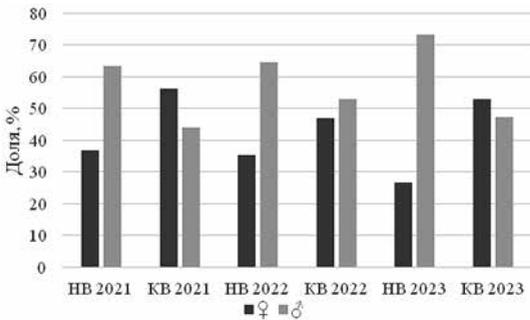
Как показали исследования, распределение запасов рака в Куйбышевском водохранилище достаточно сложное. Наибольшей численностью характеризуются мелководные заливы и литораль открытых плесов, особенно с островными архипелагами. Обловы донным тралом бровок русел р. Волга и р. Кама, также показали, что здесь имеются средние по плотности концентрации раков. Наименьшая плотность *P. leptodactylus* зафиксирована непосредственно в руслах рек и на открытой литорали с песчаным дном.

Акватория Куйбышевского водохранилища в пределах Республики Татарстан повсеместно оценивается как высокопродуктивный участок, вследствие развитой мелководной зоны, где отмечались максимальные суточные уловы. Акватории плесов в пределах Ульяновской и Самарской областей по продуктивности варьируют от высокопродуктивной зоны до низкопродуктивной (на наиболее глубоких участках плесов). Низкопродуктивными оценены акватории в пределах Республик Чувашия и Марий Эл, где ежегодно наблюдались минимальные среднесуточные уловы.

В Нижнекамском водохранилище наиболее плотные скопления раков отмечены на затопленной пойме рек Белая, Мензеля и Ик. Данные акватории и их островные системы изобилуют мелководьями с развитой водной растительностью и являются оптимальными участками для обитания раков. Вся левобережная часть Нижнекамского водохранилища в пределах Республик Татарстан и Башкортостан оценивается как высокопродуктивный участок

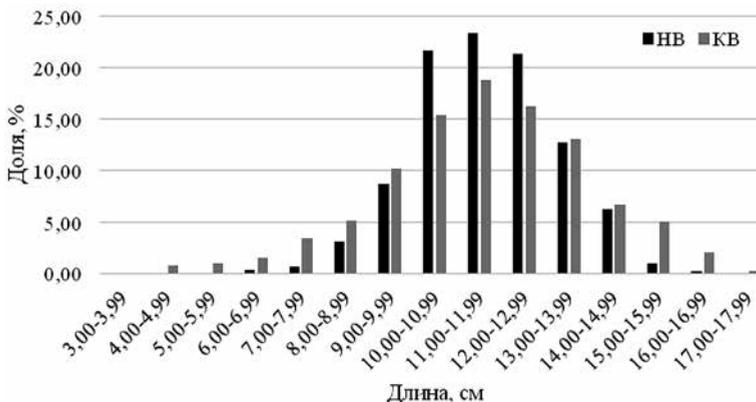
водоема. Наименьшая плотность раков оценена в речной части водохранилища, выше с. Каракулино.

Соотношение самок и самцов, определенное в Свяжскогм заливе Куйбышевского водохранилища по уловам 2010 г, составляла 0,6:1 [5]. По итогам проведенного нами исследования выявлено, что в Нижнекамском водохранилище среднее соотношение самок к самцам составляет 1:2, а в Куйбышевском 1:0,8 (в среднем по обоим водохранилищам 1:1,3) (рис. 1).



**Рис. 1.** Половое соотношение уловов речного узкопалого рака Куйбышевского (KB) и Нижнекамского (НВ) водохранилищ в 2021–2023 гг.

*P. leptodactylus* в Куйбышевском водохранилище в районе г. Самары составляла 18 см, но в Азовском море раки данного вида достигают длины тела в 21,2 см. Размеры изученных нами особей колебались от 3,0 до 17,5 см, составляя в среднем  $11,3 \pm 2,0$  см (рис. 2). В Куйбышевском водохранилище, также как и в Нижнекамском, доминировали особи длиной 10,0–13,0 см (66,50 и 50,54% соответственно).



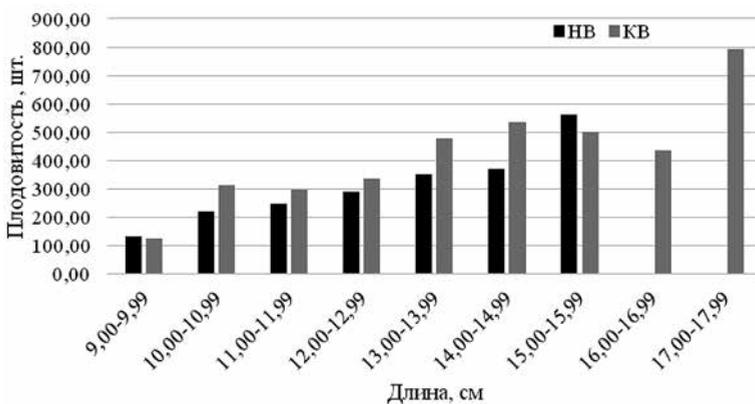
**Рис. 2.** Размерный состав уловов речного рака Куйбышевского (KB) и Нижнекамского (НВ) водохранилищ в 2021–2023 гг.

Согласно имеющейся классификации, по длине тела раки подразделяются на непромысловых и промысловых, вторые в свою очередь делятся на мелких, средних и крупных [1]. В массе в уловах в исследуемых водохранилищах преобладали особи мелких и средних промысловых размеров, причем в Куйбышевском водохранилище распределение по размеру представлено более равномерно. На основании данных по размерному составу, можно предположить, что численность популяции в Нижнекамском водохранилище достигла своих предельных величин (емкости среды) и переуплотнена, следствие чего крупные особи в водоеме практически не отмечаются. Возможными причинами низких размерных показателей раков могут быть высокая конкуренция за пищевые ресурсы и каннибализм [5].

Масса раков в уловах варьировала от 0,8 г до 183 г, при средней величине — 47,4 г. В обоих водоемах доминировали особи массой 20–60 г. Медиана индивидуальной массы в уловах была представлена особями 43,5 г.

Согласно данным некоторых авторов, на брюшных конечностях самок узкопалого речного рака можно обнаружить 200–300 или 60–900 икринок [4, 5]. По результатам наших исследований, рабочая абсолютная плодовитость постепенно возрастает в зависимости от длины тела самок, как в Куйбышевском, так и в Нижнекамском водохранилищах, однако средние значения для первого водоема выше (рис. 3). Максимальная плодовитость (792 шт.) отмечена у двух особей длиной 17 см, обнаруженных в Куйбышевском водохранилище, минимальные — у особей длиной 9 см, обнаруженных в том же водохранилище. Среднее значение плодовитости, полученное нами для Нижнекамского водохранилища, составило 311,4 шт., для Куйбышевского — 423,8 шт.

В Куйбышевском водохранилище доля самок с длиной тела более 9,0 см без икры (несозревшие, т. е. пропускающих нерест) в уловах составила чуть



**Рис. 3.** Показатели рабочей абсолютной плодовитости самок узкопалого рака Куйбышевского (КВ) и Нижнекамского (НВ) водохранилищ в зависимости от длины их тела в 2021–2023 гг.

более 10%. Основная масса таких самок отмечалась в I промысловой группе (мелкие и средние промысловые раки длиной 10,0–12,0 см). В Нижнекамском водохранилище доля таких самок с длиной тела более 9,0 см в уловах составила 12,1%.

Оценку нерестового запаса раков, для их рационального использования промыслом и определения граничных ориентиров управления (по биомассе нерестового запаса —  $B_{lim}$ ) проводили стандартными методами. Для этого нерестовый запас (SSB) определялся путем нахождения биомассы половозрелых самок в составе промыслового запаса с учетом доли зрелых особей в каждом размерном классе (табл. 1).

**Таблица 1.** Оцененные величины нерестового запаса речного рака в Куйбышевском и Нижнекамском водохранилищах в 2021–2023 гг.

Год	Показатель SSB запаса рака в Куйбышевском водохранилище, т	Показатель SSB запаса рака в Нижнекамском водохранилище, т
2021	286,3	89,6
2022	378,3	106,9
2023	409,2	119,2

По результатам расчетов, получаем, что для Куйбышевского водохранилища величины SSB для 2021–2023 гг. варьировали в диапазоне от 286,3 до 409,2 т, а в Нижнекамском водохранилище от 89,6 до 119,2 т.

## ВЫВОДЫ

Среднее соотношение самок к самцам для Нижнекамского водохранилища составляет 1:2, для Куйбышевского 1:0,8 (в среднем 1:1,3). Половое распределение зависит от того, затронул ли лов период линьки или вынашивания икры самками.

Размеры изученных нами особей колебались от 3,0 до 17,5 см, составляя в среднем  $11,3 \pm 2,0$  см. Для Куйбышевского водохранилища характерны в среднем более крупные экземпляры, а размерное распределение в нем было представлено более равномерно. Согласно размерному составу популяции речного рака в Нижнекамском водохранилище, можно предположить, что численность популяции ручного рака достигла своих предельных величин.

Среднее значение плодовитости для Нижнекамского водохранилища составило 311,4 шт., для Куйбышевского — 423,8 шт. Что связано с преобладанием во втором водоеме самок более крупных размерных групп и, следовательно, наиболее плодовитых.

Авторы выражают благодарность всем сотрудникам Татарского филиала ФГБНУ «ВНИРО» принимавших участие в сборе астакологического материала в эти годы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глушко Е.Ю. Речные раки в водоемах Ростовской области: состояние популяций, прогнозирование и рациональное использование запасов в современный период // Вопросы рыболовства. 2018. Т. 19. № 4. С. 478–482.
2. Глушко Е.Ю., Глотова И.А. Речные раки в водоемах Ростовской области. Биология, условия обитания, состояние популяций // Вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов, 2015. С. 72.
3. Утеушев Р.Р. Размерно-массовые характеристики ракообразных Волго-Каспийского региона и пути их рационального использования // Вестник АГТУ. 2004. № 2. С. 104.
4. Хаитов А.Х. Биология акклиматизированных раков в рыбоводных прудах Гиссарской долины, 2017. С. 256–260
5. Яковлев В.А. Охраняемые водные беспозвоночные организмы Республики Татарстан // Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2010. С. 36, 37.

## **Биологическая продуктивность некоторых водоёмов комплексного назначения Юга России**

*Г.И. Карнаухов*

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)  
E-mail: karnaukhov\_g\_i@azniirkh.ru

**Аннотация.** Приводятся результаты сырьевых исследований, выполненных в 10 водоёмах комплексного назначения Юга России. Даётся характеристика кормовых ресурсов и рассчитана среднегодовая продукция фитопланктона, зоопланктона и зообентоса. Рассматриваются вопросы промысловых запасов в водоёмах Краснодарского и Ставропольского краев, республик Адыгея и Калмыкия. Предложены подходы по эффективному рыбохозяйственному использованию водоёмов комплексного назначения. Зарыбление водохранилищ белым толстолобиком приведёт к изменению структуры промысловой ихтиофауны. Приводится анализ рекомендованного вылова водных биоресурсов по данным официальной статистики промысловых уловов. Обсуждаются подходы повышения промысловой продуктивности водоёмов, увеличения и изменения структуры уловов путем зарыбления быстрорастущими видами рыб.

**Ключевые слова:** водоёмы комплексного назначения, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, рыбопродуктивность.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Юг России располагает значительным потенциалом для увеличения вылова водных биологических ресурсов в водоёмах комплексного назначения. Этому способствуют благоприятные природно-климатические условия, значительные площади пресноводных водоёмов, которые превышают 70 тыс. га. Однако, эксплуатация большинства водоёмов заключается в обеспечении водой сельхозпроизводителей, а интересы других пользователей не всегда учитываются в полной мере. Водоёмы комплексного назначения Юга России характеризуются высокой степенью эвтрофикации и, как правило, большим продукционным потенциалом. Рыбопродуктивность в некоторых небольших водохранилищах на естественной кормовой базе в 80-е годы прошлого века доходила до 280 кг/га.

Потенциальные возможности пресноводных водоёмов слабо используются при ведении рыбохозяйственной деятельности. Так ихтиофауна водоёмов комплексного назначения Юга России насчитывает более 60 видов и подвидов рыб, из которых промыслом, более или менее, используются только 11 — сазан, лещ, плотва, краснопёрка, чехонь, серебряный карась, густера, судак, окунь, щука и сом.

Ихтиофауна рассматриваемых водоёмов, формировалась из речных рыб-аборигенов, которые не используют в полном объёме кормовую базу, а сосредоточены в основном на потреблении зообентоса. В водоёмах отсутствуют рыбы-фитофаги и крупные быстрорастущие зоопланктофаги. Однако, именно эти группы рыб способны обеспечить наиболее существенное увеличение рыбопродуктивности. Ведущая роль в реализации продукционных возможностей водоёмов комплексного назначения должны занять растительноядные рыбы и рыбы-планктофаги.

Целью настоящей работы является на основе анализа многолетних данных оценить биопродукционные возможности ряда водных объектов Юга России.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Сбор и обработку проб фитопланктона, зоопланктона и зообентоса проводили в соответствии с «Методическими рекомендациями по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах» [1984]. В ходе камеральной обработки отловленных рыб подвергали стандартной процедуре полного биологического анализа [Пряхин, Шкицкий, 2006]. Расчет численности поколений и запасов рыб проведены в соответствии с общепризнанными рекомендациями [Лапицкий, 1970; Сечин, 2010].

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Рыбохозяйственное использование водохранилищ представляет определенный интерес. Многоцелевое и эффективное использование водных ресурсов может быть достигнуто только с учётом потребностей всех заинтересованных пользователей.

Особенностью водоёмов комплексного назначения Юга России является образование значительных мелководных участков, что способствует созданию благоприятного гидробиологического режима. Под мелководьем мы понимаем часть акватории водоёма с глубинами до 1,5 м. Следует отметить, что динамичный сезонный ход температуры воды связан, прежде всего, с температурным режимом мелководий. Так, на этих участках в весенний сезон отмечается более ранний прогрев воды, наиболее высокие температуры приходятся на летний период, а осенью происходит раннее охлаждение. Свообразие и биологический режим мелководий приводит к значительному зарастанию высшей водной растительностью и созданию более хороших условий для развития водных организмов, что в конечном итоге сказывается на общей продуктивности водоёмов. Мелководья играют первостепенную роль в размножении фитофильных рыб и нагуле их молоди.

Характерной особенностью эвтрофированных водоёмов Юга России является повышенная минерализация воды. Источником повышенного содержания солей являются соли солончаковых почв, которые с талыми водами и дождями смываются в водоёмы. По химическому составу воды водоёмов комплексного назначения относятся к сульфатно- и хлоридно-натриевому типу.

В водоёмах интенсивно протекают процессы фотосинтеза, чему способствует высокая инсоляция, температура воды, минерализация и продолжительный вегетационный период. По количеству таксонов преобладают зелёные, сине-зелёные и диатомовые микроводоросли. Среднегодовая продукция колеблется от 1,67 т/га (озеро Лысый лиман) до 3,96 т/га (водохранилище Волчьих ворот) (Табл. 1).

**Таблица 1.** Биологическая продуктивность некоторых водоёмов комплексного назначения Юга России

Водоём	Площадь, га	Продуктивность, тонн				
		Фито-планктон	Зоо-планктон	Зоо-бентос	естественная (рыба)	промысловая (рыба)
Краснодарское вдхр.	40 000	35600,0	1124,0	2592,0	10,2	1,4
Октябрьское вдхр.	650	1528,0	91,0	152,1	100,3	6,0
Крюковское вдхр.	4000	7566,0	440,0	840,0	26,8	0,6
Варнавинское вдхр.	3 900	8970,0	234,0	585,0	40,0	5,9
Новотроицкое вдхр.	1 800	3240,0	63,4	334,8	31,4	1,02
Вдхр. Волчьих ворот	550	2178,0	40,7	234,3	245,0	80,21
Оз. Мокрая Буйвола	750	2115,0	109,5	432,0	257,3	56,3
Отказненское вдхр.	1 900	7258,0	239,4	946,2	170,4	84,8
Чограйское вдхр.	14000	34580,0	1691,2	2898,0	73,3	21,0
Оз. Лысый лиман	900	1440,0	54,4	269,8	179,9	34,3

Основу биомассы зоопланктона образуют пелагические ракообразные (*Cladocera*, *Copepoda*). *Rotifera*, численность которых велика весной и осенью, по биомассе играют подчинённую роль. Размер кормовых организмов увеличивается от весны к лету при падении численности коловраток и увеличению численности крупных ветвистоусых и веслоногих ракообразных. Необходимо отметить неоднородность горизонтального распределения зоопланктона, которая возникает как следствие неравномерности абиотических факторов по акватории водоёма. В водоёмах комплексного назначения Юга России невысокие показатели зоопланктона связаны, прежде всего, с интенсивным взмучиванием воды при сильном ветре и массовом развитии зелёных и сине-зелёных водорослей в летний период. Среднегодовая продукция зоопланктона колеблется от 0,03 т/га (Краснодарское водохранилище) до 0,15 т/га (озеро Мокрая Буйвола) (табл. 1).

Кормовая база рыб-бентофагов на ранних стадиях развития включает зоопланктон, а по мере роста важнейшую составную часть их пищи представляют макробентические организмы. В составе зообентоса отмечены моллюски, малощетинковые черви, ракообразные и насекомые. Среди ракообразных отмечены *Gammarus lacustris* и *Chelicorophium robustum*. Насекомые представлены

таксонами различного ранга. Олигохеты и личинки хирономид составляют основу бентоса. Среднегодовая продукция зообентоса составляет от 0,06 т/га (озеро Лысый лиман) до 0,58 т/га (озеро Мокрая Буйвола) (табл. 1).

Формирование ихтиофауны в водоёмах комплексного назначения представляет собой достаточно сложный процесс, который приводится не только к выпадению отдельных видов рыб, но и появлению новых. Группа фитофильных рыб занимает доминирующее положение в водоёмах.

Рыбохозяйственное освоение водохранилищ представляет определенный интерес, поскольку позволяет эффективно использовать водные ресурсы с учётом потребностей всех заинтересованных водопользователей. В настоящее время промысел в водохранилищах базируется на вылове 9–11 аборигенных видах рыб и не располагает потенциальными возможностями к значительному увеличению добычи водных биоресурсов. В промысловых уловах на долю коммерчески привлекательных видов рыб (сазан, лещ, судак, толстолобики) приходится около 45,0%, серебряного карася 33,0% и прочих — 22%.

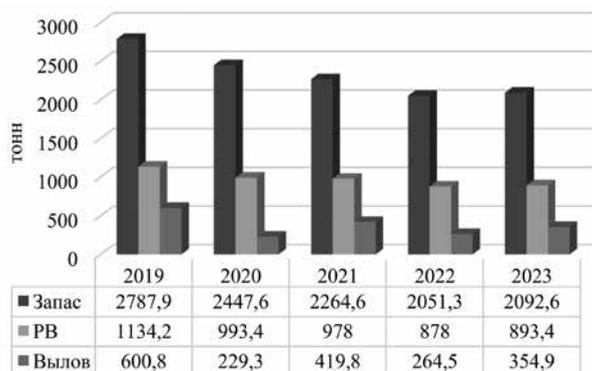
С момента создания водохранилищ они определялись как высокопродуктивные водоёмы. Например, средняя промысловая рыбопродуктивность Отказненского водохранилища составляла более 150 кг/га. Среднегодовой вылов промысловых рыб в Весёловском водохранилище достигал 1000–1800 т, а промысловая рыбопродуктивность в отдельные годы доходила до 123 кг/га. Однако в последующие годы рыбопродуктивность снизилась в 2–4,5 раза [Саенко и др., 2023].

Средняя потенциальная естественная рыбопродуктивность водоёмов в 2023 году находилась на уровне 36,8 кг/га. Однако средняя промысловая рыбопродуктивность не превысила 6,4 кг/га, причём она очень различалась по водным объектам. Так, например, в Отказненском водохранилище этот показатель составлял 84,8 кг/га, в Чограйском водохранилище — 21,0 кг/га, а в Краснодарском не превышал 1,4 кг/га (табл. 1).

По естественной рыбопродуктивности водоёмы были разделены на пять больших групп: суперпродуктивные (более 250 кг/га), высокопродуктивные (100–250 кг/га), среднепродуктивные (50–100 кг/га), малопродуктивные (20–50 кг/га) и низкопродуктивные (до 20 кг/га).

В водоёмах комплексного назначения выход рыбной продукции сдерживается как недостаточной численностью ценных промысловых видов рыб, так и слабым освоением рекомендованного вылова рыб. В уловах преобладают карась, окунь и лещ, удельная величина которых в сумме составляет 77,4%. При современном ведении рыбного промысла в водоёмах не следует ожидать существенного увеличения уловов рыбы, поскольку промысловые запасы в подавляющих случаях формируются исключительно за счёт естественного воспроизводства.

В настоящее время показатели уловов находятся на самом низком уровне за всю историю существования промысла в водоёмах комплексного назначения (рис. 1).



*Рис. 1. Промысловый запас, рекомендованный и фактический вылов рыбы в водоёмах комплексного назначения с 2019 г. по 2023 г., тонн*

В обследованных водоёмах в среднем добывается около 374 тонн при рекомендованном вылове в 975,4 т. Освоение суммарного объёма рекомендованной добычи (вылова) водных биоресурсов не превышает 38,3%. При этом в водохранилище Волчьих врата данный показатель составляет около 70%, в то время как в Крюковском водохранилище только 17%.

В последние пять лет в водоёмах комплексного назначения наблюдается снижение уловов рыбы более чем на 40%, с 600,8 т (2019 г.) до 354,9 т (2023 г.). Уменьшение уловов связано как с частичным выводом из рыбохозяйственного использования водохранилищ (Отказненское, Новотроицкое, Крюковское, Мокрая Буйвола и др.), так и с неблагоприятным гидрологическим режимом (Октябрьское водохранилище, залив Стройманыч).

Основным резервом увеличения промысловых запасов рыб могут стать только целенаправленные мероприятия по реконструкции ихтиофауны путём зарыбления молодью быстрорастущих видов (толстолобики, белый амур), которые эффективно могут утилизировать неиспользуемые кормовые ресурсы и не требуют больших материальных затрат. При рациональном ведении хозяйственной деятельности на водоёмах промысловая рыбопродуктивность может увеличиться до 60,0 кг/га, а суммарный вылов водных биоресурсов, в рассматриваемых водных объектах, вырастет на 4,5 тыс. тонн.

Опыт работы с белым толстолобиком в водоёмах комплексного назначения на юге России показал, что пригодными для его зарыбления и нагула являются водные площади, где суммарная годовая продукция фитопланктона составляет не менее 0,8 т/га без учёта сине-зелёных водорослей, что соответствует среднему уровню эвтрофикации водоёмов.

## ВЫВОДЫ

В целом результаты проведенных исследований показали, что уровень освоения рекомендованных объёмов сырьевой базы водоёмов комплексного назначения в четырех субъектах Российской Федерации в последние пять лет

имеет выраженную тенденцию к снижению с 53,0% в 2019 г. до 39,7% в 2023 г. Самым значимым и интенсивно эксплуатируемым водоёмом остаётся Чограйское водохранилище в котором рекомендуемые объёмы вылова осваиваются в среднем на 55,4%. На основании вышеизложенного можно заключить, что водохранилища Северного Кавказа имеют потенциальную возможность для многократного увеличения промысловой рыбопродуктивности с единицы площади при эффективном ведении рыбохозяйственной деятельности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лапицкий И.И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численности популяции рыб в Цимлянском водохранилище. Тр. Волгогр. отд. ГосНИОРХ, т. 4, 1970/ — 280 с.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева. — Л.: ГосНИОРХ, ЗИН, 1984.— 33 с.
3. Пряхин Ю.В., Шкицкий В.А. Методы рыбохозяйственных исследований. — Краснодар: КубГУ, 2006.— 214 с.
4. Саенко Е.М., Чубуков В.В., Ожигов Г.А., Головкин Г.В. Результаты исследования промысловых видов рыб в Весёловском водохранилище в 2021–2022 гг. Труды АзНИИРХ, Том 4, 2023. — С. 118–127.
5. Сечин Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоёмах. — Калуга: издательство научной литературы «ЭЙДОС», 2010.— 204 с.

## **К вопросу о биологической и экономической эффективности искусственного воспроизводства кеты в бассейне Амура**

*Д.В. Коцюк, В.Н. Кошелев*

Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
E-mail: scn74@mail.ru

**Аннотация.** Работа посвящена оценке вклада искусственного воспроизводства в пополнение промысловых ресурсов осенней кеты и оценке экономической эффективности ее искусственного воспроизводства в бассейне р. Амур. Исследования показали, что по данным отолитного маркирования доля рыб искусственного происхождения в 2020–2023 гг. составляла 38,6%, что свидетельствует о существенном влиянии искусственного воспроизводства на формирование промысловых запасов осенней кеты в бассейне р. Амур. Оценена экономическая эффективность работы лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ) Амурского филиала «Главрыбвод», затраты на содержание системы рыбоводных заводов многократно (в 5 раз) ниже валовой возможной выручки от продажи возвратной рыбы. Рекомендовано поддерживать уровень искусственного воспроизводства осенней кеты в объемах мощностей существующих ЛРЗ.

**Ключевые слова:** искусственное воспроизводство, кета, р. Амур, эффективность.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В бассейне Амура тихоокеанские лососи являются крупнейшей по численности и биомассе группой объектов промысла [3]. Здесь отмечены сима, горбуша и кета, подразделяемая на две темпоральные расы — летнюю и осеннюю [5]. Амурская горбуша обеспечивала уловы в диапазоне от 0 до 19,6 тыс. т, вылов летней и осенней кеты в отдельные годы варьировал в диапазоне 0–50,5 и 0,5–40,2 тыс. тонн соответственно. В бассейне Амура основой лососевого промысла является осенняя кета. Доля ее вылова в 1910–2023 гг. составила 59,1% (1,217 млн тонн).

Для горбуши и кеты бассейна Амура, как и для всех остальных речных бассейнов Северной Пацифики, отмечена значительная флуктуация численности заходящих на нерест производителей тихоокеанских лососей. Именно существенное варьирование ежегодных уловов осенней кеты в 1907–1925 гг. (до 11,5 раз) стали причиной строительства первого, а затем и еще четырех лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ) в бассейне р. Амур [4]. Целью работы ЛРЗ определили увеличение численности осенней кеты в бассейне Амура, посредством ее искусственного воспроизводства. Таким образом лососевое рыбное хозяйство бассейна Амура, уже почти 100 лет, сочетает в себе естественное и искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей. Объемы

выпуска молоди осенней кеты с ЛРЗ на р. Амур последние 15 лет варьируют в диапазоне от 35,7 до 102,3 (в среднем — 74,6) млн экз.

Все время существования ЛРЗ в бассейне р. Амур идет спор об эффективности их работы. В ряде работ [4, 5] приводятся размышления об эффективности работы ЛРЗ. Однако, данные публикации объединяет отсутствие специализированных исследований, принятых для оценки эффективности работы отдельных ЛРЗ методами мечения молоди, которые бы позволяли выявлять заводских особей в возврате лососей [1, 2, 6, 7].

Целью нашей работы является оценка эффективности работы ЛРЗ бассейна Амура в том числе с определением вклада рыбозаводных заводов в формирование промысловых возвратов осенней кеты, а также оценка экономической эффективности её искусственного воспроизводства.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Работы по оценке эффективности искусственного воспроизводства осенней кеты проводили с использованием метода отолитного маркирования эмбрионов на ЛРЗ с последующим поиском маркированных особей в смешанной выборке производителей. Сухое и термическое маркирование эмбрионов осенней кеты проводили на Ануйском ЛРЗ в 2015–2021 гг. под контролем научных сотрудников Хабаровского филиала ФГБУ «ВНИРО». Суммарный выпуск маркированной молоди составил 34,1 млн экз.

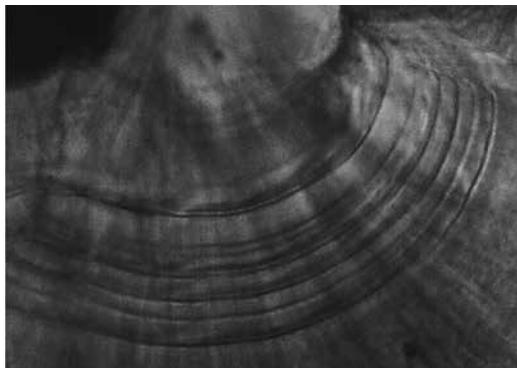
Сбор отолитов у производителей осенней кеты проводили в 2020–2023 гг. в устьевой части р. Амур. Работы проводили в рамках государственного мониторинга водных биоресурсов на промысловых предприятиях. Суммарно были отобраны отолиты у 2725 рыб. Затем в лабораторных условиях, отолиты клеили на предметные стекла при помощи термопластического цемента и шлифовали с помощью мелкозернистых дисков до появления центральной части. На визуально-аналитическом комплексе, состоящем из микроскопа Olympus BX51 и фотокамеры Olympus DP 27 сканировали имиджи отолитов. При обнаружении маркированных особей фотографии меток идентифицировались по базе маркирования.

Оценку экономической эффективности искусственного воспроизводства осенней кеты на ЛРЗ в бассейне р. Амур производили через расчет возможной выручки от реализации продукции и оценку стоимости единицы продукции искусственного происхождения. Также определили долю затрат к возможной выручке, с учетом затрат Амурского филиала «Главрыбвод» на содержание и функционирование ЛРЗ.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В 2015–2021 гг. с ЛРЗ бассейна р. Амур суммарно было выпущено 477,8 млн экз. молоди осенней кеты, из которых доля маркированных рыб составляет 7,13% или 34,1 млн экз. Работы по поиску маркированных рыб проводили в возвратах в р. Амур в 2020–2023 гг. в устьевой части р. Амур. Всего было

обнаружено 75 экз. производителей с внедренными в 2015–2021 гг. на ЛРЗ метками (рис. 1, 2). Доля особей с метками в р. Амур составила 2,75%.



*Рис. 1. Метка 1.5Н (сборы 2021 г.)*



*Рис. 2. Метка 3п.3Н (сборы 2023 г.)*

Отметим, что полученный показатель является усредненным за исследуемый период так как, доля найденных маркированных особей по годам снижается: 2020 г.— 3,32%, 2021 г.— 3,60%, 2022 г.— 2,26%, 2023 г.— 1,65%, что по-видимому связано со снижением выпусков молоди с ЛРЗ начиная с 2017 г., а соответственно наблюдается снижение доли рыб, имеющих искусственное происхождение.

Исходя из этих данных о возврате меток и доле помеченных ранее на ЛРЗ особей, мы находим долю заводских рыб в реке Амур. Доля рыб, имеющих заводское происхождение в Амуре, в 2021–2023 гг. составляет:

$$2,75\% \times 100\% / 7,13\% = 38,6\%.$$

Полученная оценка доли искусственно воспроизведенной осенней кеты в 38,6% методом отолитного маркирования близка к результатам ранее проведенных исследований методом микрохимического анализа отолитов. Основываясь на величине изотопного соотношения  $^{88}\text{Sr} : ^{43}\text{Ca}$  краевой зоны отолитов у «заводской» и дикой рыбы по данным сборов в 2019 г., доля рыб «заводского» происхождения была оценена в 40,9% [8].

Таким образом результаты идентификации происхождения особей осенней кеты в 2019–2023 гг. в смешанной выборке в р. Амур проведенные двумя методами показывают высокую степень сходства. Доля «заводской» осенней кеты в р. Амур варьирует в диапазоне 38,6–40,9%. Это свидетельствуют о существенном вкладе искусственного воспроизводства в пополнение запасов осенней кеты р. Амур.

Экономическая эффективность работы лосевых рыбоводных заводов на р. Амур, в свете их государственного финансирования, является важнейшим показателем их работы (табл. 1).

**Таблица 1.** Экономические показатели лососевого хозяйства р. Амур

Показатель	Год					Среднее
	2019	2020	2021	2022	2023	
Вылов осенней кеты в р. Амур, тыс. тонн	8,103	7,802	5,737	3,902	5,7	6,249
Вылов в р. Амур «заводских» рыб, тыс. тонн	3,01	2,21	1,51	2,20	3,13	2,41
Выручка от продажи «заводских» рыб, млрд рублей*	0,60	0,44	0,30	0,44	0,63	0,48
Расходы Амурского филиала «Главрыбвод» в год, млрд рублей**	0,09	0,10	0,08	0,11	0,10	0,09
Стоимость кг «заводской» продукции, рублей	28,22	46,06	51,79	47,72	31,97	41,15
Затраты Амурского филиала «Главрыбвод» к выручке, %	14,11	23,03	25,89	23,86	15,99	20,58

*Примечание:* \* – с учетом норм выхода готовой продукции и средних оптовых цен; \*\* – усреднённые за указанный период.

Так при вложении 100 млн рублей в год в содержание 5 ЛРЗ в бассейне Амура валовая выручка от продажи возвратной рыбы в среднем составляет 500 млн рублей в год. Таким образом 1 вложенный в содержание Амурских ЛРЗ рубль генерирует около 5 рублей в виде валовой выручки от продажи готовой продукции. Для сглаживания трендов колебания численности естественных запасов кеты в р. Амур необходимо сохранить объемы выпуска молоди осенней кеты в ЛРЗ в р. Амур в диапазоне 50–100 млн экз. для поддержания численности ее промысловых запасов.

## ВЫВОДЫ

Оценка вклада искусственного воспроизводства в пополнение промысловых ресурсов осенней кеты в бассейне р. Амур показала, что по данным отолитного маркирования она составляет — 38,6%. Эти показатели близки к результатам работ, проведенных в 2019 г. методом микрохимического анализа отолитов (40,9%). Высокие показатели доли «заводской» рыбы в уловах свидетельствует о существенном влиянии искусственного воспроизводства на формирование промысловых запасов осенней кеты в бассейне р. Амур. При экономической оценке эффективности работы ЛРЗ Амурского филиала «Главрыбвод» установлено, что затраты на содержание системы рыбоводных заводов многократно ниже валовой выручки от продажи продукции возврата,

что позволяет рекомендовать поддерживать уровень искусственного воспроизводства осенней кеты в объемах существующих мощностей ЛРЗ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акиничева Е.Г., Шубин А.О. Стеколыщикова М.Ю. Современное состояние исследований по маркированию и идентификации заводских лососей в Сахалино-Курильском регионе // Тр. СахНИРО.— 2012. — Т. 13. — С. 83–90.
2. Зеленников О.В., Мякишев М.С., Ворожцова А.А. и др. Сравнительный анализ производителей кеты *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) природного и заводского происхождения, выявленных в общем стаде, по результатам отолитного маркирования // Вопр. ихтиол.— 2023. — Т. 63, № 4. — С. 418–425.
3. Колпаков Н.В., Коцюк Д.В., Островский В.И., Семенченко Н.Н., Кошелев В.Н., Шмигирилов А.П., Островская Е.В., Барабанщиков Е.И., Козлова Т.В., Кульбачный С.Е., Подорожнюк Е.В., Вилкина О.В., Шаповалов М.Е. Современный статус водных биологических ресурсов бассейна реки Амур и задачи их изучения // Изв. ТИНРО.— 2020. — Т. 200. № 3 — С. 499–529.
4. Коцюк Д.В. Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне р. Амур: история, современное состояние, перспективы. Известия ТИНРО.— 2020 — Т. 200(3) — С. 530–550.
5. Рослый Ю.С. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура: моногр. — Хабаровск: Хабаровск. кн. изд-во.— 2002.— 210 с.
6. Joyce T.L., Evans D.G. Using thermal-marked otoliths to aid the management of Prince William Sound pink salmon //NPAFC Tech. Rep.— 2001.— № 3. — P. 35–36.
7. Kawana M., Urava S., Hagen P., Munk K.M. High-seas ocean distribution of Alaskan hatchery pink salmon estimated by otolith marks // NPAFC Tech. Rep.— 2001.— № 3. — P. 27–29.
8. Mikheev P.B., Kotsyuk D.V., Podorozhnyuk E.V., Koshelev V.N., Nikiforov A.I., Sheina T.A., Puzik A.Y., Baklanov M.A., The identification of individuals with hatchery and natural origin in a mixed sample of Amur River chum salmon by Otolith microchemistry // Aquaculture and Fisheries, Volume 8, Issue 3, 2023, Pages 341–350, <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.12.014>

## **Применение геоинформационных систем и спутниковых данных при проведении рыбохозяйственной деятельности на водохранилищах Волго-Донского судоходного канала**

*А.И. Кочеткова<sup>1,2</sup>, Е.С. Брызгалина<sup>1,2</sup>, С.В. Моргунов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО»)

<sup>2</sup> Волжский филиал ВолГУ

E-mail: aikochetkova@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены некоторые возможности применения методов дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ) и географических информационных систем (ГИС) в рыбохозяйственной деятельности, организованной на водохранилищах Волго-Донского судоходного канала. Акцент в работе был сделан на оценку зарастания высшей водной растительностью (ВВР) мелководий водохранилищ и расчета возможного объема выпуска сеголеток белого амура в их акватории. Важной составляющей при планировании проведения мелиорационных работ является наличие информации о глубинах и распределения по ним растительности. Эту задачу можно решить путем синтеза полевых данных в единую ГИС, что в значительной степени упрощает задачу последующего анализа информации.

**Ключевые слова:** Волго-Донской судоходный канал, методы дистанционного зондирования Земли, ГИС-технологии, высшая водная растительность, искусственное воспроизводство пелагофильных рыб.

### **Введение**

Волго-Донской судоходный канал имени В.И. Ленина (ВДСК) — канал, располагающийся вблизи г. Волгограда и соединяющий реки Волга и Дон в месте их максимального сближения друг с другом. Он состоит из 13 шлюзов, разделяющих канал на три водохранилища: Варваровское, Береславское и Карповское. Водоохранилища ВДСК выполняют целый комплекс задач народного хозяйства, связанных с организацией судоходства, ирригации, рекреации, рыбохозяйственной деятельности. Комплексное использование водохранилищ ВДСК приводит к формированию антропогенного воздействия на их природный аквальный комплекс и вызывает необходимость в проведении мониторинга их экологического состояния и в разработке мероприятий по сохранению условий обитания водных биологических ресурсов (ВБР). Эту задачу выполняет коллектив «ВолгоградНИРО», который наряду с классическими полевыми методами исследования акватории, применяет информационные и цифровые технологии, базирующиеся на методах дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ) и ГИС-технологиях. Таким образом, цель данного исследования — показать опыт применения спутниковых данных, их дешифрирования и создания карт для формирования планов искусственного воспроизводства водохранилищ ВДСК.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использовалась совокупность методов, опирающихся на библиографический, картографический, математический подходы. Дистанционные методы исследования зарастания водохранилищ ВДСК включали тематическую обработку и анализ космических снимков Sentinel (01.08.2018 г.) в ScanEx Image Processor методом ISODATA с использованием комбинации каналов «искусственные цвета» с преобладанием красного цвета, которые не позволяют в полной мере распознавать структуру сообществ ВВР, но обеспечивают надежное определение их распространения, в связи с чем могут успешно использоваться для картографирования зарастания высшей водной растительности (ВВР) и выявления многолетних изменений. Корректность результатов дешифрирования проверялась данными полевого картографирования участков зарастания. Практика показала, что по космическим снимкам наиболее эффективно можно оценить зарастание мелководий гелофитной (жесткой) растительностью. Следует отметить, что на водохранилищах ВДСК колебание уровня режима незначительное и за период их существования (более 70 лет) сформировался устойчивый фитоценоз. Заросли ВВР занимают обширные акватории открытых мелководий с глубинами до 1,5–2,0 м. В связи с этими обстоятельствами, нет прямой необходимости ежегодного исследования состояния макрофитов ВДСК, в отличие от Цимлянского водохранилища, где в процессе зарастания наблюдаются дигрессионно-демутационные флуктуации [3].

Полевые исследования проводились на Варваровском водохранилище (август 2013 г.) и Береславском водохранилище (сентябрь 2019 г.). Высшая водная растительность (ВВР) обследовалась по методике В.Г. Папченкова (2001) [1]. Определение морфометрических характеристик дна Варваровского и Береславского водохранилищ осуществлялось эхолотированием: эхолот LOWRANCE EAGLE SEA CHARTER 480DF. Батиметрические исследования проводились с целью выявления объема водохранилищ и составления гидроботанических профилей.

Сбор, анализ и систематизация данных по результатам полевых и дистанционных исследований были реализованы в программных комплексах QGIS и ArcGIS.

Карты глубин получены интерполяцией в ArcGIS методом обратно взвешенных расстояний. На основе полученной интерполяции построены гипсометрические кривые, применяемые как основа для гидроботанического профиля. Объем водохранилищ рассчитан по интерполяции в ArcGIS инструментом «насыпи-выемки».

Расчет объема выпуска сеголеток белого амура в водохранилища ВДСК был осуществлен в соответствии с приказом Минсельхоза России [2].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По уровню величины первичной продукции водохранилища ВДСК относятся к категории эвтрофных водоёмов. Кормовая база рыб относительно

стабильная и полностью обеспечивает аборигенную ихтиофауну естественными кормами. По показателям естественной рыбопродуктивности водохранилища ВДСК относятся к водоемам средней кормности.

По материалам ДЗЗ водохранилища ВДСК можно отнести к умеренно заросшим. Так, Варваровское водохранилище заросло на 14,73% (площадь зарастания 393,48 км<sup>2</sup>), Береславское водохранилище на 19,81% (301,12 км<sup>2</sup>), Карповское на 15,23% (639,59 км<sup>2</sup>). В площадь зарастания в основном вошли сообщества гелофитов, сложенные тростником обыкновенным и рогозом узколистым. Известно, что площадь зарастающих мелководий должна составлять в среднем 10% общей площади водохранилища для обеспечения нормального икрометания и нагула молоди фитофильных видов рыб, нагула взрослых фитофильных и нефитофильных рыб, следовательно, на Варваровском, Береславском и Карповском водохранилищах необходимо провести мелиоративные работы, направленные на расчистку приоритетных в этом отношении участков.

Макрофиты не используются в питании аборигенными рыбами водохранилища ВДСК и могут быть рассмотрены, как возможный потенциал увеличения рыбопродуктивности в случае искусственного зарыбления водоёмов специализированным потребителем гелофитов — белым амуром.

Белый амур (*Ctenopharyngodon idella*) — один из основных видов растительноядных рыб — биологических мелиораторов, потребляющих гелофитную растительность. Средняя биомасса ВВР на водохранилищах составляла 9,0 кг/м<sup>2</sup> (90 т/га). Площадь зарастания водохранилищ по данным ДЗЗ составляла 1334,19 га, при этом прогнозируемая масса белого амура с учетом использования им в виде корма 40% растений и кормового коэффициента 50 будет равна 1152,74 т ( $(90 \text{ т/га} \times 1334,19 \text{ га} \times \text{Р/В } 1,2/100\% \times 40\%)/50$ ).

Средний промысловый вес одной особи белого амура составляет 6,5 кг, численность составит 177,34 тыс. шт. (1152,74 т / 0,0065 т). По результатам исследований 2018 года при 2,5% промысловом возврате от выпускаемой молоди весом 25 г приемная емкость водохранилищ ВДСК по выпускаемой молоди белого амура составит 7,094 млн шт. (177,34 тыс. шт. × 100 / 2,5). Результаты расчета объема выпуска белого амура в водохранилища ВДСК приведены в табл. 1.

**Таблица 1.** Расчет объема выпуска сеголеток белого амура в водохранилища ВДСК по результатам исследований 2018 года

Показатели	Ед. измерения	Значения
Прогнозируемый объем вылова белого амура	т	1152,74
Средняя масса	кг	6,5
Количество взрослых особей	тыс. шт.	177,34
Промысловый возврат от выпуска молоди	%	2,5
Количество выпускаемой молоди	млн шт.	7,094
Средняя масса выпускаемой молоди	г	25,0

Другой важной составляющей использования ГИС и ДЗЗ в рыбохозяйственной отрасли является получение морфометрических параметров водных объектов. В качестве примера, рассмотрим карты глубин водохранилищ ВДСК. Ниже приведены батиметрические карты Варваровского и Береславского водохранилищ с указанием объемов и площадей исследуемой участков их акватории (рис. 1).

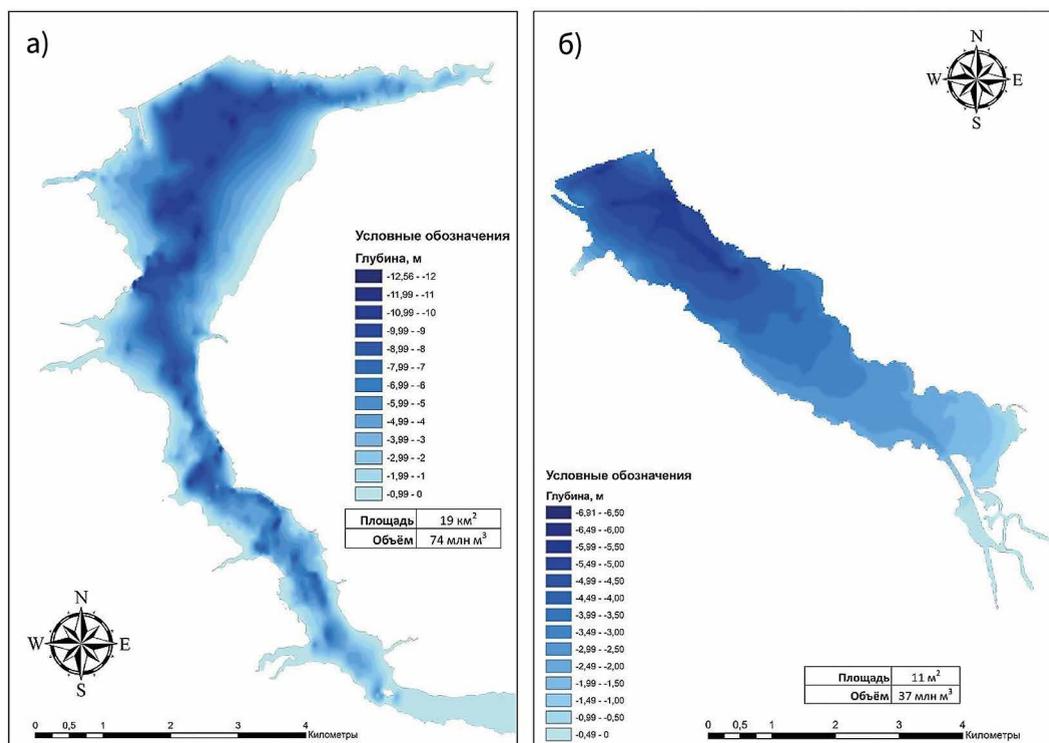
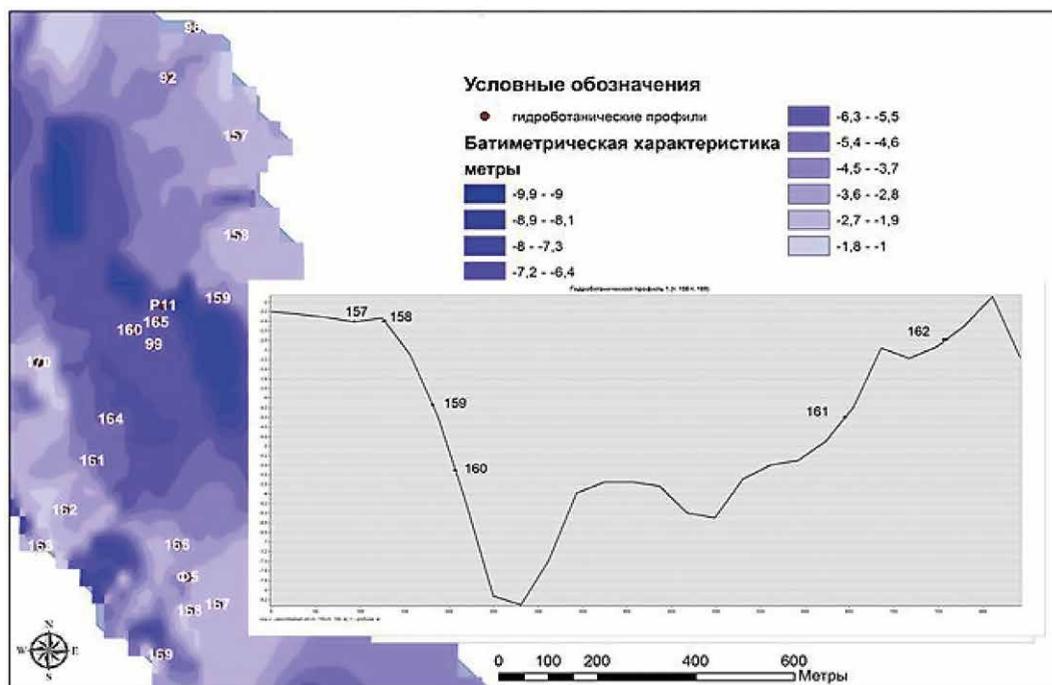


Рис. 1. Батиметрические карты Варваровского (а) и Береславского (б) водохранилищ

Как упоминалось ранее, нами была сделана работа по гидробиотическому профилированию Варваровского водохранилища. Гидробиотический профиль проходил через точки 157 (правый берег) и 169 (левый берег). По правому берегу из гидрофитов доминируют сообщества *Vallisneretum spiralis*, *Potametum lucentis*, *P. pectinati*, *Lemnetum trisulcae*, *Charetum fragilis*, а по левому берегу в большей части преобладают *P. pectinati*, *P. mongolicae*. Самым глубоководным видом является *Fontinalis antipyretics* Hedw., который встречается на глубине до 5,6 м. Последовательно продвигаясь по профилю из т. 157 к т. 169 можно заметить следующую тенденцию по смене сообществ (рис. 2): 1) 0,9 м — сообщество *Phragmitetum australis* с разреженными группировками *Potameto-Myriophylletum cibiricati*, *Vallisneretum spiralis*; 2) т. 157 (глубина (Н) = 2,4 м) — сообщества *Potametum perfoliati*; *Ceratophylleto-Potametum perfoliati*;



**Рис. 2.** Гидроботанический профиль и батиметрия дна участка Варваровского водохранилища

*Lemnetum trisulcae*, *Elodeetum canadensis*, *Vallisneretum spiralis*, *P. pectinati*, *Ch. fragilis*; 4) т. 158 (Н = 2,4 м) — *Ch. fragilis*; единично *Potamogeton pectinatus*; *Ceratophyllum demersum*; 5) Н = 3,1 м — сообщество *Potametum lucentis*; 6) т. 159 (Н = 4,1–4,4 м) — *Frontinalietum antipyreticae*; 7) т. 160 (Н = 5,5 м) — *F. antipyreticae*; 8) Н = 7–8 м. Укореняющихся растений нет. Встречаются только их фрагменты; 9) т. 161 (Н = 4,4 м) *Myriophylletum cibiricumae*, *P. mongolicae*; 10) т. 162 (Н = 2,8 м) *C. demersum*, *P. mongolicae*; 11) Н = 2,0 — *P. pectinate*, *E. canadensis*, *C. demersum*; 12) Н = 1,1 — *P. mongolicae*, *P. pectinate*, *L. trisulcae*.

## ВЫВОДЫ

1. ДЗЗ и ГИС позволяют рассчитывать важные морфометрические параметры водного объекта и дешифрировать процесс зарастания мелководий гелофитной ВВР.

2. Площадные характеристики зарастания мелководий ВВР можно использовать при расчетах объемов выпуска сеголеток белого амура, а также при разработке программы рыбохозяйственной мелиорации ключевых нерестовых угодий водного объекта.

3. ГИС-технологии позволяют интегрировать данные батиметрических съемок и геоботанических описаний, создавать гидроботанические профили и картографически их визуализировать.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 214 с.
2. Приказ Минсельхоза России от 30.01.2015 г. № 25 «Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимых для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыболовства)» в редакции приказа МСХ России от 25.08.2015 № 377.
3. Кочеткова А.И., Брызгалина Е.С., Калужная И.Ю., Сиротина С.Л., Самотеева В.В., Ракшенко Е.П. Динамика зарастания Цимлянского водохранилища // Принципы экологии. 2018. № 1. С. 60–72.

## **Цифровой геоэкологический подход к исследованию процессов, происходящих в пелагической экосистеме Юго-Восточной части Тихого океана на современном этапе ее развития**

*О.Ю. Краснобородько, П.П. Чернышков*

Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»)

E-mail: krasnoborodko@atlant.vniro.ru

**Аннотация.** На основе результатов наблюдений, выполненных в 2023 г. на борту российских промысловых судов в районе Юго-Восточной части Тихого океана (ЮВТО) на промысле ставриды, и ретроспективных научных данных в статье верифицируются представления, полученные методами цифровой геоэкологии в рамках изучения особенностей развития, функционирования и трансформации пелагической экосистемы ЮВТО. Показано, что натурные наблюдения подтверждают существующие представления о современном состоянии пелагической экосистемы ЮВТО. Сделан вывод, что применение инновационных цифровых методов для решения геоэкологических задач, включающих анализ больших данных и машинное обучение на тематических числовых (спутниковая информация) и естественно-языковых данных (тексты профильных научных статей) позволяют адекватно выявлять и использовать в прогностических целях геоэкологические факторы района ЮВТО.

**Ключевые слова:** Юго-Восточная часть Тихого океана, перуанская ставрида, распределение, промысел, геоэкологические факторы.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Юго-Восточная часть Тихого океана (ЮВТО, 87 статистический подрайон ФАО) является крупнейшим по площади промысловым районом Мирового океана. В его пределах выделяется большая морская экосистема «Течения Гумбольдта» (БМЭ № 13 в классификации NOAA [1]). В ЮВТО обитают более 700 видов водных биоресурсов (ВБР), из которых около 60 являются промысловыми — анчоус, сардинопс, ставрида, скумбрия, хек, берикс, красноглазка, кальмары (Гумбольдта, Бартрама, стрелка, ромб) и др. виды. Ежегодный вылов в ЮВТО колеблется от 7 до 20 млн тонн [6].

Одним из путей исследования процессов, происходящих в пелагической экосистеме ЮВТО, является геоэкологический подход — системный подход, основанный на исследовании биотопов (совокупности всех характеристик условий среды) и биоценозов (совокупности всех организмов, населяющих экосистему) в их взаимодействии. Оба компонента исследуются в рамках биогеоценозов, входящих в сферу хозяйственной деятельности человека. В основе «цифровой геоэкологии» [5] лежит использование инновационных цифровых технологий, направленных на повышение эффективности научной и управленческой деятельности в ЮВТО.

В последние годы в ЮВТО отмечается устойчивый рост промыслового усилия и вылова перуанской ставриды. Сопровождающие промысел научно-исследовательские работы на российских судах, выполняющиеся в рамках требований Конвенции по сохранению и управлению ВБР открытого моря южной части Тихого океана (SPRFMO), дают уникальную возможность на практике верифицировать результаты теоретических исследований, касающихся изучения современного состояния пелагической экосистемы ЮВТО. Цель настоящей работы — на основе результатов таких наблюдений, выполненных на российских промысловых судах на лове ставриды в сезоне 2023 г. и в более ранние годы, оценить эффективность применения современных цифровых информационных технологий, основанных на машинном обучении и больших данных, в исследовании процессов, происходящих в пелагической экосистеме ЮВТО на современном этапе ее развития.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

В ходе камеральных промыслово-геоэкологических исследований района ЮВТО, выполненных Атлантическим филиалом ФГБНУ «ВНИРО» в 2020–2023 гг. с применением новых цифровых технологий, были апробированы следующие подходы: методология анализа больших данных (массивов спутниковой океанологической информации) для выявления дальних связей — корреляций параметров геоэкосистемы ЮВТО с другими районами Мирового океана [2]; методология машинного обучения на числовой информации (Марковские цепи промыслово-океанологических данных) для выявления преемственности состояний пелагической экосистемы ЮВТО [3]; методология машинного обучения на естественно-языковой информации (опубликованные научные статьи по рыбохозяйственным тематикам) для построения семантических облаков ключевых понятий и выявления геоэкологических факторов пелагической экосистемы ЮВТО [4].

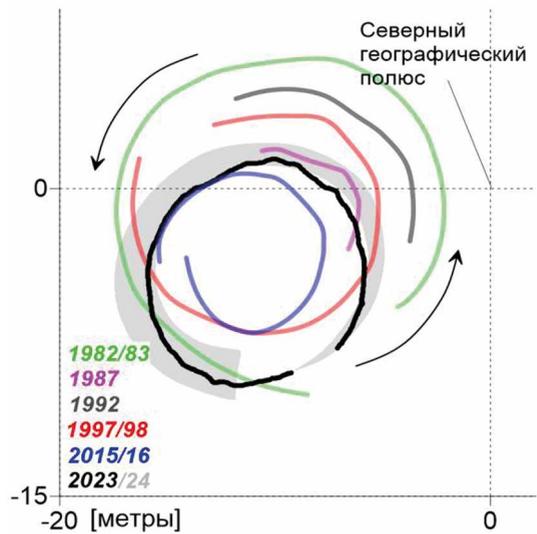
Полевые научно-исследовательские работы на борту российских крупнотоннажных судов РТМКС «Адмирал Шабалин» и «Майронис» выполнялись в период с марта по декабрь 2023 г. Основной их целью был сбор промыслово-биологической информации и наблюдения за условиями среды обитания ВБР для обеспечения Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО») материалами, необходимыми для оценки состояния запасов ВБР в ЮВТО и промыслового прогнозирования. В ходе этих работ были выработаны некоторые представления об особенностях функционирования пелагической экосистемы ЮВТО, которые перекликались с результатами, полученными ранее цифровыми технологиями.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В рамках выявления дальних связей для района ЮВТО были получены характеристики их корреляций по атмосферному давлению, температуре поверхности океана, по содержанию хлорофилла и интенсивности промысла.

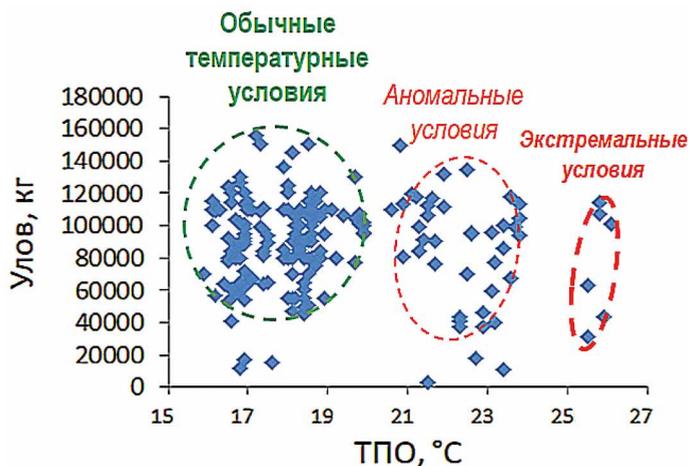
В ЮВТО параметры атмосферного давления тесно связаны с температурным фоном и регулируются изменчивостью характеристик Южно-Тихоокеанского антициклона (ЮТА). Умеренные вариации характеристик ЮТА в новейшее время (1981–2018 гг.) удерживают температуры поверхностных вод в ЮВТО на стабильном уровне на фоне их увеличения в большинстве промышленных районов Мирового океана из-за глобальных климатических изменений. Существенные изменения термического режима поверхности океана в ЮВТО происходят каждые 6–7 лет и связаны со сменой главного климатического цикла планеты — Эль-Ниньо — Ла-Нинья (теплый и холодный периоды). Последним крупным Эль-Ниньо новейшего времени был эпизод значительного потепления вод ЮВТО в 2015/16 гг. Новый цикл потепления начался в 2023 г. и продолжается до 2024 г. Как показали исследования АтлантНИРО, возникновение Эль-Ниньо, наряду с динамикой ЮТА, регулируется чандлеровскими колебаниями мгновенной оси вращения Земли. Эль-Ниньо 2023/24 гг. развивалось на фоне движения мгновенной оси вращения Земли по траекториям, близким к таковым в прошлые исторические периоды Эль-Ниньо (1982/83, 1987, 1992, 1997/98, 2015/16 гг., рис. 1).

Анализ преемственности состояний пелагической экосистемы ЮВТО в период 2012–2021 гг. с применением метода Марковских цепей показал, что за год-два до очередной смены цикла Эль-Ниньо — Ла-Нинья в Перуанском и Чилийском подрайонах ЮВТО обнаруживаются аномальные состояния экосистемы — предвестники грядущей смены цикла. Они проявляются в отклонениях величин атмосферных показателей, температуры воды, содержания хлорофилла, производительности промысла. Непосредственно наличие таких аномалий было прослежено в ходе научного сопровождения российского промысла перуанской ставриды в ЮВТО в первой половине 2023 г. В этот период в ЮВТО отмечалась крупнейшая устойчивая температурная аномалия в Мировом океане (до +5 °С). На промысле ставриды и скумбрии у РТМКС наблюдались аномально высокие величины выловов на траление и суточные выловы — свыше 100 и 200 т соответственно (рис. 2). Промысловые концентрации ставриды и скумбрии отмечались при аномальных (21–23 °С) и даже экстремальных (25–26 °С) поверхностных температурах воды. В уловах наблюдались ано-



**Рис. 1.** Траектории движения мгновенной оси вращения Земли в районе северного географического полюса в годы сильных Эль-Ниньо

мально высокие величины выловов на траление и суточные выловы — свыше 100 и 200 т соответственно (рис. 2). Промысловые концентрации ставриды и скумбрии отмечались при аномальных (21–23 °С) и даже экстремальных (25–26 °С) поверхностных температурах воды. В уловах наблюдались ано-

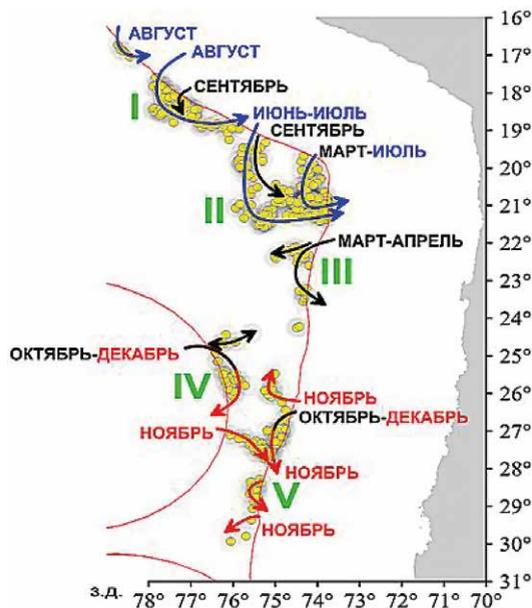


**Рис. 2.** Уловы РТМКС на промысловых концентрациях ставриды при обычных и аномальных температурных условиях (ЮВТО, март-декабрь 2023 г.)

мальное высокая доля скумбрии (до 100% в отдельных тралениях, 26% в среднем за промысловый сезон 2023 г.).

Выявленные методами естественно-языкового машинного обучения геоэкологические факторы района ЮВТО и его промысловых видов (динамические, космогеофизические, гидробиологические) также нашли подтверждение

в ходе полевых исследований 2023 г. По результатам наблюдений 2023 г. в ЮВТО была подтверждена зависимость между высотой прилива и производительностью лова ставриды: в периоды высокой воды уловы у РТМКС были максимальны, при низкой воде — минимальны. Наблюдалась существенная роль в формировании промысловых скоплений ставриды динамического фактора: миграционные пути скоплений ставриды и скумбрии соответствовали структуре геострофических потоков Перуанского течения. В открытой части района скопления в основном смещались в южном направлении навстречу потоку Перуанского течения, совершая, таким образом, мезомасштабные круговые миграционные циркуляции в пределах определенных сезонных широтных зон (рис. 3).



**Рис. 3.** Миграционные пути скоплений ставриды и скумбрии в открытой части Северного и Центрального подрайона ЮВТО в 2023 г.

Большое влияние на распределение скоплений и производительность промысла в 2023 г. оказывали параметры планктонных сообществ (т. н. звукорассеивающие слои) и межвидовые взаимодействия в пелагической экосистеме ЮВТО, прежде всего ставриды и скумбрии с головоногими. Эти два фактора также были выделены ранее обученной цифровой системой в качестве основных для ЮВТО.

## ВЫВОДЫ

Использование в рамках геоэкологических исследований в районе ЮВТО цифровых информационных технологий, основанных на машинном обучении и методологии больших данных, показывает эффективность такого подхода.

Существенная роль геоэкологических факторов, выявленных в пелагической экосистеме ЮВТО методами поиска дальних связей, Марковских цепей и естественно-языкового машинного обучения, подтверждается результатами полевых наблюдений, выполняемых на промысловых судах. Функционирование пелагической экосистемы ЮВТО на современном этапе ее развития регулируется комплексом геоэкологических факторов, проявляющихся на разных уровнях организации экосистемы: на уровне биотопа — стрессорно-регулирующим влиянием цикла Эль-Ниньо — Ла-Нинья и формируемыми им аномалиями условий среды, параметрами течений, влиянием солнечно-лунных приливов; на уровне биоценоза — состоянием планктонных сообществ, формирующих звукорассеивающие слои, и межвидовым взаимодействием пелагических видов ВБР.

Полученные результаты могут использоваться как для разработки прогнозов ожидаемой производительности промысла ставриды и скумбрии в ЮВТО, так и для выработки мер по управлению ВБР района ЮВТО в рамках деятельности SPRFMO.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Краснобородько О.Ю., Архипов В.И., Чернышков П.П. Мировое рыболовство: экосистемы, управление, прогнозирование // Земля из космоса, 2017 № 2(24), С. 24–29.
2. Краснобородько О.Ю. Применение идеологии больших данных к анализу дальних связей и прогнозированию состояния промысловых районов в Атлантическом и Тихом океанах // Ученые записки РГГМУ, Вып. 64. 2021. С. 493–514.
3. Краснобородько О.Ю. Анализ преемственности и краткосрочный прогноз состояний промысловых геоэкосистем Атлантического и Тихого океанов методами Марковских цепей // Астраханский вестник экологического образования. № 4 (64) 2021. С. 14–29.
4. Краснобородько О.Ю. Применение естественно-языкового машинного обучения для обобщения геоэкологических параметров пелагических биоресурсов Атлантического и Юго-Восточной части Тихого океанов // Ученые записки РГГМУ, Вып. 63. 2021. С. 279–296.
5. Сачков И.Н., Тарасьев А.А., Турыгина В.Ф. Цифровая экология: от прошлого к будущему (учебное пособие) // Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2023. 100 с.
6. Чернышков П.П., Краснобородько О.Ю., Чурин Д.А., Шустин А.Я. Современная океанологическая информация в исследованиях среды обитания криля в Атлантической части Антарктики и ставриды в Южной части Тихого океана с целью увеличения российского вылова этих объектов // Рыбное хозяйство. 2022. № 1, С. 2–12.

## **Связь запасов дальневосточной горбуши с термическими условиями в Северотихоокеанском регионе**

*А.С. Кровнин, Г.П. Мурый, К.К. Кивва*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: akrovnin@vniro.ru

**Аннотация.** На основе анализа корреляционных связей между уловами дальневосточной горбуши и теплозапасом вод в верхнем 100-м слое Северной Пацифики в зимние и весенние месяцы года показано, что районы зимовки большинства ее стад расположены в пределах Западного субарктического круговорота. Исключения связаны с поколениями четных лет восточно-камчатской горбуши, у которых они расположены преимущественно в южной части Берингова моря, и с восточно-сахалинской горбушей, которая зимует преимущественно в южной части Охотского моря. Поколения четных лет западно-камчатской горбуши доминировали в периоды резкого усиления темпов потепления в северной части Тихого океана. В период доминирования ее нечетных поколений наблюдалось резкое сокращение запаса при ярко выраженном замедлении темпов потепления вод. Учитывая квазисинхронность многолетних колебаний запасов всех лососевых рыб в северо-западной части Тихого океана, «переключения» между периодами доминирования поколений четных и нечетных лет ЗК горбуши можно рассматривать как индикаторы предстоящих изменений в состоянии запасов всех дальневосточных лососей.

**Ключевые слова:** дальневосточная горбуша, теплозапас вод, потепление климата, ледовые условия.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Тихоокеанские лососи, основу уловов которых составляет горбуша, являются одним из важнейших объектов промысла в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. Их численность и биомасса подвержена значительным колебаниям во времени. Установлено, что длительные (продолжительностью в несколько десятилетий) периоды повышенной/пониженной численности и биомассы тихоокеанских лососей довольно четко связаны с соответствующими «климатическими эпохами» потепления/похолодания и могут быть предсказаны более или менее точно (Krovnin, Klovach, Kivva, 2019). Однако причины резкого роста/падения уловов на фоне указанных длительных периодов повышенной/пониженной численности лососей неопределенны и требуют специального рассмотрения и исследования. Одним из критических этапов жизненного цикла лососей и прежде всего горбуши, продолжительность жизни которой наименьшая среди всех лососевых, является зимовка в океане. Выживаемость рыбы в этот период в значительной степени опре-

деляется термическими условиями в верхнем 100-метровом слое вод. Главная цель данной работы — выявить статистические связи между уловами 5 основных запасов дальневосточной горбуши и термическими условиями в период их зимовки в океане.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Теплозапас вод в слое 0–100 м рассчитан как интеграл по глубине произведения коэффициента удельной теплоёмкости морской воды, её плотности и абсолютной температуры для рассматриваемого слоя. Основой для расчетов послужил разрабатываемый Гадлеевским Центром климатических прогнозов массив EN4.2.2 (Met Office Hadley Centre..., electronic resource; Good, Martin, Rayner, 2013). Этот массив содержит результаты объективного анализа полей температуры и солёности Мирового океана в узлах регулярной сетки с шагом 1° по широте и долготе. Для анализа использовались значения аномалий теплозапаса вод относительно интервала 1981–2010 гг.

Ежемесячные данные о концентрации (сплочённости) льда в Беринговом море в период 1979–2020 гг. взяты из массива Climate Data Record (CDR) NOAA/NSIDC (Meier et al., 2017).

Информация о вылове дальневосточной горбуши предоставлена Департаментом анадромных рыб России ФГБНУ «ВНИРО».

Для установления связи состояния запасов дальневосточной горбуши с термическими условиями в океане в период зимовки рассчитаны коэффициенты корреляции между уловами каждого из пяти ее стад (западно- и восточно-камчатским, стадом материкового побережья Охотского моря, южно-курильским и восточно-сахалинским) отдельно для поколений четных и нечетных лет и среднемесячными аномалиями теплозапаса вод в слое 0–100 м в северотихоокеанском регионе севернее 40° с. ш. в период с декабря года, предшествующего вылову, по апрель года вылова. Предполагается, что районы максимальных по абсолютным значениям коэффициентов корреляции совпадают с районами зимовки горбуши или расположены близко к ним.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

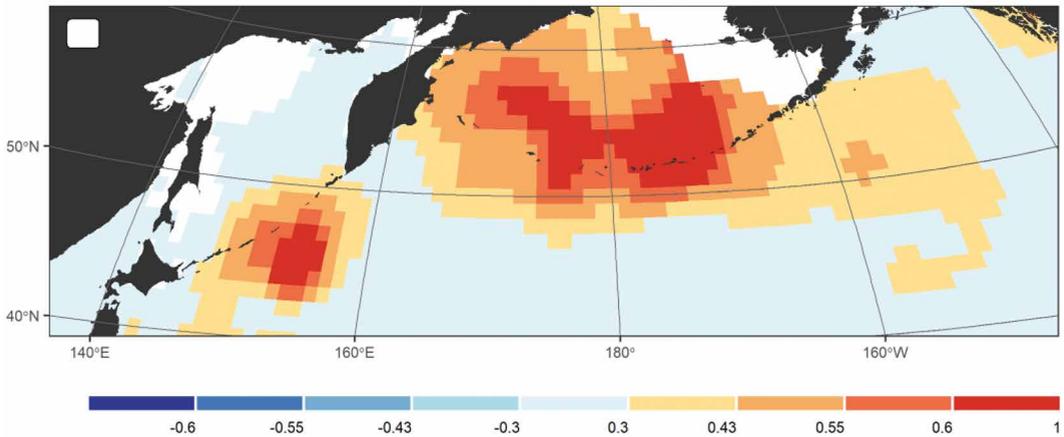
Наиболее значительный вклад в общий улов дальневосточной горбуши вносят ее камчатские стада: восточно — и западно-камчатское. Одной из наиболее необычных особенностей межгодовых колебаний запаса восточно-камчатской (ВК) горбуши в последние годы стал резкий рост вылова ее поколений, рожденных в четные годы, которые не являются доминирующими для этого запаса. С 2012 по 2018 гг. уловы четных поколений ВК горбуши выросли более, чем в 6 раз — с 16370 т до 111250 т. В 2018 г. доля ВК горбуши в ее общем российском улове достигла почти 22%, в то время как в 2006–2010 гг. она не превышала 3–6%.

Ситуация изменилась в 2020 г. Общий улов горбуши составил 179400 т при прогнозе 222800 т, т. е. он оказался в 1,25 раза ниже ожидаемого. Макси-

мальный недолов относительно прогнозируемого был отмечен к побережью Восточной Камчатки, соответственно 20700 т и 82700 т, т. е. улов составил только  $\frac{1}{4}$  от ожидаемого объема.

Судя по распределению коэффициентов корреляции между уловами восточно-камчатской горбуши генераций четной линии лет и теплозапасом вод в верхнем 100-м слое океана, можно предположить, что значительная часть рыбы зимовала в южной части Берингова моря (рис. 1), особенно во второй половине 2010-х гг., когда наблюдалось аномальное потепление вод на северо-востоке Северной Пацифики и в юго-восточной части Берингова моря.

Это предположение подтверждается связью между уловами ВК горбуши в четные годы и характеристиками ледового покрова Берингова моря в зимне-весенний период: резкое увеличение уловов отмечено при положении кромки льда в максимально северном положении, то есть в периоды теплых зим.



**Рис. 1.** Распределение коэффициентов корреляции между уловами восточно-камчатской горбуши поколений ряда четных лет и теплозапасом слоя 0–100 м для февраля года вылова в период 1978–2020 гг.

Возвращение термических условий в Беринговом море к «нормальному» состоянию в зимнем сезоне 2019–2020 гг. способствовало восстановлению «пилообразных» изменений в ее численности, характерных для этого запаса в последние десятилетия, с высокими уловами в нечетные годы и низкими уловами в четные годы.

Следует отметить, что у восточно-камчатской горбуши обеих генераций наблюдается положительная связь уловов с зимним теплозапасом вод в слое 0–100 м. Однако поколения восточно-камчатской горбуши нечетных лет зимуют западнее, в области западного субарктического круговорота между 160 и 170° в. д. в декабре–январе, а в феврале–марте они мигрируют к востоку, в район 180–170° з. д.

Корреляционная связь между уловами западно-камчатской (ЗК) горбуши в ряду четных (доминирующих до 2020 г.) лет и теплозапасом вод в верхнем 100-м слое показывает, что район ее зимовки также находится в области западного субарктического круговорота между  $150^{\circ}$  и  $165^{\circ}$  в. д., в то время как поколения нечетных лет зимой мигрируют в восточную часть субарктического океанического круговорота.

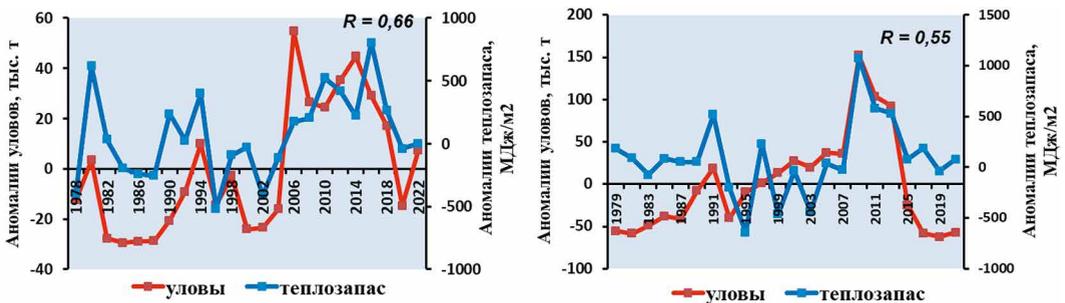
Следует отметить, что ЗК горбуша, наряду со значительными колебаниями уловов, характеризуется четко выраженным доминированием поколений либо нечетных либо четных лет на протяжении периодов от 3 до 4 десятилетий. Поколения нечетных лет обеспечивали высокие уловы с начала 1940-х гг. до 1983 г., а четных лет — в 1914–1940 гг. и 1986–2020 гг. Оба периода с высоким уровнем запасов в четные годы совпали с резким усилением темпов потепления поверхностных вод в северной части Тихого океана, хотя климатические механизмы потепления и, соответственно, районы его максимального проявления в каждом из периодов были различными. Напротив, период доминирования нечетных поколений ЗК горбуши в 1950-х — 1970-х гг. характеризовался резким сокращением запаса. Уловы нечетных лет снизились от более чем 100 тыс. т в 1953 г. до 1700 т в 1969 г. Период доминирования поколений нечетных лет у ЗК горбуши совпал с ярко выраженным замедлением темпов потепления вод в северной части Тихого океана, особенно в зимний период года. Более того, с 1963 до середины 1970-х гг. на фоне длительного положительного температурного тренда в Северной Пацифике отмечалась относительно кратковременная тенденция к похолоданию поверхностных вод. Именно в эти годы уловы ЗК горбуши были минимальны. Очередной сдвиг к доминированию поколений нечетных лет у западно-камчатской горбуши произошел в 2021 г., а в 2023 г. ее вылов составил 232 тыс. т, т. е. почти 50% от общего российского улова горбуши.

Отмеченный выше сдвиг может свидетельствовать об ослаблении современного темпа потепления в северной части Тихого океана и последующем снижении запаса ЗК горбуши, как это происходило во второй половине XX века. Некоторые признаки ослабления темпов потепления отмечались в северо-западной части океана в начале 2020-х гг. В частности, более низкая (по сравнению с предшествующими годами) поверхностная температура воды в зимний период года на севере Северной Пацифики привела к снижению уловов камчатской горбуши в 2020–2021 гг. Следует учитывать также, что многолетние колебания запасов всех лососевых рыб в северо-западной части Тихого океана происходят квазисинхронно. Следовательно, «переключения» между периодами доминирования поколений четных и нечетных лет ЗК горбуши могут рассматриваться как индикаторы предстоящих изменений в состоянии запасов всех дальневосточных лососей.

Временные ряды уловов четных и нечетных генераций горбуши материкового побережья Охотского моря обнаруживают статистически значимые корреляции с теплозапасом вод в слое 0–100 м в пределах западного субар-

ктического круговорота, где, вероятно, и располагаются районы их зимовки. В то же время, для южно-курильской горбуши не получено каких-либо статистически значимых коэффициентов корреляции как в четные, так и в нечетные годы. Такой результат требует дальнейшего исследования.

Для горбуши Восточного Сахалина наиболее высокие (положительные) коэффициенты корреляции между уловами и зимним теплозапасом вод наблюдаются в южной части Охотского моря. Рис. 2 демонстрирует связь уловов в четные и нечетные годы с аномалиями теплозапаса в слое 0–100 м в феврале в южной части Охотского моря в 1978–2022 гг. Из рис. 2 видно, что снижение уловов восточно-сахалинской горбуши в последние годы обусловлено низким теплозапасом вод на юге Охотского моря.



**Рис. 2.** Связь между временными рядами уловов восточно-сахалинской горбуши в четные (слева) и нечетные (справа) годы и зимним теплозапасом вод в слое 0–100 м в южной части Охотского моря

Таким образом, результаты проведенного анализа выявили положительную связь между термическими условиями вод в период зимовки всех рассмотренных выше запасов дальневосточной горбуши и их уловами, за исключением ее южно-курильского стада.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа корреляционных связей между уловами дальневосточной (ДВ) горбуши и теплозапасом вод в верхнем 100-м слое Северной Пацифики в зимние и весенние месяцы года можно предположить, что районы зимовки большинства ее стад расположены в пределах Западного субарктического круговорота. Исключения связаны с поколениями четных лет ВК горбуши, у которых они расположены преимущественно в южной части Берингова моря, и с восточно-сахалинской горбушей, которая зимует преимущественно в южной части Охотского моря.

2. Рост уловов четных поколений восточно-камчатской горбуши в 2014–2018 гг. был связан с аномальным потеплением поверхностных вод на севере Северной Пацифики и максимально северным положением южной границы ледяного покрова в Беринговом море.

3. Для ЗК горбуши характерно четко выраженное доминирование поколений нечетных либо четных лет на протяжении 3–4 десятилетий. Доминирование поколений четных лет в 1914–1940 гг. и 1986–2020 гг. совпало с резким усилением темпов потепления поверхностных вод в северной части Тихого океана, Напротив, период доминирования нечетных поколений ЗК горбуши в 1950-х-1970-х гг. характеризовался резким сокращением запаса при ярко выраженном замедлении темпов потепления, особенно в зимний период года.

4. Очередной сдвиг к доминированию поколений нечетных лет у западно-камчатской горбуши, произошедший в 2021 г., может свидетельствовать об ослаблении современных темпов потепления в северной части Тихого океана и последующем снижении запаса ЗК горбуши, как это происходило во второй половине XX века.

5. Учитывая квазисинхронность многолетних колебаний запасов всех лососевых рыб в северо-западной части Тихого океана, «переключения» между периодами доминирования поколений четных и нечетных лет ЗК горбуши можно рассматривать как индикаторы предстоящих изменений в состоянии запасов всех дальневосточных лососей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Good S.A., Martin M.J., Rayner N.A. EN4: Quality controlled ocean temperature and salinity profiles and monthly objective analyses with uncertainty estimates // *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 2013. V. 118. No.12. P. 6704–6716.
2. Krovnin A.S., Klovach N.V., and Kivva K.K. Unprecedented Far East Salmon Catches in 2018: What Should We Expect in Future? NPAFC Technical Report. 2019. <https://doi.org/10.23849/npafctr15/7.12>.
3. Meier W.N., Fetterer F., Savoie M., Mallory S., et al. NOAA/NSIDC Climate Data Record of Passive Microwave Sea Ice Concentration, Version 3. Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. 2017. doi: <https://doi.org/10.7265/N59P2ZTG>.
4. Met Office — Met Office Hadley Centre for Climate Science and Services. — URL: <https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/en4/> (дата обращения: 05.02.2024 г.)

## Особенности культивирования бурых водорослей пастбищным методом

Т.Н. Крупнова

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

E-mail: tatiana.krupnova@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Обосновывается необходимость проведения работ по восстановлению полей ламинарии японской (*Saccharina japonica*) в прибрежье Приморья на основе анализа динамики ее запаса и репродуктивных особенностей вида. Обсуждается возможность восстановления полей этой водоросли в традиционных местах ее произрастания на открытых волнению участках прибрежья, в том числе и на участках марикультуры.

**Ключевые слова:** Ламинария японская (*Saccharina japonica*), спороношение, восстановление полей, гаметофит, зооспора, температура воды.

### ВВЕДЕНИЕ

Запас бурой водоросли ламинарии японской *Laminaria japonica* (Aresch.), недавно переименованной на основании молекулярно-генетического анализа в *Saccharina japonica*, в настоящее время находится на низком уровне. Новое название этой водоросли дано в связи с тем что, в последнее время активизировались исследования в области пересмотра систематического статуса бурых водорослей с использованием генетического анализа таксономических отношений, обусловленные тем, что часто дивергенция морфологических признаков существующих видов ламинариевых водорослей или их форм выражена слабо и иногда перекрывается морфометрическими характеристиками популяций. При проведении молекулярно-генетического анализа на основе сравнения нуклеотидных последовательностей фрагментов ДНК разных видов ламинарий, получено, что единый крупный род *Laminaria* необходимо разделить на два рода. При этом, ламинария японская отнесена в новый выделенный род *Saccharina*, и получила новое название — *Saccharina japonica* [10]. Под этим названием она в настоящее время цитируется в научной литературе.

Однако часто в промышленной практике ее называют, как и ранее, ламинария японская (*Laminaria japonica*) — в силу традиционного названия, используемого на протяжении многих лет. При этом необходимо понимать, что это не две разные водоросли, а одна с разными названиями.

Ламинария японская в прибрежье Приморья вплоть до семидесятых годов прошлого века произрастала практически на всем донном субстрате, где имелись благоприятные условия (каменистый грунт, хорошая гидродинами-

ка), образуя сплошной водорослевой пояс. В последние десятилетия ее поля значительно уменьшились. Если до 70-х годов величина запаса составляла около 350 тыс. т, начиная с 80-х эта цифра сократилась в несколько десятков раз и на протяжении последних двадцати лет запас водоросли колеблется в пределах от 25 до 4 тыс. т [5,6,7,8].

При этом растения ламинарии практически по всему побережью распределены мозаично, обширных полей с плотностью, позволяющей вести широкомасштабный промысел, не наблюдается. На многих участках побережья маточные слоевища ламинарии отсутствуют, а там, где они имеются, произрастают на глубинах от уреза воды и до 5 м, что негативно сказывается на самовосстановлении полей в более глубоководных районах, где ранее определялся основной запас. Это связано с биологическими особенностями вида. Так, зооспоры ламинарии в период спороношения после выхода оседают на дно в непосредственной близости от маточных слоевищ. При этом движение зооспор направлено к берегу [2]. Вследствие такой двигательной ориентации, площади, где ранее произрастала ламинария от 8 до 20 м, не охватываются зооспорами, вышедшими из маточных слоевищ, произрастающих на глубине до 5 м, так как зооспоры двигаются к берегу, а не в сторону моря на большие глубины.

Также, в последние десятилетия отмечается негативная тенденция измельчания слоевищ ламинарии, что приводит к уменьшению ее спороносной площади и снижению общего репродуктивного потенциала. Так, у 100 промеренных маточных слоевищ, отобранных в районе среднего Приморья в 1996 г., общая площадь спороносной ткани в начале октября в период ее максимальной зрелости и выхода зооспор составляла 27 м<sup>2</sup>, а в 2011 г. это значение было намного ниже — 20 м<sup>2</sup> [4].

Ламинария японская относится к флюктуирующим короткоцикловым быстрорастущим видам, имеющим высокую плодовитость и значительные колебания урожайности поколений, в связи с чем исчезновение полей ламинарии и распространение ее конкурентов за субстрат — корковых водорослей — можно рассматривать как долговременную сукцессию, вызванную первоначально переломом в 80-е годы прошлого столетия, а затем чередой лет с неблагоприятными гидрологическими условиями для развития ее микроскопических стадий — зооспор и гаметофитов [3]. Такая сукцессия может развиваться на протяжении неопределенного количества лет, поскольку на значительной части донного каменистого субстрата побережья Приморья в настоящее время маточные слоевища ламинарии отсутствуют или находятся в разреженном состоянии. Это препятствует созданию необходимой концентрации зооспор для восстановления новых зарослей, поскольку ламинария имеет групповое размножение в связи с особенностями оплодотворения. В отсутствие бурых водорослей природные донные каменистые субстраты заселяются известковыми корковыми водорослями. Борьбе с этим явлением, получившим название «исояке», уделяется большое внимание в Японии.

Смещение полей ламинарии в мелководную зону, снижение объемов продуцирования спороносной ткани, отсутствие маточных слоевищ в традиционных местах обитания на глубинах в 8–20 м выражается в формировании ежегодного стабильно низкого запаса. При этом основная его доля приходится на северные, малообжитые районы побережья.

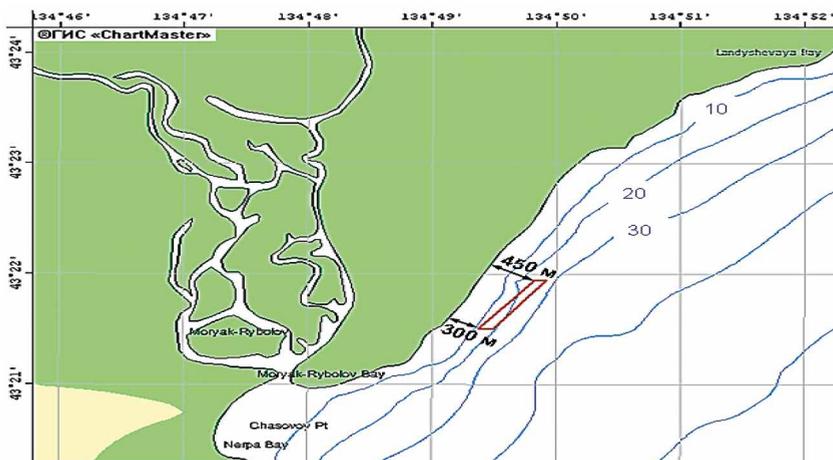
Единственным способом восстановления численности ламинарии является проведение работ по искусственному воспроизводству. В связи с этим в Тихоокеанском филиале «ВНИРО» («ТИНРО») проводятся исследования возможности восстановления полей ламинарии в природных условиях, а также на участках марикультуры в виде пастбищного культивирования. Экспериментальным путем изучены механизмы распространения зооспор в водной среде в местах размещения маточных слоевищ, получены данные по динамике развития конкурентов ламинарии за субстрат — корковых известковых водорослей, филлоспадикса и костарии, проведены эксперименты по рекультивации ламинарии на субстрате с различной степенью развитости ее основных конкурентов — корковых водорослей. Отработаны механизмы восстановительных работ для закрытых и полуоткрытых бухт, для участков побережья, прикрываемых от сильного волнения мысами. Результаты исследований воплотились в Биотехнологию восстановления полей ламинарии, основанную на размещении простимулированных для массового выхода зооспор маточных слоевищ ламинарии в местах ее бывшего традиционного обитания. В настоящее время эта биотехнология с успехом используется на предприятиях марикультуры Приморья с получением урожая до 100–120 т с га [2].

Целью данного исследования является получение результатов по восстановлению полей ламинарии на участках открытого побережья в условиях повышенной динамики водной массы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для получения данных по восстановлению полей ламинарии в местах с повышенной динамикой воды, был организован полигон на участке марикультуры одного из хозяйств побережья, полностью открытого волнению и подверженного влиянию Приморского течения, расположенного севернее б. Морья Рыболов вдоль берега с прямой линией рельефа (рис. 1).

Участок марикультуры занимает небольшую площадь в 16 га, при этом площадь каменистых субстратов располагается параллельно берегу, являясь продолжением прибрежного каменистого бенча, и составляет около 3 га. Основная полезная площадь дна с каменистым субстратом для засева «зооспорами» в этом районе располагается за пределами участка марикультуры ближе к берегу. Береговая граница участка отстоит от берега на следующем удалении: северная его часть находится на расстоянии 450 м от берега, южная — на расстоянии 300 м. Оспоривание донных субстратов участка марикультуры проводилось в октябре 2015–2016 гг. Для этого маточные слоевища отбирались с участка у м. Низменного и после стимулирования размещались



**Рис. 1.** Полигон для проведения экспериментов по восстановлению полей ламинарии на открытом участке побережья севернее бухты Морьяк Рыболов

непосредственно на каменистое дно участка марикультуры по 2–3 экземпляра, которые связывались вместе за ризоиды и прикреплялись к пикулям (грузы в сетках массой около 1 кг), после чего опускались на дно рядами через каждые 2 м на всей площади участка.

Исследование биологических параметров ламинарии проводилось согласно существующим гидробиологическим методам [1]. Температура воды измерялась на экспериментальных полигонах инструментальным методом, использовались данные с ГМС и данные, полученные со спутников Aqua, оснащенных сканером Modis. Работа с оперативной спутниковой цифровой информацией в программе Glance предусматривала: разархивирование, просмотр файлов с температурой поверхности моря, восстановленной по данным сканеров, составление архивов спутниковых изображений участков моря, открытых от облачности; подбор шкалы и диапазона температур для наилучшего выделения течений, вихрей [9].

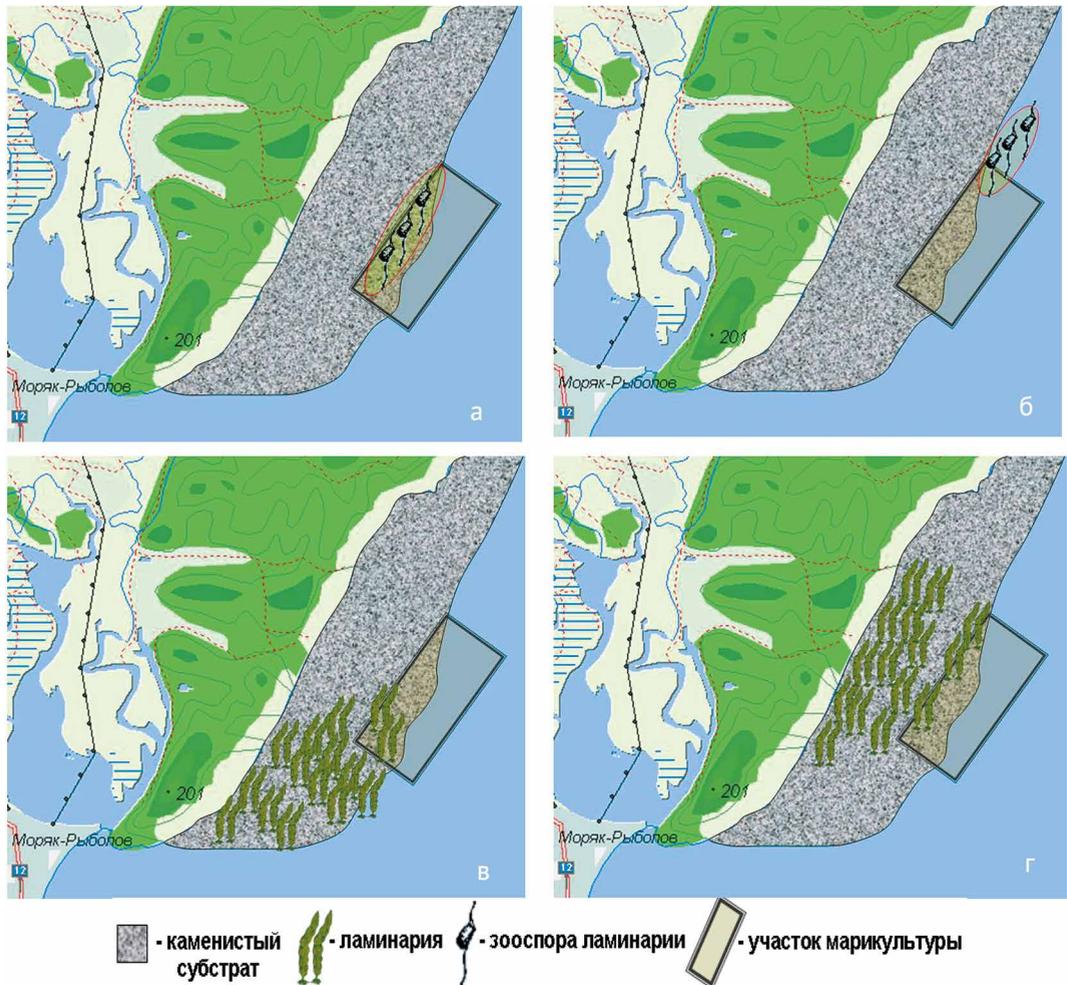
### **Результаты экспериментов по восстановлению полей ламинарии на открытых участках побережья**

Обследование оспоренных площадей, проведенное весной 2016 г., показало, что рассада появилась за пределами участка марикультуры в левой части от границ участка ближе к берегу. Только небольшая часть зооспор осела на дно участка марикультуры и превратилась в первогоднюю ламинарию (рис. 2). Плотность первогодней ламинарии была практически одинакова как на участке, так и за его пределами и составляла около 250 экз./м<sup>2</sup>.

Исследование уже второгодних спорофитов, проведенное в последней декаде мая 2017 г., показало, что плотность их произрастания на восстановленном поле как на участке марикультуры, так за его пределами составляла

в среднем 30 экз./м<sup>2</sup>, к середине июля плотность уменьшилась до 25 экз./м<sup>2</sup>, к началу августа составила 20 экз./м<sup>2</sup> и к концу августа уменьшилась до 14 экз./м<sup>2</sup>. Выживаемость от мая до начала августа составила в среднем 60%, что соответствует выживаемости спорофитов ламинарии, произрастающих на природных полях.

Длина второгодних спорофитов на восстановленном поле в мае 2017 г варьиовала от 126 до 428 см, в июне от 138 до 454 см, в июле — от 150 до 484 см,



**Рис. 2.** Расположение восстановленных полей ламинарии в зависимости от размещения маточных слоевищ с зооспорами:

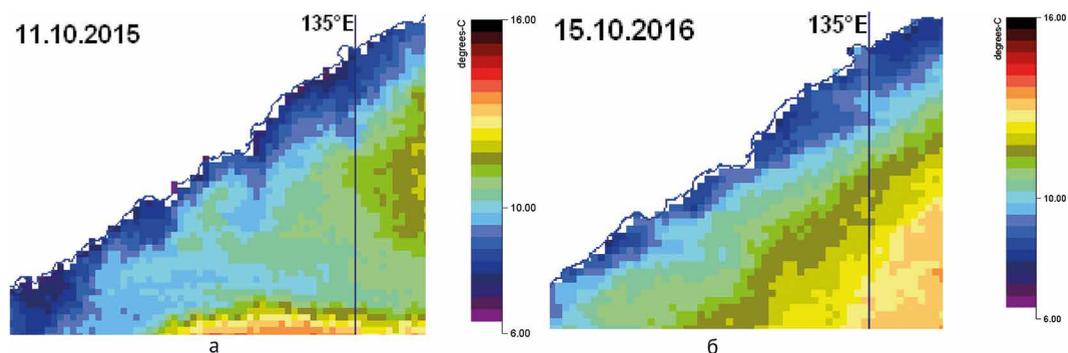
а — размещение маточных слоевищ на каменистое дно участка марикультуры; б — размещение маточных слоевищ на дно за пределами участка марикультуры; в — расположение рассады, появившейся после размещения маточных слоевищ с зооспорами непосредственно на дно участка марикультуры; г — расположение рассады, появившейся после размещения маточных слоевищ с зооспорами на дно за пределами участка марикультуры

в начале августа — от 160 до 397 см и в конце августа — от 165 до 243 см. Масса слоевищ в мае составляла в среднем 365 г, в июне — 424 г, в середине июля — 580 г, в начале августа — 520 г и в конце августа — 430 г. Содержание сухих веществ в мае составляло 5%, в июне 11%, в середине июля 20%, в начале августа — 21%, в конце августа — 22%. Все показатели плотности растений на полях и их товарные качества свидетельствуют о том, что заросли ламинарии в этом районе с повышенной динамикой воды восстановились благодаря предпринятым мелиоративным мероприятиям. Однако их восстановление произошло не на участке марикультуры, где были размещены маточные слоевища, а за его пределами, что связано с активным передвижением водной массы, способствующей сносу зооспор южнее места размещения маточных слоевищ, примерно на расстояние до 500–800 м.

Учитывая опыт оспоривания 2015 г., в 2016 г. размещение простимулированных маточных слоевищ на дно было проведено севернее и мористее участка марикультуры, с тем, чтобы учесть направленность течения, идущего с севера на юго-запад, и обеспечить оседание зооспор именно на каменистый субстрат участка марикультуры.

Однако весной 2017 г только небольшое количество рассады появилось на части каменистого субстрата участка марикультуры вдоль его береговой границы, а основная масса рассады вновь проросла за пределами участка марикультуры на площадь от уреза воды и до береговой границы участка марикультуры (Рис. 2).

Анализ спутниковых карт водной массы в районе расположения полигона в начале октября т. е. в тот период, когда проводилось оспоривание, показал, что в это время Приморское течение, идущее с севера на юг, примыкало непосредственно к берегу и его скорость, по всей вероятности, превышала скорость приливо-отливных и ветровых течений, направленных к берегу. Это видимо и явилось причиной сноса зооспор к югу от места размещения маточных слоевищ (рис. 3).



**Рис. 3.** Фрагменты пространственного распределения температуры поверхности моря, восстановленной по данным сканера MODIS (спутник Aqua) в период оспоривания донных субстратов на экспериментальном полигоне севернее п. Морьяк-Рыболов

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

За период с 2000 по 2020 гг. в результате экспериментальных работ по восстановлению полей ламинарии получены нормативы для участков марикультуры, находящихся в закрытых и полукрытых бухтах, или прикрываемых выступающими мысами. На таких участках зооспоры ламинарии, вышедшие из маточных слоевищ, размещенных на дно, оседают в непосредственной от них близости на расстоянии, не превышающем 5 м. В местах с более активной гидродинамикой распада ламинарии появляется на разном расстоянии от места расположения маточных слоевищ, при этом минимальное расстояние составляет 10 см, максимальное — 300 м. Очевидно, что такой разброс зависит от соотношения энергии движущей силы самих зооспор и силы течений в данном районе.

В закрытых или полузакрытых бухтах, где нет прямого влияния сильных течений, при шторме и сильном волнении зооспоры прорастают практически всегда рядом с маточными слоевищами. Это, видимо, связано с особенностями формирования волнения. Как известно, волна, как правило, всегда идет перпендикулярно к берегу и ее сила превышает силу местного течения. Ложбина волны прижимает зооспоры ко дну, затем, обратная отраженная волна также прижимает их ко дну. Ветер, воздействуя на воду, вызывает не только течения, но и колебания поверхности воды по вертикали — и это также дает возможность зооспорам проникнуть ко дну быстрее. При ветровом волнении усиливается приток воды к берегу, т. е. нагон воды, это также способствует переносу зооспор к берегу. Поэтому, если опустить простимулированные маточные слоевища на дно, то весной следующего года проростки ламинарии будут находиться в непосредственной близости от маточных слоевищ со стороны берега.

На участках побережья, где береговая полоса имеет выровненный без мысов рельеф, наблюдается подток вод Приморского течения, сила которого превышает силу волнового течения, направленного перпендикулярно к берегу, в результате чего происходит снос зооспор по ходу течения, идущего с севера на юг. Это необходимо учитывать при выращивании ламинарии на участках марикультуры, поскольку зооспоры должны осесть именно на него, так как сбор выращенного урожая согласно Закону о марикультуре должен быть осуществлен только со своего участка. Поэтому применение разрабатываемой биотехнологии будет оправдано для участков марикультуры с большой площадью или же для восстановления природных поселений ламинарии.

## ВЫВОДЫ

На основе внедрения биотехнологии восстановления полей ламинарии путем размещения на дно простимулированных маточных слоевищ создается возможность выращивать эту водоросль в зоне расположения перерабатывающих предприятий, что значительно удешевит транспортные расходы.

ды и будет способствовать планомерной загрузке перерабатывающих модулей. Также эту биотехнологию возможно использовать для восстановления природных полей в былых местах их традиционного обитания, в том числе и в программе компенсационных мероприятий при нанесении ущерба природным ресурсам

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. — М.: ВНИРО, 2003.— 80 С.
2. Крупнова Т.Н. Инструкция по культивированию и восстановлению полей ламинарии. — Владивосток: Изд-во ТИНРО-центр, 2008. —34С.с.
3. Крупнова Т.Н. Прогнозирование запасов ламинарии (*Saccharina japonica*) с заблаговременностью в два года. // Изв. ТИНРО.— 2012. — Т. 170. — С. 30–44
4. Крупнова Т.Н. О возможных причинах снижения репродуктивного потенциала и измельчания слоевищ ламинарии японской (*Saccharina japonica*) в прибрежье Приморья. // Изв. ТИНРО.— 2013. — Т. 175. — С. 93–100.
5. Прогноз общего вылова гидробионтов по дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2018 год. Владивосток, Издательский центр ТИНРО-центр, 2018.— 434 С.
6. Прудникова Л.Т., Кузьмина Е.А. Распределение и состояние запасов ламинарии японской в северном Приморье. // Изв. ТИНРО.— 1976. — Т. 100. — С. 150–154.
7. Суховеева М.В. Распределение водорослей вдоль берегов Приморья // Изв. ТИНРО.— 1967. — Т. 61. — С. 255–260.
8. Суховеева М.В. Состояние запасов, распределение ламинарии и некоторых других водорослей у берегов Приморья. — Владивосток: Дальневосточн. кн. изд-во, 1969.— 23 С.
9. Цыпышева И.Л., Крупнова Т.Н. Возможности спутникового дистанционного зондирования для характеристики условий обитания бурых водорослей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — М: ИКИ РАН.— 2012. — Т. 8.— № 4. — С. 263–273.
10. Lane C.E., Mayes C., Druehl L.D., Saunders G.W. A multi-gene molecular investigation of the kelp (*Laminariales, Phaeophyceae*) supports substantial taxonomic reorganization // J. Phycol. 2006. No. 42. P. 493–512

## Новая область применения тест-объекта *Daphnia magna* Straus в условиях города

Н.С. Курагина<sup>1,2</sup>, Л.А. Черешнева<sup>1</sup>, А.Г. Туманов<sup>1</sup>, С.В. Латенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»

E-mail: kuragina23@mail.ru, chere-lu@yandex.ru

**Аннотация.** Впервые тест-объекты *Daphnia magna* Straus были использованы для оценки токсичности грибов *Schizophyllum commune* Fr. и *Auricularia mesenterica* (Dicks.) Pers, собранных на территории города Волгограда и за его пределами. В работе применялись классические методы полевых исследований, микроскопический анализ образцов, спектрофотометрический и биоиндикационный. Согласно результатам эксперимента, съедобный гриб *Auricularia mesenterica* проявляет резко-токсичный эффект, а гриб *Schizophyllum commune*, обладающий фармацевтической ценностью, также токсичен, но в меньшей степени. Спектрофотометрический анализ установил содержание в плодовых телах грибов, произрастающих в антропогенных местообитаниях, таких металлов, как Cs, Rb, Pb, Al, Sr, способных накапливаться в организме и негативно влиять на здоровье человека. **Ключевые слова:** биоиндикация, *Daphnia magna* Straus, грибы, Волгоград.

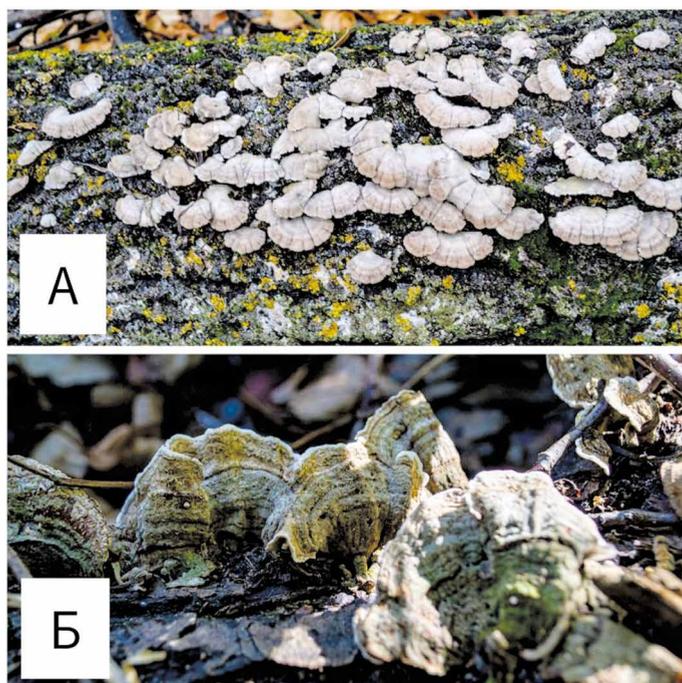
Согласно данным центра острых отравлений ГУЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи № 25» в Волгоградской области ежегодно отмечается более 100 пострадавших от отравления грибами [7]. К тому же съедобные виды грибов, найденные в антропогенных местообитаниях, становятся опасными для здоровья человека вследствие аккумуляции в базидиомах тяжёлых металлов.

Целью нашей работы явилось определение токсичности грибов *Schizophyllum commune* Fr. и *Auricularia mesenterica* (Dicks.) Pers. в лабораторных условиях с использованием в качестве тест объекта *Daphnia magna* Straus для поиска новой области применения данных биоиндикаторов.

Макромицеты некоторыми исследователями предлагаются использовать в качестве индикаторов загрязнённости окружающей среды. Но вследствие малой изученности способности того или иного вида гриба аккумулировать вредные вещества, на данный момент их следует с осторожностью использовать в биоиндикационных целях [1, 3, 6].

В биоиндикации и биомониторинге одним из распространённых тест объектов является дафния. Данная методика даёт объективную и качественную оценку степени загрязнения водных объектов, почвенных сред и отходов производства. Нами впервые были использованы рачки для оценки токсичности базидиомицетов.

Выбор грибов *Schizophyllum commune* и *Auricularia mesenterica* для исследования объясняется, во-первых, тем, что эти макромицеты регулярно встречаются на территории г. Волгограда. Они произрастают на валежных ветвях и ослабленных стволах лиственных деревьев. Во-вторых, *Schizophyllum commune* активно собирается местными жителями для приготовления лекарственных настоек против доброкачественных опухолей и общего укрепления организма, а гриб *Auricularia mesenterica* употребляется в пищу (рис. 1) [9].



**Рис. 1.** Грибы *Schizophyllum commune* Fr. (А) и *Auricularia mesenterica* (Dicks.) Pers. (Б) (опуз.)

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей работе применялись маршрутный метод полевых исследований, метод световой микроскопии с использованием классического набора реактивов (5% раствор КОН, реактив Мельцера) [2]. Грибы для анализа были собраны на территории Краснооктябрьского района г. Волгограда и посёлка Лебяжья поляна природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» (для контроля).

Установление видовой принадлежности собранных грибов осуществлялось с помощью работ российских и зарубежных микологов [2, 4, 5]. Микроскопический анализ образцов проводился на базе учебно-исследовательской лаборатории «Общая и экспериментальная биология» кафедры биологии и биоинженерии Волгоградского государственного университета (далее — ВолГУ).

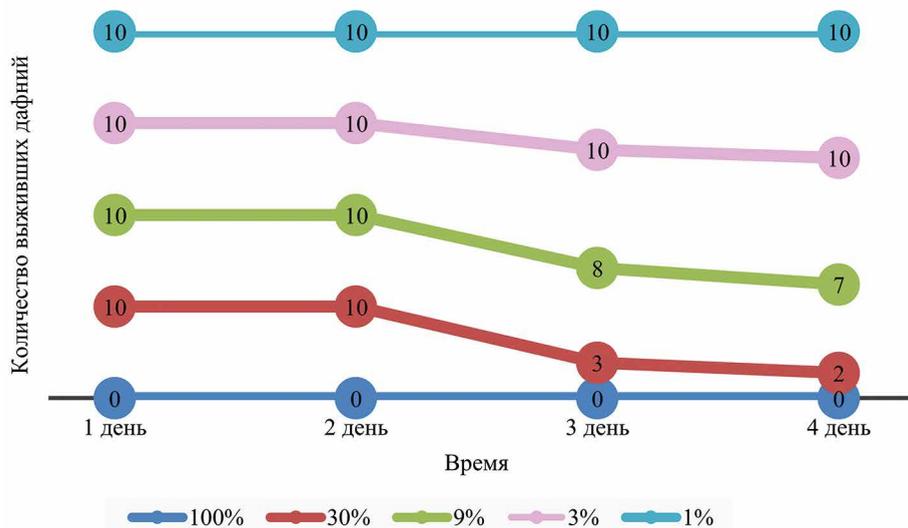
Методика выявления токсичности грибов основывается на установлении смертности и происходящих изменений в плодовитости дафний под влиянием химических веществ, присутствующих в исследуемой водной вытяжке макробиоты, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих вредных веществ (контроль). Водные вытяжки грибов проверялись в 100, 30, 9, 3 и 1%-ной концентрациях. Регистрация смертности дафний проводилась каждый час до конца первого дня опыта, а затем 2 раза в сутки ежедневно 3 дня подряд.

Показателем острой токсичности является гибель 50% и более дафний за 96 часов в исследуемой вытяжке при условии, что в контрольном эксперименте гибель не выше 10% [8]. Данное исследование проводилось на базе лаборатории гидрохимии и токсикологии Волгоградского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии.

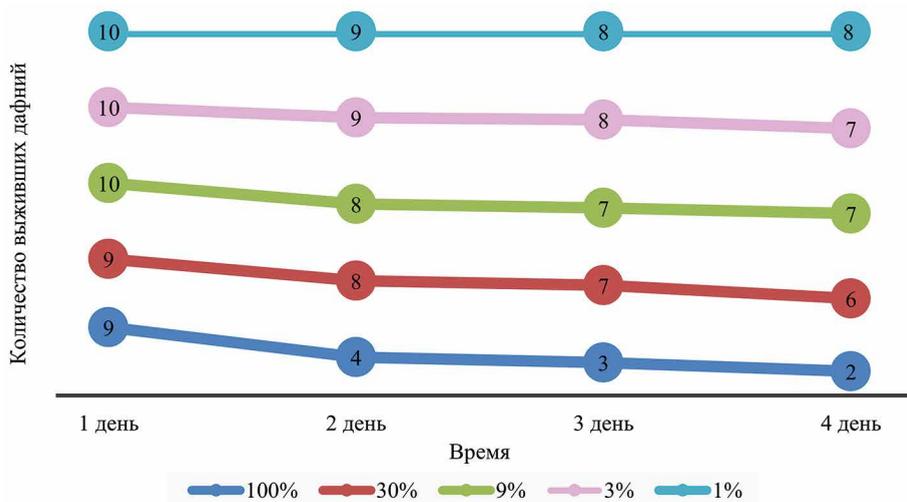
Качественное определение тяжёлых металлов в исследуемых грибах определялось спектрофотометрическим методом при помощи спектрофотометра Smart Spec Plus на базе лаборатории общей и биологической химии кафедры биологии и биоинженерии ВолГУ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно биоиндикационному исследованию было выявлено, что в вытяжках гриба *Schizophyllum commune* при 100% концентрации и *Auricularia mesenterica* при концентрациях 30 и 100% острая токсичность (А) составила  $\geq 50\%$ . Это означает, что исследуемые растворы оказывают острое токсическое действие (рис. 2–3).



**Рис. 2.** Выживаемость дафний (вытяжка гриба *Auricularia mesenterica*). Примечание. Разным цветом отражены концентрации раствора, в точках отмечено количество выживших дафний



**Рис. 3.** Выживаемость дафний (вытяжка гриба *Schizophyllum commune*). Примечание. Разным цветом отражены концентрации раствора, в точках отмечено количество выживших дафний

Самая большая смертность дафний (100%) отмечалась в вытяжке гриба *Auricularia mesenterica* при концентрации 100%. Таким образом, можно говорить о том, что съедобный гриб *Auricularia mesenterica* по сравнению с *Schizophyllum commune* проявляет резко-токсичный эффект.

Результаты проведённых биоиндикационных исследований вытяжек грибов подтверждает спектрофотометрический анализ, согласно которому, в плодовых телах базидиомицетов, собранных на территории города, были обнаружены такие металлы, как Cs, Rb, Pb, Al, Sr, способные накапливаться в организме и пагубно влиять на здоровье человека.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, биотестирование — это эффективная и чувствительная методика для оценки уровня загрязнённости не только природной, сточной воды, осадков очистных сооружений, донных отложений, почв, отходов производства и потребления, а также и макромицетов. Согласно результатам исследования, даже съедобные грибы или грибы, обладающие фармацевтической ценностью, могут привести к необратимым последствиям для здоровья человека из-за содержания значительного количества токсичных веществ, особенно это касается тех видов, которые были собраны на территории города.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеева, И.В. Перспективы использования высших базидиальных грибов в качестве тест объектов для биоиндикации / И.В. Гордеева // Международный научный журнал

- «Инновационная наука».— 2015.— № 9. — С. 30–33.
2. Ивойлов, А.В. Изучение видового разнообразия макромицетов: учеб. пособие / А.В. Ивойлов, С.Ю. Большаков, Т.Б. Силаева; под общ. ред. А.Е. Коваленко, О.В. Морозовой. — Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017.— 160 с. — ISBN 978-5-7103-3375-4.
  3. Костычев, А.А. Возможность использования базидиальных макромицетов в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами и мышьяком / А.А. Костычев // Вестник ОГУ.— 2009.— № 1. — С. 108–112.
  4. Лагутина, Т.В. Полная энциклопедия грибов России / Т.В. Лагутина. — М.: Рипол-Классик, 2017.— 320 с. — ISBN 978-5-519-60924-1.
  5. Ниемеля, Т. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России / Т. Ниемеля. — Хельсинки: Изд-во Хельсинского ун-та, 2001.— 120 с. — ISBN 952-10-0107-0.
  6. Попыванов, Д.В. Видовой состав и способность агарикомицетов к аккумуляции тяжёлых металлов в условиях урбоэкосистемы / Д.В. Попыванов, А.А. Широких // Микология и фитопатология.— 2021. — Т. 55, № 2. — С. 138–147.
  7. Профилактика отравлений грибами [Электронный ресурс] // Центр острых отравлений. — URL: [https://kb25.ru/news/kzvo/463/?sphrase\\_id=48765](https://kb25.ru/news/kzvo/463/?sphrase_id=48765) (дата обращения: 23.02.2024).
  8. ФР.1.39.2007.03222. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. — М.: Акварос, 2007.— 51 с. — ISBN 5-901652-09-6.
  9. Guthmann, J. Heilende Pilze. Die wichtigsten Arten der Welt im Porträt / J. Guthmann. — Wiebelsheim: Quelle et Meyer, 2017.— 423 p.

## Гидрохимический анализ реки Волги за 2023 г.

Н.В. Кучишкина<sup>1</sup>, Н.В. Куценко<sup>1</sup>, Т.А. Афанасенко<sup>1</sup>, Н.Н. Ивченко<sup>1</sup>,  
Е.А. Селиванова<sup>1</sup>, Г.И. Мордвинова<sup>1</sup>, Н.В. Богучарова<sup>1</sup>, А.Г. Туманов<sup>1</sup>,  
Н.С. Курагина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»  
E-mail: kuragina23@mail.ru

**Аннотация.** В настоящей работе приведены результаты гидрохимических исследований реки Волги от плотины Волжской ГЭС до границы с Астраханской областью: Приплотинный разрез, Кировский разрез и Райгородский разрез. Анализ результатов проводился со второго по четвёртый квартал 2023 г. Были определены температура, содержание растворённого кислорода, БПК<sub>5</sub>, прозрачность, водородный показатель, содержание минеральных, органических и биогенных веществ. Определён характер изменения определённых гидрохимических данных. Согласно полученным результатам состояние природных вод реки Волги с точки зрения соответствия действующим нормативам качества поверхностных вод можно охарактеризовать как благоприятное.

**Ключевые слова:** река Волга, Волгоградская область, гидрохимические показатели.

Сегодня гидрологический режим реки Волги определяется режимом работы Волжской ГЭС [1, 2]. Снизилась продолжительность и высота весенне-летних паводков, уровень грунтовых вод, главным образом верховодки, наблюдается рост минерализации подземных вод. Такие изменения, несомненно, оказывают негативное влияние на гидрологические и гидробиологические характеристики исследуемого участка реки Волги. Так, согласно исследованиям С.С. Майорова, А.Н. Науменко и рядом других учёных, наблюдаются резкие колебания скоростных и температурных параметров на нерестилищах волгоградской субпопуляции стерляди (*Acipenser ruthenus* Linaeus, 1758), а также уменьшение площадей весенне-затапливаемых нерестилищ [4].

Целью исследования является оценка гидрохимических условий реки Волги от плотины Волжской ГЭС до границы с Астраханской областью.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследования — участок реки Волга от плотины Волжской ГЭС до границы с Астраханской областью. Отбор проб природной воды осуществлялся в весенний, летний и осенний периоды 2023 г. в следующих точках: Приплотинный разрез, Кировский разрез и Райгородский разрез. Отбор проб проведён в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59024–2020 с применением батометра Рутнера [3]. Относительная прозрачность измерялась с помощью диска Секки.

Последующий гидрохимический анализ проводился на базе аккредитованной лаборатории гидрохимии и токсикологии Волгоградского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (№ RA.RU.516957). С помощью аттестованных методик были установлены основные гидрохимические показатели для исследуемой воды: водородный показатель (рН), температура, растворённый кислород, биохимическое потребление кислорода за пять суток (БПК<sub>5</sub>), сульфаты, фосфор минер., медь, свинец, нефтепродукты, сухой остаток.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты гидрохимического обследования проб воды р. Волга во 2, 3 и 4 кварталах 2023 г. представлены в табл. 1.

**Таблица 1.** Показатели по результатам исследований воды р. Волга 2023 г. (усреднённые)

Определяемый показатель	ПДК	Приплотинный разрез	Кировский разрез	Райгородский разрез*
		2023 г.	2023 г.	2023 г.
Температура воды, °С	-	11,96	12,32	26,5
Прозрачность, м	-	1,6	-	-
Водородный показатель, ед. рН	6,5–8,5	8,06	8,07	8,1
Растворённый O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	≥6	10,97	11,76	7,42
БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,1	1,12	1,22	1,83
*Фосфор минер., мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,05	0,33	0,04
*Медь, мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,0010	0,0013	0,0013
*Свинец, мг/дм <sup>3</sup>	0,006	0,0010	0,0010	0,0016
*Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,05	0,12	0,10
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	-	265,83	261,5	298,67
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	100	49,05	55,18	47,43

*Примечание:* \* — использованы данные гидрохимических исследований природной воды за 3 и 4 кварталы 2023 г.

Согласно проведённым гидрохимическим исследованиям в 2023 г. участка реки Волга от плотины Волжской ГЭС до границы с Астраханской областью температура воды от Приплотинного разреза к Кировскому изменялась незначительно, градиент температуры составил 0,36 °С. Температура воды за весенний, летний и осенний период 2023 г. изменялась от 1,1 до 20,1 °С.

Наибольшее значение водородного показателя (рН = 8,42) отмечено в летний период на Кировском разрезе (в центре). Значительная концентрация растворённого кислорода зафиксирована весной и осенью. Полученные значения БПК<sub>5</sub> в летний период на Кировском разрезе (2,2 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) и на Райгородском разрезе (левый берег — 2,5 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> и правый берег — 3,2 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>)

превышают величину ПДК. Возможно, это связано с воздействием поверхностного стока в этих точках.

Значительное содержание фосфатов и меди, превосходящее величину ПДК в четвёртом квартале, наблюдалось и в прошлые годы [4]. Также в этом квартале следует отметить повышение содержания свинца, однако полученные значения входят в допустимый предел.

В летний и осенний периоды отмечено превышение значения ПДК нефтепродуктов в исследуемой области реки. Так, концентрация нефтепродуктов в природной воде в 4-м квартале на Приплотинном разрезе (правый берег) и на Кировском разрезе (правый берег) превышает величину ПДК в 6,2 раза, а на Райгородском разрезе (левый берег) в 3-м квартале — в 2,4 раза. Возможно, это обусловлено открытием весной навигации и увеличением техногенного воздействия.

По концентрации минеральных веществ вода в исследуемой реке относится к пресной. Наибольшее значение сухого остатка (318 мг/дм<sup>3</sup>), как показателя степени минерализации, приходится на Райгородский разрез (центр) в третьем квартале.

Содержание сульфатов по сравнению с результатами гидрохимического исследования за 2022 г. не выше значения ПДК [4].

## ВЫВОДЫ

В соответствии с данными исследований, природную воду реки Волги от плотины Волжской ГЭС до границы с Астраханской областью по гидрохимическим показателям можно охарактеризовать как благоприятную. Однако зарегулирование Волги привело к нарушению естественного воспроизводства ихтиофауны [4].

Именно поэтому необходимо ежеквартально проводить гидрохимический, токсикологический и гидробиологический мониторинг, а также усилить контроль за соблюдением правил рыболовства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Брылёв, В.А. Особо охраняемые природные территории Волгоградской области / В.А. Брылёв, Н.О. Рябина, Е.В. Комиссарова [и др.] / под ред. В.А. Брылёва. — Волгоград: Альянс, 2006. — 256 с.
2. Брылёв, В.А. Реки. Водохранилища / В.А. Брылёв, С.И. Пряхин // Волгоградская область: природные условия, ресурсы, хозяйство, население, геоэкологическое состояние: коллективная монография / Волгогр. гос. пед. ун-т, Естественно-геогр. фак.; [ред. совет: А.М. Коротков и др.; редкол.: В.А. Брылёв и др.; отв. за вып.: Ю.А. Корхова (отв. ред.), Е.В. Мелихова]. — Волгоград: Перемена, 2011. — С. 120–165.
3. ГОСТ 31861–2012. Вода. Общие требования к отбору проб. — М.: Стандартинформ, 2013. — 36 с.
4. Майоров, С.С. Оценка состояния волгоградской субпопуляции стерляди (*Acipenser ruthenus*) и среды её обитания на современном этапе / С.С. Майоров, А.Н. Науменко, В.А. Чухнин, В.П. Горелов, Н.В. Кучишкина // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. — 2022. — № 4. — С. 75–91.

## **Краткие сведения о состоянии белорыбицы *Stenodus leucichtys leucichtys* в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне**

*И.Н. Лепилина, И.А. Сафаралиев, И.В. Коноплева, Т.В. Войнова*

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)

E-mail: lepilinain@kaspnirh.vniro.ru

**Аннотация.** Исследования, проводимые по различным тематическим планам ВКФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») на акватории Каспийского моря (воды Российской Федерации), показали, что, несмотря на очень низкую численность вида, в отдельные годы вдоль западного побережья Каспийского моря встречаются единичные особи белорыбицы. Представлены данные о динамике нерестового хода, состоянии запаса и объемах выпуска молоди Александровским осетровым рыбободным заводом.

**Ключевые слова:** белорыбица, западное побережье Каспийского моря, состояние запаса, искусственное воспроизводство.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Белорыбица (*Stenodus leucichtys leucichtys*, Guldenstadt 1772) — представитель семейства лососевых, является стенотермной рыбой, т. к. обосновалась в Каспийском море после ледникового периода. Около 3 млн лет назад Каспийское море подходило к Уральским горам, а по Предуральскому прогибу соединялось с Северным Ледовитым океаном. Именно благодаря этому прогибу и проливу из Ледовитого океана, возникновению уральского водного потока в Каспий попала белорыбица, которая считается эндемиком Каспийского моря [3]. Возможно, этим и объясняется, что до начала активного промысла наибольшая ее численность в период нерестовых миграций отмечалась в реках волжского бассейна. В Верхнюю Волгу белорыбица попала хотя и давно, но в порядке расширения своего ареала. В Нижней Волге, после строительства каскада водохранилищ, производители белорыбицы в преднерестовый период обитают в приплотинной зоне Волжской ГЭС, где отмечены ее немногочисленные места нереста. Численность вида очень низкая и не в состоянии обеспечить достаточный уровень естественного воспроизводства. Пополнение популяции происходит за счет деятельности единственного в Астраханской области завода — Александровский осетровый рыбободный завод АОРЗ).

К настоящему времени количество публикаций по белорыбице ограничено, поэтому любая информация об объекте имеет важное значение. Поимка единичных экземпляров представляет интерес, особенно в современный период, когда вид занесен в Красную книгу Астраханской области и Россий-

ской Федерации, а популяция характеризуется как находящаяся под угрозой исчезновения.

Таким образом, цель работы данной работы — предоставление сведений о местах нагула, динамике нерестового хода, объемах выпуска молоди Александровским осетровым рыбоводным заводом.

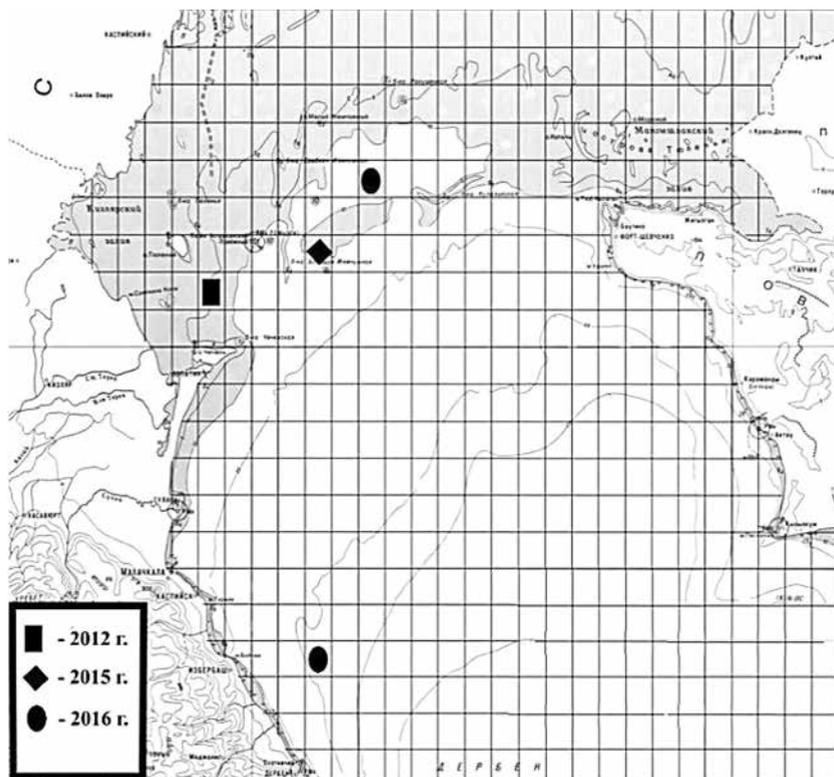
### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Материалы, положенные в основу работы, получены при проведении наблюдений за морскими, проходными и полупроходными видами рыб на акватории Каспийского моря, в р. Бахтемир в период мониторинга за нерестовым ходом белорыбицы при заготовке производителей для искусственного воспроизводства и промысле полупроходных и речных видов рыб на рыболовном участке тоня Глубокая (РЛУ т. Глубокая). Комплексные тралово-сетные съемки по оценке численности водных биологических ресурсов (ВБР) регулярно проходят в весенний, летний и осенние периоды по специально разработанным сетко-станциям. Поимка особей белорыбицы была отмечена в результате проведения тралово-сетных съемок в Северном и Среднем Каспии на НИС «Гидробиолог» и «Исследователь Каспия» в 2012, 2015–2016 гг. и в р. Волга с 2012 по 2023 гг. В качестве орудия лова использовались донный трал 24,7 м, сетной порядок с ячей 70–100 мм, речной закидной невод с ячейей 48×50×56 мм.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

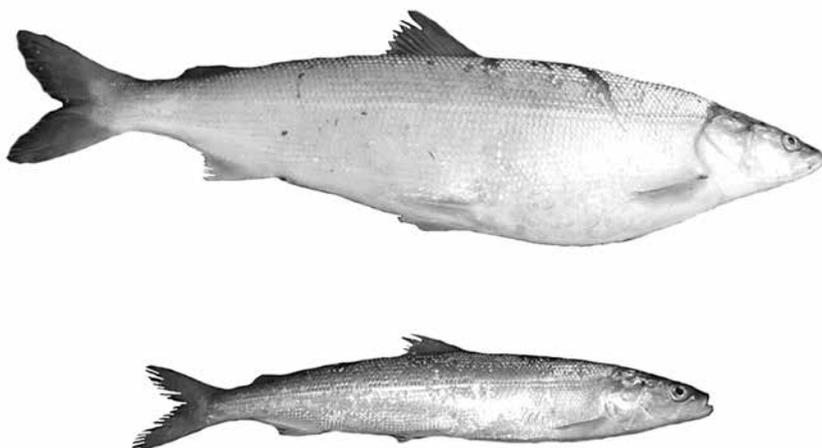
В литературе имеются сведения о распространении этого вида в бассейне рек Каспийского моря, биологии, промысле, биотехнике искусственного разведения [1; 2; 4], но очень мало данных о периоде нагула вида до половозрелого состояния на акватории Каспийского моря. Известно, что в летний период белорыбица нагуливается в Среднем и Южном Каспии на глубине 20–50 м при температуре не выше 18 °С. Температура воды ниже 18 °С в Каспии бывает глубже 20 м, т. е. в Северном Каспии в пограничной области со Средним Каспием. Литературные источники свидетельствуют, что в 1932 г., когда промысловые уловы составляли 710 т, Астраханской научной рыбохозяйственной станцией в мае в Каспийском море было поймано 25 экземпляров белорыбицы в районе островов Тюлений, Кулалы, Чечень длиной от 25 до 76 см и массой от 0,15 до 2,80 кг. В 1937 г. был организован первый опытный лов в Азербайджане специальными ставными сетями. За сезон 1938–1939 и 1939–1940 гг. вылов составил 125 ц и 337 ц белорыбицы. Средний вес белорыбицы (9,2–9,4 кг) соответствовал показателям речных и морских уловов в Волго-Каспийском районе, где был сосредоточен основной промысел. Ранние публикации предполагали, что с октября по май белорыбица совершает кормовые миграции в Северный Каспий до 6 м изобаты, но не дальше, т. к. не были известны случаи поимки молоди выше указанной границы.

Разовые уловы современного периода (2012–2016 гг.) не опровергли предыдущих данных. В апреле вылов фиксировался на 6 м, в августе — на 40,5 м, в сентябре — 10–12 м изобатах. Весной 2012 г. в северо-западной части Северного Каспия (кв. 439) в сетном порядке с ячейей 70–100 мм был отмечен самец белорыбицы длиной 79 см и массой 5,15 кг. Осенью 2015 г. в улове донного трала 24,7 м (кв. 425) была отмечена молодь белорыбицы. А осенью 2016 г. на акватории Северного и Среднего Каспия (кв. 378, 692) в уловах отмечено 2 экз. белорыбицы длиной 67 и 29 см, массой 4,0 и 0,2 кг соответственно (рис. 1 и 2). Спектр питания у отловленных рыб состоял из кильки обыкновенной и бычков. пойманные рыбы были 2006, 2012, 2015 гг. рождения.



*Рис. 1. Места поимки белорыбицы в Северном и Среднем Каспии*

Нагул белорыбицы до нерестовой миграции в течение 5–8 лет проходит на акватории Каспийского моря. Основным фактором среды, стимулирующим белорыбицу совершать нерестовую миграцию, является температура воды. С конца лета до начала осени белорыбица концентрируется в устьевой зоне р. Волга, отдельные особи заходят в реку в октябре-ноябре при температуре воды 4–5 °С. Нерестовый ход в р. Волга продолжается, в основном, с октября по апрель и осуществляется одновременно по нескольким водотокам дель-



*Рис. 2. Белорыбца в уловах донного 24,7 м трала*

ты, но большая ее часть (до 90%) встречается на Главном банке (р. Бахтемир), отличающийся наибольшей глубиной и скоростью течения. Основная часть стада мигрирует с декабря по март.

Мониторинг белорыбца на РЛУ т. Глубокая в последнее десятилетие свидетельствует о значительном сокращении нерестовых мигрантов по сравнению с началом 2000-х гг. Улов за одно притонение речным закидным неводом в отдельные годы в период 2000–2005 гг. доходил до 1,5 экз. Заготовка для целей воспроизводства превышала 200 экз., а выпуск молоди варьировал от 0,5 до 10,9 млн экз., составляя в среднем 3,9 млн экз. (табл. 1).

В последующие периоды наблюдалось значительное снижение уловов и заготовленного количества производителей для целей воспроизводства. После

**Таблица 1.** Уловы, количество заготовленных производителей и выпуск молоди белорыбца в Астраханской области

Годы	Улов для целей воспроизводства, т	Заготовлено для целей воспроизводства, экз.	Улов, экз./притонение	Выпуск молоди, млн экз.
2000–2005	2,500*	221*	0,94	3,90*
2006–2010	0,630*	65*	0,24	1,48*
2011–2015	0,270*	36*	0,08	0,88*
2016–2020	0,140*	17*	0,09	0,50*
2021	0,104	13	0,02	0,42
2022	0,037	4	0,01	0,52
2023	0,016	2	0,085	0,000649

*Примечание:* \* – среднее.

модернизации и строительства цеха выдерживания производителей в 2016 г. на АОРЗ стало возможным формировать ремонтно-маточные стада, выдерживать в течение 8–12 месяцев около 800 экз. производителей и выращивать около 10 млн экз. молоди. Но возникли проблемы из-за ограниченного числа производителей для искусственного воспроизводства. В 2023 г. в весенний период было заготовлено рекордно низкое количество — 2 экз. или 16 кг. Одна из причин — снижение динамики хода производителей в р. Волгу (табл. 1). Исключение составил период 2016–2020 гг., когда отмечался значительный нерестовый ход производителей в 2017–2018 гг., рожденных в 2012–2013 гг., когда выпуск молоди составлял 1,4–0,9 млн экз. Дефицит производителей белорыбицы можно снизить за счет увеличения сроков и мест заготовок (рыболовных участков) на которых осуществляется промысел речных и полупроходных рыб.

Производителей белорыбицы, заготовленных ранней весной на рыболовных участках Астраханской области, выдерживают на ОРЗ до созревания половых желез. В период рыболовной кампании проводят биологический анализ производителей (рис. 3), свидетельствующий о снижении биологических характеристик.



*Рис. 3. Биологический анализ белорыбицы*

За последнее десятилетия произошли изменения в возрастной структуре популяции белорыбицы, что отразилось на линейно-весовом составе производителей. Так, в структуре нерестовой части популяции в 1980–1989 гг. ещё встречались особи в тринадцатилетнем возрасте, а в 2001 г. максимальный возраст составлял десять лет. В последние три года, после пятилетнего перерыва, в уловах отмечены производители девятилетнего возраста. Отсутствие производителей старшевозрастных групп свидетельствует о деградации популяции и ее перелове.

В 2021–2023 гг. АОРЗ заготовлено 19 экз. белорыбицы, выпуск молоди составил менее 1 млн экз. (табл. 1). Прогнозные оценки динамики нерестово-

го запаса за 2025–2032 гг. показывают, что малочисленные поколения 2021–2023 гг. будут участвовать в формировании запаса в объеме не более 4,5 тыс. экз., в то время как поколения 2018–2022 гг. за этот же период (2025–2032 гг.) обеспечат запас в количестве 9,3 тыс. экз. В случае прекращения искусственного воспроизводства белорыбицы с 2024 г. численность запаса к 2032 г. сократится до единичных экземпляров.

### **ВЫВОДЫ**

В настоящее время популяция белорыбицы находится в депрессивном состоянии. Ее численность сокращается за счет браконьерской деятельности на путях ее длительной миграции с юга Каспийского моря до плотины Волжской ГЭС и снижения потенциала ее заводского воспроизводства, которое сталкивается с организационными вопросами в системе ФГБУ «Главрыбвод». Миграция белорыбицы сохраняется по водотокам рр. Волги и Бахтимир и пока есть еще реальная возможность осуществления искусственного воспроизводства, то необходимо ее использовать для сохранения уникального вида, как это было принято в 1970–1980-х гг. вплоть до возобновления промысла до 50,0 т к середине 1990-х гг.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Васильченко О.Н. Биологические основы повышения эффективности воспроизводства белорыбицы в низовьях Волги. — Астрахань. Изд-во КаспНИРХ, 2002.— 114 с.
2. Кряжев А.И. Особенности биологии и промысла белорыбицы в Волго-Каспийском бассейне// Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань. 2001. С. 254–257.
3. Подлесный А.В. Белорыбица *Stenodus leucichthys* Giild. Биоэкологический очерк // Труды Сибирского отделения ВНИОРХ, Красноярск. 1947. Т. 7, Вып. 1, 184 с.
4. Чакалтана Сепульведа Д.А. Нерестовая миграция и заготовка производителей белорыбицы в низовьях Волги // Рыбное хозяйство.— 2018.— № 3. — С. 58–61.

## **Применение искусственной нейросети для учета рыб на рыбоучетном заграждении**

*К.М. Малых, А.В. Сошин, А.Ю. Шабуров, М.Н. Коваленко*

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»)  
E-mail: malykh@kamniro.ru

**Аннотация.** Авторы работы исследовали области применения машинного зрения, проанализировали возможные пути реализации алгоритма обнаружения и учета рыб. Были изучены способы обработки изображений, получаемых с видеокамеры в режиме реального времени. В соответствии с полученными знаниями был разработан алгоритм обнаружения рыб при помощи нейросети, который наиболее оптимально использует аппаратные ресурсы маломощной системы.

**Ключевые слова:** учет производителей тихоокеанских лососей, р. Озерная, оз. Курильское, нерка, искусственная нейросеть, YOLO.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В рамках программы научно-исследовательских работ Камчатского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «ВНИРО» («КамчатНИРО») на Озерновском наблюдательном пункте, расположенном в Кроноцком государственном природном биосферном заповеднике, в период 2021-2023 гг. осуществлен сбор фото- и видеоизображений нерки, проходящей через пропускные окна рыбоучетного заграждения. Массив данных, полученных при помощи камер «GoProHero», составляет более 420 тыс. изображений разрешением 20,16 Мпикс., и занимает объём более 1 Тб. Данный материал предназначен для реализации наиболее популярной задачи в сфере компьютерного зрения — применение метода машинного обучения на основе искусственных нейронных сетей для создания модели обнаружения объектов, способной определять наличие или отсутствие, а также вести счет обнаруженных рыб на фотографиях и видеозаписях. Целью работ является повышение эффективности оценки пропуска тихоокеанских лососей на нерестилища, объект исследований — производители нерки и технология их учета различными методами.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

В качестве исходной модели обнаружения объектов выбран алгоритм YOLO (You Only Look Once), представленный в 2015 году Джозефом Редмонном, Сантошем Диввала, Россом Гиршиком и Али Фархади в исследовательской работе «You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection» [1].

Как и для всех моделей машинного обучения, для обучения нейросети на основе алгоритма YOLO требуются качественные данные одного размера, а неаккуратная разметка данных или недостаточное количество обучающих примеров может негативно сказаться на точности и производительности модели. Изображения рыб, проходящих пропускное окно рыбоучетного заграждения, были нормализованы путём последовательной обрезки и масштабирования к разрешению 1280×1024 пикселя (рис. 1). При этом масштабирование изображений проводилось с сохранением пропорций, и не применялось, если исходный размер был меньше или равен новому, а для некоторых изображений применили увеличение контрастности.

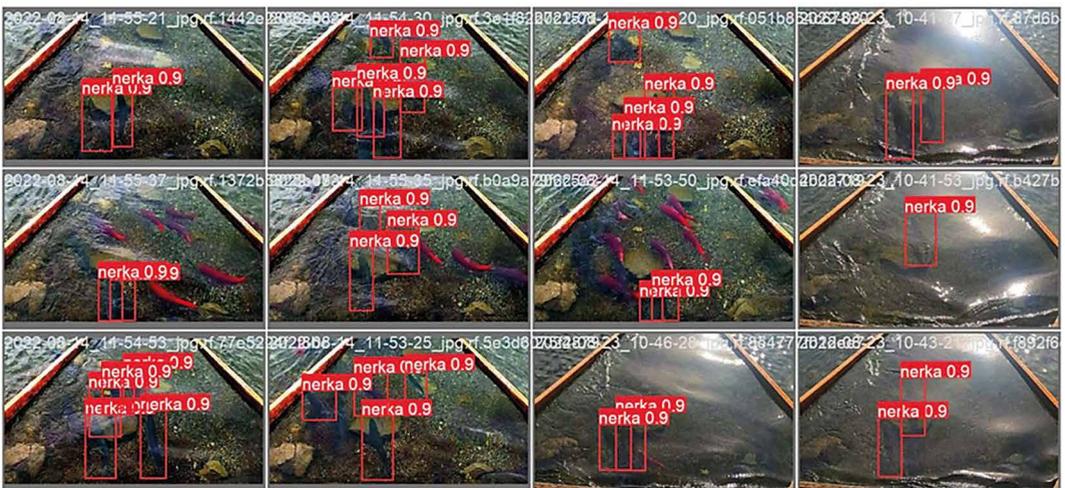
Формирование набора данных и разметку изображений производили в свободно распространяемом приложении «VoTT». Множество изображений и сопутствующая информация о местоположении и форме рыб были разделены на два набора: тренировочный и проверочный. В процессе анализа тренировочного набора модель учится распознавать признаки и закономерности, которые помогают ей идентифицировать рыб на изображениях, обобщать эту информацию и применять ее для обнаружения рыб в проверочном наборе. Предобученные модели, находящиеся в свободном доступе, способны распознавать силуэт человека, десятки видов животных, предметов, транспорта и т. п. Однако обнаружение рыб является частным случаем, поэтому в ходе работы над проектом из предобученных моделей исключалась информация о признаках всех изначально распознаваемых классов, количество классов (целевых объектов) сводилось к одному и создавалась новая модель, предназначенная для выполнения одной конкретной задачи — обнаруживать на изображениях производителей тихоокеанских лососей на фоне дна реки, среды бликов и ряби на поверхности воды.

Процесс обучения выполняется в командной строке свободно распространяемого программного продукта «Anaconda» с установленной библиотекой «ultralytics». Время обучения модели, имеющей 218 слоёв, 258 млн параметров и производительность 78,7 гигафлопс, на процессоре Intel i5–11400 составило 510 ч (22 суток). Подобный процесс с использованием технологии CUDA, выполненный позднее на видеоускорителе Nvidia RTX 3060, завершился менее чем за сутки. По окончании обучения модели алгоритм формирует файл весов, имеющий расширение.pt, рассчитывает и выводит графики показателей обучения и качества модели по всем этапам. Каждой модели присваивалось название, содержащее имя целевого класса (nerka), номер версии алгоритма YOLO (y8) и имени исходного файла (n, m или s). В дальнейшей работе к названию моделей добавляли суффикс «\_seg», обозначающий способность к сегментации изображений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

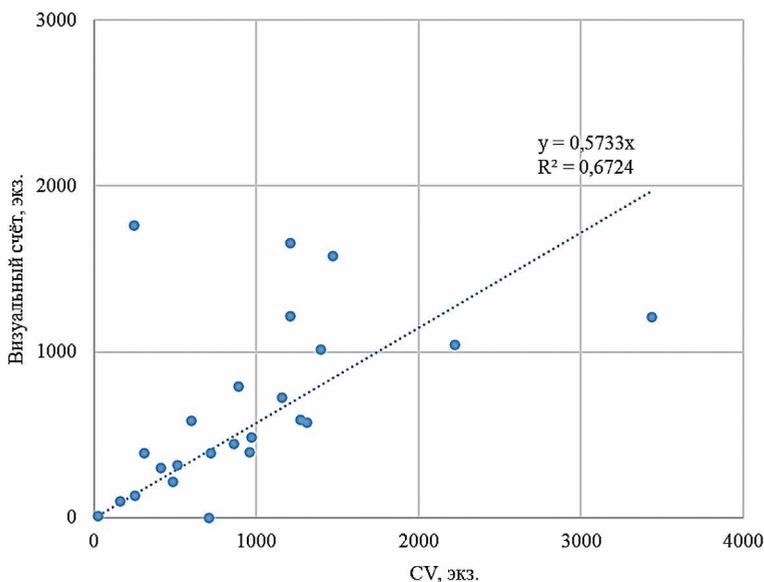
Контроль работы модели осуществлялся путём серии визуальных проверок: просмотр размеченных изображений и сравнение результирующих ра-

мок, сделанных моделью, с реальными объектами (рис. 1). Изучение таких изображений позволяет понять, в каком месте модель делает ошибки и обратить внимание на шаблон или сценарий, при котором это происходит и даёт возможность внести изменения в набор данных или пересмотреть параметры модели для улучшения качества распознавания или производительности. В рассматриваемой мозаике изображений модель достоверно распознала и ограничила прямоугольными рамками рыб, проходящих пропускное окно рыбоучетного заграждения, а также отображала некоторых рыб, у которых отсутствовала информация о разметке. И наоборот, несмотря на большую точность обнаружения рыб, некоторое количество рыб не было учтено из-за ветровой ряби и солнечных бликов на поверхности воды.



**Рис. 1.** Мозаика изображений, обработанных нейросетью, с выводом оценки достоверности

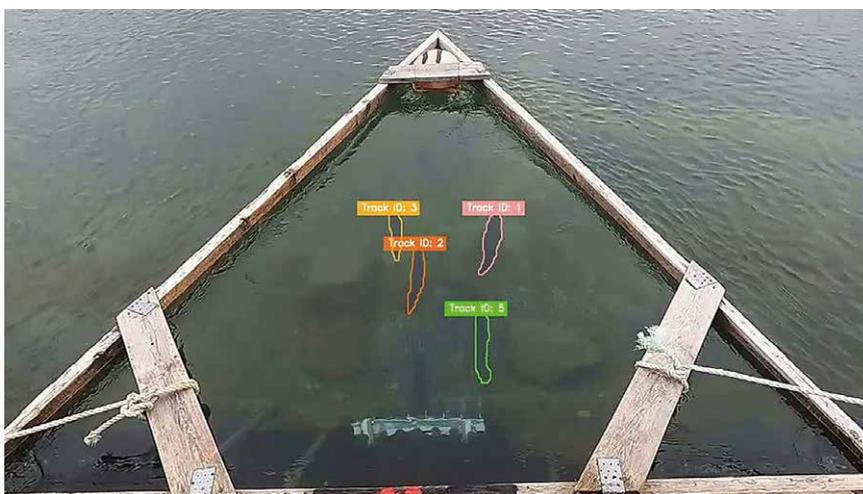
Следующим этапом работы являлась обработка нейросетью массива исходных фотографий и сравнение результатов учета рыб, прошедших пропускное окно, при помощи компьютерного зрения с результатами визуального счета на РУЗ. Для этого были выбраны и переданы на модель изображения, синхронизированные по времени с карточками визуального счета на трёх пропускных окнах РУЗ. Результаты сравнения параллельного счета представлены на рис. 2. В большинстве наблюдений результат компьютерного зрения (CV) превышает визуальный счет более чем в 1,5 раза, в 2 случаях результаты сопоставимы в пределах 0,99–1,02, 4 наблюдения показывают превышение визуального счета до 7 раз. Поскольку сбор изображений производился с частотой 1 кадр/сек, основной причиной наклона линии тренда является многократный счет рыб, находящихся в зоне регистрации более 1 сек. Анализ видеозаписей, собранных на РУЗ в 2023 г., показал, что при движении стаи рыб через пропускное окно отдельные особи держатся в поле видимости



**Рис. 2.** Результаты сравнения работы компьютерного зрения по статичным изображениям и визуального учета производителей нерки

сти не менее 2 сек, единичные особи могут держаться в поле видимости до 8 сек, соответственно учитывая на каждом изображении, обработанном нейросетью.

Таким образом, счет рыб на фотографиях, получаемых с периодичностью 1 кадр/сек, не позволяет проводить адекватную оценку и проследить динамику числа прошедших пропускное окно рыб. Тем не менее, проведённая работа



**Рис. 3.** Визуализация результатов обнаружения, сопровождения и счета рыб на видеозаписи

позволила создать модели сегментации объектов, имеющие лучшие метрики, по сравнению с предыдущими версиями. Для этого обученные модели были применены как инструмент автоматической разметки рыб на фотографии-

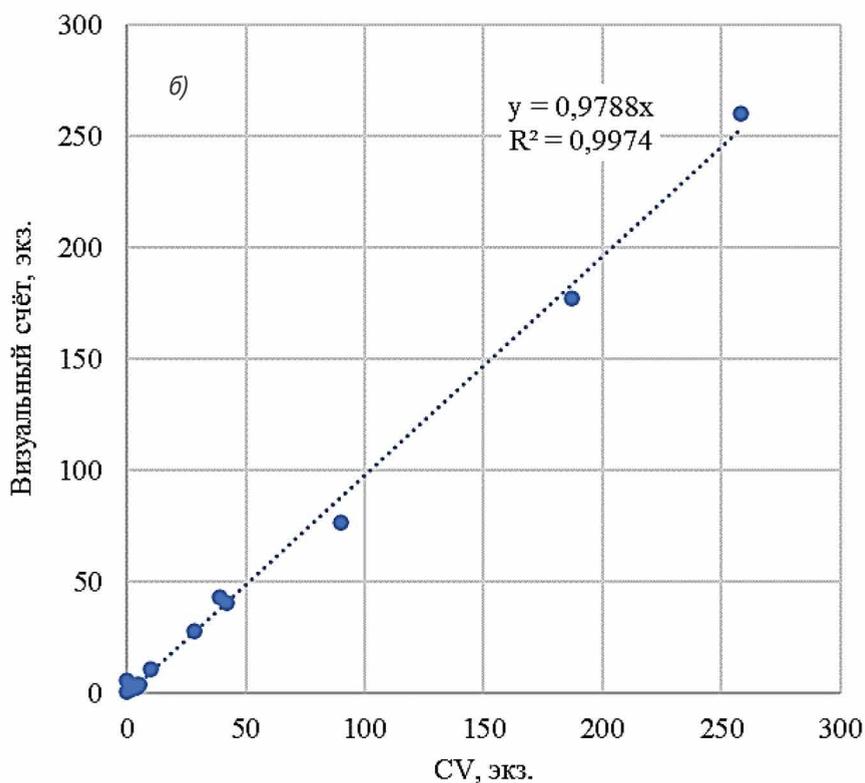
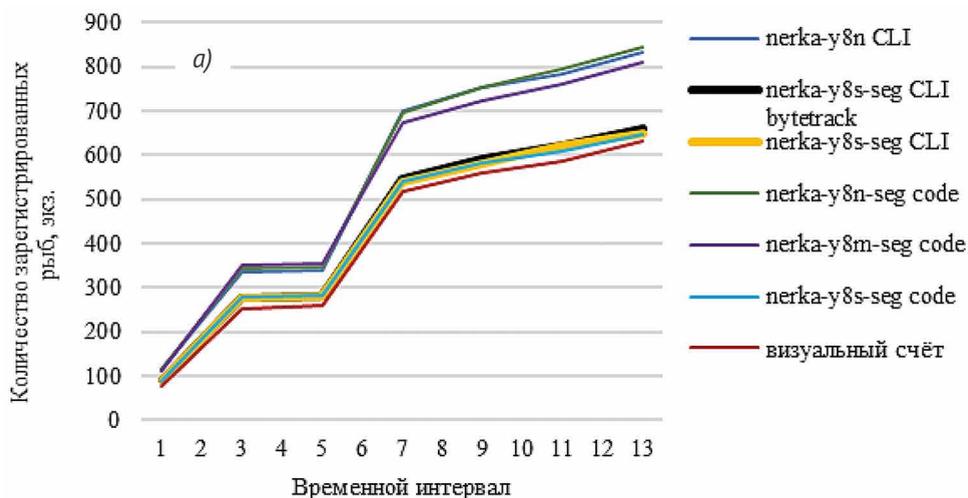


Рис. 4. Результаты счета рыб на видеозаписи различными методами

ях и кадрах видеозаписей для формирования входных данных в виде полигонов, для последующего обучения более сложных нейросетей, способных к сегментации объектов на видеозаписи, их сопровождению и счету (рис. 3).

Предварительные результаты сравнения работы моделей сегментации и визуального счета рыб на видеозаписи представлены на рисунке 4 а). Видеофрагменты просматривались в покадровом режиме для счета всех рыб, прошедших пропускное окно, и выделялись временные промежутки, когда ход рыб прекращался. После визуального счета видеофайл подавался на обработку нейросетью. Такой подход позволил проследить результаты, полученные различными методами в динамике и с нарастающим итогом. Согласно полученным результатам, из всех вариантов применения разработанных моделей — запуск счёта в режиме командной строки (CLI) или при помощи программного кода (code), визуальному счету наиболее полно соответствует работа нейросети с названием «nerka-y8s-seg» (рис. 4, б). Скорость обработки видеопотока разрешением 1280×736 пикс. при тестировании данной модели на различных устройствах составляет 1,4 кадр/сек на ЦП AMD (Ryzen 4000 SE) или Intel (i5–6500) и 25 кадр/сек на видеоускорителях NVIDIA RTX 3050 Laptop и RTX 3060. Подобный показатель позволяет говорить о том, что при работе на ПК с видеоускорителем, поддерживающем технологию CUDA, модель способна обработать прямую трансляцию с вебкамеры, а при соответствующей настройке — трансляцию с трёх камер при частоте не более 8 кадр/сек.

## ВЫВОДЫ

Основным результатом данной работы является освоение алгоритма обнаружения, сопровождения и счета движущихся рыб на видеозаписях или в прямом потоке с видеокамер при помощи искусственной нейросети. Разработанную нейросеть «nerka-y8s-seg» можно развернуть на устройстве, находящемся на наблюдательном пункте, видеопоток с нескольких камер транслировать на компьютер, который в фоновом режиме может автоматически идентифицировать и учитывать рыб без необходимости вмешательства человека, а визуальный учет рыб осуществлять параллельно с экрана монитора. Такой подход позволит обеспечить наблюдателям безопасные условия и предупредить возможные субъективные ошибки при проведении учетных работ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.— 2015. [Электронный ресурс]. — URL: <https://arxiv.org/pdf/1506.02640.pdf>
2. Официальный сайт YOLO [Электронный ресурс]. — URL: <https://github.com/ultralytics/ultralytics>

## **Диагностика основных микроспориidioзов кефалевых и камбалообразных рыб**

*В.Н. Мальцев*

Отдел «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО»  
E-mail: maltsev66@mail.ru

**Аннотация.** Развитие морского рыбоводства в Азово-Черноморском регионе сопряжено с рисками распространения микроспориidioзов кефалевых и камбалообразных рыб, для которых отечественные ветеринарные инструкции пока не разработаны. Потенциальную угрозу для морских ферм представляют кишечный микроспориidioз камбал, вызываемый *Glugea stephani*, жаберный микроспориidioз пиленгаса, вызываемый *Loma mugili* и тканевой микроспориidioз камбал, вызываемый *Tetramicra brevifilum*. В работе кратко охарактеризованы методы их клинической, патологоанатомической, светооптической, электронно-микроскопической и молекулярной диагностики, оценена их эффективность и применимость для решения разных диагностических задач.

**Ключевые слова:** микроспориidioзы, кефали, камбалы, *Glugea*, *Loma*, *Tetramicra*.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В Азово-Черноморском регионе планируется промышленное выращивание кефалевых и камбалообразных рыб. В Краснодарском крае и Крыму зарегистрированы 10 таких хозяйств (6 пастбищных, 3 бассейновых, 1 нагульно-выростное), проектируется питомник для выращивания молоди этих рыб. При этом известно, что кефали и камбалы восприимчивы к микроспориidioзам [24, 29], которые могут быть высоко патогенными (вредоносными) для своих хозяев, способны вызывать снижение темпа роста, ухудшать товарный вид и повышать показатели смертности диких и культивируемых рыб [17, 24, 25, 28]. Практическая их значимость значительно возросла в последние годы в связи с увеличением объемов товарного выращивания рыб в мире [32]. Несмотря на это отечественные ветеринарные инструкции по контролю над микроспориidioзами морских рыб до настоящего времени не утверждены [14, 15]. Разработка научных основ диагностики и контроля над микроспориidioзами кефалевых и камбалообразных рыб является актуальной задачей, направленной на уменьшение ущербов, повышение производительности и стабильности в работе морских питомников, товарных ферм в южном регионе. Работа выполнена нами по заказу Федерального агентства по рыболовству РФ; Государственная работа «Проведение научных исследований» № 076–00004–23–01 (тема 13).

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализирован личный опыт многолетних исследований (с 1995 по 2023 гг.) микроспориديозов кефалевых и камбалообразных рыб Азовского и Черного морей. В указанный период классическими паразитологическими методами [1, 9] исследовано 453 экз. кефалевых рыб, из которых пиленгаса (*Liza haematocheilus*) — 302, сингиля (*Liza aurata*) — 95, лобана (*Mugil cephalus*) — 56. Теми же методами изучены 205 экз. камбал, из которых азовского калкана (*Scophthalmus maeoticus*) — 95, глоссы (*Pleuronectes flesus*, = *Platichthys flesus*) — 71, черноморского калкана (*Scophthalmus maximus*, = *S. maeoticus*) — 39. Применяемые нами клинические, патологоанатомические и светооптические методы диагностики микроспоридиозов кефалевых и камбалообразных рыб соответствовали таковым, описанным ранее [7, 8]. Апробированные нами методы лабораторной диагностики, а также известные нам по литературным источникам методы электронной микроскопии и молекулярной генетики (полимеразная цепная реакция — ПЦР, секвенирование) экспертно оценивались с точки зрения их эффективности и применимости для решения разных диагностических задач.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ собственных и литературных данных показал, что потенциальную угрозу для морского рыбоводства (марикультуры) в Азовском и Чёрном морях представляют следующие, описанные ниже, микроспоридиозы. Кишечный микроспоридиоз камбал, вызываемый *Glugea stephani*, относится к опасным болезням, способным вызывать массовые заболевания рыб, как при культивировании, так и в диких (естественных) популяциях. Болезнь приводит к высокой смертности, снижению упитанности и ухудшению благополучия культивируемых и диких камбал [17, 21, 24, 25]. До настоящего времени сведения о встречаемости в России этого заболевания, как и других микроспоридиозов морских рыб, отражены лишь в научных публикациях, но не приведены в официальной ветеринарной отчетности [16]. Высокую инвазивность этими микроспоридиями кишечника и других внутренних органов камбалы глоссы и азовского калкана мы регистрировали в Азовском море [3, 6]. Жаберный микроспоридиоз пиленгаса, вызываемый *Loma mugili*, впервые зарегистрирован у пиленгаса в Азовском море, продемонстрировав большой эпизоотический потенциал [4, 5]. Мы подозреваем, что эта болезнь потенциально опасна при бассейновом, садковом и пастбищном выращивании пиленгаса и, возможно, других видов кефалей в Азовском и Черном морях [7]. На возможность инвазивования *L. mugili* местных кефалей, в том числе при их разведении, указывает то обстоятельство, что многие виды микроспоридий рыб не специфичны, и имеют широкий круг хозяев [32]. Тканевой микроспоридиоз камбал, вызываемый *Tetramicra brevifilum*, является одним из наиболее часто встречаемых заболеваний атлантического тюрбо (*Scophthalmus*

*maximus*) при его товарном выращивании [22, 23, 24, 27]. Эту болезнь мы считаем потенциально опасной при бассейновом и садковом выращивании камбалы калкан в Черном и Азовском морях. Дикие или завезенные из Европы производители камбал могут стать источником заражения для морских ферм, которые создаются в Азово-Черноморском регионе. В Чёрном и Азовском морях микроспоридии *T.brevifilum* пока достоверно не регистрировались [2, 8].

Предварительные диагнозы на все упомянутые выше микроспоридиозы ставят при обнаружении у восприимчивых рыб характерных для них эпизоотических, клинических и патологоанатомических признаков. Так, кишечный микроспоридиоз, вызываемый *G.stephani*, подозревается при появлении у рыб вялости, их отказа от пищи, похудения, повышенной их смертности и появление у них признаков асцита (вздутия брюшка). Патологоанатомически у больных рыб в стенках их кишечника, а иногда и в полости тела, на печени и в других органах обнаруживают множество круглых и овальных ксеном (цист) с диаметром до 1 мм и более, содержащих споры паразита. Характерные признаки жаберного микроспоридиоза пиленгаса, вызываемого *L.mugili*, а также тканевого микроспоридиоза, вызываемого *T.brevifilum*, описаны нами ранее [7, 8]. Для каждого из упоминаемых микроспоридиозов свойственна локализация цист в определенных органах и тканях восприимчивых рыб, отличающих их от других болезней; поэтому их сложная дифференциальная диагностика не требуется. Патологоанатомические исследования рыб выполняют с помощью стереоскопического микроскопа (бинокюляра) на увеличениях 8–32 х в отраженном и проходящем свете.

Окончательные диагнозы ставят по результатам лабораторных микроскопических исследований морфологии спор. Извлеченные из цист (ксеном) споры микроспоридий изучают на свежих и фиксированных окрашенных красителем Гимза препаратах при помощи биологического микроскопа (например, Микмед-6, Биолам и другие) на средних и больших увеличениях (400–1000 х). На свежих препаратах их строение лучше просматривать методом фазового контраста [33]. Для дифференциальной морфологической диагностики спор микроспоридий используют определительные таблицы [17, 25]. Светооптическое тестирование спор *L.mugili*, *G.stephani* и *T.brevifilum*, на наш взгляд, является высоко чувствительным и достаточно специфичным методом диагностики вызываемых ими болезней. Постановка окончательного светооптического диагноза на основании изучения спор *G.stephani* и *L.mugili* возможна, хотя и затруднительна в связи с высокой морфологической их изменчивостью. Споры *T.brevifilum* имеют характерный, отсутствующий у других рыбных микроспоридий признак — сферическое включение в задней вакуоли, который позволяет однозначно их идентифицировать под световым микроскопом. Патологоанатомические исследования больных рыб и микроскопические тестирования спор могут успешно применяться для эпизоотического мониторинга упомянутых болезней в рыбоводных хозяйствах и в диких популяциях рыб в связи со своей технической простотой и дешевизной

таких исследований. Недостатком такого мониторинга является то, что такими методами болезни выявляются не на ранних, а на поздних их стадиях (образование ксеном), что затрудняет эффективную борьбу с ними.

Гистологические исследования пораженных органов рыб позволяют подтвердить диагноз на основе детального изучения стадий развития микроспоридий в зараженных тканях рыб. Гистологические срезы, изготовленные по стандартным процедурам [13], окрашивают гематоксилином и эозином [19], а затем исследуют под биологическим микроскопом на увеличениях 400–1000 х. У *G.stephani*, как и у других представителей рода *Glugea*, непарные ядра обнаруживают на протяжении всего развития. Меронты цилиндрической формы. Спорогонияльные плазмодии создают тонкую мембраноподобную стенку спороформного пузырька, внутри которого они делятся путем многократного расщепления, и продуцируют многочисленное и изменчивое количество материнских клеток споробластов. Эти клетки делятся путем бинарного деления на споробласты. Крупные ксеномы *G.stephani* имеют стенки, состоящие из отслоившихся слоев клеточной оболочки, содержат гипертрофированные ядра клеток-хозяина, которые сильно разветвлены по периферии ксеномы. Развивающиеся стадии располагаются по периферии ксеномы, а зрелые споры *G.stephani* находятся в ее центре [17, 24]. Тканевые признаки *L.mugili* и *T.brevifilum* описаны нами ранее [7, 8]. Гистологические тестирования в отношении всех трех болезней являются чувствительными и достаточно специфичными методами их предварительной и окончательной диагностики. При этом из-за своей сравнительной трудоемкости, технической сложности и дороговизны гистологические тестирования не удобны для эпизоотического мониторинга этих болезней в рыбоводных хозяйствах и в диких популяциях рыб. Мы считаем, что использование современных световых микроскопов с увеличением более 1000 х, оснащенных фазовым контрастом, окуляр-микрометром, цифровыми камерами и компьютерными программами обработки микроскопических изображений (в нашем случае — тринокулярный микроскоп Микмед-6, камера TourCam, программа Tour View 3.7.), делают светооптические и гистологические тестирования упомянутых микроспоридиозов, в том числе снятие промеров, микрофотографирование и изучение морфологических признаков развивающихся стадий и спор микроспоридий (*G.stephani*, *L.mugili* и *T.brevifilum*), достаточно точными (погрешность измерений менее 0,5 мкм) и надежными методами их диагностики.

Для более точной идентификации микроспоридий и микроспоридиозов может применяться трансмиссионная (просвечивающая) электронная микроскопия спор и стадий развития паразитов. Работы выполняют в лабораториях, имеющих необходимые технические условия для электронно-микроскопических тестирований [11]. Подготовка тканей рыб к исследованиям имеет стандартную последовательность действий, включающих фиксацию тканей, их обезвоживание, пропитывание тканей и монтирование блоков, изготовление срезов и их контрастирование [30]. Этот метод позволяет точно

определить количество петель полярной трубки в споре, уточнить расположение полярного диска, ультраструктурные признаки меро- и спорогонии, взаимоотношения паразита с клетками хозяина, что дает больше шансов идентифицировать возбудителя на видовом уровне. Просвечивающая (трансмиссионная) электронная микроскопия в отношении всех трех болезней является высоко чувствительным и достаточно специфичным методом их окончательной диагностики. При этом нужно учитывать, что сравнительно высокая трудоемкость, техническая сложность и дороговизна таких тестирований делает их неудобными для постановки предварительных диагнозов, а также для эпизоотического мониторинга этих болезней; для этих целей могут быть применены более простые методы.

Для молекулярной диагностики микроспориidioзов используют ПЦР к гену малой рибосомальной субъединицы рРНК с последующим секвенированием ПЦР продуктов [26, 27, 33]. Работы выполняют в лабораториях, подготовленных для молекулярно-генетических исследований [10, 12]. Нуклеотидная последовательность гена малой рибосомальной субъединицы рРНК для *G.stephani* указана в базе данных GenBank под номером AF056015 [20]; для *T.brevifilum* — под номером AF364303.1 [35]. Молекулярная диагностика *L.mugili* пока не разработана; нуклеотидные и иные последовательности для этой микроспориидии в GenBank не представлены [34]. ПЦР тестирование, секвенирование, а также использование ДНК-зондов [18] считаются более чувствительными методами диагностики микроспориidioзов, по сравнению с таковыми микроскопическими. Молекулярно-генетические методы способны обнаруживать генетические материалы возбудителей (*G.stephani* и *T.brevifilum*) в тканях инвазированных рыб, как на ранних, так и на поздних стадиях развития этих микроспориidioзов. Они могут успешно применяться для предварительной и для окончательной диагностики упомянутых болезней. Использование для ПЦР сборных проб, включающих патологические материалы от 5–10 и более рыб, а также возможность автоматизированной их обработки, делает такое тестирование удобными для целей эпизоотического мониторинга, в том числе для их скрининга (обнаружения ранних и скрытых инвазий). Секвенирование ПЦР продуктов, как и электронная микроскопия, из-за их сравнительной дороговизны и технической сложности могут применяться лишь в качестве дополнительных подтверждающих тестирований, особенно в тех случаях, если болезнь в хозяйстве (регионе) выявлена впервые и требуется однозначное установление ее возбудителя.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе охарактеризованы методы диагностики (тестирований) основных микроспориidioзов кефалевых и камбалообразных рыб, представляющих потенциальную угрозу для морского рыбоводства в Азово-Черноморском регионе, а также экспертно оценена их эффективность и применимость. Первоочередному контролю в этом регионе подлежат местные микроспориidioзы,

вызываемые *G.stephani* и *L.mugili*; тогда как контроль над микроспоридиями *T.brevifilum* должен быть направлен на недопущение их проникновения в новые акватории. Результаты наших исследований дают основания считать патологоанатомические и светооптические методы тестирования упомянутых микроспоридиозов достаточно чувствительными и специфичными, удобными в рутинной (клинической) ихтиопатологической практике. В то же время современные молекулярно-генетические их тестирования обладают лучшей чувствительностью и специфичностью; они пригодны для ранней и более точной их диагностики, а также для скрининга. Полученные результаты создают информационную основу для утверждения отечественных ветеринарных инструкций по контролю над микроспоридиозами морских рыб, позволяют рационально планировать затраты на диагностические и профилактические мероприятия в морских фермах, контролировать и прогнозировать эпизоотическую ситуацию в них и в морских акваториях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. — Л.: Наука, 1985.— 121 с.
2. Гаевская А.В. Паразиты и болезни рыб Черного и Азовского морей: I — морские, солоноватоводные и проходные рыбы. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012.— 380 с.
3. Килочицкий П.Я., Мальцев В.Н., Петрович Л.З. Микроспоридии (*Microsporidia*) рыб отряда *Pleuronectiformes* Азовского моря // Вестник зоологии.— 2007.— 41 (6). — С. 483–489.
4. Мальцев В.Н. О массовой гибели пиленгаса в Молочном лимане Азовского моря // Первый конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов. Астрахань, сентябрь 1997 г. — М.: Изд-во ВНИРО, 1997. — С. 380.
5. Мальцев В.Н. Паразитарные и инфекционные болезни дальневосточного пиленгаса в Азовском море // Матеріали науково-практичної конференції паразитологів. Національний аграрний університет, 3–5 листопада 1999 р., м. Київ. — Київ, 1999. — С. 104–107.
6. Мальцев В.Н. К вопросу о зараженности микроспоридиями (*Protozoa; Microsporea*) промысловых рыб Азовского и Черного морей // Паразитология и паразитарные системы морских организмов. Тезисы докладов Третьей всероссийской школы по морской биологии. г. Мурманск, 3–5 ноября 2004 г. — Мурманск, 2004. — С. 35–37.
7. Мальцев В.Н. Микроспоридиоз пиленгаса, вызываемый *Loma mugili* // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы VIII национальной научно-практической конференции с международным участием, Керчь, 4–6 октября 2023 г. / под ред. И.В. Поддубной; Вавиловский университет. — Саратов, 2023. — С. 113–130.
8. Мальцев В.Н. Микроспоридиоз камбал, вызываемый *Tetramicra brevipilum* // Труды АзНИИРХ: сб. науч. тр. Ростов н/Д., 2023. — Т. 4. — С. 94–101.
9. Мусселиус В.А., Ванягинский В.Ф., Вихман А.А. и др. Лабораторный практикум по болезням рыб. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.— 296 с.
10. Организация работы лабораторий, использующих методы амплификации нуклеиновых кислот при работе с материалом, содержащим микроорганизмы I–IV групп патогенности: Методические указания. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.— 51 с. (МУ 1.3.2569-09). [Электронный ресурс]. — URL: [https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=4801](https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4801) (дата обращения 18.06.2021).

11. Организация работы лабораторий, использующих методы электронной и атомно-силовой микроскопии при исследовании культур микроорганизмов I–IV групп патогенности: Методические указания. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013.— 20 с. (МУ 1.3.3103–13). [Электронный ресурс]. — URL: [https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php? ELEMENT\\_ID=4866](https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4866) (дата обращения 18.06.2021).
12. Правила проведения работ в диагностических лабораториях, использующих метод полимеразной цепной реакции (основные положения). Утверждены департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 27 января 1997 г. № 13–7–2/840. [Электронный ресурс]. — URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293738/4293738639.htm> (дата обращения 18.06.2021).
13. Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. — М.: Советская наука, 1957.— 467 с.
14. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Часть 1. — М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1998.— 310 с.
15. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Часть 2. — М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999.— 235 с.
16. Эпизоотическое состояние предприятий аквакультуры. — Текст: электронный // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный центр безопасности продукции водного промысла и аквакультуры». [Электронный ресурс]. — URL: <http://fishquality.ru/epizooticheskoe-sostoyanie-predpriyatij-akvakultury/> (дата обращения 31.01.2023)
17. Canning E.U., Lom J., Dykova I. The microsporidia of Vertebrates. Academic Press, London–Toronto, 1986.— 241 pp.
18. DNA probes for detection of the fish microsporidians *Microgemma caulleryi* and *Tetramicra brevifilum* / Leiro J., Siso M.I.G., Parama A., Ubeira F.M., Sanmartin M.L. // Parasitology.— 1999.— 119 (3). — P. 267–272.
19. Dyková I. Phylum microspora. In: Fish Diseases and Disorders, Vol. 1: Protozoan and Metazoan Infections. 2nd edition. Woo P.T.K., eds. — London, UK: CABI, 2006. — P. 205–229.
20. *Glugea stephani* small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence. National Library of Medicine. GenBank [Electronic resource]. — URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/3065734> (дата обращения: сентябрь 2023).
21. Grabda J. Marine fish parasitology: An outline. VCH Verlagsgesellschaft mbH. — Weinheim, 1991.— 306 pp.
22. Health management of turbot (*Scophthalmus maximus*). The PESCALEX project was funded with support from the LEONARDO da VINCI Programme of the European Commission (IRL/05/B/F/PP-153180, LLP/LdV/TOI/2008/IRL-509).— 22 pp. [Electronic resource]. — URL: <http://www.aqualex.org> › TURBOT › TurbotEN (дата обращения: апрель 2021)
23. Kinne O. (ed.) Diseases of marine animals. Vol. IV, Part 1. Introduction, Pisces.— 1984.— 541 pp.
24. Lom J. A catalogue of described genera and species of microsporidians parasitic in fish // Systematic Parasitology.— 2002. — Vol. 53.— № . 2. — P. 81–99.
25. Lom J., Dykova I. Protozoan parasites of fishes. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. — Elsevier Amsterdam — London–New York — Tokyo.— 1992.— 26.— 315 p.
26. Microsporidia: diverse, dynamic, and emergent pathogens in aquatic systems / Stentiford G.D., Feist S.W., Stone D.M., Bateman K.S., Dunn A.M. // Trends in parasitology.— 2013.— 29 (11). — P. 567–578.
27. Noga E.J. Fish diseases. Diagnosis and treatment. 2nd ed. — Wiley-Blackwell Publishing, 2010.— 519 p.

28. Noga E.J., Smith S.A., Ottesen O.H. Disease diagnosis and Treatment / Daniels H.V., Watanabe W.O. (eds). Practical Flatfish Culture and Stock Enhancement. — Blackwell Publishing, 2010. — P. 259–284.
29. Ovcharenko M. Microparasites of worldwide mullets // Annals of Parasitology.— 2015. — Vol. 61, iss. 4. — P. 229–239.
30. OIE — Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals (2019). [Electronic resource]. — URL.: <http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-manual/access-online/> (дата обращения 10.06.2021).
31. PCR detection of *Tetramicra brevifilum* (Microspora) infection in turbot (*Scophthalmus maximus* L.) musculature / Leiro J., Iglesias R., Parama A., Aragort W., Sanmartin M.L. // Parasitology.— 2002.— 124 (2). — P. 145–151.
32. Recent Advances with Fish Microsporidia / Schuster C.J., Sanders J.L., Couch C., Kent M.L. // Microsporidia: Current Advances in Biology. Cham: Springer International Publishing, 2022. — P. 285–317.
33. Smith S. A. (ed.). Fish Diseases and Medicine. — CRC Press, 2019.— 397 p.
34. Taxonomy browser of *Loma*. *Loma* is a genus of microsporidian in the family Glugeidae. National Library of Medicine. GenBank [Electronic resource]. — URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/?term=Loma> (дата обращения: сентябрь 2023)
35. *Tetramicra brevifilum* small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence. National Library of Medicine. GenBank [Electronic resource]. — URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/AF364303.1> (дата обращения: сентябрь 2023).

## **Рыбоводно-биологическая оценка показателей роста и массонакопления культивируемой форели (*Parasalmo mykiss* Walbaum, 1792) на озере Имандра и в губе Палкина Белого моря**

*К. С. Марков<sup>1</sup>, С. Б. Купинский<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ООО «Нордкап — марикультура»

<sup>2</sup> Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «АГТУ»

E-mail: kafvba@mail.ru

**Аннотации.** В работе представлен анализ рыбоводных показателей выращивания триплоидной форели в садках на озере Имандра и в губе Палкина Белого моря. Отмечены тенденции стабильного превышения породно-технологической константы скорости массонакопления ( $K_T=0,087$ ) у крупных рыб в условиях повышенной солености и на коротких отрезках времени.

**Ключевые слова:** форель, садки, соленость, скорость массонакопления.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Аквакультура является одной из самых быстро развивающихся отраслей рыбного хозяйства. В 2022 г. в мире был произведен рекордный объем её продукции — 122,6 млн тонн (ФАО, 2022). Перед рыбоводными предприятиями Российской Федерации поставлена задача увеличения доли аквакультуры в общем объеме рыбной продукции до 816 тыс. тонн к 2030 г. Значительную часть этой продукции планируется получить за счет собственного производства атлантического лосося и форели. С учетом объективных обстоятельств это увеличение должно осуществляться преимущественно за счет собственных ресурсов и усилий. Иными словами — с максимальным использованием природно-ресурсного потенциала регионов и объектов культивирования, а также с максимальной эффективностью в расходовании ресурсов. Применительно к рыбоводству это требует не только увеличения числа вовлекаемых в рыбохозяйственное использование водоемов и масштаба культивирования ценных видов рыб, но максимально возможной реализации продукционных возможностей объектов рыбоводства — водоемов и рыбы.

Кольский полуостров в силу особенностей географического положения и климата располагает значительным потенциалом для выращивания лососевых рыб и увеличения объемов выпуска продукции. Имеет место рост интереса к данному направлению аквакультуры. С 2016 г. число рыбоводных предприятий различных форм собственности выросло в регионе с 13 до 29, а число используемых рыбоводных участков — до 75. Одним из наиболее

перспективных районов для товарного выращивания форели и других холодноводных видов рыб в садках является прибрежная зона Белого моря. Помимо сравнительно невысоких капитальных и эксплуатационных затрат, высокого выхода товарной продукции в течение одного вегетационного периода, достоинством такого выращивания является высокий темп роста рыб и качество (размер) товарной продукции.

Целью исследования являлась сравнительная оценка количественных показателей роста форели, в том числе по показателю скорости массонакопления, в различных условиях.

## **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Использовались методы непосредственного измерения рыб из контрольных выборок с последующим расчетом разных количественных показателей роста и оценкой уровня наблюдаемого роста по показателю скорости массонакопления.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В настоящее время радужная форель является практически единственным объектом, культивирование которого на севере России проводится в промышленном масштабе. Биотехника выращивания форели во всех типах хозяйств разработана давно и детально. Однако во многих случаях, в силу объективных или субъективных причин, производственные возможности форели на практике реализуются не полностью, а расходование ресурсов на ее выращивание менее эффективно, чем могло быть. Чаще всего это связано с отсутствием надежных представлений о потенциальных возможностях роста форели, а также отработанной системы контроля за оптимальным соотношением возможного роста рыб и состоянием среды обитания, включая режим кормления объекта выращивания.

Знание потенциальных возможностей объекта выращивания позволяет прогнозировать рост рыбы на перспективу, точнее планировать объем необходимых кормовых ресурсов, динамику их использования. В сочетании со своевременно полученной информацией о текущей ситуации — корректировать производственный процесс.

Рост рыб, в том числе форели, характеризуется высокой изменчивостью. В числе внешних факторов, её определяющих: — температура, кормовая обеспеченность, содержание кислорода, соленость. Дополнительную изменчивость вносит характер изменения рыбы в онтогенезе, в том числе — размер рыбы. Сложный характер роста вызвал к жизни использование большого числа количественных показателей. Однако большинство традиционных показателей не являются стабильными в онтогенезе. В том числе — на уровне предельных показателей. В рыбоводной литературе это отражено в так называемом основном законе роста рыб, а именно — в констатации снижения относительных показателей роста рыб по мере увеличения их размеров в он-

тогенезе. Подобная изменчивость затрудняет сравнительную оценку роста и его прогнозирование на базе классических показателей роста.

Между тем, достаточно давно предложенный показатель общего продукционного коэффициента скорости массонакопления —  $K_m$  (1), входящий в структуру стандартной модели массонакопления, на уровне своих предельных значений ( $K_g$ ) в ювенальный период жизни рыб обладает надежно подтвержденной стабильностью.

$$K_m = K_g K_{\varepsilon} = (M_k^{0,333} - M_0^{0,333}) 3/\Delta t, \quad (1)$$

где  $M_k$  и  $M_0$  — масса конечная и начальная (г/шт.);  $\Delta t$  — время выращивания (сутки);  $K_g$  и  $K_{\varepsilon}$  — генетический (породно-технологический) и экологический коэффициенты.

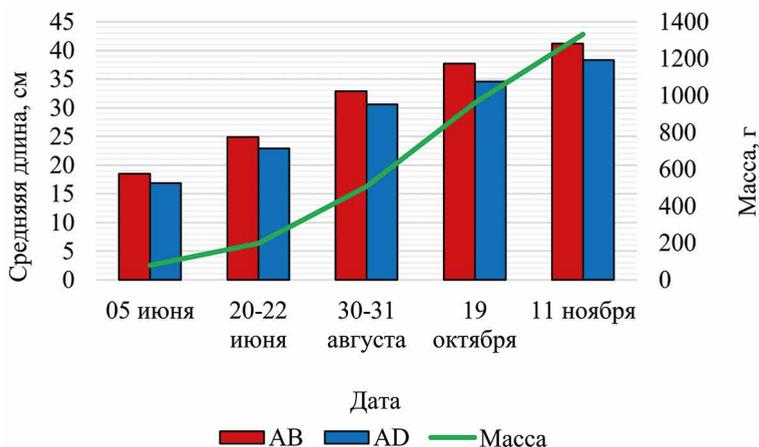
Значения генетического коэффициента, характеризующего предельные показатели скорости массонакопления при оптимальном сочетании факторов внешней среды ( $K_{\varepsilon} = 1$ ), были определены для целого ряда культивируемых рыб. В том числе — для радужной форели на уровне  $K_g = 0,087$  [1]. Метод определения — статистическая обработка больших массивов экспериментальных и опытных данных на последовательных этапах онтогенеза с отсечением заведомо ошибочных и редко наблюдаемых значений. За таковые принимались значения, превышающие среднюю величину  $K_m$  массива данных плюс две сигмы. На всем протяжении ювенального периода эти значения оказались весьма устойчивыми. На основе полученных значений определялась предварительная величина  $K_g$  для всего ювенального периода форели. Соответствие этих предварительных значений  $K_g$  реальным ростовым возможностям форели, а также природным закономерностям, показывает практика использования установленных показателей  $K_g$  в сочетании с видовыми значениями функции продуктивного действия температуры форели (привязаны к оптимуму температуры 18°C) и подчинение динамики показателей  $K_g$  теплолюбивых и холодноводных видов рыб правилу Вант-Гоффа Аррениуса [1].

Однако все вышесказанное не исключает проведение работ по уточнению значений предельной скорости массонакопления рыб. Дело в том, что установленные в настоящее время значения генетического коэффициента, в частности для форели на уровне  $K_g = 0,087$ , на методическом уровне изначально определялись более жестко, чем это принято для отсечения заведомо ошибочных значений. Таковых «отсеченных» значений (в диапазоне от  $K_m = 0,112$  до  $K_m = 0,140$ ) в массиве подвергнутых статистической обработке данных по росту форели оказалось порядка 3–4%. Все они были получены в садках и бассейнах на теплых водах ТЭЦ, в пресных водах, для относительно небольших по размерам рыб.

Между тем, в последние годы наблюдается размещение больших объемов выращиваемой форели на морских акваториях. Одной из причин этого является не только недостаток в определенных регионах мира пригодной для выращивания форели пресной воды и необходимость концентрации произ-

водства, но и более высокий, чем в пресной воде темп роста радужной форели. Однако степень этого увеличения в сравнении с показателями породно-технологической константы скорости массонакопления форели для пресной воды ( $K_r=0,087$ ) до сего времени не была подтверждена достаточно большим массивом экспериментальных и производственных показателей и окончательно формализована. Отчасти по причинам производственной конкуренции рыбоводных предприятий.

Анализ производственных данных по выращиванию триплоидной форели на рыбоводном хозяйстве ООО «Норвежские АКВА Технологии» в сетчатых садках, размещенных в зоне влияния пресных теплых вод Кольской АЭС в губе Молочная Имандровского водохранилища и в губе Палкина Кандалакшского залива Белого моря подтвердил факт более высокого роста форели в соленой воде. На рис. 1 представлены отдельные данные из контрольных обловов по выращиванию форели из ООО «Арктик Салмон» в губе Палкина Белого моря.



**Рис. 1.** Динамика размеров радужной форели в губе Палкина Белого моря при солёности 12–24 ‰ и температуре в середине сезона до 18–20 °С.

Расчет значений  $K_m$  показал, что скорость массонакопления рыб в течение сезона менялась следующим образом:  $K_m=0,289$  (за 16 дней),  $K_m = 0,092$  (за 70 дней),  $K_m = 0,114$  за 50 дней),  $K_m = 0,155$  (за 22 дня). Для других групп форели, преимущественно из Республики Карелия, значения скорости массонакопления в середине лета были зафиксированы на уровне  $K_m = 0,064$  (за 28 дней),  $K_m = 0,126$  (за 51 день),  $K_m = 0,132$  (за 40 дней).

Среднее из зафиксированных значений  $K_m$  составляет величину 0,138. Это на 59% больше предварительно установленного значения  $K_g$  для форели, выращиваемой в пресных водах. Проведенное весной 2023 г. прямое сравнение роста двух групп форели одного происхождения в пресной и соленой воде

также подтвердило превосходство роста рыб в соленой воде. За 28 дней от форели начальной массой 970 г/шт. были получены рыбы массой от 1341 в пресной воде до 1410 г/шт. в соленой ( $K_m = 0,120$  и  $K_m = 0,141$  соответственно).

## ВЫВОДЫ

Проведенный сравнительный анализ роста форели в производственных условиях ее садкового выращивания в Мурманской области на базе рыбоводного хозяйства ООО «Норвежские АКВА Технологии» показал, что:

1. Скорость массонакопления форели в соленой воде стабильно выше, чем в пресной, и для всего сезона составляет  $K_m = 0,132$ . Уровень превышения ранее установленного значения породно-технологической константы для форели в пресной воде составляет 59%.

2. Самые высокие значения  $K_m$  (выше  $K_m = 0,2$ ) отмечаются на относительно коротких отрезках времени. Требуют анализа с точки зрения возможной колебательности предельных значений скорости массонакопления и дополнительных усилий по повышению степени надежности исходных данных.

3. Отмечена тенденция к повышению стабильности высоких скоростей массонакопления у форели более крупных размеров по сравнению с мелкими, особенно в соленой воде.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Купинский С.Б. Продукционные возможности рыбохозяйственных водоемов и объектов рыбоводства: Учебное пособие. — СПб.: Изд-во «Лань», 2019.— 232с.

## **Инструмент для повышения точности определения возраста рыб (на примере тихоокеанских лососей)**

*С.Л. Марченко<sup>1</sup>, Е.В. Подорожнюк<sup>2</sup>, Е.А. Кириллова<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

<sup>3</sup> Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: slm@vniro.ru

**Аннотация.** В настоящем исследовании предложен инструментарий, позволяющий специалистам повысить точность определения возраста рыб за счет автоматизации тотального определения темпа их роста. Кроме того, предложенный подход позволяет приступить к формированию библиотек данных, к которым исследователи могут возвращаться при необходимости уточнения информации, связанной как с возрастом, так и со структурой чешуи рыб.

**Ключевые слова:** возраст, макрос, VBA, горбуша, сима.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Определение возраста относится к ключевым этапам фундаментальных и прикладных ихтиологических исследований. В частности, возрастной состав — базовая составляющая промысловых прогнозов численности тихоокеанских лососей *Oncorhynchus*, что требует оперативной работы с массовым материалом. Традиционно, для определения возраста у этой группы рыб используют чешую.

Чешуя растет за счет формирования фибриллярных пластинок (склеритов) друг под другом, и скорость их образования — величина постоянная. Изменения темпа роста прослеживаются через формирования на чешуе зон широких и сближенных склеритов. Считается, что первые отражают высокий темп роста в теплый период года, а вторые — образуются в зимний период, когда темп роста замедляется, а вместе они формируют годовую зону. В то же время, на темп роста влияют не только сезонные изменения термического режима водных объектов, но и физиологические состояние рыб в различные периоды жизненного цикла (например, в период полового созревания и нереста), трофические условия (доступность и качество кормовых объектов), смена среды обитания. Как следствие, на чешуе могут закладываться дополнительные зоны широких и сближенных склеритов [Марченко, Кунгурова, 2004]. Их учет в качестве годовых зон приводит к искажению возрастного состава, а в последующем — к неверным оценкам динамики естественных и искусственных стад рыб.

Умение отличить истинные годовые кольца от дополнительных обусловлено опытом исследователей, их знанием биологии и экологии объекта. Повышению точности определения возраста способствует привлечение к исследованию одних и тех же образцов разных операторов и совершенствование применяемых инструментов, в том числе, анализ оцифрованного изображения (фотографий) чешуи. Помимо этого, для увеличения достоверности определения возраста целесообразен расчет темпа роста рыб. Как правило эта процедура не имеет широкого применения и используется только при выполнении специализированных, тематических исследований. Традиционно для этого используют окуляр-микrometer бинокулярного микроскопа, а измеренные расстояния заносят в соответствующий журнал, и затем пересчитывают, например, по формуле Э. Леа (прямой пропорциональности роста рыбы и чешуи). Недостаток этого метода заключается в малой доступности результатов для проверки другими операторами, что обусловлено сложностями в передаче образцов.

Целью настоящей работы является представление инструмента для массового определения возраста рыб и повышения его точности за счет автоматизации процедуры расчета темпа роста рыб.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для настоящего исследования стала чешуя горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* р. Ола (Магаданская область), собранная в ходе мониторинговых исследований, и симы *O. masou* бассейна р. Амур (Хабаровский край), полученная при выполнении работ по оценке ННН-промысла по запросам правоохранительных органов.

Очищенную и не имеющую повреждений чешую горбуши и симы фотографировали в проходящем свете под стереоскопическим микроскопом МБС-10 (АО «Лыткаринский завод оптического стекла» (АО «ЛЗОС»), Россия) при 56- и 16-кратном увеличении, соответственно.

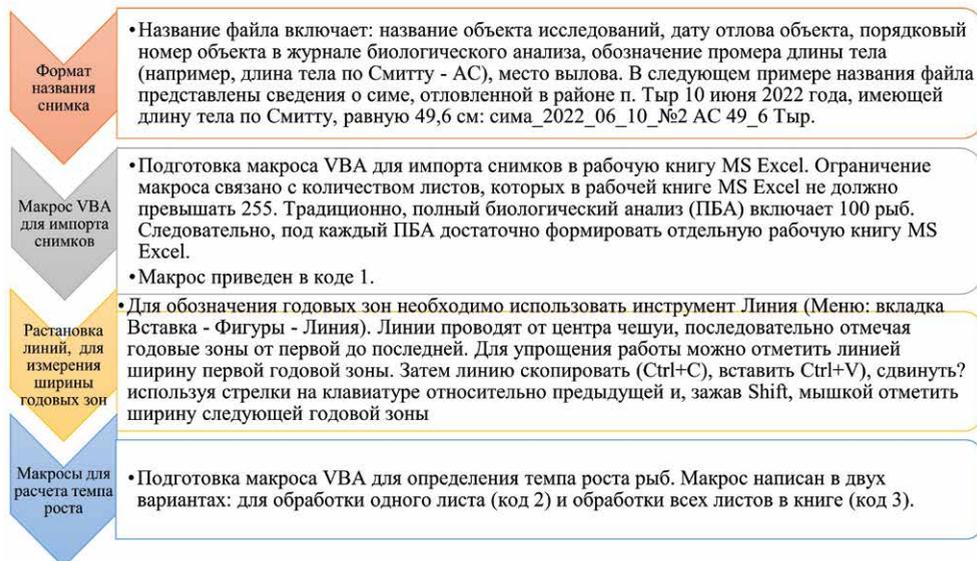
Автоматизация расчета темпа роста рыб выполнена в MS Excel при помощи Visual Basic For Application (VBA). Темп роста рассчитан по формуле обратной пропорциональности с учётом длины, при которой у молоди тихоокеанских лососей закладывается базальная пластинка — 4 см [Марченко, Кунгурова, 2004; Марченко, 2022]:

$$l_i = \frac{L_0 r_i}{R_0} + c,$$

где  $l_i$  — расчетная длина тела по Смитту;  $L_0$  — конечная длина тела по Смитту;  $r_i$  — радиус чешуи, для которого рассчитывается длина;  $R_0$  — радиус чешуйной пластинки;  $c$  —длина молоди, при которой у нее закладывается базальная пластинка чешуи.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе оптимизации определения возраста рыб была подготовлена схема расчета темпа роста, и в соответствии с ней подготовлены макросы на VBA:



### Код 1. Макрос для импорта снимков в рабочую книгу

```
Sub Import_pictures
```

```
'=====
'Автор: Сергей Л. Марченко
'=====
Dim crFileNameXLS As Workbook, sheet As Worksheet
Dim r As Range, rSel As Range
Dim oDraw, iShape As Shape, oPic As Object
Dim sFolder As String, sFiles As String, siFiles As String
Dim i As Long, cntFiles As Long, iFiles As Long
On Error Resume Next
With Application
    .ScreenUpdating = False ' выключаем обновление экрана
    .Calculation = xlCalculationManual ' выключаем пересчет формул
    .EnableEvents = False
    .DisplayAlerts = False ' выключаем всплывающие сообщения
End With
```

```

'определяем книгу для сбора данных
Set crFileNameXLS = ActiveWorkbook
cntFiles = 0 'общее количество файлов
iFiles = 0 'номер текущего обрабатываемого файла
'диалог запроса выбора папки с файлами
With Application.FileDialog(msoFileDialogFolderPicker)
    .InitialFileName = Environ$(«USERPROFILE») & «\Documents\»
'назначаем папку отображения по умолчанию
If .Show = False Then Exit Sub
sFolder = .SelectedItems(1) & «\»
End With
'переходим на первый лист
Worksheets(1).Activate
'считаем количество нужных файлов в папке
sFiles = Dir(sFolder & «*.jpg»)
'определяем место вставки снимка
Set r = Cells(1, 1)
'добавляем снимки на листы
Do While sFiles <> «»
    'проверяем наличие листа. Удаляем дублирующий лист
    For i = 1 To Worksheets.Count
        With Application
            .EnableEvents = False
            If Worksheets(i).name = sFiles Then Worksheets(s-
Files).Delete
            .EnableEvents = True
        End With
    Next i
    'добавляем лист и в ячейке 01 указываем имя файла
    Set sheet = ActiveWorkbook.Sheets.add(After:=ActiveWork-
book.Worksheets(ActiveWorkbook.Worksheets.Count))
    Range(«01»).Value = sFiles
    'добавляем рисунок на лист
    With ActiveSheet.Shapes.AddPicture(sFolder & sFiles, 0,
1, 0, 0, 0, 0)
        .Left = r.Left

```

```

        .Top = r.Top
        .Width = r.Width
        .Height = r.Height
    End With
'очищаем память
    Set r = Nothing: Set oPic = Nothing
'выделяем рисунок
    Set rSel = ActiveWindow.RangeSelection
    For Each oDraw In ActiveSheet.DrawingObjects.ShapeRange
        If Not Intersect(Range(oDraw.TopLeftCell, oDraw.BottomRightCell), rSel) Is Nothing Then oDraw.Select (False)
    Next
'изменяем размер рисунка
'сбрасываем размеры рисунка до оригинальных
    For Each iShape In ActiveSheet.Shapes
        With iShape
            .ScaleHeight 1#, True, msoScaleFromTopLeft
            .ScaleWidth 1#, True, msoScaleFromTopLeft
        End With
    Next
'устанавливаем размеры рисунка
    With Selection.ShapeRange
        .LockAspectRatio = msoTrue
        .Height = 481.8897637795 'высота 17 см: 481.8897637795
        / 28.3464566929134 = 17 см
    End With
'вырезаем рисунок и вставляем его как EMF (необходимо для
уменьшения размера файла)
    Selection.Cut
    ActiveSheet.PasteSpecial Format:=4, link:=False, DisplayAsIcon:=False
'информируем пользователя о ходе импорта снимков
    iFiles = iFiles + 1
    i = i + 1
    With Application
        .EnableEvents = True
    End With

```

```

        .ScreenUpdating = True ' включаем обновление экрана
        .StatusBar = "Добавлены: " & iFiles & " из " & cnt-
Files & " файлов"
        .ScreenUpdating = False ' отключаем обновление экрана
        .EnableEvents = False
    End With
    sFiles = Dir
Loop
With Application
    .ScreenUpdating = True ' включаем обновление экрана
    .Calculation = xlCalculationAutomatic ' включаем пересчет
        формул
    .EnableEvents = True
    .DisplayAlerts = True ' включаем всплывающие сообщения
    .StatusBar = False ' очищаем строку статуса
End With
End Sub

```

**Код 2.** Макрос для расчета темпа роста рыб на одном листе рабочей книги MS Excel

```

Sub Length_year_zones()
'=====
'Автор: Сергей Л. Марченко
'=====
    Dim sha As Shape
    Dim W2 As Double, H2 As Double, Length As Double, Length_const
As Double
    'указываем длину молоди (AC), при которой у нее закладывается чешуя
    Length_const = 4
    'подписываем поля
    Range(«R1:S1»).Value = Array(«Название листа», «Расстояние от цен-
тра чешуи, см»)
    'работаем с линиями
    For Each sha In ActiveSheet.Shapes
        If sha.Type = 9 Then

```

```

sha.Select
    With Selection.ShapeRange.Line
        .Weight = 1.5 'при необходимости здесь мож-
но изменить толщину линии
        .ForeColor.RGB = RGB(255, 0, 0) 'при необходи-
мости здесь можно изменить цвет линии
    End With
    'расчитываем длину линии
    W2 = (sha.Width / 28.3464566929134) ^ 2
    H2 = (sha.Height / 28.3464566929134) ^ 2
    Length = Round((W2 + H2) ^ 0.5, 2)
    'заносим результаты отбора в диапазон ячеек в полях R:S
    Range("R" & Application.CountA(Range("R:R")) + 1 &
":S" & Application.CountA(Range("R:R")) + 1).Value = Array(ActiveSheet.
name, Length)
    End If
Next sha
'добавляем расчеты темпа роста
Range("T1").FormulaR1C1 = "=VALUE(SUBSTITUTE(LEFT(RIGHT(RC[-5],
LEN(RC[-5])-FIND("AC",RC[-5])-2),FIND(" ",RIGHT(RC[-5],LEN(RC[-5])-FIND(
"AC",RC[-5])-2))-1),"_",""))"
    With Range("T2")
        .FormulaR1C1 = "=ROUND(R1C20/MAX(C[-1])*RC[-1],1)+" & Length_
const
        .Copy Destination:=Range("T2:T" & Application.Coun-
tA(Range("R:R")) - 1)
    End With
    Range("T" & Application.CountA(Range("R:R"))).FormulaR1C1 =
"=ROUND(R1C20/MAX(C[-1])*RC[-1],1)"

    With Range("T1:T" & Application.CountA(Range("R:R")))
        .Copy
        .PasteSpecial Paste:=xlPasteValues
    End With
    Application.CutCopyMode = False
    Range("T1") = "Темп роста, см"
'оформляем

```

```

Columns("R:T").EntireColumn.AutoFit
Range("R1:T" & Application.CountA(Range("R:R"))).Select
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlCenter
    .VerticalAlignment = xlBottom
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = False
End With
Range("R1").Select
End Sub

```

**Код 3.** Макрос для расчета темпа роста рыб на всех листах рабочей книги MS Excel

```

Sub Length_year_zones_cycle()
'=====
'Автор: Сергей Л. Марченко
'=====
    Dim sha As Shape
    Dim W2 As Double, H2 As Double, Length As Double, Length_const
As Double
    Dim sht As Long, cnt_Sheets As Long
    'указываем длину молоди (AC), при которой у нее закладывается чешуя
    Length_const = 4
    cnt_Sheets = ActiveWorkbook.Worksheets.Count
    For sht = 2 To cnt_Sheets
        Worksheets(sht).Activate
    'подписываем поля
        Range("R1:S1").Value = Array("Название листа", "Расстояние от центра чешуи, см")
    'работаем с линиями

```

```

For Each sha In ActiveSheet.Shapes
    If sha.Type = 9 Then
        sha.Select
            With Selection.ShapeRange.Line
                .Weight = 1.5      'при необходимости здесь мож-
но изменить толщину линии
                .ForeColor.RGB = RGB(255, 0, 0) 'при необходи-
мости здесь можно изменить цвет линии
            End With
            'рассчитываем длину линии
            W2 = (sha.Width / 28.3464566929134) ^ 2
            H2 = (sha.Height / 28.3464566929134) ^ 2
            Length = Round((W2 + H2) ^ 0.5, 2)
            'заносим результаты отбора в диапазон ячеек в полях R:S
            Range("R" & Application.CountA(Range("R:R")) + 1 &
":S" & Application.CountA(Range("R:R")) + 1).Value = Array(ActiveSheet.
name, Length)
        End If
    Next sha
    'добавляем расчеты темпа роста
    Range("T1").FormulaR1C1 = "=VALUE(SUBSTITUTE(LEFT(RIGHT(RC[-5],
LEN(RC[-5])-FIND("AC",RC[-5])-2),FIND(" ",RIGHT(RC[-5],LEN(RC[-5])-FIND(
"AC",RC[-5])-2))-1),"_","",""))"
    With Range("T2")
        .FormulaR1C1 = "=ROUND(R1C20/MAX(C[-1])*RC[-1],1)+" & Length_
const
        .Copy Destination:=Range("T2:T" & Application.Coun-
tA(Range("R:R")) - 1)
    End With
    Range("T" & Application.CountA(Range("R:R"))).FormulaR1C1 =
"=ROUND(R1C20/MAX(C[-1])*RC[-1],1)"
    With Range("T1:T" & Application.CountA(Range("R:R")))
        .Copy
        .PasteSpecial Paste:=xlPasteValues
    End With
    Application.CutCopyMode = False
    Range("T1") = "Темп роста, см"

```

```

'оформляем
Columns("R:T").EntireColumn.AutoFit
Range("R1:T" & Application.CountA(Range("R:R"))).Select
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlCenter
    .VerticalAlignment = xlBottom
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = False
End With
Range("R1").Select
Next sht
End Sub

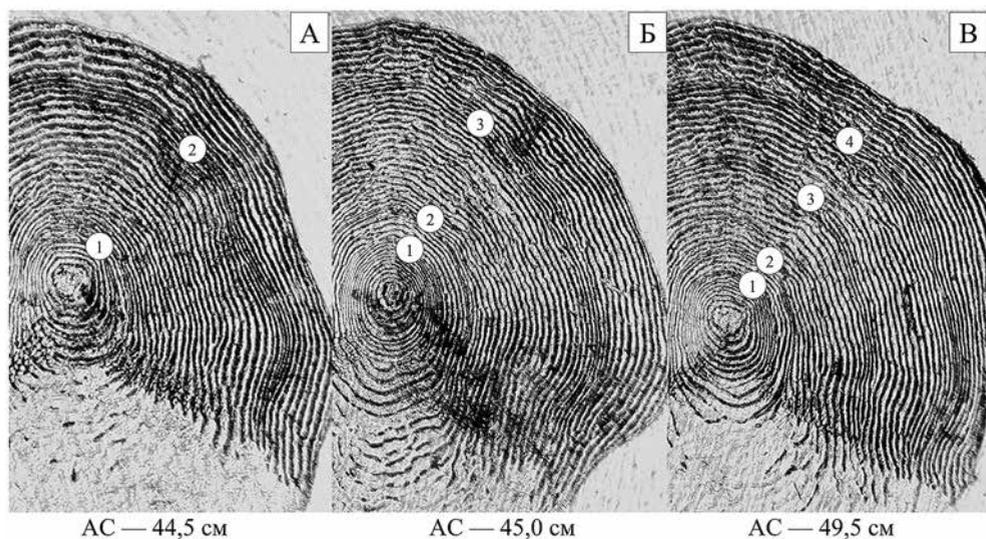
```

Макросы размещают в стандартном модуле VBA и при необходимости вызывают через Меню (вкладка Разработчик, пункт меню Макросы) или через сочетание клавиш Alt+F8.

Представленный инструмент позволяет быстро собрать снимки чешуи в рабочую книгу MS Excel, и, после обозначения годовых зон линиями, оперативно рассчитать темп роста рыб. Последнее позволяет сразу оценить точность определения возраста. Например, практически вся горбуша созревает в возрасте 1+. Тем не менее, на ее чешуе может быть до трех зон сближенных склеритов, две из которых являются дополнительными, и закладываются при средней длине тела 15,0 и 44,2 см, то есть вскоре после откочевки горбуши из морского побережья и в начале преданадромной миграции. Истинная годовая зона на ее чешуе формируется при достижении рыбами в среднем 33,7 см [Марченко, Кунгурова, 2004]. В настоящее время возраст горбуши не определяют, и возвращаются к его оценке в редких случаях, связанных с поимкой очень мелких (0+) или, наоборот, очень крупных (2+) производителей [Иванов и др., 1996; Точилина, Смирнов, 2015].

В отличие от горбуши, определение возраста симы является обязательной составляющей ее исследований. На рис. 1 представлена чешуя трех особей симы в возрасте 1.1+.

На чешуе особи длиной 44,5 см (рис. 1А) добавочные зоны отсутствуют. За пресноводный период жизни ( ) она достигла 12,7 см, а за первый год жизни



**Рис. 1.** Структура чешуи производителей симы типично проходной жизненной формы. Примечание: арабскими цифрами в кругах обозначены зоны сближенных склеритов

в море ( ) — 38,7 см. Устойчивость молоди симы к морской воде с соленостью 31,8‰ формируется при длине тела по Смитту не менее 11 см [Kubo, 1983]. Обратное расчисление темпа роста данной особи показало, что она мигрировала в море достигнув длины тела, превышающую пороговую на 1,7 см и, соответственно, имела высокие шансы для успешной смены среды обитания. За морской период жизни на чешуе особи сформировались 33 склерита. Учитывая, что молодь симы скатывается в июне, а особь была отловлена 30 июня, ее морской период жизни составил около одного года. В таком случае, за месяц закладывалось 2,75 склеритов, а зона сближенных склеритов в морской период жизни сформировалась в январе — начале февраля.

На чешуе особи длиной 45,0 см (рис. 1Б) представлены три, а на чешуе особи длиной 49,5 см (рис. 1В) — четыре зоны сближенных склеритов. Первая зона на чешуе обеих особей является завершением первого года пресноводного периода жизни, за который рыбы достигли 12,5 и 12,2 см, соответственно.

При завершении закладки второй зоны сближенных склеритов особь длиной 45,0 см (рис. 1Б) достигла 17,9, особь длиной 49,5 см (рис. 1В) — 15,6 см. При переходе из пресных вод в морские темп роста всех тихоокеанских лососей существенно возрастает. Поэтому маловероятно, что годовой прирост рыб составил незначительные 5,4 и 3,4 см, соответственно. Причиной формирования этой зоны, по-видимому, стал переход рыб в открытые воды Охотского моря из Амурского лимана, в котором молодь симы нагуливается с июня до августа (возможно — до сентября) [Новомодный, 2003], а сама зона — дополнительная. Таковой же является третья зона сближенных склеритов на чешуе особи длиной 49,5 см (рис. 1В), сформировавшаяся к началу декабря.

Последняя зона сближенных склеритов на чешуе рыб длиной 45,0 см (рис. 1Б) и 49,5 см (рис. 1В) — годовая. Она была сформирована в марте.

Несомненно, можно предположить, что особь длиной 49,5 см (рис. 1В) нагуливалась в море два года. В таком случае, в морской период жизни вторая зона сближенных склеритов на ее чешуе должна была сформироваться в июне, а третья — в декабре следующего года. Но такое развитие событий, на наш взгляд, маловероятно.

## ВЫВОДЫ

Подготовленные макросы VBA, несомненно, положительно скажутся на точности определения возраста, в том числе за счет тотального расчета темпа роста рыб. Кроме того, предложенный подход позволяет приступить к формированию библиотек данных, к которым в отличие от стеклянных и целлулоидных препаратов исследователи могут оперативно возвращаться при необходимости уточнения той или иной информации, связанной как с возрастом, так и со структурой чешуи рыб.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов О.А. 1996. Случай поимки двухгодовиков горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в море зимой 1994–1995 гг. // Вопросы ихтиологии. Т. 36. № 5. С. 716–720.
2. Марченко С.Л. 2022. Нерка *Oncorhynchus nerka* (Salmoniformes, Salmonidae) материкового побережья Охотского моря // Вопросы рыболовства. Т. 23, № 2. С. 102–121.
3. Марченко С.Л., Кунгурова Т.Н. 2004. Фенотипы чешуи горбуши северного побережья Охотского моря // Сб. научных трудов МагаданНИРО. Вып. 2. С. 318–325.
4. Новомодный Г.В. 2003. О направлениях миграций лососей рода *Oncorhynchus* в Амурском лимане // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 2. С. 484–499.
5. Точилина Т.Г., Смирнов Б.П. 2015. Половозрелые сеголетки горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в прибрежных водах о. Итуруп (южные Курильские острова) // Труды ВНИРО. Т. 158. С. 136–142.
6. Kubo T. 1983. Growth-rate and smolting-rate of anadromous “masu” salmon (*Oncorhynchus masou*) juveniles under artificial conditions // Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery. № 37. P. 23–39.

## **Результаты методических работ на Бормашовом озере по выбору оптимальных орудий учета *Gammarus lacustris* для оценки его запасов**

*Д. В. Матафонов*

Байкальский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («БайкалНИРО»)

E-mail: dimataf@yandex.ru

**Аннотация.** Проведены исследования плотности и биомассы *Gammarus lacustris* в глубинной зоне бормашового озера с помощью разных орудий количественного учета: планктонной сети, прибора количественного учета гаммарид (КУГ) и дночерпателя. Получены данные, что в июне, сентябре и октябре плотность и биомасса *G. lacustris*, учтенные прибором КУГ выше, чем планктонной сетью, а также дночерпателем. В июле и августе плотность и биомасса *G. lacustris* по прибору КУГ оказались меньше, чем по планктонной сети, что может быть связано с большей активностью гаммарид в этот период года в приповерхностных слоях пелагиали и особенностями захвата гаммарид планктонной сетью.

**Ключевые слова:** количественный учет гаммарид, планктонная сеть, прибор КУГ, дночерпатель, сравнение данных.

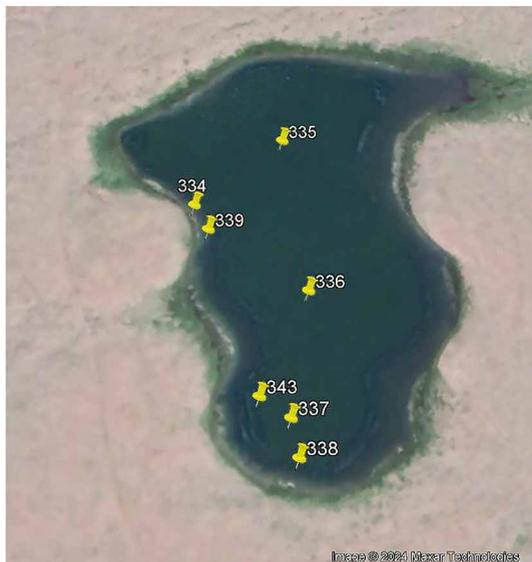
### **ВВЕДЕНИЕ**

Учет водных беспозвоночных для оценки запасов представляет известную проблему с точки зрения достоверности получаемых материалов. Разнообразие водоемов, условий обитания промысловых беспозвоночных, реакций организмов на условия среды, в том числе особенностями биологии и поведения накладывают требования к орудиям количественного лова, учет которыми не всегда отражает актуальное распределение организмов в водоеме. Гаммариды относятся к известным промысловым животным, объемы их вылова в России достигают величин 3000 тонн, поэтому требования к достоверности их учета постоянно растут. Из орудий лова для учета гаммарид в толще воды в основном применяются планктонные сети, для учета на грунте — дночерпатели. На водоемах Забайкалья и Прибайкалья получил развитие научный лов гаммарид с помощью прибора для их количественного учета (КУГ), которым захватываются особи как в толще воды, так и на грунте [1, 2]. Однако его использование с целью оценки промысловых запасов гаммарид до настоящего времени в этом регионе не производилось.

Целью настоящей работы было выполнить параллельные количественные сборы гаммарид разными орудиями лова и сравнить полученные результаты.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для работы послужили исследования, выполненные с июня по октябрь 2023 г. (5 июня, 5 июля, 9 августа, 14 сентября, 11 октября) на шести



**Рис. 1.** Карта-схема расположения исследовательских станций на озере Бормашовое

мониторинговых станциях, охватывающих все основные биотопы озера без установленного названия: глубинную зону (3 станции) и мелководную часть акватории (3 станции) (рис. 1). Переход от зоны мелководья к глубинной зоне (свал) в озере отчетливо выражен, поэтому расположение станций в достаточной мере характеризует обе зоны озера и всё озеро в целом. Изучаемый водный объект (N 52,4034°, E 110,6190°; район с. Поперечное Еравнинского района Республики Бурятия) не внесён в водохозяйственный реестр, поэтому в работе используется условное название «озеро Бормашовое».

Максимальная глубина в озере зарегистрирована у восточного берега — около 3,9 м.



**Рис. 2.** Прибор для количественного учета гаммарид (КУГ)

Пробы в однократной повторности в глубинной зоне брали параллельно с помощью прибора для количественного учёта гаммарид (КУГ, площадь захвата 0,09 м<sup>2</sup>) (рис. 2) и планктонной сети Джели (диаметр 0,18 м), которой облавливали весь слой воды от грунта до поверхности, а также (в октябре) с помощью дночерпателя Ван-Вина (площадь 0,025 м<sup>2</sup>). В мелководной зоне учет вели с использованием прибора КУГ (на глубинах 0,5–0,7 м с зарослями водных растений) и дночерпателя (на урезе воды, до 0,1 м) только с целью получения данных о динамике количественных показателей *G. lacustris* в этой зоне. Все пробы промывали через мельничное газ-сито № 24. В лаборатории просчитывали количество особей *G. lacustris* в каждой пробе, их общий вес и средний вес одной особи, который получали как част-

ное от общего веса особей к их плотности. Полученные данные позволяют оценить работу приборов для целей количественного учёта *G. lacustris* в вегетационный период 2023 г.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенного исследования были получены данные, которые демонстрируют имеющиеся различия в учете количественных показателей *G. lacustris* разными приборами (КУГ и сеть Джели, а также дночерпатель). При этом вектор наблюдаемых различий в данных, полученных разными приборами, кардинально меняется во временной динамике (табл. 1, 2).

Так, в начальный период выполнения работ (первая декада июня) наблюдается превышение количественных показателей, полученных с применением прибора КУГ, над показателями по сети Джели: плотности — в 2,3–6 раза, биомассы — 1,3–3,3 раза. В июле наоборот учет с помощью планктонной сети в целом дает более высокие результаты, чем прибором КУГ: плотности — в 0,9–2 раза, биомассы — 1,2–2,6 раза. Такая же ситуация сохраняется и в августе, когда плотность популяции по сети Джели превышает данные по КУГу в 1,4–4,5 раза, а биомасса — в 1,3–4,5 раза. В сентябре вновь учет

**Таблица 1.** Численность (экз./м<sup>2</sup>) *G. lacustris* в оз. Бормашовое по данным разных орудий лова в июне-октябре 2023 г.

Станция	Месяц										
	июнь		июль		август		сентябрь		октябрь		
	КУГ	СДж	КУГ	СДж	КУГ	СДж	КУГ	СДж	КУГ	СДж	Дн
335-1	2600	432	1522	3027	2967	4089	2600	1415	3456	511	1240
335-2	–	–	–	–	1867	3892	–	–	3200	–	–
335-3	–	–	–	–	1744	3539	–	–	–	–	–
336-1	1622	708	1500	2634	1111	4168	2222	865	5533	904	2280
336-2	–	–	–	–	1200	3145	–	–	–	–	–
336-3	–	–	–	–	944	4246	–	–	–	–	–
337-1	1756	747	1133	983	1656	3027	2111	1337	3778	472	2120
337-2	–	–	–	–	1733	3381	–	–	–	–	–
337-3	–	–	–	–	1867	3145	–	–	–	–	–
338	2111	–	18889	–	11689	–	10167	–	11700	–	–
339	3722	–	14033	–	22244	–	23889	–	13722	–	–
334*	2120	–	18520	–	11960	–	20400	–	–	–	6360
343	–	–	5078	–	–	–	–	–	–	–	–

*Примечание.* \* — данные по дночерпателю; КУГ — прибор количественного учета гаммарид; СДж — сеть Джели; Дн — дночерпатель; «–» — пробы не брали

**Таблица 2.** Биомасса (г/м<sup>2</sup>) *G. lacustris* в оз. Бормашовое по данным разных орудий лова в июне-октябре 2023 г.

Станция	Месяц										
	июнь		июль		август		сентябрь		октябрь		
	КУГ	СДж	КУГ	СДж	КУГ	СДж	КУГ	СДж	КУГ	СДж	Дн
335-1	46,1	13,8	43,5	79,3	77,9	104,5	90,3	51,7	81,1	15,1	20,4
335-2	–	–	–	–	51,1	112,8	–	–	65,7	–	–
335-3	–	–	–	–	42,7	79,6	–	–	–	–	–
336-1	33,4	25,7	35,8	91,6	37,4	133,5	61,8	22,3	186,2	46,7	58,0
336-2	–	–	–	–	39,4	92,8	–	–	–	–	–
336-3	–	–	–	–	29,8	134,0	–	–	–	–	–
337-1	33,8	24,7	30,2	35,6	22,7	70,2	55,8	37,8	123,9	16,0	19,1
337-2	–	–	–	–	38,5	84,3	–	–	–	–	–
337-3	–	–	–	–	41,1	81,6	–	–	–	–	–
338	23,6	–	183,4	–	75,1	–	155,3	–	186,3	–	–
339	47,0	–	75,2	–	117,0	–	302,3	–	276,8	–	–
334*	11,3	–	78,8	–	117,2	–	86,0	–	–	–	100,1
343	–	–	97,6	–	–	–	–	–	–	–	–

*Примечание.* \* – данные по дночерпателю; КУГ – прибор количественного учета гаммарид; СДж – сеть Джели; Дн – дночерпатель; «–» – пробы не брали

количественных показателей по прибору КУГ дает более высокие значения: плотности – в 1,6–2,6 раза, биомассы – 1,5–2,8 раза. В октябре такая картина сохраняется, но возрастает уровень различий между данными по прибору КУГ и сети Джели: различия в плотности достигают 6,1–8,0 раз, биомассы – 4,0–7,7 раза. Сопоставление работы прибора КУГ с данными по дночерпателю показало меньший уровень различий, чем с сетью Джели, тем не менее, данные по КУГу также оказались выше: плотности – в 1,8–2,8 раза, биомассы – 3,2–6,5 раза.

Полученные данные вызывают закономерные вопросы к учету количественных показателей *G. lacustris* с помощью прибора КУГ, сети Джели и дночерпателя. При этом дночерпатель уже неоднократно и разными исследователями характеризовался как прибор, который дает заниженные данные о численности гаммарид из-за их высокой двигательной активности и избегания этого прибора. Большой интерес вызывает работа планктонной сети в сравнении с прибором КУГ. По планктонной сети количественные показатели *G. lacustris* от начального периода исследований резко уходят в область высоких значений, а в конце сезона таким же образом возвращаются к первоначальным величинам, иллюстрируя тем самым какие-то процессы

внутри популяции, объяснить которые возможно только миграционными процессами из мелководной зоны и обратно. Но наши данные по среднему весу особей (рис. 3) эту гипотезу не поддерживают: мелководную зону в целом населяют мелкоразмерные особи, предполагаемая миграция которых не дает какого-либо эффекта на изменения среднего веса особей в глубинной зоне в июле. Да и плотность *G. lacustris* в мелководной зоне в июне не больше, чем на глубине, поэтому ресурсы для миграции в глубинную зону, которая составляет основную часть акватории, в больших количествах у *G. lacustris* ограничены. В отличие от планктонной сети данные по прибору КУГ показывают относительную стабильность показателей с июня по август и только в сентябре начинается их заметный рост, который логически вполне объясним поступлением молодого поколения из мелководной зоны, где эффект новой генерации проявляется уже в июле.

В целом, толкование процессов в популяции *G. lacustris* бормашового озера по данным, полученным разными приборами, дает картину, объяснение которой с опорой на прибор КУГ выглядит менее сложным и более правдоподобным. Но тогда остается вопрос: каким образом можно объяснить количественные показатели *G. lacustris*, полученные с использованием сети Джели? Объяснение видится в том, что поведение *G. lacustris* на протяжении периода исследований меняется. Так, в июне, в сентябре, особенно в октябре визуально у поверхности отмечалось малое количество особей. В июле и в августе активность *G. lacustris* в верхних слоях пелагиали была очень высокой. Такую картину активных перемещений гаммаруса в приповерхностном слое в наиболее теплый период года можно наблюдать на многих безрыбных озерах. В такое время, возможно, он дважды захватывается сетью Джели: при

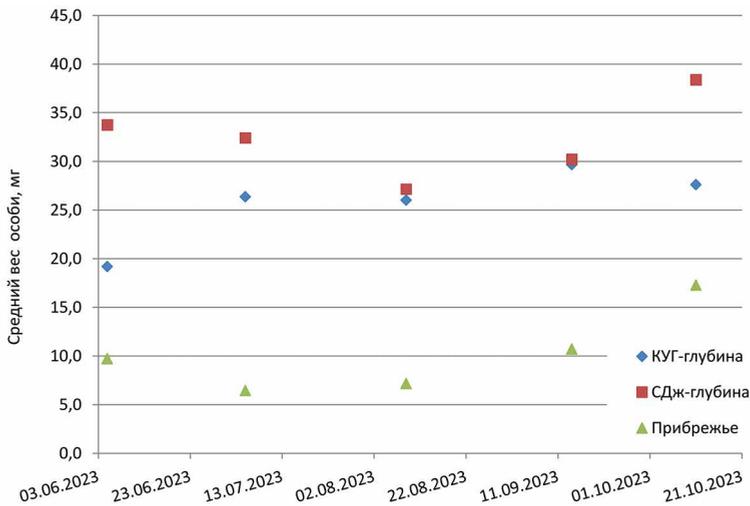


Рис. 3. Средний вес одной особи *G. lacustris* в оз. Бормашовое

подъеме сети и при её опускании на дно. Отметим, что *G. lacustris* уже у поверхности охотно заплывает в любую емкость, медленно опускаемую в воду, цепляется за нее. В осенний период гаммарус в своей основной массе покидает толщу воды и концентрируется в более глубоких слоях, где лов сетью Джеди становится менее эффективным.

Таким образом, количественный учет *G. lacustris* в оз. Бормашовое с использованием прибора КУГ дает картину популяционных процессов, которая выглядит наиболее объективной. С июня по октябрь наблюдается увеличение количественных показателей *G. lacustris*: сперва в мелководной зоне за счет отрождения нового поколения, затем этот эффект проявляется и в глубокой зоне, но с отставанием в два месяца. Так формируется запас *G. lacustris* в озере. В дальнейшем планируется проведение специальных работ с применением подводной видеосъемки для наблюдения за работой приборов и поведением *G. lacustris* при его учете.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матафонов Д.В. Экология *Gammarus lacustris* Sars (Crustacea: Amphipoda) в водоемах Забайкалья // Известия РАН. Серия биологическая.— 2007, № 2. — С. 188–196
2. Матафонов Д.В., Куклин А.П., Матафонов П.В. Консорции в водных экосистемах Забайкалья // Известия РАН. Серия биологическая.— 2005, № 5. — С. 592–598

## **Направления развития рыбохозяйственного потенциала внутренних пресноводных водоемов южных регионов Азово-Черноморского бассейна в условиях современных изменений климата**

*А.В. Мирзоян<sup>1</sup>, С.И. Дудкин<sup>2,3</sup>, Г.И. Карнаухов<sup>2</sup>, В.Н. Шевченко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» (ЮФУ)

E-mail: si\_dudkin@mail.ru

**Аннотация.** Современные климатические изменения на Юге России, связанные с потеплением и аридизацией, оказывают разнонаправленное влияние на био- и рыбопродуктивность внутренних пресноводных водоемов южных регионов Азово-Черноморского бассейна. Увеличиваются продолжительность и средняя температура вегетационного периода, сокращаются частота суровых зим, продолжительность ледостава и периода зимнего покоя гидробионтов, возрастают амплитуда сезонных колебаний уровня водоемов и вероятность их осушения, что оказывает непосредственное влияние на устойчивость использования водоемов в целях промышленного рыболовства и аквакультуры (рыбоводства). Целью исследования явился поиск возможных направлений устойчивого развития промысла и товарной аквакультуры на внутренних пресноводных водоемах рассматриваемого региона в современных изменившихся условиях.

**Ключевые слова.** Рыбное хозяйство, внутренние водоемы, Азово-Черноморский бассейн.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Экспертная оценка возможных последствий изменений климатических характеристик на состояние рыбного хозяйства на территории Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев, республик Адыгея и Карачаево-Черкессия основана на прогнозе [1]. Прежде всего, изменения касаются температурного фона, как в годовом, так и в сезонном аспектах. Так, скорость роста среднегодовой температуры за период 1976–2021 гг. (46 лет) для летних температур составила +0,74 С. Число дней с максимальной температурой воздуха выше +30 С увеличивается со скоростью примерно 4–5 дней/10 лет [2]. Число переходов среднесуточной температуры через 0 °С, согласно прогнозным оценкам, увеличивается. Уменьшение продолжительности и интенсивности волн холода ведёт к сокращению числа морозных суток, изменению критериев суровости зим и потеплению зимних периодов.

Для атмосферных осадков прогнозируется незначительный рост в зимний период, снижение летом, выпадение летних осадков в виде локальных

сильных, но низкопродуктивных ливней [3]. Продолжительность периодов без осадков увеличится. В бассейнах рек продолжится тенденция снижения стока вследствие уменьшения годовых осадков и увеличения испарения в теплый сезон. Сток рек в южных регионах России до 2030 г. снизится еще на 3% [2, 4]. Изменение гидрологического и температурного режима внутренних водотоков и водоемов будет оказывать прямое влияние на их продукционные характеристики, состояние сырьевой базы рыболовства и устойчивость производства продукции хозяйствами товарного рыбоводства (аквакультуры).

Основной рыбохозяйственный фонд пресноводных водоемов Юга России представлен русловыми водохранилищами, которые возможно классифицировать по скорости водообмена и сезонному режиму сработки уровня воды. Большинство водохранилищ имеет значительную изрезанность береговой линии, что в сочетании с благоприятным гидрологическим режимом обеспечивает необходимые условия для естественного нереста рыб и нагула ее молоди, развития кормовых организмов и таким образом способствует повышению общей рыбопродуктивности водохранилища. Целью работы явилось проведение анализа современного состояния рыбохозяйственного потенциала русловых водохранилищ, их ранжирование по гидролого-гидрохимическим и продукционным характеристикам и определение возможных направлений увеличения рыбохозяйственного потенциала.

## **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Все русловые водохранилища, расположенные на территории Юга России в Азово-Черноморском бассейне, имеют комплексное назначение и ежегодно обследуются как в ходе проведения регулярных комплексных научных экспедиций Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), так и в ходе мониторинга промысла. Проводится сбор, анализ и обобщение промыслово-биологической информации и данных об объемах производства продукции аквакультуры. Полученный массив данных является основой для аналитического оценивания и разработки прогноза динамики продукционных характеристик внутренних водоемов в условиях современных климатических изменений и разработки мер по повышению их рыбохозяйственного потенциала.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

На юге Азово-Черноморского бассейна, в том числе в зоне ответственности Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), большинство водохранилищ относится к малым и средним, из крупных водохранилищ выделяются Краснодарское, Веселовское, Пролетарское, Чограйское и очень крупное Цимлянское.

По гидрологическим характеристикам водохранилища комплексного назначения могут быть разделены на несколько категорий:

(1) пресноводные, хорошо прогреваемые, с постоянным уровнем воды, средняя глубина не превышает 2,5 м, а колебания уровня воды не превышают 0,5 м. Полная смена объёма воды не превышает 3 крат в год;

(2) пресноводные, хорошо прогреваемые, с непостоянным уровнем воды, средняя глубина не превышает 2,5 м, а колебания уровня воды не превышают 1,5 м. Полная смена объёма воды превышает 3 объёма в год;

(3) пресноводные, в которых уровень воды непостоянный и связан с необходимостью обслуживания гидроэлектростанций, в т. е. быстро срабатываемый. Водоёмы умеренно прогреваемые, с глубиной менее 5 м, расположены в основном в горных и предгорных районах;

(4) пресноводные, в которых уровень воды связан с обслуживанием ирригационных систем, хорошо прогреваемые с глубинами менее 5 м. Водообмен превышает 5-кратный объём в год;

(5) солоноватоводные с постоянным солевым режимом (до 2‰), хорошо прогреваемые с глубиной менее 5 м. Уровень воды относительно постоянный;

(6) солоноватоводные с непостоянным солевым режимом (от 1 до 10‰), хорошо прогреваемые, с глубиной менее 5 м. Уровень воды относительно постоянный. Изменение площади водоёма и солёности зависит от притока пресной воды.

Все водохранилища Юга России характеризуется высокой степенью трофности (эвтрофные, отдельные участки гипертрофные) и значительным продукционным потенциалом. Объём кормовых ресурсов водохранилищ значителен и способен обеспечить пищевые потребности основных промысловых видов рыб. В условиях высокой трофности аборигенной ихтиофауны не потребляются значительные ресурсы кормового фитопланктона, а также высшей подводной и надводной растительности, что ведет к заболачиванию мелководных участков водоемов и потере их рыбопродуктивности. Для всех русловых водохранилищ актуальным становится масштабное проведение мероприятий по биологической мелиорации.

Аборигенная промысловая ихтиофауна водохранилищ представлена в основном бентофагами (81,0%) и хищниками (14,2%). Потенциальные ресурсы кормовой бентофауны способны увеличить прирост биомассы рыб-бентофагов до 1,8 тыс. т, фактический годовой прирост бентосоядных рыб в водохранилищах составляет порядка 1,0 тыс. т, при этом естественный коровой потенциал используется недостаточно эффективно. Естественная рыбопродуктивность водохранилищ имеет значительный потенциал для развития за счет интенсификации зарыбления быстрорастущими рыбами-фитофагами. Новые биологические основы управления составом водных биоресурсов водохранилищ предусматривают целенаправленную реализацию мероприятий по формированию ихтиофауны и рациональному управлению экосистемой водохранилищ. Основой этих мероприятий является существенное наращивание объемов искусственного воспроизводства и объемов зарыбления водохранилищ молодью водных

биоресурсов, включая ценные виды. В первоочередном порядке необходимократно увеличить объемы зарыбления водоемов молодью растительноядных рыб. Переход от рыболовства к эксплуатации водоемов методами пастбищного товарного рыбоводства может способствовать значительному увеличению производства пресноводной рыбы при относительно небольших материальных затратах. Основной объем выпуска следует обеспечить рыбами дальневосточного комплекса (толстолобики, белый амур), что способно как более полно утилизировать избытки корма, так и качественно улучшить состав уловов.

АзНИИРХ разработаны рыбоводно-биологические обоснования на зарыбление Веселовского и Пролетарского водохранилищ толстолобиками, белым амуром, сазаном, судаком, черным амуром. Реализация положений РБО для Веселовского водохранилища позволит получить к имеющимся уловам дополнительно 1,9 тыс. т через 5 лет и 3,2 тыс. т через 9 лет, для межплотинного участка Пролетарского водохранилища — 1,3 тыс. т пресноводной рыбы. Полный охват мероприятиями по интенсификации использования имеющихся кормовых ресурсов с одновременным проведением работ по биологической мелиорации всех водохранилищ Юга России может позволить получить дополнительно 9–12 тыс. т ценной рыбной продукции.

Таким образом, основным направлением интенсификации использования рыбохозяйственного потенциала пресноводных водоемов Юга России, прежде всего — водохранилищ, является гибкое применение в «гибридной» форме элементов таких мер по сохранению водных биоресурсов, как искусственное воспроизводство и биологическая мелиорация в сочетании с режимами пастбищного товарного рыбоводства и промышленного рыболовства, при этом имеющиеся нормативные правовые барьеры, препятствующие такой «гибридизации», следует выявить и снять.

Не менее важным вопросом является величина затрат на реализацию мероприятий по зарыблению водохранилищ. Для оптимизации данных расходов необходимо провести биологические и экономические расчёты эффективности выпуска личинок и молоди растительноядных рыб разной навески. При этом приоритетно необходимо изучить вопрос массивного выпуска именно подрощенной личинки. Такой подход обеспечивает минимальную расходную часть. При этом дополнительно потребуются разработать мероприятия обеспечения выживаемости личинок в местах их выпуска в естественную среду обитания.

## **ВЫВОДЫ**

1. Современные изменения климата на юге Азово-Черноморского бассейна (потепление и аридизация) способствуют повышению общей рыбопродуктивности внутренних водоемов, развитию фитопланктона и растительности при возрастании рисков, связанных с колебаниями уровня и возможностью осушения.

2. Кормовые ресурсы водоемов имеют значительный резерв, не потребляемый аборигенной ихтиофауной. Избыток фитопланктона и растительности увеличивает детритное звено и ведет к процессам заболачивания. Купировать неблагоприятные изменения гидрохимического режима водоемов способны мероприятия по биологической мелиорации и кратное наращивание объемов выпуска молоди растительноядных рыб.

3. Осуществление мероприятий по биологической мелиорации внутренних пресноводных водоемов в научно обоснованных объемах способно дать ежегодное получение дополнительной рыбной продукции в объеме до 9 тыс. т и более.

4. Для оптимизации данных расходов необходимо провести биологические и экономические расчёты эффективности выпуска в водохранилища личинок и молоди растительноядных рыб разной навески.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. — Санкт-Петербург: Научно-технологические исследования, 2022.— 124 с.
2. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. — Москва, 2014.— 58 с.
3. Доклад Н.А. Самолетовой [Круглый стол Минприроды РО, июнь 2020 г.].
4. Жукова С.В., Шишкин В.М., Карманов В.Г., Подмарева Т.И., Безрукавая Е.А., Лутынская Л.А., Бурлачко Д.С. Основные климатические тенденции в бассейне Азовского моря на перспективу 2030 г. // Актуальные проблемы изучения черноморских экосистем — 2020: тезисы докладов Всероссийской онлайн-конференции, 19–22 октября 2020 г., Севастополь, Российская Федерация. — Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2020 — С. 43–45.

## Современное состояние кормовой базы западной части Северного Каспия и условия нагула сеголеток русского осетра

А.В. Михайлова, Э.Ю. Тихонова

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)

E-mail: anna\_korotenko1983@mail.ru

**Аннотация.** С целью повышения численности и стабилизации запасов осетровых проводятся комплексные мероприятия, в числе которых изучение обеспеченности пищей сеголеток русского осетра от искусственного воспроизводства и состояние кормовой базы на акватории нагула скатившейся молодежи. Материалы, полученные при проведении в летний период 2021–2023 гг. экспедиционных исследований в северо-западной части Каспийского моря, показали быструю адаптацию заводской молодежи к естественным условиям и высокую накормленность сеголеток. Базовым кормом являлись организмы «мягкого» бентоса, среди которых основную роль в рационе мальков русского осетра играли полихеты *Hediste diversicolor*. Изучение структурных характеристик донной фауны в сезон массового нагула рыб позволяет сделать вывод о высоком кормовом потенциале данной акватории.

**Ключевые слова:** сеголетки, русский осетр, бентофауна, многощетинковые черви.

### ВВЕДЕНИЕ

Исследование рыбохозяйственных водоемов Волжско-Каспийского бассейна с целью определения перспектив их использования для искусственного воспроизводства и эффективного ведения пастбищного рыбоводства предусматривает оценку состояния естественных кормовых ресурсов.

В формировании численности поколений ценных и промысловых видов рыб большое значение имеет период жизни их молодежи, который начинается в речной системе на местах нереста и продолжается во время пребывания молодых генераций на нагульных пастбищах в Северном Каспии, где они обитают до наступления половой зрелости. Оба эти периода тесно связаны с водностью реки Волги и режимом весеннего половодья — ведущим экосистемным фактором, определяющим эффективность естественного воспроизводства в реках, развитие кормовой базы и условия нагула молодежи в море.

В настоящее время уловы биоресурсов снижены в десятки и сотни раз сравнительно с максимумами, добыча отдельных видов прекращена. Имеется существенный дефицит производителей как на естественных нерестилищах, так и для искусственного воспроизводства [2].

С 2019 г. осетр русский (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) согласно Приказу Минсельхоза России № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных

и ценных видов водных биологических ресурсов» отнесен к особо ценным видам ВБР.

Выращивание молоди осетра на рыбоводных заводах способствует сохранению его численности на относительно высоком уровне по сравнению с другими видами осетровых рыб.

В первые дни после перехода на активное питание главными кормовыми объектами молоди становятся коловратки и планктонные ракообразные — ветвистоусые и веслоногие рачки, по мере роста рыб их сменяют представители высших раков. Наиболее сильно из молоди осетровых ко дну водоема привязаны сеголетки осетра, питающиеся уже в течение первого года жизни бентическими беспозвоночными [1].

Изучение рациона питания разноразмерных особей сеголеток осетра русского после ската в море подтверждает факт возрастающего потребления червей с ростом рыб [3].

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проходили в рамках экологического мониторинга в летний период 2021–2023 гг. в западной части Северного Каспия.

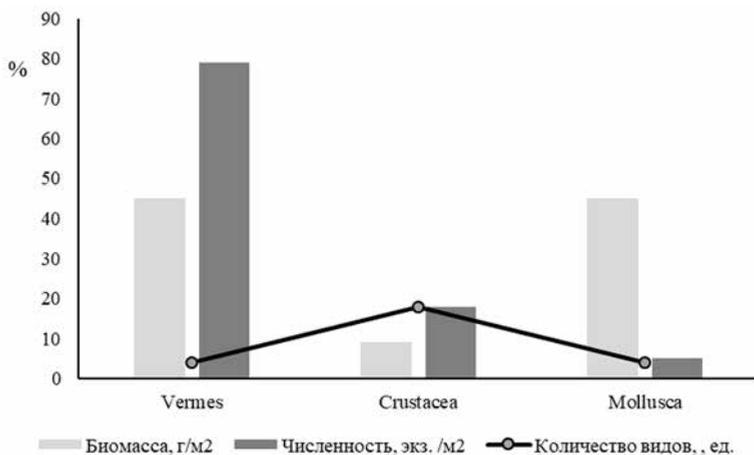
Траления проводились 9-метровым тралом, в куток которого вшивалась вставка из килечной дели с ячейей 5–6 мм, длиной 4,5 м. Для трофологических исследований часть молоди после подъема трала фиксировалась 10% раствором формалина для дальнейшей камеральной обработки. Пробы зообентоса отбирались дночерпателем «Океан-50» с площадью захвата 0,1 м<sup>2</sup>, весь материал фиксировался 4% раствором формалина.

В лабораторных условиях по общепринятым методикам определялись таксономический состав пищевого комка и степень наполнения желудков молоди рыб, видовой состав, численность и биомасса донных беспозвоночных.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рацион сеголеток осетра русского базировался на представителях «мягкого» бентоса — червях и ракообразных. Главным кормом являлись многощетинковые черви *Hediste diversicolor*, в отдельные годы среди этой группы кормовых организмов в незначительных количествах встречались олигохеты и полихета-вселенец *Marenzelleria* sp. В пищевых комках доля червей достигала 70% от всей массы пищи. Субдоминантами выступали нектобентические ракообразные — мизиды (*Paramysis ullskyi*, *P. baeri*, *P. lacustris*, *P. intermedia*), бокоплавы (*Pontogammarus abbreviatus*, *Stenogammarus macrurus*, *St. similis*, *St. compressus*, *Gmelina pusilla*) и кумовые раки (*Pterocuma pectinata*, *Schizorhynchus bilamellatus*, *Stenocuma graciloides*).

Исследования кормовой базы на местах нагула осетра в летний период 2021–2023 гг. показало, что структуру донной фауны формируют три основные группы бентоса: черви, ракообразные и моллюски (рис. 1).



**Рис. 1.** Качественный состав и количественные характеристики зообентоса западной части Северного Каспия в летний период 2021–2023 гг.

Таксономическим разнообразием характеризовалась группа Crustacea, в которой регистрировалось от 10 до 27 видов. Наибольший видовой состав на протяжении всех лет исследований отмечался в группе амфипод сем. Gammaridae — 7–16 таксонов. Остальные представители ракообразных были представлены менее разнообразно — из кумовых встречались 3–4 вида, из мизид — 2–4 вида, из усонюгих раков — *Balanus improvisus*. Следует отметить, что эти представители бентофауны плохо улавливаются дночерпателем и качественные и количественные показатели их превышают определяемые величины.

В группе червей и моллюсков видовое разнообразие было невысоким и колебалось от 4 до 5 и от 3 до 7 таксонов соответственно. Среди Vermes абсолютным доминантом являлись кольчатые черви: малощетинковые *Oligochaeta* и многощетинковые сем. Ampharetidae, *Hediste diversicolor*, *Marenzelleria* sp. Моллюски на акватории исследования были представлены видами кл. Bivalvia — *Abra ovata*, *Cerastoderma lamarcki*, *Mytilaster lineatus*, *Hypanis plicata*, *Adacna polymorpha*, *A. colorata*, *A. laeviscula*.

В Северном Каспии распределение донных беспозвоночных определяется в первую очередь соленостью. В изменении соотношения экологических комплексов в видовой структуре зообентоса сыграло уменьшение объема стока р. Волга в половодье, что определило возросшую роль организмов морского и солоноватоводного комплексов. Наибольшей частотой распространения характеризовались малощетинковые черви *Oligochaeta* — 98% и полихеты — 81%, а именно *Hediste diversicolor* — 59%, *Hypaniola kowalewskii* — 52%. В группе ракообразных высокий процент встречаемости наблюдался у кумовых *Pterocuma pectinata* — 60%, *Stenocuma graciloides* — 57% и бокоплавов *Stenogammarus similis* и *Gmelima pusilla* — по 52%.

Основу биомассы за период исследования формировали черви и моллюски, на долю которых приходилось — по 45% от общей массы обнаруженных организмов. Среди червей показатели биомассы определяли олигохеты, полихеты *Hediste diversicolor* и *Marenzelleria* sp. Наибольшее массовое значение в группе моллюсков имели представители морского комплекса *A. ovata*, *C. lamarcki*, *M. lineatus*.

В формировании численности первое место занимали черви, на долю которых приходился 79% общих количественных показателей, при доминировании малощетинковых червей. Высшие ракообразные составляли 18% численности донных беспозвоночных, интенсивным развитием в этот период характеризовались виды р. *Stenogammarus*, *Chaetogammarus pauxillus*, *Gmelina pusilla*, *Stenocuma graciloides*, *Pterocuma pectinata*.

## ВЫВОДЫ

Переход сеголеток осетра русского при достижении определенных размеров на питание червями свидетельствует о полной адаптации мальков к естественным условиям и их способности добывания кормовых объектов согласно своим возрастным предпочтениям. Высокая калорийность нереид и степень наполнения желудков сеголеток — в среднем 134,2%, подтверждают наличие благоприятных условий для нагула молоди осетра русского на акватории западной части Северного Каспия.

Качественный состав и количественные величины бентофауны на акватории исследования соответствуют пищевым потребностям рыб — бентофагов и молоди осетровых в частности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Левин А.В. Экология и поведение молоди осетровых рыб в Волго-Каспийском регионе. Астрахань: КаспНИРХ, 2006. 228 с.
2. Ходоревская Р.П., Калмыков В.А., Ткач В.Н. Значение комплексных исследований для практических рекомендаций по водным биологическим ресурсам Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна // Труды ВНИРО. 2015. Т. 156. С. 160–176.
3. Шипулин С.В., Власенко С.А., Кириллов Д.Е., Козлова Н.В., Лепилина И.Н., Макарова Е.Г., Михайлова А.В., Тихонова Э.Ю., Чаплыгин В.А., Щербакова В.Д., Барминцева А.Е., Бурлаченко И.В., Мюге Н.С. Биологические показатели и прослеживаемость происхождения молоди русского осетра в низовьях реки Волга и северо-западной части Каспийского моря // Труды ВНИРО. 2023. № 192. С. 5–16.

## Экология, распределение и динамика численности бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* Чебоксарского водохранилища

А.В. Мусеев<sup>1</sup>, А.А. Смирнов<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup> Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>3</sup> Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

<sup>4</sup> Дагестанский государственный университет, г. Махачкала

E-mail: almois@mail.ru

**Аннотация.** На основе материалов исследований 2001–2018 гг. рассматриваются экология, особенности распределения и численность бычка кругляка в Чебоксарском водохранилище. Приведена краткая биологическая характеристика возрастных и размерно-весовых показателей, особенностей питания и взаимоотношения с другими видами.

**Ключевые слова:** Чебоксарское водохранилище, бычок-кругляк, численность, длина тела, масса тела, возраст, распределение.

### ВВЕДЕНИЕ

Чебоксарское водохранилище р. Волга, расположенное на территории трех субъектов РФ (Нижегородская область, Республики Марий Эл и Чувашия), подвержено общему процессу распространения видов-вселенцев, как и другие искусственно созданные водоемы Волжско-Камского каскада.

Один из таких видов — бычок-кругляк *Neogobius melanostomus*. Обладая достаточно широким исходным ареалом обитания: побережья Мраморного, Черного, Азовского и Каспийского морей, включая нижнее течение и устьевые части крупных притоков, реки западного Закавказья [1], за счет саморассеяния, случайной интродукции и переноса судоходством, вид распространился в новых морских бассейнах [20] и полностью заселил Волжско-Камский каскад водохранилищ.

Успешному расселению этого вида способствовала его высокая экологическая пластичность. Бычок-кругляк — это эвригалинный вид, способный к жизнедеятельности при температурах от  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  [1], не требовательный к гидрохимическому режиму и устойчивый к дефициту кислорода [6], с широким спектром питания [4]. Формированию популяций на новых территориях способствуют раннее половое созревание вида, высокая эффективность нереста, обусловленная гнездовым характером кладок и охраной потомства, высокой выживаемостью эмбрионов и вылуплением личинок, по стадии развития сопоставимых с ранними мальками [3].

В условиях возможных резких колебаний уровня воды в водохранилищах в период пропуска половодья, порционность и растянутая в течение всего весенне-летнего периода продолжительность нереста являются еще одним преимуществом бычка-кругляка, по сравнению с аборигенными весенне-нерестующими видами.

В Чебоксарском водохранилище кругляк был отмечен с середины 1980-х годов [8], в период формирования рыбного сообщества заполненного в 1981–1982 гг. водохранилища, и в первую очередь освоил озерный и приплотинные отделы.

Важным аспектом создания водохранилища являлось строительство в зоне заполнения 18 инженерных защит населенных пунктов и территорий, включающих 205 км дамб и берегоукреплений различных конструкций, с использованием, в том числе, гравия, щебня и каменной наброски. Около 70% сооружений были построены и введены в эксплуатацию [7]. Таким образом, масштабная трансформация гидрологических условий водного объекта сопровождалась локальными, но многочисленными и распределёнными по всем отделам водохранилища изменениями состава субстрата прибрежий. Увеличилось количество участков с каменисто-галечным субстратом, который до создания водохранилища не был широко распространен и отмечался преимущественно в русловой части и на перекатах с выраженным током воды.

До заполнения водохранилища, в отличие от другого успешного вида вселенца — каспийско-черноморской тюльки, на рассматриваемом участке р. Волга бычок-кругляк не наблюдался [19]. При заполнении Чебоксарского водохранилища, фактически, произошло создание новой экологической ниши в экосистеме данного участка р. Волги, которая сразу же была занята видом, наиболее соответствующим новому типу условий и имеющем аналогичную нишу в нативном ареале.

В настоящее время бычок-кругляк отмечен во всех отделах Чебоксарского водохранилища и в наиболее крупных притоках (р. Ока, р. Сура, р. Ветлуга).

Цель работы: изучение экологии, распределения и динамики численности бычка- кругляка *Neogobius melanostomus* Чебоксарского водохранилища.

## МЕТОДИКА

Сбор биологических данных проводился по стандартным ихтиологическим методикам [14], с применением комплекса орудий лова: мальковой волюки, малькового невода и пелагического трала.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

По нашим данным, зоной максимальной концентрации вида в Чебоксарском водохранилище является литораль до глубины 2 м. Участки с максимальной плотностью бычка-кругляка, как правило, приурочены к населенным пунктам и местам размещения берегоукреплений, и являются «резер-

вазиями» для расселения вида по биотопам с другими типами субстрата и глубиной.

За период 2001–2018 гг., в целом, наблюдалась тенденция увеличения относительной численности вида. В 2004–2006 гг. глубже 2 м вид не отмечался, возможно, в результате свойственных короткоцикловым видам резким колебаниям численности. Однако резкое падение численности вида практически не затронуло прибрежную мелководную зону.

Как и остальные натурализовавшиеся виды-вселенцы Чебоксарского водохранилища, бычок-кругляк относится к рыбам некрупным по размерам, слабо облавливается промысловыми орудиями лова [10], что затрудняет сравнительную оценку численности и запасов этого вида с осваиваемой промыслом частью рыбного сообщества.

По нашим предварительным оценкам, средневзвешенная ежегодная абсолютная численность бычка-кругляка в период с 2001 по 2018 гг. достигала 6048,72 тыс. экз., составляя 2,8% от общей численности всех видов рыб, отмеченных на тех же участках. В период максимальной плотности популяции в 2013–2015 гг., доля бычка-кругляка в составе сообщества возрастала до 6,4%.

Средневзвешенная за этот же период встречаемость вида в биотопах с различной глубиной составляла 27,9%, чаще всего кругляк отмечался в мелководной зоне — в 37,3% уловов, наиболее редко в диапазоне глубин от 2 м до 5 м — 13,8%.

По итогам повторных обловов одних и тех же участков прибрежья, выполненных на сравнимой площади одним и тем же орудием лова в светлое и темное время суток, была отмечена более высокая активность вида в ночное время, по-видимому, связанная с покиданием дневных укрытий для нагула.

Бычок-кругляк является потенциальным конкурентом ерша обыкновенного *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758), наиболее схожего по своим экологическим особенностям представителя аборигенной фауны водохранилища. Оба вида ведут донный образ жизни, имеют близкий спектр кормовых объектов, занимаемые биотопы частично перекрываются, но для ерша предпочтительны участки с более мягкими грунтами и более развитой растительностью. В предзимний период на местах зимовки совместно с бычком на глубинах более 10 м отмечался пескарь обыкновенный. В летний период, при наличии родников и массовых укрытий, совместно с кругляком может обитать налим, для которого бычок является кормовым объектом.

Особенностью бычка-кругляка в Чебоксарском водохранилище, по сравнению с естественным ареалом обитания и другими водохранилищами Волжско-Камского каскада, является его пищевой спектр. Основу питания бычка-кругляка в различные года составляли ракообразные (бокоплавы) и хирономиды [2], либо личинки комаров-хирономид, копеподы и олигохеты, осенью крупные амфиподы, раковины моллюсков отмечены у отдельных рыб в незначительных количествах [5].

В естественном ареале в пище кругляка преобладают двустворчатые моллюски, многощетинковые черви и в меньшей степени ракообразными, молодью и личинками рыб [12]. В целом, те же доминанты, за исключением представителей морской солоноводной бентофауны, отмечены для расположенных ниже в Волжском каскаде Куйбышевского и Саратовского водохранилищ. Основой питания бычка-кругляка являлись инвазионные двустворчатые моллюски рода *Dreissena*, в Саратовском водохранилище ее частично замещали бокоплавы и личинки хирономид [17]. Характерно, что непосредственно в верхней части Куйбышевского водохранилища, примыкающей к Чебоксарскому водохранилищу, в питания кругляка при существенной доле дрейссены и других инвазионных моллюсков, преобладали крупные копеподы и амфиподы, что в литературе связывают с размерами отловленных для анализа пищевых комков рыб [19].

В Чебоксарском водохранилище виды рода *Dreissena* широко распространены и активно наращивают численность, конкурируя между собой [18]. Незначительная роль в питании бычка-кругляка может быть связана с различиями в местах обитания этих видов в водохранилище. Кругляк концентрируется в относительно неглубоких участках литорали, в отличие от дрейссены, массово развивающийся в глубоководной русловой части. Кроме того, Чебоксарское водохранилище является самым молодым в Волжско-Камском каскаде, по мере его старения возможно будет происходить изменение пищевых предпочтений бычка-кругляка.

Особенности питания, вероятно, влияют на размерно-возрастные характеристики вида и темп роста (табл. 1).

**Таблица 1.** Линейный и весовой рост, возрастная структура уловов бычка-кругляка Чебоксарского водохранилища по данным 2001–2018 гг.

Показатель	Возраст						
	0	1+	2+	3+	4+	5+	6+
Длина по AD, см	2,9	4,8	6,1	7,4	8,8	10,1	10,6
Полная масса тела, г	0,6	1,7	5,2	9,8	16,6	22,9	29,9
доля в улове, %	18,1	20,1	24,7	17,7	12,7	3,1	3,6

Соотношение самок и самцов в уловах было практически равным. В составе уловов доминировали особи 2-х и 3-летнего возраста. Максимальная зарегистрированная в уловах длина составила 11,1 см, максимальная полная масса тела — 29,9 г.

Наблюдаемый темп роста и максимальные размерные показатели бычка-кругляка Чебоксарского водохранилища ниже, по сравнению с первичным ареалом их обитания в Понто-Каспийского бассейне [12]. Аналогичное снижение линейных размеров кругляка отмечено в Воткинском водохранилище

на р. Кама [10]. Возрастная структура вида в Чебоксарском водохранилище соответствует исходной в естественном ареале, и представлена 5 группами, особи возрастом 6+ отмечены единично. Возможность наличия особей старше 5 лет отмечена и для популяции бычка-кругляка Черного моря [13].

В соответствии с Приказом Минсельхоза России от 06.10.2017 № 501 «Об утверждении перечня видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, и о признании утратившими силу приказов Минсельхоза России», бычки родов *Neogobius* относятся к объектам промысла. В исходном ареале, в первую очередь — в Азовском море, бычок-кругляк является важным сезонным промысловым видом [1, 12]. Но в водохранилищах Волжско-Камского каскада, в том числе и Чебоксарском, в связи с малыми размерами и экономической нецелесообразностью вылова, промысловой ценности этот вид не имеет и присутствует лишь в уловах рыболовов-любителей. На данный момент основная роль его в рыбном сообществе — кормовой объект облигатных и факультативных хищников, как например, в Куйбышевском водохранилище [17].

Современные данные о популяции бычка-кругляка Чебоксарского водохранилища не позволяют сделать однозначные выводы о степени напряженности его трофической и территориальной конкуренции с аборигенными видами рыб. Динамика расширения ареала и высокая экологическая пластичность позволяют предположить дальнейшее нарастание численности этого вида-вселенца в условиях водохранилища, что в дальнейшем может привести к более существенной роли этого вида в составе рыбного сообщества, особенно в литорали.

## ВЫВОДЫ

1. Динамика расширения ареала и высокая экологическая пластичность бычка-кругляка Чебоксарского водохранилища позволяют предположить дальнейшее нарастание его численности, что в дальнейшем может привести к более существенной роли этого вида в составе рыбного сообщества, особенно в литорали.

2. Для предотвращения чрезмерного роста запаса бычка-кругляка необходим комплекс мер нормативно-правового, организационного и экономического характера, включающий мониторинг запаса этого вида, для определения необходимых объемов изъятия мелиоративным ловом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас пресноводных рыб России. 2003. Т. 2 // Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука. 253с.
2. Баянов Н.Г., Клевакин А.А. 2005. Особенности питания рыб-вселенцев в Чебоксарском водохранилище // Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). Тез. докл. Второго меж-

- дународного Симпозиума по изучению инвазионных видов. Борок Ярославской обл., Россия 27.09–1.10.05. Рыбинск-Борок. С. 137–138.
3. Бониславская М., Таньский А., Брисевич А. и др. 2014. // Особенности эмбрионального развития бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Gobiidae) в пресной воде // Вопросы ихтиологии. Т. 54, № 5, С. 591–598.
  4. Васильева Е.Д., Лужняк В.А. 2013. Рыбы бассейна Азовского моря // Ростов-на-Дону. 272с.
  5. Дарсия Н.А. 2015. Встречаемость чужеродных видов рыб на водозаборах реки Ока, Горьковского и Чебоксарского водохранилищ (Электронный ресурс) // Эколого-биологические особенности Чебоксарского водохранилища и водоёмов его бассейна: сб. науч. тр. — СПб.: ООО «Процвет», 2015. С. 21–28.
  6. Карабанов Д.П., Павлов Д.Д., Базаров М.И. и др. 2018. Чужеродные виды рыб в прибрежье водохранилищ Волги и Камы (по результатам комплексных экспедиций ИБВВ РАН 2005–2017 гг.) // Труды ИБВВ РАН. Вып. 82(85). С. 67–80.
  7. Карягин Ф.А. 2010. Чебоксарский гидроузел: проблемы и перспективы // Научное наследие В.И. Вернадского и современные проблемы науки. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции. Чебоксары. С. 38–45.
  8. Кириленко Е.В., Шемонаев Е.В. 2012. Изменчивость питания бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Perciformes, Gobiidae) в Саратовском водохранилище // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. № 3/1(94). С. 186–191.
  9. Кодухова Ю.В., Боровикова Е.А., Ежова Е.Е., Гушин А.В. 2017. Особенности морфологии бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus*) Юго-Восточной Балтики // Региональная экология. 2017. № 3 (49). С. 65–74.
  10. Коротаяева С.Э., Шагалыева С.Р. 2013. К характеристике бычка-кругляка как инвазионного вида в Воткинском водохранилище // Вестник Пермского Университета 2013 биология Вып. 1. Зоология. Вып. 1 С. 28–31.
  11. Логинов В.В. Клевакин А.А. Моисеев А.В. Бугров А.В. Морева О.А. 2020. Динамика численности и распределение чужеродных видов рыб Чебоксарского водохранилища по данным учета мелкочаеистыми орудиями лова // International independent scientific journal № 17. P. 10–26.
  12. Логинов В.В., Клевакин А.А. 2008. Рост бычков семейства Gobiidae Чебоксарского водохранилища // Проблемы биоэкологии и пути их решения (II Ржавитинские чтения): Матер. Межд. науч. конф. (15–18 мая 2008). Саранск. С. 160–161.
  13. Милованов А.И. 2013. Биологическая характеристика бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* Pallas (Gobiidae, Perciformes) Керченского пролива и сопредельных прибрежных вод Черного моря // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане. Труды ЮгНИРО. т. 51. Керчь. С 36–39.
  14. Милованов А.И. 2019. Биологическая характеристика массовых видов бычков (Gobiidae, Perciformes) в прилове пассивных орудий лова в Керченском проливе в 2014 г. // Труды ВНИРО. Т. 175. С. 64–75.
  15. Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). // М. Пищевая промышленность. 376 с.
  16. Соломатин Ю.И., Герасимов Ю.В., Минин А.Е. и др. 2019. Рыбное население русловой части Чебоксарского водохранилища: Плотность и видовое разнообразие в 1980-е и 2010-е гг. // Труды ИБВВ РАН. Вып. 85(88). С. 77–83.
  17. Солтис В.В. 2012. О трофической роли бычка-кругляка и бычка-головача в экосистеме центральной части Куйбышевского водохранилища // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. № 2 (74). С. 149–153.
  18. Фролова Е.А., Баянов Н.Г. 2015. Кормовая база рыб-бентофагов различных участков Чебоксарского водохранилища. Макрозообентос. (Обзор) // Эколого-биологические

особенности Чебоксарского водохранилища и водоёмов его бассейна: сб. науч. тр. — СПб.: ООО «Процвет», 2015. С. 228–237.

19. Фролова Л.А. 2009. Трофические особенности вида-вселенца бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811) в верхней части Куйбышевского водохранилища // Ученые записки Казанского государственного университета. Том 151, кн. 2 Естественные науки. С. 244–249.
20. A. Czugała, A. Woźniczka. 2010. The River Odra estuary — another Baltic Sea area colonized by the round goby *Neogobius melanostomus* Pallas, 1811 // Aquatic Invasions. Volume 5, Supplement 1: P. 61–65.

## **О распространении обыкновенного (европейского) горчака *Rhodeus sericeus* в Волжском бассейне на северной границе ареала**

О.А. Морева, А.А. Клевакин, Л.М. Минина

Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
E-mail: moreva@nizhegorod.vniro.ru

**Аннотация.** На основании анализа собственных и литературных данных по распространению обыкновенного (европейского) горчака *Rhodeus sericeus* в Волжском бассейне уточнена северная граница ареала вида. Показано, что горчак широко распространен в бассейне Суры на всем протяжении, в бассейне Оки — до южных границ Нижегородской области, отдельные популяции вида отмечаются в правобережных притоках Волги (бассейн Чебоксарского водохранилища), но его находки единичны восточнее бассейна Суры. В левобережных притоках Волги данный вид встречается только в Камском бассейне (Предкамье и Закамье), где отмечены крайние точки его распространения. Для рассматриваемой территории характерно отсутствие горчака в лесных реках. С 2000-х гг. отмечается возрастание числа находок обыкновенного горчака, что может свидетельствовать о расселении данного вида и увеличении его численности, но так как в данный период также значительно возросли объемы специализированных ихтиологических исследований, позволяющих выявить наличие данного вида, нельзя делать однозначных выводов о расширении его ареала.

**Ключевые слова:** обыкновенный (европейский) горчак *Rhodeus sericeus*, ареал, Волжский бассейн.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Обыкновенный горчак *Rhodeus sericeus* в связи с особенностями нереста (остракофил) является достаточно известным видом, но из-за малых размеров (до 8–10 см) его местообитания большей частью выявляются только при проведении специализированных ихтиологических исследований. Ареал обыкновенного горчака простирается от Франции на восток до Невы и Волги, вплоть до Закамья, доходя на северо-востоке до юга Удмуртии (река Кильмезь) [3, 7, 8]. В Верхней Волге горчак встречается в бассейне Иваньковского водохранилища (река Яхрома и её притоки, канал им. Москвы), а также в р. Веля (бассейн Угличского водохранилища) [12]. Крайней юго-восточной границей ареала в бассейне Волги в настоящее время следует считать западную часть дельты Волги на территории Астраханской области [11, 13]. Распространение вида требует уточнения. Целью нашего исследования является уточнение северной границы ареала обыкновенного горчака в бассейне Средней Волги.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе представлены результаты собственных исследований авторов: Нижегородским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» за период 2002–2017 гг исследовано 220 малых рек, протекающих по территории Республики Марий Эл, Нижегородской области и Чувашской республики. Количество обследованных водотоков примерно соотносилось с долей площадей указанных субъектов РФ в исследованной территории: Нижегородская область около 65% (166 рек), Республика Марий Эл около 20% (31), Чувашская Республика около 15% (23). Количество исследованных участков на водотоке соответствовало его длине и разнообразию биотопов. Для выполнения ихтиологических работ применялись мальковая волокуша (ячей 4,0 мм, длина 10 м), мальковый невод (ячей 8,0 мм, дна 30 м) и ихтиологические сачки (ячей 4,0 мм). Всего отловлено и проанализировано более 238 тыс. экз. рыб из 1035 ловов.

Также для получения полной картины распространения горчак в бассейне Средней Волги на сопредельных территориях был проведен анализ Красных книг субъектов РФ в рассматриваемом регионе и иных литературных источников [1, 2, 5–8, 15].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По данным собственных исследований авторов в Нижегородской области находки обыкновенного горчак относятся к бассейнам Сундовика и Суры. Вид отмечен в восьми малых реках Сурского бассейна и в самой реке Сура (среднее и нижнее течение), в притоках Сундовика и в самом Сундовике (среднее течение). В бассейне Пьяны найден также в прудах на реке Пары в н. п. Уразовка и в озере Карасное.

В малых реках Окского бассейна горчак на территории Нижегородской области отмечен только в реке Мотмоска, но по данным других авторов присутствует в Республике Мордовия Рязанской и других областях [2, 5]. В Мордовии вид распространен в бассейне Мокши, где многочислен в среднем и верхнем течении (в нижнем течении встречается реже), а также в ее притоках Шелдаис, Атмис, Выша; встречается в водотоках разного типа, водохранилищах, непроточных старицах и прудах [2]. В бассейне Оки в пределах Рязанской области горчак считается обычным распространённым видом. Он отмечен в самой Оке и в ее пойменных озерах (Ижевское, Лакашинское и Шилище), а также во многих ее правобережных притоках, но в ее левобережных притоках вид отсутствует [5].

На территории Республики Мордовия в Сурском бассейне горчак встречается в самом русле Суры и в ряде ее притоков, а также в прудах, карьерах и каналах [15]. Вид также отмечен в Чувашской Республике в бассейне Суры и в реке Большой Цивиль [1, 10]. В границах Республики Марий Эл горчак обитает только в малых реках — правых притоках Волги (Чебоксарское водохранилище) [6].

В Республике Татарстан вид отмечался в притоках Свяги, Вятки и Ика (Закамье) [7]. Две последние точки относятся к левобережью Средней Волги. В левобережье Волги на территории Республики Марий Эл, Нижегородской области и Чувашской республики горчак не найден. В Ивановской и Владимирской областях не отмечался. Достоверных находок вида в Костромской области не известно.

Южнее рассматриваемой территории горчак отмечен в Сурском бассейне в Пензенской (Сура, Кадада, Ардым, Гольцовка) и Ульяновской областях (Барыш и Большая Сарка, пруды на реках Шарловка и Криуша), а также в Окском бассейне (притоки реки Цна) в Тамбовской области [15]. Западнее — река Яхрома и её притоки (бассейн Иваньковского водохранилища), река Веля (бассейн Угличского водохранилища) [12], что также относится к правобережным притокам Волги. Считается, что самая северо-восточная находка горчака — река Кильмезь (левый приток Вятки) в Кировской области и Республике Удмуртия [8].

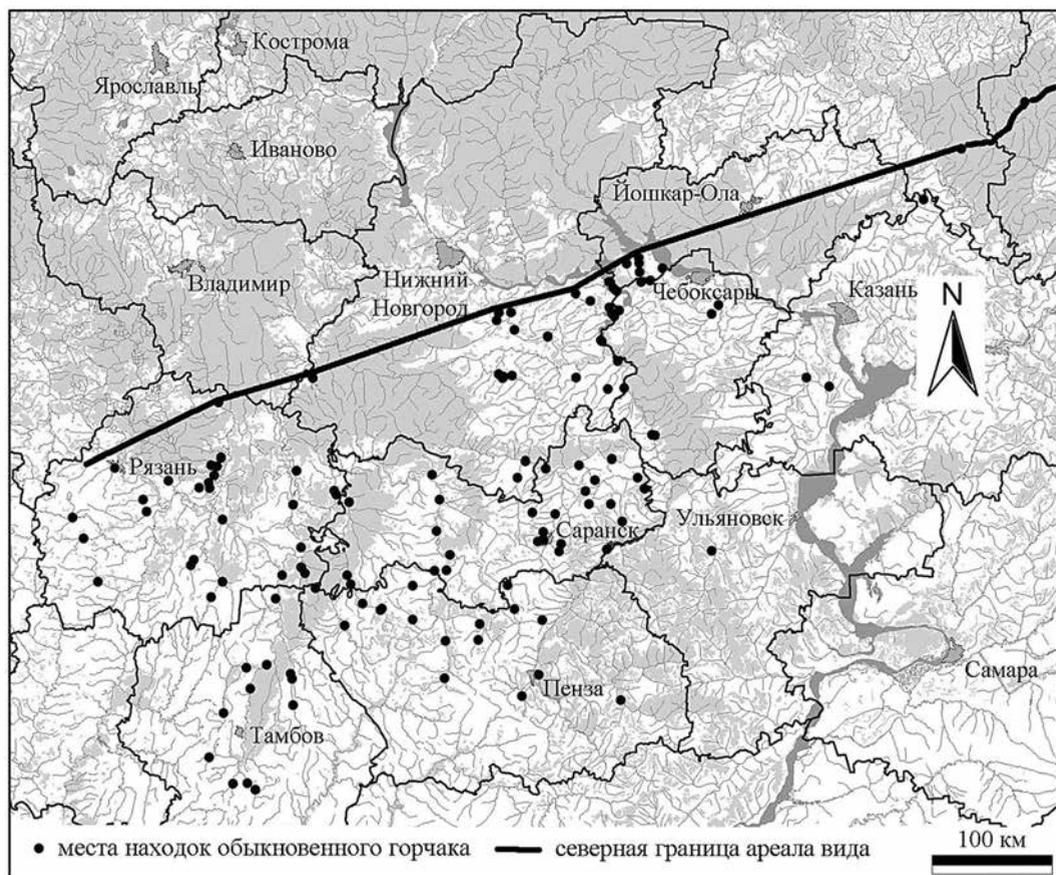
Места находок обыкновенного горчака указаны на рис. 1. Следует иметь в виду, что во всех малых реках региона произвести ихтиологические исследования невозможно, кроме того вид мог быть не отмечен в уловах в связи с малочисленностью.

Следует заметить, что горчак в бассейне Суры известен с конца XIX — начала XX вв. [4, 9]. В ее верховьях вид был многочислен, в среднем течении — редок, в нижнем — отсутствовал. В настоящее время в русле Суры горчак отмечается повсеместно от Пензенского водохранилища до нижнего течения [15]. В бассейне Оки ниже Калужской области горчак не отмечался до 1960-х годов, когда был указан в качестве обычного вида для водоемов Рязанского и Старожиловского районов Рязанской области. В Оке и ее пойменных водоемах, а также в бассейне Мокши, он был обнаружен только в 2000-х гг [2, 5].

Обыкновенный горчак обитает на слабопроточных участках водоемов, обильно заросших водной растительностью. Распространение вида зависит от наличия двустворчатых моллюсков — *Unio* и *Anodonta*, в раковины которых самки откладывают икру. Но прямой зависимости здесь не наблюдается: по нашим наблюдениям во многих водоемах отмечается высокая численность двустворчатых моллюсков, но данный вид рыб отсутствует.

Обыкновенный горчак пока не отмечен в водных объектах таежной зоны и зоны избыточного увлажнения. Северная граница его распространения проходит примерно по 55–57 широтам и не достигает изолиний модуля стока рек 5–6 л/сек с 1 км<sup>2</sup> [14]. Горчака, как правило, нет в лесных реках, что связано с их гидрологическими особенностями.

Встречаемость вида по данным наших исследований: в Суре и ее притоках (среднее и нижнее течение) — 28%, в бассейне Цивилия — 10%, в бассейне Оки (нижнее течение) — 4%, в левобережных притоках Чебоксарского водохранилища (Сундовик, Б. Юнга с притоками) — 16%, (в правобережных — 0%).



*Рис. 1. Распространение обыкновенного горчка на исследуемой территории*

Доля горчка в видовом составе ихтиофауны большинства рек не более 10%, но в Мотмоске, Переделке и Сундовике (отдельные участки) он доминирует — от 50% до 78%. На отдельных участках реки Рубецкой Исток его доля составляет 64%, Проня — 58%, Жрака — 48%, Пара — 35%. В крупных реках доля горчка в рыбном населении невелика: в Оке — 0,61%, в Мокше — 0,62% [5], в Сура — не превышает 2,3% (в среднем 0,73%), причем в устьевых расширениях крупных притоков и стариц она может достигать 3,5–5,4%.

Считается, что ареал горчка в настоящее время расширяется, он заселяет новые местообитания и численность вида растет [5, 12]. В начале 2000-х годов нами отмечалось активное расселение горчка в русле реки Сура. Однако следует заметить, что обыкновенный горчок отмечается в Сурском бассейне с начала проведения ихтиологических исследований (конец XIX — начало XX вв.) [4, 9] и возможны многолетние колебания его численности.

Возможно, в некоторых районах Рязанской области происходит заселение горчком новых местообитаний и увеличение его численности, но нельзя од-

нозначно делать вывод о расширении его ареала в Окском бассейне, так как ихтиологические исследования там ранее не проводились [5].

С 2000-х гг. отмечается рост числа находок новых местообитаний обыкновенного горчака, но так как в данный период также значительно возросли объемы специализированных ихтиологических исследований, позволяющих выявить наличие данного вида, нельзя делать однозначных выводов о расширении его ареала.

## ВЫВОДЫ

1. Северная граница ареала обыкновенного горчака в Волжском бассейне проходит через реки Веля (бассейн Угличского водохранилища) Московской области, Мотмоска и Пужава Нижегородской области, Сундырь Республики Марий Эл, Кильмезь (левый приток Вятки) Кировской области и Республики Удмуртия, примерно по 55–57 широтам, и не переходит границы таежной зоны.

2. Отсутствие многолетних ихтиологических наблюдений на малых реках Европейской России не позволяет делать однозначные выводы о расширении ареала горчака и заселении им новых местообитаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Артаев О.Н., Ручин А.Б. Находки некоторых видов рыб из региональных Красных книг на Правобережье Средней Волги // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. 2015. № 15. С. 206–208.
2. Артаев О.Н., Ручин А.Б. Рыбное население бассейна реки Мокши — Саранск, 2017.— 248 с.
3. Атлас пресноводных рыб России / Ред. Ю.С. Решетников. Т. 1. М., 2002. 379 с. — Т. 2. М., 2003.— 253 с.
4. Варпаховский Н.А. Ихтиологическая фауна реки Суры. — Казань: типография Императорского университета, 1884.— 14 с.
5. Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю. Круглоротые и рыбы Рязанской области и прилегающих территорий. Рязань, 2010.— 292 с.
6. Красная книга Республики Марий Эл. Том «Животные». — Йошкар-Ола: МарГУ, 2015.— 256 с.
7. Красная книга Республики Татарстан: животные, растения, грибы. — Казань: Идел-Пресс, 2016.— 760 с.
8. Красная книга Удмуртской Республики. — Чебоксары: Перфектум, 2012.— 458 с.
9. Магницкий Л.И. Краткий очерк распространения рыб в Пензенской губернии // Труды Пензенского общества любителей естествоведения и краеведения. Вып. 12. Пенза, 1928.— 26 с.
10. Морева О.А., Предвижкин М.А., Логинов В.В., Воденеева Е.Л., Постнов Д.И., Постнов И.Е. Морфологическая характеристика, особенности размножения и питания обыкновенного горчака *Rhodeus sericeus amarus* (Cyprinidae) реки Алатырь // Вопросы ихтиологии. 2017. Т. 57. № 5. С. 585–592.
11. Никитин Э.В. Горчак (*Rhodeus sericeus*) [Электронный ресурс] // Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО»: Ихтиофауна Волжско-Каспийского бассейна. URL: [http://kaspnirh.valuehost.ru/about/fishing\\_regulations/ichtiofauna\\_volgsko-kaspiyskogo\\_basseyna/gorchak\\_rhodeus\\_sericeus/](http://kaspnirh.valuehost.ru/about/fishing_regulations/ichtiofauna_volgsko-kaspiyskogo_basseyna/gorchak_rhodeus_sericeus/) (дата обращения: 22.01.2024).

12. Новиков А.В. Морфобиологическая характеристика европейского горчака (*Rhodeus sericeus amarus* Bloch) из бассейна верхней Волги в связи с расширением ареала // Икhtiологические исследования на внутренних водоемах. Саранск: Мордовский госуниверситет, 2007. С. 119–122.
13. Новости ихтиологии: найдена молодь обыкновенного горчака [Электронный ресурс] // ФГБУ «Астраханский государственный заповедник». URL: <https://astrakhanzapoved.ru/blog//2022/07/28/новости-ихтиологии-найдена-молодь-об/?ysclid=lrj6uvfuvs733176400> (дата обращения: 22.01.2024).
14. Основные гидрологические характеристики рек бассейна Верхней Волги. — Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2015.— 129 с.
15. Рыбное население бассейна реки Суры: видовое разнообразие, популяции, распределение, охрана: монография / А.Б. Ручин, О.Н. Артаев, А.А. Клевакин [и др.]. — Саранск: Издательство Мордовского университета, 2016.— 272 с.

## Влияние природных и антропогенных факторов на размножение азовской хамсы

*Р.В. Надолинский*

Азово-черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

E-mail: zigibamba@mail.ru

**Аннотация.** В экосистеме Азовского моря происходят значительные изменения, которые оказывают прямое и косвенное влияние на хамсу. Влияние может быть как положительным, так и отрицательным. Вследствие повышения солёности вод моря, увеличился ареал распределения и нереста азовской хамсы. Она привела к структурным изменениям в зоопланктонном сообществе. Увеличилось число потребителей кормового зоопланктона в собственно Азовском море за счёт сцифоидных медуз *Aurelia aurita* и *Rhizostoma pulmo*, которые, наряду с мнемипсисом, значительно сокращают кормовую базу для ее ранней молоди. В результате изменился количественный состав ранней молоди хамсы в собственно море и Таганрогском заливе. Несмотря на увеличение ареала обитания азовской хамсы, выживаемость ее ранних стадий сократилась под влиянием желетелого макрозоопланктона.

**Ключевые слова:** хамса, икра, личинки, гребневик, соленость.

### ВВЕДЕНИЕ

Хамса — одна из самых массовых видов рыб Азовского моря, уступающая по численности только тюльке. Это типично морская пелагическая рыба, которая осваивает его акваторию с солёностью выше 7–8‰ только в тёплое время года. Изучение ее ихтиопланктона в Азовском море проводится уже более 50 лет. Цель данного исследования — оценить изменение численности и распределения ранних стадий азовской хамсы в собственно море и Таганрогском заливе. Было установлено, что произошли изменения в количестве икры и молоди хамсы. Данные изменения были вызваны как антропогенными, так и природными факторами. Кроме того, ввиду повышения уровня солёности моря, увеличился ареал распределения и нереста хамсы, однако выживаемость ранней молоди хамсы сильно сократилась из-за деятельности пищевых конкурентов — желетелого макрозоопланктона.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для настоящей работы послужили результаты учетных съёмок Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») за период 2018–2023 гг., по оценке интенсивности и эффективности размножения морских видов рыб Азовского моря. Материал собирался по стандартной сет-

ке станций при помощи ихтиопланктонной конусной сети (ИКС-80), состоящей из мельничного газа № 15. Кроме того, использовался 25-м мальковый трал конструкции Н.Я. Данилевского, минимальный размер ячеи которого составляет 3 мм. Отбор проб осуществляется с борта судна при циркуляции на скорости 3 узла. Длительность циркуляции 10 минут в собственно море и 5 минут в Таганрогском заливе.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На протяжении всего года азовская хамса обитает в двух морях — Азовском и Черном. Миграции совершаются между данными бассейнами в обоих направлениях. Размножение и нагул, являющиеся двумя основными периодами жизненного цикла хамсы, проходят в Азове. В Черном море проходит зимовка около Крымского и Кавказского побережий.

В конце зимы — начале весны хамса на местах зимовок начинает проявлять активность. Скопления начинают смещаться ближе к Керченскому проливу. Преодолевая Керченский пролив, хамса распространяется по всему Азовскому морю. Часть популяции заходит в Таганрогский залив, а именно в его западную часть.

По типу питания хамса является фильтратором, вследствие чего в пищевом комке преобладают наиболее массовые в данный период организмы. В Азовское море хамса заходит с низким содержанием жира в мышцах, порядка 2%. В период интенсивного преднерестового нагула она к середине мая набирает до 7–8% жира, дозревает и начинает нереститься. Такое количество жировых запасов сохраняется у неё на протяжении всего нерестового сезона.

Азовская хамса относится к видам рыб с коротким жизненным циклом, максимальный возраст не превышает 5 лет (4+). По среднемноголетним данным основу нерестового стада составляют годовики и двухгодовики.

Нерест хамсы происходит с середины мая до конца июля. Период наиболее активного размножения завершается в июне. Начало нереста зависит от температуры моря, она должна достичь 16–18 °С. В течение всего времени нереста хамса активно питается. Вследствие этого икра у нее созревает ежедневно. Можно утверждать, что хамса относится к рыбам с непрерывным созреванием икры и многопорционным типом размножения. Поэтому основная масса потребляемых в данный период организмов участвуют в созревании половых продуктов и генеративный обмен. Обеспеченность кормом оказывает прямое влияние на плодовитость хамсы [4].

С конца 80-х годов из Чёрного моря в Азовское каждый год проникает вселенец гребневик мнемнопсис (*Mnemiopsis leidyi*) — потребитель ихтиопланктона и мощный пищевой конкурент всех зоопланктофагов. Хамса испытывает прямое воздействия мнемнопсиса в период размножения. В результате резкого снижения численности кормового для личинок зоопланктона, наблюдался значительный отход молоди в период перехода её на внешнее питание, и популяция пополнялась малоурожайными поколениями.

С 2000-х годов в Азовское море ежегодно вселятся еще один гребневик — берое (*Beroe ovata*), который по отношению к мнемипсису он является хищником. В Азовском море он проникает в конце лета — начале осени, уже после того, как отнерестились морские рыбы и их молодь завершила основной нагул. Вследствие этого уничтожение им большей части популяции мнемипсиса осенью не приносит значительного положительного влияния.

С 2007 года начинается второй период повышения уровня солености Азовского моря. В прошлом периоде осолонения, происходящем в середине 1970-х гг., в зоопланктонном сообществе происходили структурные изменения как в собственно море, так и в Таганрогском заливе. Аналогичные процессы происходит и в текущий период повышения уровня солености. Несмотря на то, что черноморские мигранты являются менее продуктивными и более теплолюбивыми, они начали заменять аборигенные солоноватоводные виды.

В начале данного периода осолонения уловы ранней молоди в собственно море ещё были достаточно велики — около 2–3 тыс. экз./сеть. Дальнейшее повышение солености привело к снижению численность мелкого корма. Для солоноватоводных видов зоопланктона уровень солености воды уже превышала оптимальный, для морских же он еще не был достаточно высоким. Поэтому численность кормовых организмов для молоди хамсы была ниже необходимого уровня для успешного нереста. В результате это привело к низкой выживаемости ранней молоди [1].

В более поздние периоды осолонения основную часть зоопланктона составляли морские виды. Следует упомянуть, что по своей биологии зоопланктон морского типа является более теплолюбивыми, по сравнению с солоноватоводным. Это приводит к тому, что он дает пик численности науплий под конец июня. В результате выживаемости личинок хамсы становится крайне низкой из-за недостатка корма [1].

При появлении гребневика мнемипсиса в Азовском море в мае-июне численность икры и ранней молоди хамсы в планктоне была очень низкой, а при развитии его популяции в июле-августе ранние стадии развития хамсы облавливались в значительном количестве.

Результаты проведенного исследования показывают, что качество нереста хамсы напрямую зависит от численности кормовых организмов для личинок и молоди при их переходе на внешнее питание. Количество науплий копепод в пределах 30 тыс. экз./м<sup>3</sup> считалось оптимальным до конца 1980-х годов. Данная концентрация кормовых организмов позволяла появляться средние и высокоурожайным поколениям хамсы. Однако исследования, проводившиеся с 2000 по 2007 гг., позволяют понизить порог кормовых организмов, необходимых для появления урожайных поколений до 20 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Данная концентрация обеспечивает для личинок достаточно хорошие условия для выживаемости, в среднем 90–100 шт./сеть [5].

Во время нового периода осолонения Азовского моря, как и в 1970-х годах, произошли изменения в структуре зоопланктонного сообщества как

моря, так и залива. Аборигенные солоноватоводные виды были заменены менее продуктивными и более теплолюбивыми черноморскими мигрантами. В то же время рост уровня солености вод Таганрогского залива (вплоть до 8,89‰) позволяет азовской хамсе использовать высокий уровень его кормовой базы. Примерно 10% производителей хамсы питаются и нерестятся в заливе на протяжении июня.

Значительное влияние на численность кормовых организмов для личинок оказывает гребневик мнемииопсис. Он является крупным потребителем мелких форм зоопланктона, которые необходимы ранней молодежи рыб при ее переходе на внешнее питание. Кроме того, мнемииопсис также питается ихтиопланктоном — в том числе и ихтиопланктонной хамсы.

Дальнейшее повышение уровня солёности в бассейне Азовского моря приводит к повторному развитию здесь популяций сцифоидных медуз ризостомы (корнерота) и аурелии, отмечавшемуся при первом осолонении моря в 1970-х гг. [2]. Вследствие этого для ранней молодежи хамсы биомасса зоопланктона была на низком уровне, около 2–10 тыс. экз./м<sup>3</sup>, что является основной причиной появления в эти годы исключительно низкоурожайных поколений. Несмотря на высокую численность икры хамсы в планктоне Азовского моря, выживаемость ранней молодежи оказывается на достаточно низком уровне.

Вследствие эвригалинности азовской хамсы осолонение Азовского моря отрицательно не сказывается на интенсивности её размножения. Основное влияние на выживание поколений в настоящее время оказывает желетельный макропланктон, выедающий кормовые организмы, которыми питается ранняя молодежь, что влечёт за собой элиминацию личинок.

**Таблица 1.** Динамика средней численности икры и ранней молодежи хамсы в июне в Азовском море в период 2018–2023 гг. шт./сеть

Периоды	Собственно Азовское море						Таганрогский залив	
	Восток		Запад		Среднее		Икра	Личинки
	Икра	Личинки	Икра	Личинки	Икра	Личинки		
2018–2020	310	1	707	55	464	19	86	4
2021–2023	2611	15	1786	12	1626	14	395	5

## ВЫВОДЫ

1. С повышением уровня солёности в бассейне Азовского моря ареал размножения азовской хамсы расширяется за счёт западной и центральной частей Таганрогского залива.

2. Средняя численность икры азовской хамсы на один облов возрастает в собственно море с 464 шт. до 1626 шт., а в Таганрогском заливе с 86 до 395. Однако значительное выедание мелкого корма, которым питается ранняя

молодь, желтелым макропланктоном (мнемиопсис и медузы) снижает эффективность размножения хамсы.

3. Средняя численность личинок в исследуемый период на 1 облов ИКС-80 в собственно море сокращается с 19 до 14 шт., а Таганрогском заливе, вследствие более позднего захода в него гребневика и медуз, не изменяется — 4 шт. в 2018–2020 гг. и 5 шт. в 2021–2023 гг.

4. Несмотря на расширение нерестового ареала хамсы, в период 2018–2023 гг. происходит значительное снижение выживаемости ее ранней молодежи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жукова С.В., Шишкин В.М., Карманов В.Г., Бурлачко Д.С., Подмарева Т.И., Лутынская Л.А., Традина Е.А. Водно-экологические проблемы Азовского моря как трансграничного водного объекта и пути их решения // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Трансграничные водные объекты: использование, управление, охрана» — Новочеркасск: Лик, 2021. — С. 137–143. ISBN 978–5–907391–37–6
2. Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л., Хренкин Д.В., Афанасьев Д.Ф. Развитие популяций сцифоидных медуз *Rhizostoma pulmo* и *Aurelia aurita* в Азовском море // Водные биоресурсы и среда обитания.— 2019. — Том 2. № 2. С. 27–35.
3. Мирзоян З.А., Надолинский В.П., Мартынюк М.Л., Надолинский Р.В. Трофические основы формирования запасов хамсы в Азовском море // Водные биоресурсы и среда обитания.— 2023. — Т. 6.— № 2. — С 78–96.
4. Надолинский В.П., Надолинский Р.В. Изменения в видовом составе и численности ихтиопланктона Азовского и северо-восточной части Черного морей в период 2006–2017 гг. под воздействием природных и антропогенных факторов // Водные биоресурсы и среда обитания. 2018. Том. 1, № 1, — С. 51–66.
5. Студеникина Е.И., Мирзоян З.А., Сафронова Л.М. и др. Характеристика биологических сообществ Азовского моря по результатам исследований 2010–2011 гг. // Осн. пробл. рыбн. хоз-ва и охраны рыбохоз. водоемов Азово-Черноморского бас. (2010–2011 гг.): сб. науч. тр. АзНИИРХ. — Ростов-н/Д., 2012. — С. 253–271.

## **Экстремальные гидрометеорологические условия в Японском море в 2023 г. и динамика промысла горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*)**

А.А. Никитин, А.В. Лысенко, Т.А. Шатилина, Е.И. Барабанщиков

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

E-mail: aleksandr.nikitin@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Приводятся данные уловов горбуши в подзоне Приморье с 2000 по 2023 гг. Рассмотрена динамика промышленного вылова этого вида лососей в Приморском крае в 2023 г. Впервые, с начала XXI-го века, промысловые уловы малочисленного поколения горбуши нечетных лет в Приморском крае увеличились до 1,5 тыс. т, а в Хабаровском крае сократились. В подзоне Приморье распределение уловов горбуши по рыбопромысловым участкам в 2023 г. происходило на фоне экстремальных аномалий гидрометеорологических условий в Японском море и Татарском проливе.

**Ключевые слова.** Японское море, Татарский пролив, промысел горбуши, аномальные условия воды, *Oncorhynchus gorbuscha*.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Основным промысловым видом тихоокеанских лососей в подзоне Приморье является горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*. Исторически основной вылов её осуществлялся в реках Хабаровского края. Исключением стал 2023 г., когда более 70% горбуши добыли в Приморском крае. В 2023 г. ожидалось, что поколение горбуши нечётных неурожайных лет будет продолжать расти с последующей сменой урожайных поколений, т. к. эта тенденция наметилась уже к 2021 г. Гидрологические условия 2022 г. оказались благоприятными и в 2023 г. возврат производителей оказался высокими [2]. Из 9 рыбопромысловых участков в 2023 г. лов осуществлялся только на трех, около устьев рек Самарга, Единка и Венюковка. В соответствии с прогнозом на 2023 г. запас горбуши малочисленных нечетных поколений только в Приморском крае был определён в объёме 0,878 млн экз., а рекомендованный вылов — 0,244 тыс. т, в Хабаровском крае — 0,2 тыс. т. Ожидалось примерно равное распределение уловов между двумя регионами. В связи с этим, целью настоящей работы было провести анализ гидрометеорологических условий сложившихся в Японском море в 2023 г., повлиявших на распределение уловов горбуши в Приморье.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

В работе рассмотрены данные по вылову приморской горбуши представляются в адрес Тихоокеанского филиала «ВНИРО» («ТИНРО») Амурским и Приморским территориальными управлениями Росрыболовства.

Для анализа термических условий использовался архив японского метеорологического агентства ([http://ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/rtrtdb/jma-pro/cobe\\_sst\\_glb\\_M.html](http://ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/rtrtdb/jma-pro/cobe_sst_glb_M.html)) за период 1982–2023 гг. по районам Японского моря.

Рассчитывались аномалии температуры воды в Татарском проливе и в южной части Японского моря за период 1980–2023 гг., температуры воздуха и осадков на ГМС Владивосток относительно среднего периода 1991–2020 гг.

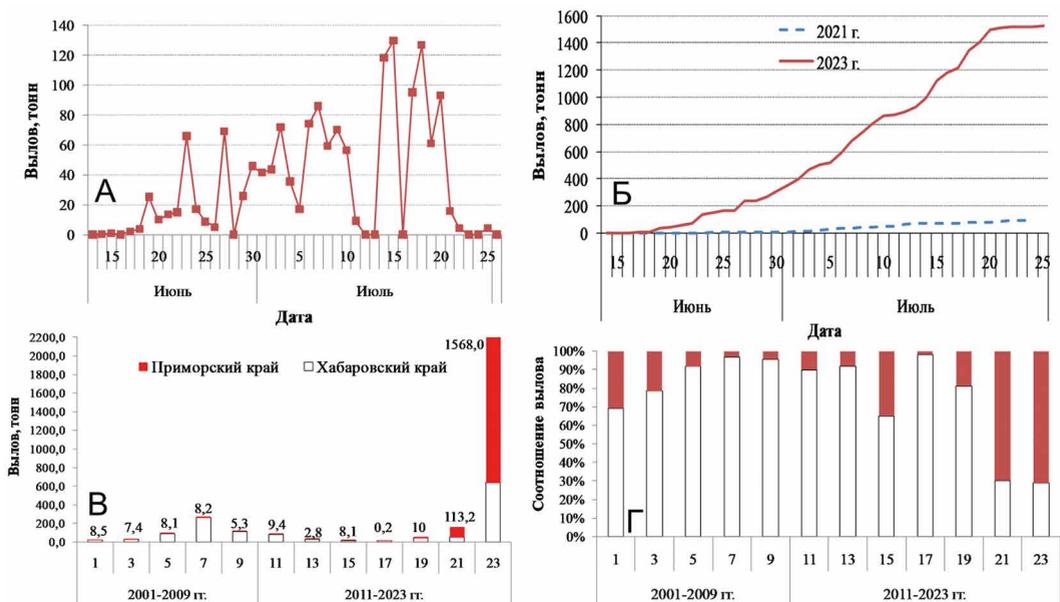
Использовались данные AVHRR спутников NOAA, а также MODIS (спутники Aqua и Terra) по Японскому морю за 2021 и 2023 гг., полученные и обработанные в Центре Регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН. Основные положения методики обработки спутниковых снимков изложены в соответствующих работах [1].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анадромная миграция приморской горбуши с мест нагула в центральной части Японского моря осуществляется в северном направлении, и разделяется на 2–3 потока [3, 5]. Обычно основная масса лососей мигрирует через центральную часть моря. Второй поток вдоль побережья Приморского края «береговой» на много слабее и отчетливо проявлялся только в годы высокой численности вида. Третий поток отмечается вдоль берегов островов Японии и Сахалина в северной части заворачивает в сторону континентальной части Приморья в районе рр. Коппи и Ботчи и расходится в прибрежной зоне расходится в северном и южном направлениях.

Ход производителей из зоны зимовки и нагула в южной части Японского моря в 2023 году начался очень рано, и к середине второй декады мая производители горбуши начали отмечаться в районе рек северной части Приморского края. При этом рыба перемещалась в границах исключительной экономической зоны с юга на север, и в больших количествах смещаясь к береговой части. Появление первых особей горбуши в неводах в районе промысла на севере Тернейского муниципального округа было отмечено в начале июня при температуре воды 8,5–9,0 °С, при этом температура воды в этот период оказалась на 3–4 °С выше среднеголетних значений. Горбуша в Приморском крае с начала июня стала заходить в невода почти одновременно с уловами в Хабаровском крае. До 19 июня ее суточные уловы были относительно небольшие (0,4–3,6 т). После 23 июня уловы рыб резко возросли на порядок. Максимальные суточные уловы в конце июня достигали 66–70 тонн (рис. 1), а с начала июля интенсивность хода стала лавинообразно нарастать, средние суточные уловы увеличились до 55 т. В итоге, освоение выделенных и добавленных объемов вылова горбуши на 2023 г., превысило начальную выделенную квоту в 6,5 раз и составило для всех видов промысла 1567,97 т (рис. 1).

Проведенный анализ динамики вылова горбуши и её биологических показателей до 04.07.2023 г., показал, что нерестовый ход начался на 8 дней



**Рис. 1.** Динамика ежедневного промышленного вылова горбуши в Приморском крае в 2023 г. (рис. 1а) и динамика промышленного вылова горбуши в Приморском крае в 2021 и 2023 гг. (рис. 1б); Вылов (на гистограмме цифрами обозначен вылов только для Приморского края), в годы низкой численности (нечетные годы) (рис. 1в) и соотношение вылова горбуши в Хабаровском и Приморском краях в подзоне Приморья (рис. 1г).

раньше по сравнению с 2021 г. и многократно превышал численность поколения 2021 г. (рис. 1а, в).

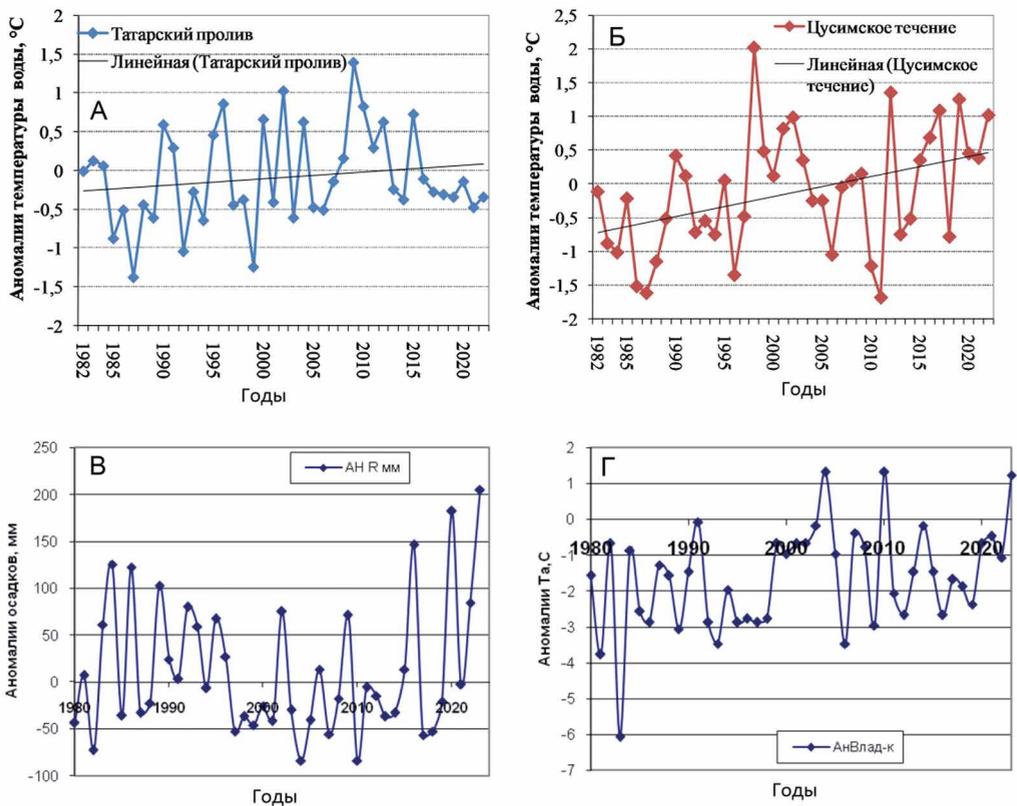
Вылов в Приморском крае, в годы высокой (четные годы) и низкой численности (нечетные годы) и соотношение вылова Хабаровского и Приморского краев (справа) горбуши в подзоне Приморье показан на рис. 1в, г. С начала XXI века в подзоне Приморье доминировал вылов горбуши в водных объектах Хабаровского края. Наблюдалась существенная разница в вылове приморской горбуши поколений четных и нечетных лет, за исключением последних 4-х лет, численность между уловами рыб разных поколений изменялась в разы, преобладала горбуша четных лет. Начиная с 2002 г. для четных линий и с 2019 г. нечетных наблюдается сокращение вылова рыбы в Хабаровском крае. Доля уловов горбуши в водных объектах Приморского края в четные годы высокой численности (2002–2022 гг.) увеличилась с 16 до 55%, а с 2019 г. (нечетных поколений) выросла с 18% до 71%. В текущий период сложилась уникальная ситуация, когда оба поколения горбуши в Приморском крае имеют высокую численность и находятся на достаточно высоком уровне, чего не отмечалось за весь период промысла (около 150 лет), с момента освоения данных территорий российскими рыбопромышленниками.

О перераспределении подходов горбуши по подзоне Приморье в зависимости от поверхностных температур воды в Татарском проливе освещалось

ранее в работе [6]. Некоторые данные о влиянии гидрометеорологических условий на динамику уловов приморской горбуши были представлены в статье [4].

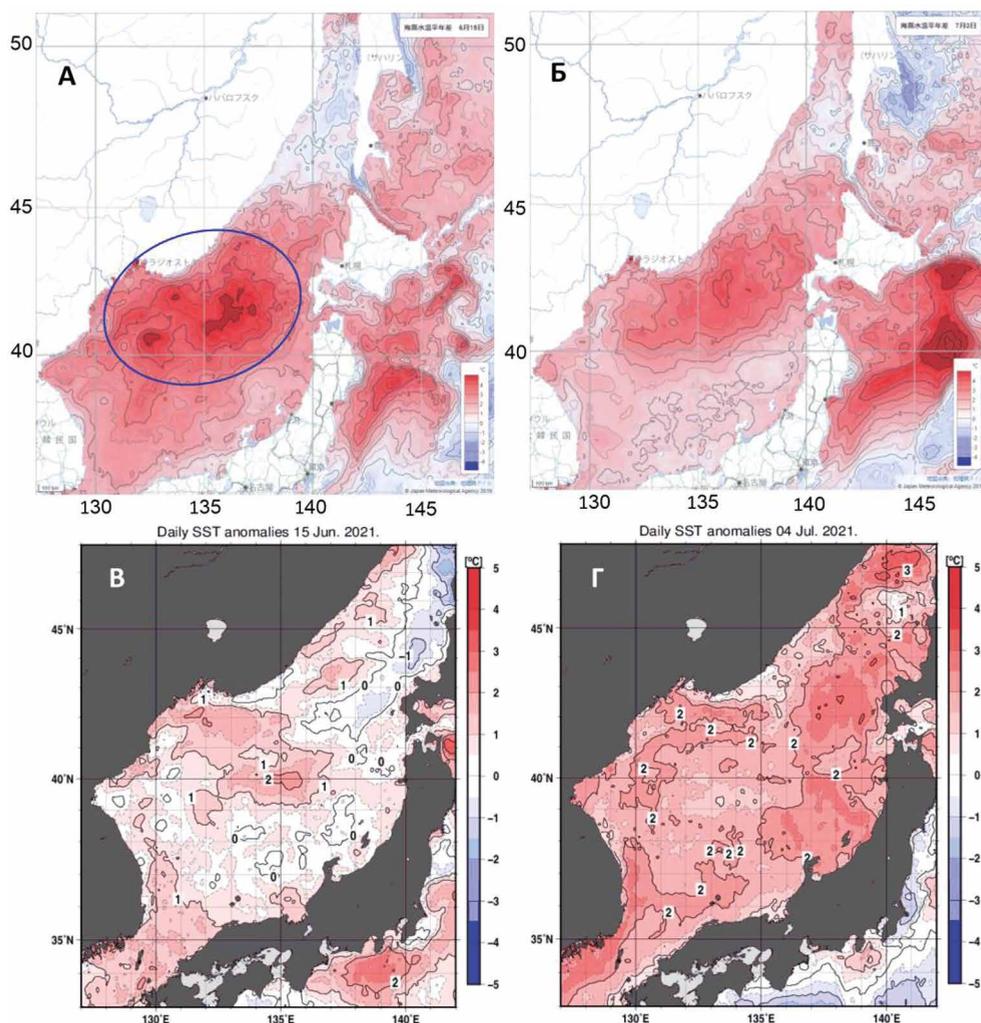
На рис. 2 представлены данные о межгодовой изменчивости аномалий температуры воды в Татарском проливе и в области Цусимского течения в современный период (1980–2022 гг.), а также — аномалии осадков и аномалии температуры воздуха на ГМС Владивосток за 1980–2023 гг. Видно, что в Татарском проливе начиная с 2016 г. наблюдалось понижение температуры воды и повышение её в южной части Японского моря. На ГМС Владивосток в 2023 г. отмечено экстремальное количество осадков и температуры воздуха. Эти данные свидетельствуют о экстремальных атмосферных процессах над Японским морем.

В Японском море в течение всего 2023 г. термические условия проходили по типу «аномально теплых» лет по типу 2018 и 2021 гг. На акватории преобладали большие положительные аномалии температуры поверхности



**Рис. 2.** Аномалии температуры воды в Татарском проливе и в области южной части Цусимского течения в мае 1980–2022 гг.; в, г) — аномалии осадков и аномалии температуры воздуха на ГМС Владивосток 1980–2023 гг.

моря (до 3–4 °С) и до 5–6 °С в зал. Петра Великого. Однако максимальные летние температуры были ниже достигнутых летом 2021 г., когда аномалии достигали +7 °С. Субарктический фронт занимал, как и в 2021 г., северное положение. Скорости Восточно-Корейского и Цусимского течений были выше обычного, но слабее, чем в 2021 г. Субтропические воды летом и осенью 2023 г. проникали к побережью Приморья, их заток на юго-запад зал. Петра Великого сохранялся почти до середины ноября, но в целом был слабее, чем в 2021 г. (рис. 3). Обычно основной поток Приморского течения наблюдается на расстоянии 20–40 км от берега. В 2023 г. его интенсивность была в пределах нормы, весной-летом на некоторых участках его фронт



**Рис. 3.** Аномалии температуры воды 15 июня (А, В) и 3 июля (В, Г) 2023 и 2021 гг. Сиреневый овал-район наибольших аномалий температуры

прижимался ближе к континентальной части. Это позволяло потоку горбуши подходить к берегу.

В начале промысла горбуши в первой половине июня температура воды в Татарском проливе была низкой, уловы почти отсутствовали (рис. 1).

В середине июня усиливается влияние Цусимского течения, аномалии температуры воды становятся выше нормы на 3–4 °С (рис. 3А). В тоже время в Татарском проливе температура воды оставалась ниже нормы. Это указывало на то, что воды Цусимского течения не проникали в Татарский пролив.

В начале промысла горбуши в первой половине июня температура воды в Татарском проливе была низкой, уловы рыбы были относительно небольшими (рис. 3). В Татарском проливе температура воды была ниже среднеголетних значений. Очаг с высокой температурой воды наблюдался во фронтальной зоне Японского моря и Цусимские воды, как и в июне, не влияли на термические условия воды в Татарском проливе. Экстремально высокая температура воды в Японском море была обусловлена особенностями атмосферной циркуляции у Восточного побережья Азии. Большая часть Японского моря находилась под влиянием гребня гавайского антициклона. Приземный атмосферный фронт располагался в южной части Японского моря, что обеспечивало обильные осадки.

В конце июня, начале июля влияние Цусимского течения усиливается, аномалии температуры воды становились выше нормы на 3–4 °С. В тоже время, в Татарском проливе температура воды оставалась ниже нормы. Воды Цусимского течения оказывали большее влияние на центральную и северную часть Японского моря.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате сложившейся на путях анадромной миграции приморской горбуши в мае-июле 2023 г. гидрологической ситуации Японского моря промысловые уловы в южной части подзоны Приморье около устьев рек Самарга, Единка, Венюковка Приморского края увеличились, а в Хабаровском крае уловы этого вида рыб стали ниже, чем в Приморье. Причина аномальных распределений миграционных потоков горбуши явилось ослабление холодного Приморского течения и продвижения теплых вод к побережью, в результате миграция значительной части анадромного потока горбуши с мест нагула в нерестовые реки, на подходах к которым осуществлялся ее промысел. Впервые, с начала XXI века, промысловые уловы горбуши в южной части подзоны Приморье ранее малочисленного поколения нечетных лет, в 2023 году на участках, расположенных около устьев рек Самарга, Единка, Венюковка Приморского края увеличились до 1522,36 т, а Хабаровского края были ниже и не превысили 636,3 т.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексанин А.И., Алексанина М.Г. Мониторинг термических структур поверхности океана по данным ИК-канала спутников NOAA на примере Прикурильского района Тихого океана // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. 2006. Вып. 3. Том. II. Москва, ООО «Азбука-2000». С. 9–15.
2. Барabanщиков Е.И. Изменения продолжительности нерестового хода тихоокеанских лососей в реках на севере Приморского края // Бюллетень № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток: ТИНРО.— 2023. — С. 110–114. DOI: 10.26428/losos\_bull17-2023-110-114.
3. Барabanщиков Е.И., Крупянко Н.И., Лысенко А.В. Результаты лососевой путины в Приморском крае в 2016 г. // Бюллетень № 11 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток: ТИНРО-Центр.— 2016. — С. 45–54.
4. Лысенко А.В., Шагилина Т.А., Гайко Л.А. Влияние гидрометеорологических условий на динамику Вылова (численности) приморской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) на основе ретроспективных данных (Японское море, Татарский пролив) // Вопросы ихтиологии.— 2021. — Т. 61, № 2. — С. 206–218.
5. Назаров В.А., Лысенко А.В. Итоги лососевой путины 2018 г. в Приморском крае // Бюллетень № 13, Реализация «Концепции Дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток: ТИНРО-Центр.— 2018. — С. 240–254.
6. Пушкарева Н.Ф. Состояние запасов приморской горбуши и пути увеличения ее численности // Тр. ВНИРО.— 1975. — Т. 106. — С. 106–113.

## Подбор комбикормов для культивирования молодежи речных раков

И. Н. Никонова, Р. Р. Борисов, Ю. А. Баскакова, А. В. Артемов

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

E-mail: nikonovain@vniro.ru

**Аннотация.** Протестированы рецептуры корма с содержанием белка 50%, 40%, 30% для товарного выращивания молодежи австралийского красноклешневого рака массой от 5 г в рециркуляционных установках. По результатам экспериментальных исследований определены оптимальные параметры качественного состава и физических свойств комбикормов.

**Ключевые слова:** речные раки, австралийский красноклешневый рак, *Cherax quadricarinatus*, комбикорм.

### ВВЕДЕНИЕ

Возможными перспективными направлениями аквакультура речных раков в России является получение молодежи нативных видов с целью пополнения и восстановления естественных популяций, а так же культивирование для получения товарной продукции аборигенных и новых для нашего региона теплолюбивых видов. Австралийский красноклешневый рак *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) широко распространен в мире в качестве объекта аквакультуры [Jones, 2000; Lawrence, Jones, 2002; Борисов и др., 2013; Sallehuddin et al., 2021], а в последние годы работы по его культивированию активно ведутся и в России [Хорошко, Крючков, 2010; Шокашева, 2018; Пятикопова и др., 2023]. При наличии биотехнологических норм культивирования молодежи и товарной продукции красноклешневых раков, одной из главных проблем его выращивания является отсутствие сбалансированных специализированных кормов. В этой связи особую актуальность имеют исследования, направленные на создание линейки комбикормов для выращивания австралийского красноклешневого рака учитывающих пищевые потребности и особенности поведения. Цель данной работы создание и апробация комбикормов для молодежи австралийского красноклешневого рака массой от 5 г.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Расчет рецептов комбикормов проводили с помощью компьютерной программы «Оптима Эксперт» (ООО «КормоРесурс») на основании аналитических данных по питательной и биологической ценности компонентов, а также с учетом физиологических потребностей объектов исследования.

Опытные образцы кормов были выработаны в научно-производственном отделе по изготовлению комбикормов для объектов аквакультуры филиала ФГБНУ «ВНИРО» «ВНИИПРХ» на полупромышленной линии Amandus Kahl (Германия).

Разработаны и апробированы три рецептуры отличающиеся содержанием белка — 50%, 40%, 30%, шифр кормов КРРАКС 1, КРРАКС2 и КРРАКС3 соответственно. Источниками белка служили рыбная мука, соевый концентрат, пшеничный глютен. Гаммарус и концентрат из личинки черной львинки, содержащие хитин, включены в качестве источника основного материала для формирования панциря и обеспечения других потребностей, связанных с личинными процессами. Морковь, дрожжи, личинка черной львинки, чеснок обладают аттрагирующими и антимикробными свойствами. Гранулы комбикормов имели вид слайсов, обеспечивающих низкую крошимость и высокую водостойкость гранул (рис. 1).

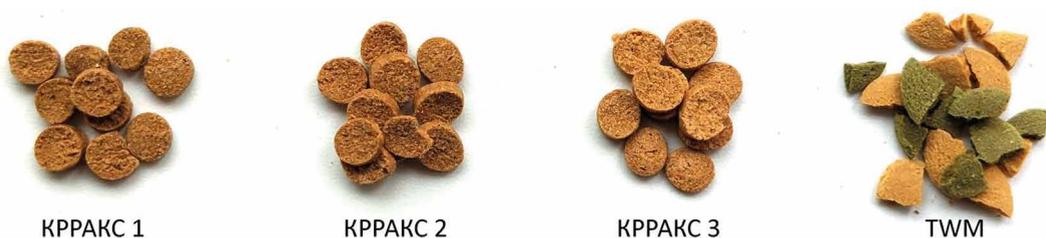


Рис. 1. Внешний вид кормов

Испытания комбикормов проведены в аквариальной отделе аквакультуры беспозвоночных ЦИ ФГБНУ «ВНИРО». В качестве контроля использовали корм Tetra Wafer Mix производство Германия (содержание белка 46%), шифр TWM.

Объектом исследования выступала молодь австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) возрастом 90 суток после схода с самки. Средняя масса особей на момент начала эксперимента составила  $4,6 \pm 1,1$  г, длина —  $59,2 \pm 4,9$  мм. Эксперимент проводился в прозрачных емкостях с объемом воды 200 л и площадью дна  $0,45$  м<sup>2</sup>. В емкостях находились убежища норного типа и структурирующие объем субстраты. Плотность посадки раков составила 15 экз./емкость или 33 экз./м<sup>2</sup>. Для каждого варианта корма выполнено две повторности. Продолжительность эксперимента составила 80 суток. С интервалом 20 суток определяли выживаемость и массу особей.

Кормление проводили два раза в сутки. Суточная норма вносимого корма в начале эксперимента составила 3% от массы тела особей. В дальнейшем эти показатели корректировали в зависимости от интенсивности потребления раками кормов. При этом повышение или снижение суточной нормы внесения кормов для каждого варианта эксперимента и каждой повторности

проводилось отдельно. Через два часа после дневного кормления и на утро после ночного кормления несъеденные остатки корма учитывали и изымали из емкостей. Температуру поддерживали в диапазоне 26–28 °С.

Химический состав и питательную ценность комбикормов анализировали стандартными методами [ГОСТ Р 54951–2012, ГОСТ 13496.4–2019, ГОСТ 31675–2012, ГОСТ 32933–2014, ГОСТ 32905–2014]. Химический состав тела молоди австралийского красноклешневого рака определяли по ГОСТ 7636–85.

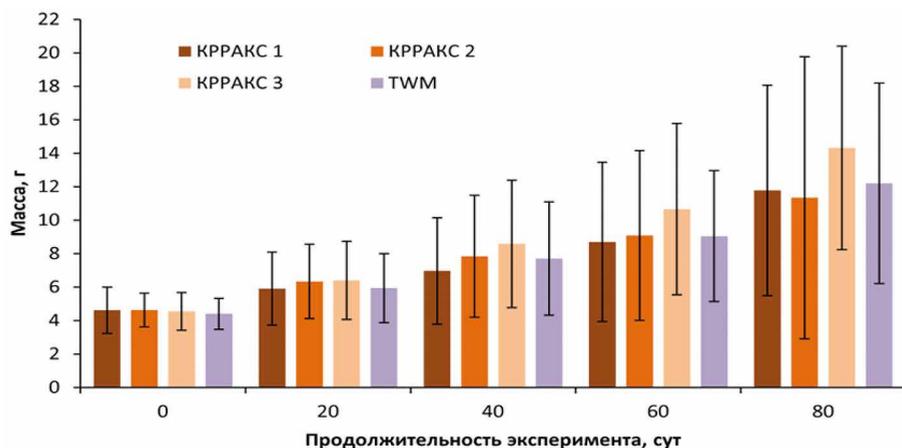
## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во время проведения биологических испытаний молодь раков активно потребляла все виды кормов, использованных в эксперименте. Форма гранул кормов в виде слайсов и их размер оказались удобными для их захвата и потребления раками. Важной характеристикой корма является величина потерь при его потреблении. По нашим наблюдениям молоди рака может понадобиться некоторое время на поиск и потребление гранул корма, после их падения на дно. Тестируемые корма обладали хорошей водостойкостью и длительное время не утрачивали свою структуру. Это позволило снизить потери корма при его потреблении раками. Речные раки обитают на дне и не могут захватывать корм с поверхности и толщи воды. В процессе кормления отмечено, что опытные корма обладали большей плавучестью, по сравнению с контрольным образцом, и дольше опускались на дно аквариума. В результате к контрольному образцу раки получали доступ чуть быстрее. Учитывая высокую водостойкость экспериментальных кормов это не сказалось существенного влияния на результаты, но в условиях производства потери и следовательно затраты кормов с большой плавучестью могут оказаться выше.

Максимальная выживаемость в ходе эксперимента зафиксирована в варианте с комбикормом КРРАКС 2 и в среднем составила 73%. Для других двух вариантов кормов (КРРАКС 1, КРРАКС 3 и ТWM) она составила 56, 50 и 47%, соответственно. Гибель особей в процессе культивирования была обусловлена каннибализмом. Случаи каннибализма отмечались, чаще всего в процессе линьки особей. Поскольку в первую очередь линяли быстрорастущие особи, это так же могло стать одной из причин снижения средней скорости роста раков.

Средняя масса особей, потреблявших опытные корма, на протяжении всего эксперимента была сопоставима или даже выше, чем средняя масса особей в контрольной группе (рис. 2). В конце эксперимента выше всего оказалась средняя масса особей, получавших корм КРРАКС 3 (14,3 г). Однако, учитывая низкую выживаемость, общая биомасса, полученная для этого варианта, составила 215 г, что оказалось ниже, чем в варианте КРРАКС 2–250 г.

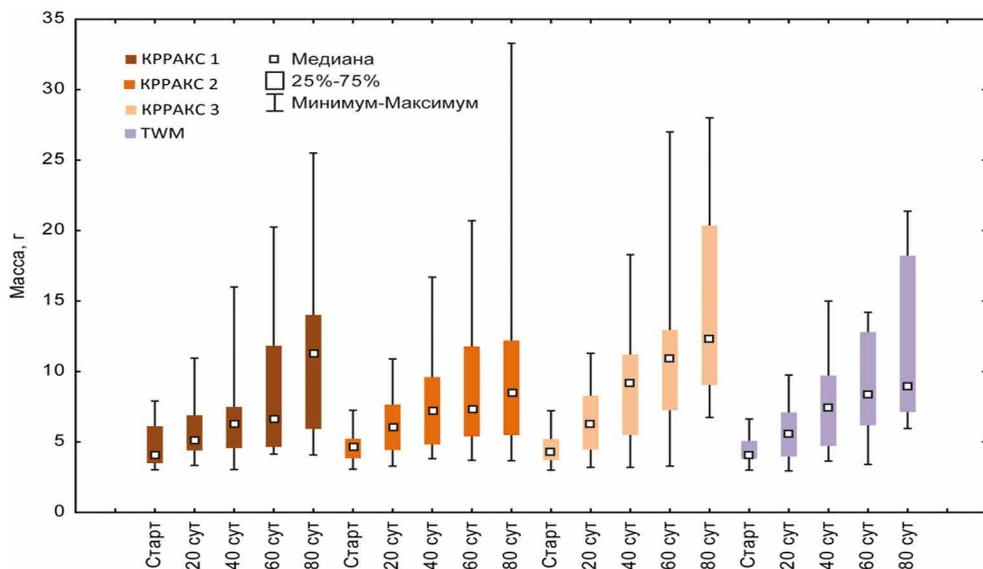
На протяжении эксперимента наблюдали тенденцию к снижению затрат корма в пересчете на массу тела раков — в зависимости от корма с 1,3–1,9% до 1,1–1,5%. При этом затраты корма на особь по мере роста раков напротив демонстрировали тенденцию к увеличению. В ходе проведения эксперимента отмечено, что интенсивность поедания корма раками зависела от количества



**Рис. 2.** Изменение средней массы молоди в зависимости от типа корма

белка в нем. Так наименьшее потребление отмечено в варианте высокобелкового (50% белка) корма КРРАКС 1.

В целом для всех вариантов на протяжении эксперимента наблюдалась схожая картина роста особей (рис. 3), характерными чертами, которой было: появление в группах отдельных крупных особей, гибель части быстро растущих раков, большое количество мелких особей в группах. Разница в скорости роста особей в группах была существенной (рис. 2 и 3). Например, через 80 суток с момента начала эксперимента масса наиболее крупных особей в варианте с кормом КРРАКС 2 составила более 30 г, а масса самых мелких всего



**Рис. 3.** Изменение показателей массы молоди в зависимости от типа корма

4 г. Неравномерность роста характерна для культивирования австралийских красноклешневых раков в условиях УЗВ при высокой плотности посадки [Борисов и др., 2013] и возникает, как результат подавления роста мелких особей более крупными. Это происходит вследствие конкуренции за пищу, агрессивных взаимодействий и, по-видимому, из-за выделения крупными особями химических веществ, тормозящих рост мелких раков.

Следует отметить, что несмотря на то, что средняя масса особей в варианте корма КРРАКС 2 была меньше, чем в вариантах кормов КРРАКС 1 и 3, но именно для этого варианта зафиксировано достижение отдельными особями максимальных размерно-весовых характеристик и наибольшая итоговая продуктивность, что позволяет считать данный вариант корма наиболее перспективным.

Согласно показателям химического состава, мясо раков относится к белковому нежирному сырью, что подтверждается высоким уровнем протеина и низким уровнем липидов. Исследование химического и аминокислотного состава мышечной ткани показало, что по содержанию основных нутриентов мышечная ткань раков, которые кормились опытными и контрольным кормом, значительно не различалась между собой (табл.). Максимальное количество белка (21,20%) и наименьшая обводненность (75,78%) выявлены в мясе раков, получавших КРРАКС 2.

**Таблица.** Химический состав мышечной ткани раков

Наименование компонента	Содержание, %			
	белок	жир	влага	зола
КРРАКС 1	20,23±0,32	0,29±0,11	76,85±0,32	1,58±0,03
КРРАКС 2	21,20±0,33	0,34±0,04	75,78±0,41	1,45±0,04
КРРАКС 3	19,38±0,29	0,32±0,09	77,89±0,22	1,49±0,05
TWM (контроль)	20,09±0,24	0,42±0,02	77,15±0,37	1,55±0,02

Анализ аминокислотного состава показал, что все образцы мышечной ткани раков содержат полный набор заменимых и незаменимых аминокислот. Аминокислотный профиль белка мышечной ткани раков значительно не различался между опытом и контролем, что свидетельствует о сбалансированности протеина во всех тестируемых комбикормах, как с содержанием белка 50%, так и с 40% и 30%.

## ВЫВОДЫ

По результатам исследований можно сделать следующие выводы и рекомендации по созданию комбикормов для молоди австралийского красноклешневого рака массой от 5 г.

Комбикорма для речных раков должны быть быстро тонущими и обладать хорошей водостойкостью. Уплотнённая форма гранул удобна для захвата и потребления раками.

Рекомендуемые показатели питательной ценности комбикормов: сырой протеин — 40–50%; сырой жир 5–6%; БЭВ — 28–38%, клетчатка не более 2%, содержание золы — 8–10%, валовая энергия — 18,9–19,5 МДж/кг.

В состав комбикормов могут быть включены следующие кормовые компоненты: рыбная мука, пшеничная мука, пшеничный глютен, концентрат белковый из личинки черной львинки, дрожжи кормовые гидролизные, морковь, гемоглобин, гаммарус, жмых подсолнечный, соевый концентрат, кукурузный крахмал, монокальций фосфат, масло рапсовое, масло соевое, чеснок, пребиотик, витаминно-минеральный премикс, антиоксидат.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Акимова М.Ю., Паршин-Чудин А.В. 2013. Биология и культивирование австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) — М.: Изд-во ВНИРО.— 48 с.
2. Пятикопова О.В., Харченко Н.Н., Бедрицкая И.Н., Анкешева Б.М., Тангатарова Р.Р., Романенкова Е.Н. 2023. Рекомендации по выращиванию молоди австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в промышленных условиях // Рыбоводство и рыбное хозяйство. Т. 210. № 7. — С. 458–469.
3. Хорошко А.В., Крючков В.Н. 2010. Новые направления прудовой аквакультуры в южных регионах России // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса.— № 2. — С. 51–54.
4. Шокашева Д.И. 2018. Специфика многолетней domestикации австралийского рака *Cherax quadricarinatus* в условиях западной части Российской Федерации // Изв. ТИНРО. Т. 194. — С. 188–192.
5. Jones С.М. 2000. Redclaw Crayfish Aquaculture. Recommended Practices for Redclaw Crayfish Aquaculture based on Research and Development Activities 1998 through 2000 — Cairns, Australia: Queensland Government, Department of Primary Industries and Fisheries,— 61 p.
6. Lawrence С., Jones С. 2002. *Cherax* // Biology of Freshwater Crayfish / D.M. Holdich (ed). — Blackwell Scientific Press, Oxford., — P. 635–670.
7. Sallehuddin A.S. Kamarudin A.S., Ismail N. 2021. Review on the global distribution of wild population of Australian Redclaw Crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) // Bioscience research. V. 18. № 2. — P. 194–207.

## **О встречаемости микропластика в желудочно-кишечном тракте рыб Дальневосточных морей**

*А.П. Педченко<sup>1</sup>, А.В. Созирина<sup>1</sup>, Е.В. Ведищева<sup>1</sup>, И.И. Гордеев<sup>1</sup>,  
А.Н. Старовойтов<sup>2</sup>, С.В. Новокрепленных<sup>3</sup>, Г.А. Кантакнов<sup>4</sup>, П.С. Беляев<sup>5</sup>*

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

<sup>3</sup> Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

<sup>4</sup> НПО «ДЭКО», г. Южно-Сахалинск

<sup>5</sup> Аспирантура ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: pedchenko@vniro.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается тема встречаемости микропластика (МП) в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) и желудках рыб Дальневосточных морей. Регион выбран из-за глобального значения его экосистем, его промысловой значимости и расширения границ МП загрязнения в Тихоокеанском регионе, усугубляемое изменениями климата. Научные публикации и сведения поискового характера специалистов ФГБНУ «ВНИРО» о присутствии МП в ЖКТ и желудках рыб легли в основу разработки методики обследования рыб на присутствие МП и масштабных исследований МП загрязнения водных биоресурсов и среды их обитания, которые выполняются ФГБНУ «ВНИРО» в Северной Пацифике с 2023 года. Кроме того, мы указываем на актуальность материалов для заинтересованных сторон, которые, как ожидается, будут использовать эти сведения и результаты дальнейших наблюдений для восполнения пробелов в знаниях о современном состоянии и степени МП загрязнения водных биоресурсов высокопродуктивного промыслового региона.

**Ключевые слова:** встречаемость, микропластик, ЖКТ, промысловые рыбы, Дальневосточные моря, Северная Пацифика.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Ежегодно выбросы пластиковых отходов увеличивается пропорционально росту мирового производства пластмасс и наибольшее их количество отмечено в морях Тихого океана [13, 14]. К таким же относят полимерные частицы размером менее 5 мм, МП, в основном возникающие в результате разрушения крупного пластикового мусора под воздействием нескольких факторов окружающей среды, таких как ультрафиолетовое излучение, физическое истирание и биодegradация микроорганизмами, на мелкие частицы и превращающиеся во вторичный микропластик [3]. Отмечено [1], что исследования в области МП в последние годы быстро расширяются, включая исследования его распределения и возможного воздействия на биоту, поскольку его присутствие обнаружено практически во всех экосистемах внешней гео-

сферы Земли. В морской и пресноводной среде МП, состоящие из различных полимеров, могут широко распространяться в разных местах (поверхностный слой, водоем или дно) в зависимости от их состава, плотности и формы. Широкое распространение МП повышает их биодоступность для организмов, обитающих в разных местах или существующих на разных трофических уровнях [16]. Пластики часто включают добавки, отдельные мономеры и другие сопутствующие химические вещества [7, 9], и широкое распространение МП также может привести к попаданию нежелательных химических веществ в морскую среду и их обитателей. Как показано в обзорах [4, 8, 11] биологические эффекты МП прослеживались у многих морских и пресноводных видов рыб и выражались в снижении индивидуального роста и пополнении популяций, изменениях в поведении, проявлении окислительного стресса, воспаления, иммунных реакциях, гормональной регуляции, аномального развития, повышенных темпах гибели клеток и измененном липидном обмене.

В тоже время, по мнению [10, 12] в дополнение к данным содержания МП в воде, содержащее желудочно-кишечного тракта моллюсков, рыб или морских птиц, которые, как известно, потребляют МП, является одним из надежных индикаторов распределения МП, и может указывать на тенденции загрязнения МП.

Таким образом, целью настоящей работы было (1) обобщить информацию о встречаемости МП в ЖКТ и желудках рыб на акватории дальневосточных морей, собранную в экспедициях ФГБНУ «ВНИРО»; (2) представить методические подходы, используемые ФГБНУ «ВНИРО» при сборе первичных данных для оценки встречаемости МП в ЖКТ рыб; (3) проиллюстрировать объемы материала, собранного по единой методике в данном регионе в рамках выполнения прикладной научной темы «Оценка загрязнения микропластиком морских и пресноводных экосистем в районах отечественного рыболовства».

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор проб ЖКТ рыб на загрязнение их МП выполняли из учетных уловов методом случайных выборок, согласно методических указаний ЦИ ФГБНУ «ВНИРО». При подготовке материалов использовали данные полного биологического анализа промысловых рыб из траловых уловов. Отбирать не менее 30 экземпляров одного вида рыб в районах их массовых скоплений (более 100 экз. за траление). Сборы проб ЖКТ проводили из разных тралов с целью получения равномерной выборки по всей акватории каждого укрупненного подрайона.

До начала анализа устанавливали видовую принадлежность исследуемого экземпляра, взвешивали, измеряли его длину и заносили эту информацию в журнал регистрации проб микропластика в ЖКТ (далее — Журнал).

Перед вскрытием рыбы проводили ее наружный осмотр для выявления любых отклонений и патологий (травмы, дефекты, наличие частиц МП в жабрах, паразиты и др.). Выявленные факты заносили в Журнал. Затем выреза-

ли левую стенку и открывали доступ полости тела, делали короткий надрез вперед от анального отверстия, затем разрезали рыбу вдоль срединной линии брюшка до угла нижней челюсти (рис. 1).

Делали дугообразный надрез, вырезали левую брюшную стенку, отделяли ее. Осматривали полость тела и внутренних органов на наличие патологий (изменение цвета и размеров органов, наличие паразитов, спаек, прободений, повреждений органов МП и т. д.) и при выявлении регистрировали их в Журнале.

После этого накладывали лигатуры на кишечник близ анального отверстия и на пищевод в его начальном отделе, в случае отсутствия лигатур аккуратно переносили желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), чтобы содержимое пищеварительного тракта не вышло наружу, и помещали в Zip-пакет (каждый ЖКТ в отдельный пакет). Пакет нумеровали (маркировали) и указывали на нем вид ВБР, номер записи в журнале с данными биологического анализа. Этикетку с аналогичными данными оформляли нестирающимся карандашом и вкладывали внутрь пакета. Соответствующую запись с указанием № zip-пакета делали в Журнале. В журнале также указывали дату, промысловый район, номер трала, время его постановки, координаты, глубину места, слой облова, время начала, продолжительность лова, глубину места, порядковый номер емкости с пробой, номер ближайшей океанографической станции. Далее материал подвергали глубокой заморозке в холодильных камерах на  $-18^{\circ}\text{C}$ . При хранении пробы плотно упаковали и не размораживали.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ уловов минтая (*Gadus chalcogrammus*) в Беринговом море выявил, что 85% рыб в возрасте от 2 до 12 лет употребляли в пищу МП [6]. Это одно из последних и далеко не единственное исследование, подтверждающее высокую встречаемость МП в ЖКТ и желудках рыб Северной Пацифики. Так, одно первых исследований, в котором отмечалось попадание микропластика в организм выловленной в дикой природе рыбы, касалось прибрежных видов из США [5].

Несмотря на достаточно обширные зарубежные исследования и публикации по данной теме, аналогичные специализированные наблюдения на водных объектах нашей страны начали выполняться в небольшом количестве в последние годы [2].

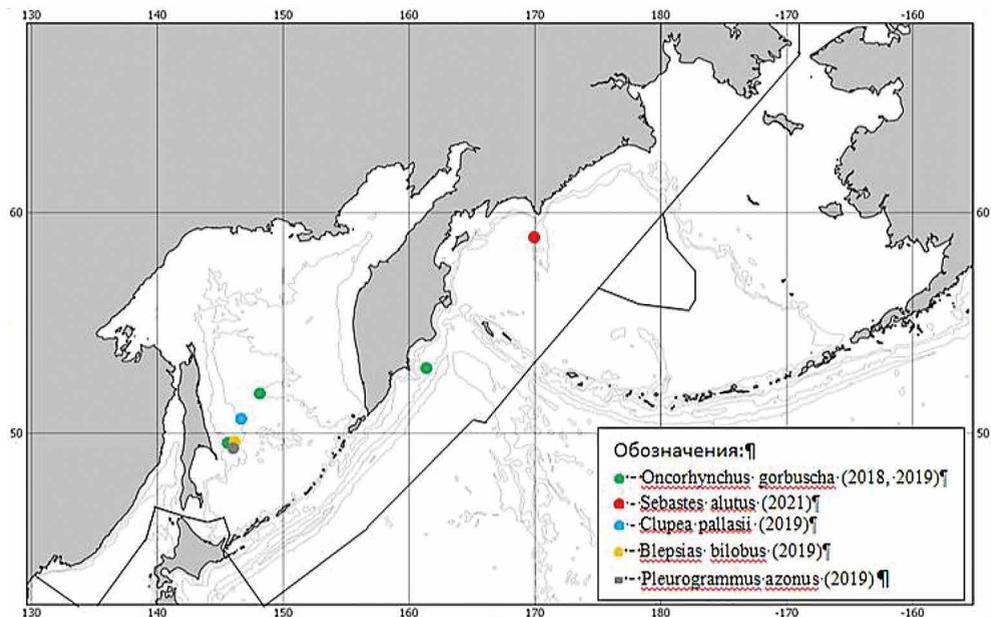
В этой работе обобщены немногочисленные сведения специалистов ФГБНУ «ВНИРО», подготовленные по материалам биологического и парази-



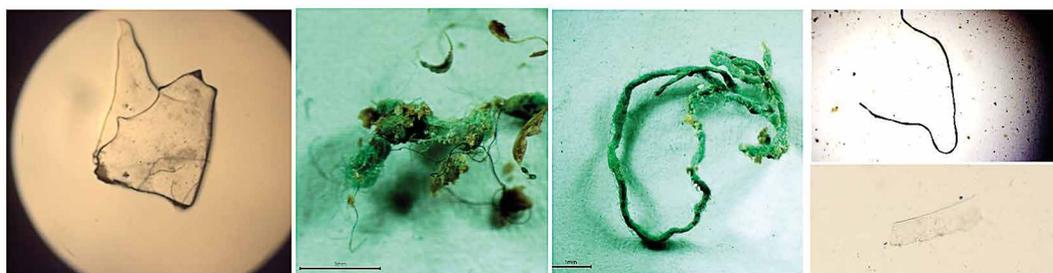
*Рис. 1. Вскрытие рыбы, осмотр полости тела*

тологического анализа материалов экспедиций 2018–2022 гг. (рис. 2), которые подтвердили встречаемость МП в промысловых рыбах дальневосточных морей. Наиболее характерные образцы МП, обнаруженного в ЖКТ рыб в указанные годы представлены на рис. 3.

В марте 2022 года был проведен сбор проб ЖКТ лососевых рыб на акватории работы НИС «ТИНРО» в рамках Международного года лосося. (рис. 3).



**Рис. 2.** Положение мест обнаружения МП в ЖКТ промысловых рыб в районах отечественного промысла в 2018–2021 гг.



МП из ЖКТ окуня-клювача (Берингово море), увеличение  $\times 20$ .  
Фото А. Согриной, ВНИРО. 2021 г.

МП из проб питания (Охотское море).  
Фото И. Гордеева, ВНИРО. 2022 г.

Волокна и МП из ЖКТ окуня-клювача (Берингово море), увеличение  $\times 40$ . Фото П. Беляева, ВНИРО 2023 г.

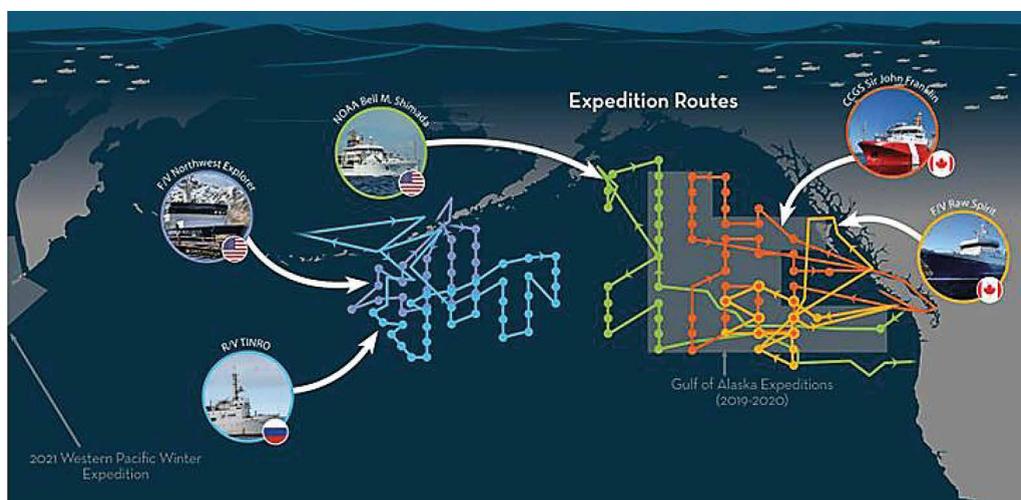
**Рис. 3.** Образцы МП, обнаруженные в ЖКТ промысловых рыб

В ходе экспедиции на 30 станциях/тралах в северной части Тихого океана в период с 02 по 20 марта 2022 года был выполнен сбор 66 проб ЖКТ лососевых рыб, в том числе: кижуча (ср. длина 34,1 см /масса 428,9 г) — 16 экз., нерки (ср. длина 37,8 см /масса 607,4 г) — 23 экз., чавычи (ср. длина 47,5 см /масса /1274,3 г) — 4 экз., горбуши (ср. длина 30,1 см /масса 233,9 г) — 7 экз. и кеты (ср. длина 44,4 см /масса 958,8 г) — 16 экз.

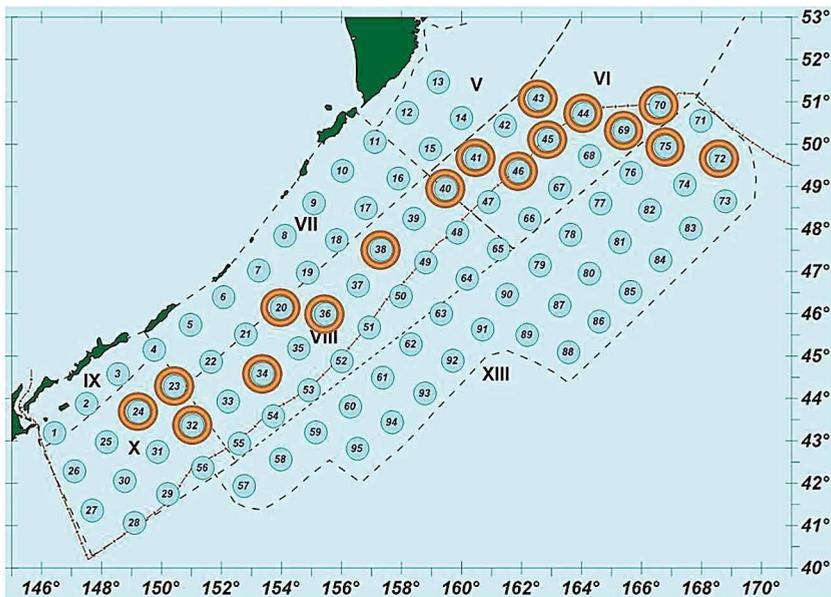
Методика сбора проб МП в ЖКТ рыб, использованная специалистами ФГБНУ «ВНИРО» на промысловых судах и в ходе экспедиции на НИС «ТИНРО» в рамках Международного года лосося в 2022 году, была усовершенствована до начала последующих морских экспедициях.

В 2023 году ФГБНУ «ВНИРО» значительно расширил географию и количество наблюдений МП загрязнения на поверхности моря, и приступил к сбору проб МП в ЖКТ рыб в Дальневосточных морях, таким образом, обозначив переход от научно-поисковых наблюдений МП загрязнения к масштабным исследованиям его распределения на акваториях ресурсных и международных съемок в окраинных и трансграничных морях.

Траловая съемка верхней эпи-пелагиали северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2023 г. выполнялась по стандартной методике и в сроки аналогичные ранее выполненным «лососевым» съемкам в этом регионе. Сбор проб ЖКТ рыб на загрязнение их МП выполняли из учетных уловов методом случайных выборок в каждом укрупненном подрайоне северной части Тихого океана, согласно методических указаний ЦИ ФГБНУ «ВНИРО» (рис. 5). При подготовке материалов использовали данные полного биологического анализа половозрелой горбуши, нерки и кеты из уловов НИС «ТИНРО».



**Рис. 4.** Положение станций научных судов на акватории Международной съемки лосося в 2022 г.



**Рис. 5.** Карта-схема траловых станций и точек взятия проб ЖКТ рыб на содержание МП (выделены заливкой) на акватории комплексной съемки НИС «ТИНРО» в северной части Тихого океана в июне — июле 2023 г.

В ходе наблюдений в уловах 18 тралов собрано 80 проб ЖКТ лососевых рыб, в том числе: горбуши (ср. длина 412,4 см/853,6 г) — 30 экз., кеты (ср. длина 468,2 см/1249,2 г) — 31 экз., нерки (ср. длина 432,7 см/997,5 г) — 19 экз.

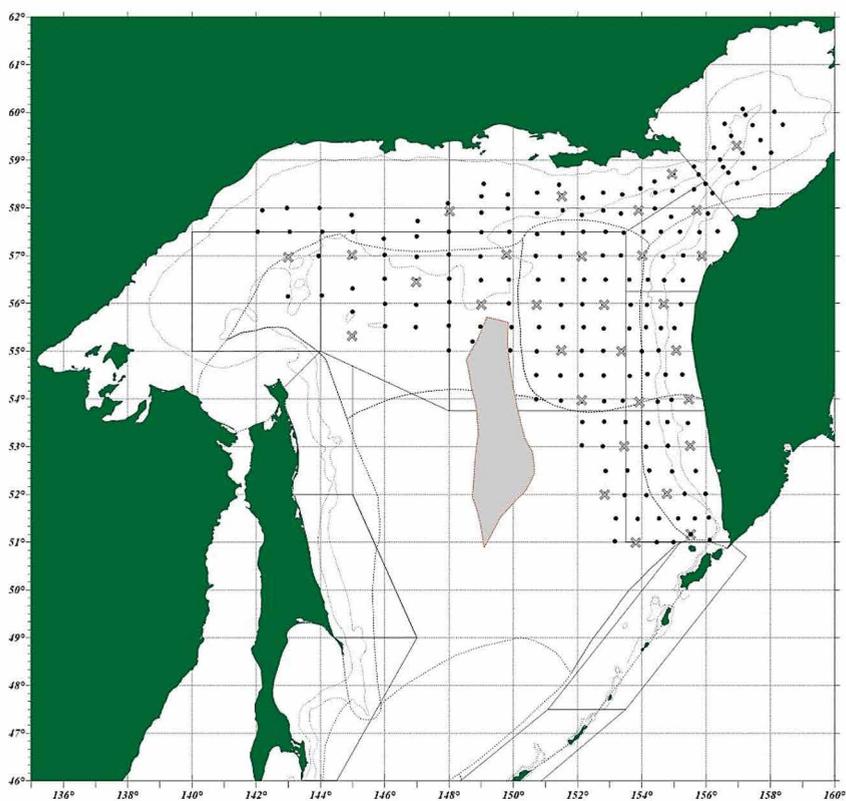
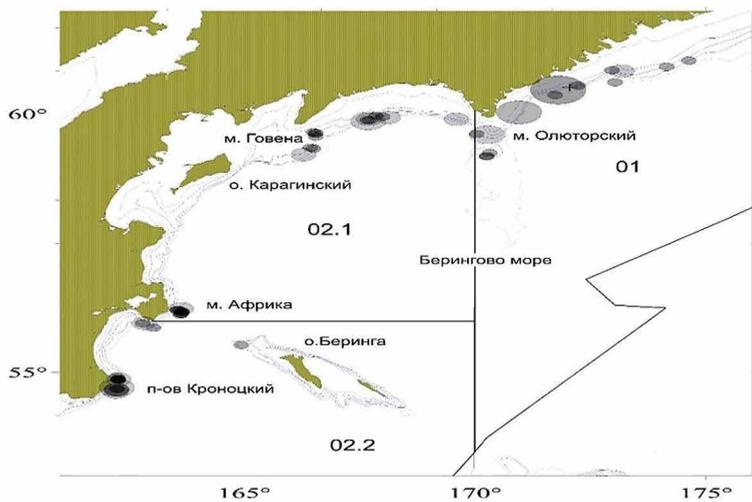
Всего в 2022–2023 гг. в Дальневосточных морях собрано по единой методике 146 проб ЖКТ рыб в рамках выполнения прикладной научной темы «Оценка загрязнения микропластиком морских и пресноводных экосистем в районах отечественного рыболовства».

В 2024 году был начат сбор проб ЖКТ рыб по единой методике в промысловых районах Берингова моря и Охотского моря (рис. 6), что в дальнейшем позволит анализировать и сравнивать полученные результаты для оценки МП загрязнения промысловых рыб Дальневосточных морей.

Результаты этих работ позволят получить новые данные о пространственном распределении МП на акватории Дальневосточных морей, а также выявить особенности встречаемости его типов в ЖКТ промысловых рыб по окончании лабораторной обработки проб и идентификации выделенных частиц МП.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный обзор позволяет констатировать о низкой степени МП загрязнения вод и рыб дальневосточных морей. Материалы настоящей публикации будут полезны при организации исследований МП в других промысловых районах.



**Рис. 6.** Районы планируемого сбора проб ЖКТ рыб (выделены заливкой / x) в Беринговом (вверху) и Охотском (внизу) морях в 2024 г.

Разнообразие пластмасс и связанных с ними химических веществ, производимых, используемых и выбрасываемых в окружающую среду во всем мире, привели к трансграничному загрязнению, которое может оказывать неблагоприятное воздействие на морские экосистемы, усугубляя изменение климата и утрату биоразнообразия [15]. С учетом этого, проведение масштабных исследований ФГБНУ «ВНИРО» в окраинных морях и районах трансграничного рыболовства весьма актуально, поскольку в настоящее время нет достоверных данных о содержании МП в воде и накоплении его частиц в организмах водных биоресурсов. Сбор, обобщение и систематизация этой информации крайне необходимы для оценки воздействия МП загрязнения на экосистемы в условиях растущего производства пластмасс для предотвращения возможных экологических, социальных и экономических последствий.

Избежать увеличения накопления пластика в окружающей среде позволят скоординированные действия повторного его использования, сбора отходов и вторичной переработки, а также внедрения систем безопасной утилизации [Symposium Summary, 2021<sup>1</sup>].

### Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность специалистам научных групп и членам экипажей НИС «Профессор Кагановский», НИС «ТИНРО» и промысловых судов, на которых работали научные наблюдатели учреждения за помощь в сборе проб МП, администрацию ФГБНУ «ВНИРО» и его Тихоокеанского филиала за помощь в организации научных наблюдений в ходе ресурсных исследований 2022–2024 гг.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Колончин К.В., Педченко А.П., Беляев В.А. Исследования содержания микропластика в воде и промысловых рыбах: от научного поиска к масштабному мониторингу // Труды ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО. 2023 г. Т. 193. С. 162–173. DOI:10.36038/2307-3497-2023-193-162-173
2. Тропин Н.Ю., Рахматуллина С.Н., Воробьев Е.Д., Воробьев Д.С., Франк Ю.А. Микропластик в желудочно-кишечном тракте некоторых видов рыб Кубенского озера// Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: сборник материалов VIII Всероссийской конференции по водной экотоксикологии, посвященной 85-летию со дня рождения Бориса Александровича Флёрова (Борок, 17–20 октября 2023 г.) / отв. ред. И.И. Томилина. — Ярославль: Филлигрань, 2023. — С. 60–63.
3. Чубаренко И.П. Есюкова Е.Е., Хатмуллина Л.И., Лобчук О.И., Исаченко И.А., Буканова Т.В. 2021. Микропластик в морской среде. М.: Научный мир. 520 с.
4. Vucci K, Tulio M, Rochman CM. What is known and unknown about the effects of plastic pollution: a meta-analysis and systematic review. *Ecol Appl.* 2020;30(2): e02044.

---

<sup>1</sup> Symposium Summary 2021. International Symposium on Plastics in the Arctic and the Sub-Arctic Region. The Government of Iceland and the Nordic Council of Ministers. ONLINE EVENT Reykjavik. Iceland MARCH 2-4 AND MARCH 8-9, 2021.– 36 p. [https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/2732/Symposisummary\\_lores.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/2732/Symposisummary_lores.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

5. Carpenter, E.J., Anderson, S.J., Harvey, G.R., Miklas, H.P., & Peck, B.B. (1972). Polystyrene spherules in coastal waters. *Science*, 178, 749–750.
6. Ding J, Ju P, Ran Q, Li J, Jiang F, Cao W, Zhang J, Sun C. Elder fish means more microplastics? Alaska pollock microplastic story in the Bering Sea. *Sci Adv*. 2023 Jul 7;9(27): eadf5897. doi: 10.1126/sciadv.adf5897. Epub 2023 Jul 7. PMID: 37418528; PMCID: PMC10328408.
7. Fauser P, Strand J, Vorkamp K. Risk assessment of added chemicals in plastics in the Danish marine environment. *Mar Pollut Bull*. 2020;157:111298.
8. Haegerbaeumer A, Mueller M-T, Fueser H, Traunspurger W. Impacts of micro- and nano-sized plastic particles on benthic invertebrates: a literature review and gap analysis. *Front Environ Sci*. 2019;7:17. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00017>.
9. Hahladakis J.N., Velis C.A., Weber R., Iacovidou E., Purnell P. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *J Hazard Mater*. 2018;344:179–99.
10. Jensen, S., Grøsvik, B.E., Halsband, C. et al. Understanding microplastic pollution in the Nordic marine environment — knowledge gaps and suggested approaches. *Micropl.&Nanopl*. 2, 22 (2022). <https://doi.org/10.1186/s43591-022-00041-3>
11. Kögel T, Bjørøy Ø, Toto B, Bienfait AM, Sanden M. Micro- and nanoplastic toxicity on aquatic life: determining factors. *Sci Total Environ*. 2020;709:136050.
12. Lusher A.L., Mchugh M., Thompson R.C. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel // *Marine Pollution Bulletin*. 2013. — Vol. 67.— № 1–2. — P. 94–99.
13. Lusher, A.L.; Hollman, P.C.H.; Mendoza-Hill, J.J. 2017. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 615. Rome, Italy.
14. Plastics Europe, 2022. *Plastics — the Facts 2022*. Brussels. [Cited Sunday, March 12th 2023]. [URL: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>]
15. UNEP 2023. United Nations Environment Programme and Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions (2023). *Chemicals in plastics: a technical report*. Geneva. ISBN: 978–92–807–4026–4 Available from: [accessed Mar 30 2024].
16. Wang, W., Gao, H., Jin, S., Li, R., Na, G., 2019. The ecotoxicological effects of microplastics on aquatic food web, from primary producer to human: a review. *Ecotoxicol. Environ. Saf*. 173, 110e117.

## **Выживаемость личинок нематод рода *Anisakis* из мышц тихоокеанских лососей при воздействии различных температур и концентрации соли.**

*С.Е. Поздняков, Л.С. Швецова, З.И. Мотора*

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)  
E-mail: tinro@vniro.ru, sergei.pozdniakov@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Получены экспериментальные данные о распределении в теле тихоокеанских лососей, и выживаемости нематод рода *Anisakis* при воздействии различных температур и концентраций соли. Приводятся рекомендации по изменению температурных показателей и количества соли в мышцах, приводящих к обеззараживанию сырья.

**Ключевые слова:** лососи, нематоды, зараженность, экстенсивность инвазии.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Нематоды рода *Anisakis* одни из самых распространенных видов паразитических червей поражающих морских рыб. Их окончательными хозяевами являются в первую очередь китообразные и в меньшей степени ластоногие. Китообразные являются основными распространителями анисакисов в океанах и морях. Рассеянные в воде яйца этих червей выедаются планктонными организмами (эвфаузииды и хетогнаты), которые и служат источником заражения рыб и кальмаров. Виды рода *Anisakis* важны в первую очередь с медицинской точки зрения, поскольку при употреблении в пищу плохо обработанной рыбы у человека развивается заболевание (эозинофильная гранулема), приводящее в некоторых случаях к смертельному исходу [4, 1]. Рядом специалистов [4] проведено масштабное исследование, показавшее, что за период 1962 по 2015 гг. зараженность рыб используемых для приготовления «суши» и «сасими» увеличилась в 283 раза. Авторы проанализировали возможные варианты этого феномена и пришли к заключению, что главная причина кроется в увеличении численности китообразных, с чем, безусловно, можно согласиться. В перечень видов рыб зараженность, которых существенно выросла, относятся и тихоокеанские лососи. Эти рыбы являются теми объектами промысла, вкусовые качества которых не нуждаются в рекламе. Прежде всего, это великолепное сырье для производства соленой, копченой, вяленой, кулинарной продукции, а также для получения биологически активных веществ.

Исследованиями показано, что нематодами рода *Anisakis* поражена главным образом мускулатура тихоокеанских лососей. Проведенное специаль-

ное изучение показало, что локализация этих нематод в мышечной ткани, напрямую связана с распределением депозитного жира в различных группах мышц тихоокеанских лососей [3]. Изучение выживаемости этих нематод актуально, особенно в связи с их высокой патогенностью, и будут время от времени корректироваться в связи с изменением требований к получению конечного пищевого продукта.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал по распределению анизакид в мускулатуре тихоокеанских лососей собран в экспедиционных рейсах и на береговых предприятиях Приморья, Сахалина и Камчатки. В общей сложности исследовано 3520 экз. В части исследования характера распределения личинок нематод в мышцах лососей использовалась схема условного деления тела на сектора, в пределах которых отмечались обнаруженные особи личинок нематод. Секторы А, Б, В делят длиннейшую мышцу спины (дорсальный глубокий латеральный мускул) на 3 части (части выбраны для удобства подсчета нематод). Границей между секторами А, Б, В и Г, Д, Е является горизонтальная септа. Секторы Г, Д, Е делят на 3 части наружную косую мышцу живота, а секторы Ж, З — внутреннюю косую и прямую мышцы живота на 2 части (рис. 1).

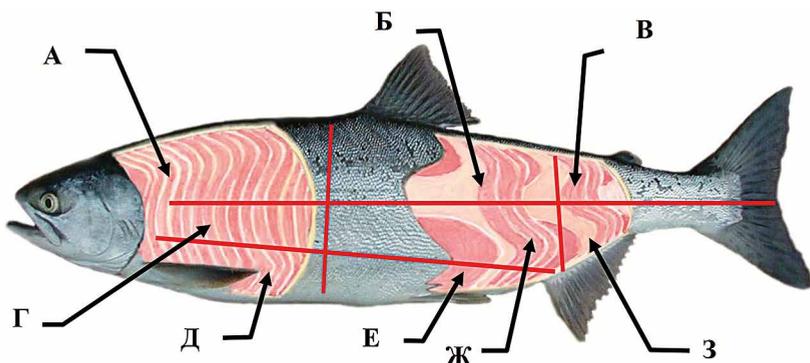


Рис. 1. Схема учета паразитов в мышцах лососей

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Количественные характеристики зараженности исходного сырья в различных районах и разных уловах составляет:

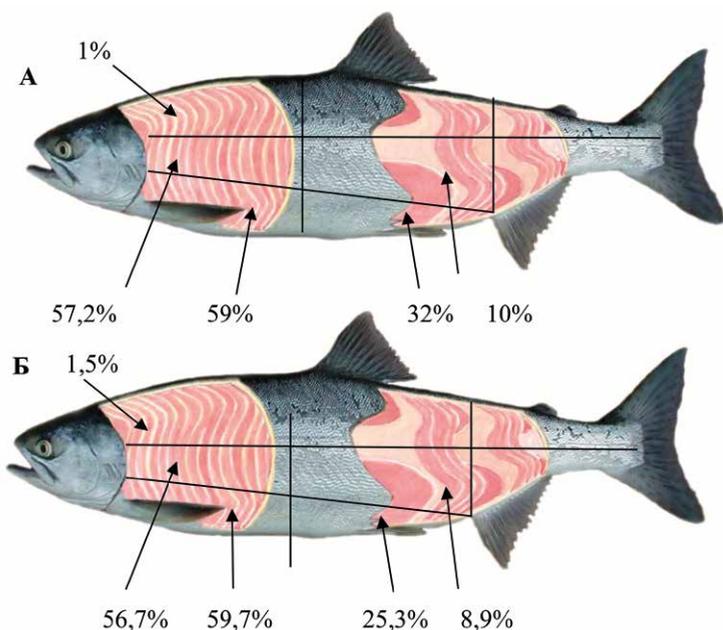
– горбуша в североохотоморской подзоне 18–33% (интенсивность инвазии 1–4 экз.); у западной Камчатки 50–100% (интенсивность инвазии 1–90 экз.); в Беринговом море 70–100% (интенсивность инвазии 1–24 экз.); у берегов Приморья 80–100% (интенсивность инвазии 1–25; редко этот показатель достигает до 182 экз.);

–кета в Охотском море экстенсивность инвазии составляет 50–100% (интенсивность инвазии 1–24 экз. В отдельных уловах 72–365 экз.); у восточной Камчатки 60–100% (интенсивность инвазии 2–33 экз.); у побережья Приморья 100% (интенсивность инвазии 3–124 экз.);

–нерка — показатели зараженности у западной и восточной Камчатки близки и составляют 50–95% (интенсивность инвазии 2–25 экз.) и 50–100% (интенсивность инвазии 2–30 экз.) соответственно.

Приведенные данные показывают, что современные характеристики зараженности тихоокеанских лососей крайне высокие.

Характер зараженности мышц горбуши (экстенсивность инвазии) и распределение в теле личинок *Anisakis* spp. по обозначенным секторам приведены на рис. 2.



**Рис. 2.** Зараженность горбуши личинками *Anisakis* spp. в Охотском (А) и Беринговом (Б) морях (обобщенная схема).

Современные способы обработки сырца, в том числе и лососей, направлены главным образом на щадящие способы обработки, при которых максимально сохраняются питательные свойства. В этой связи актуальным становится определение границ выживаемости патогенных паразитов и разработки рекомендаций по обеззараживанию сырья.

### **Выживаемость анизакисов при различных температурных режимах**

Температурный оптимум для личинок *Anisakis simplex* близок к 0 градусам Цельсия. Отклонения от этого показателя, как в сторону ее увеличения,

так и в сторону понижения влечет за собой гибель личинок, что видно из полученных прямых наблюдений.

С целью выяснения влияния положительных температур проведены наблюдения, состоящие из 10 серий по 100 личинок с десятикратной повторяемостью.

- При 0 градусов личинки сохраняют жизнеспособность более 60 суток;
- при 2 градусах личинки живут 48–50 дней;
- при 20 градусах 11–18 дней;
- при 30 градусах 6–7 дней;
- при 45 градусах 1.5 часа;
- при 50 градусах 15 мин;
- при 60 градусах отмечается мгновенная гибель.

Для выяснения влияния низких температур на личинок нематод рода *Anisakis* проведены аналогичные исследования в 10 сериях по 100 экз.

Контроль с тем же результатом оставался при — 0 градусов.

В диапазоне отрицательных температур –5–10 градусов 60–70% личинок погибает в течение одних суток, остальные 40–30% в течение последующих 12 часов, следовательно, полная гибель всех личинок произошла в течение 36 часов.

В интервале температур –15–17 градусов полная гибель личинок наступает в течение одних суток.

При воздействии температуры –20 градусов все личинки гибнут в течении 12 часов. Совершенно очевидно, что гибель личинок в течение вышеуказанного времени будет достигнута при достижении критической температуры внутри мышц рыбы, иными словами при промерзании на всю глубину. Такое кратковременное воздействие будет хорошим профилактическим средством для дальнейшей переработки сырья.

### **Выживаемость анизакисов в солевых растворах различной концентрации**

Серии нематод от 20 до 100 экз. помещались в солевые растворы с концентрацией 2%, 4%, 5%, 6%, 8%, 10%. Температура растворов 23–25 градусов Цельсия. Повторяемость 50 серий.

Критерии жизнеспособности нематод указаны в инструкции [2]. Получены следующие результаты:

- 2% р-р: на 30 сутки начали гибнуть первые нематоды, полностью все особи в выборке погибли через 62 дня;
- 4% р-р: первые на 30 день, полностью через 54;
- 5% р-р: первые на 10 день, полностью через 43;
- 6% р-р: первые на 25 день, полностью через 50;
- 8% р-р: первые на 10 день, полностью через 24;
- 10% р-р: первые на 10 день, полностью через 17.

### **ВЫВОДЫ**

В результате проведенных исследований установлено:

– наиболее инвазированными частями мускулатуры тихоокеанских лососей являются внутренняя косая и прямая мышцы живота (секторы Ж и З), а также наружная косая мышца живота в границах секторов Г и Д;

– при промышленном способе горячего копчения, который проводится обычно в два этапа, нематоды погибают. Основным условием при этом будет достижение температуры внутри мышц не менее 60 градусов;

– изготовление малосоленой продукции из парной рыбы неприемлемо (при количестве соли 3,5–5% личинки сохраняют жизнеспособность от 43 до 54 суток). Перед приготовлением малосоленой продукции можно рекомендовать шоковую заморозку с температурой внутри мышц –20 — –25 градусов. Для полной гарантии безопасности сырья экспозиция может составлять 2–3 суток.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гаевская А.В. Анизакидные нематоды и заболевания вызываемые ими у животных и человека. // Севастополь. Гидрофизика, 2005, 223 с.
2. Методика паразитологического инспектирования морской рыбы и рыбной продукции // М. ВНИРО, 1989, 38 с.
3. Поздняков С.Е., Швыдкий Г.В., Михайлов С.В. О распределении личинок нематод *Anisakis simplex* в рыбах с различным типом накопления депозитного жира. // Паразитология, 1998, Т. 32, № 4, с. 368–372.
4. Florenza E., Wendt C., Dobkowski K., King T., Pappaionou M., Rabinowitz P., Samhour J., Wood Ch. It's a wormy world: Meta-analysis reveals several decades of change in the global abundance of the parasitic nematodes *Anisakis* spp. Fnd *Pseudoterranova* spp. In marine fishes and invertebrates. // *Global Change Biology*, 2020, vol. 26, pp. 2854–2866
5. Ishikura H., Namiki M. Gastric Anisakiasis in Japan: Epidemiology, Diagnosis, Treatment. Springer-Verlag, 1989, 141p.

## **Оперативное прогнозирование промысла хамсы на крымско-кавказском шельфе Черного моря при помощи методов искусственного интеллекта**

*М.М. Пятинский, С.Н. Кульба, В.Н. Белоусов*

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)  
E-mail: pyatinskiymm@azniirkh.vniro.ru

**Аннотация.** Представлены результаты применения методов искусственного интеллекта для решения задачи оперативного прогноза промысла хамсы на крымско-кавказском шельфе Черного моря. Выполнено решение задачи классификации показателей улова на единицу площади за судосутки при допущении об инертности промысла мигрирующего вида. В результате обучения моделей наилучшую точность продемонстрировало решение типа «случайный лес» (точность — 84%). Установлено, что наиболее значимыми для прогноза являются показатели улова за предшествующие прогнозу 7 дней. Применение технологий искусственного интеллекта позволяет осуществить пространственный прогноз с 3-х дневной заблаговременностью.

**Ключевые слова:** Черное море, промысел, хамса, искусственный интеллект, оперативный прогноз.

### **ВВЕДЕНИЕ**

История оперативного прогнозирования промысловой обстановки на крымско-кавказском шельфе Черного моря составляет более 85 лет [1, 5]. Первые попытки выполнения промысловой разведки при помощи аэросъемки и подготовки оперативного прогноза промысла были предприняты в 1936 г. после организации на базе научного института «АзЧерНИРО» поискового подразделения «АзЧерпромразведка», которое трансформировалось в производственное поисковое объединение «Югрыбпроиск». Промысловая разведка и составление оперативного прогноза выполнялись для обнаружения крупных скоплений дельфинов и рыб. В последующие годы промысловая разведка осуществлялась при помощи поисковых судов и гидросамолетов. На основе натурных наблюдений и промысловой статистики «штабом путины» составлялся оперативный прогноз промысловой обстановки с горизонтом прогноза от недели до 1 месяца. После распада СССР деятельность «Югрыбпроиск» существенно сократилась и окончательно прекратилась в 2004 г. Сейчас поиск рыбных скоплений каждый рыбодобытчик осуществляет самостоятельно. Актуальным является разработка таких методов оперативного прогноза промысла, которые будут использовать как ретроспективные, так и текущие пространственные данные которые поступают из разных источ-

ников: данные ДЗЗ, результаты имитационного моделирования водной экосистемы, мониторинга промысла. Наиболее перспективными способами решение данной проблемы на современном этапе представляются технологии машинного обучения и искусственного интеллекта.

Первая попытка составления оперативного прогноза на крымско-кавказском шельфе Черного моря при помощи методов искусственного интеллекта (ИИ) была предпринята в 2022 г. [2]. Прогнозирование уловов черноморского шпрота с заблаговременностью до 7 дней выполнялось на основе прогноза пространственных данных о состоянии различных факторов среды обитания. При этом пространственно-временные градиенты входных данных не учитывались, что приемлемо для прогноза промысла шпрота — вида который не совершает выраженных миграций во время путины. Однако, применение такого подхода для мигрирующей черноморской хамсы оказалось низконадежным. Для решения данной проблемы предлагается алгоритм машинного обучения, в результате применения которого ИИ будет учитывать пространственные и временные особенности миграции объекта промысла и распределения промысловых судов.

Целью данной работы является разработка способа применения методов ИИ для задачи оперативного прогнозирования промысла хамсы на крымско-кавказском шельфе Черного моря.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения задачи обучения ИИ используется информация о плотности ежесуточных уловов на единицу площади (улов/км<sup>2</sup>). Вычисление показателя улова на единицу площади выполнено при помощи авторской программы FishingMap [4] и банка данных «Биостатистика» [3]. Расчет показателей плотности уловов хамсы на крымско-кавказского шельфе для глубин более 20 м выполняется на равномерной сетке с шагом 1 угловая минута. Предполагается, что улов и его характеристики являются интегральным показателем всех факторов, влияющих на промысел (состояние среды обитания, текущие погодные условия, техническое состояние флота, социально-экономические факторы и т. д.).

Принимается допущение об инерционности процесса промысла и значимой взаимосвязи текущей производительности промысла с производительностью в предшествующие дни. Это допущение выглядит вполне убедительным, поскольку, как показал пространственный анализ, при промысле хамсы на крымско-кавказском шельфе промысловые суда, следуя за мигрирующей хамсой, несколько дней облавливают один и тот же участок акватории. Таким образом, местоположение судна в предшествующие дни является важным предиктором при прогнозе. В качестве предикторов модели для детерминации в пространстве используются координаты расчетной сетки, а для детерминации во времени номер текущего дня в году на относительной шкале (номер дня/365). Для составления прогноза используется сведения о плот-

ности улова в каждой точке расчетной сетки, смещенные назад во времени на 5, 6 и 7 дней относительно заданного дня прогноза. С учетом существующей задержки в получении данных судовых суточных донесений (2 дня) применение такого смещения позволяет выполнять оперативный прогноз ежесуточно с заблаговременностью до 3 суток вперед.

Для обучения моделей выполняется решение задачи классификации. Отдельно для среднетоннажных и малотоннажных судов в соответствии с многолетней статистикой производительности их промысла были определены 3 класса — «низкие», «средние» и «высокие» уловы. При обучении модели использовались данные об уловах за период 2016–2023 гг. Ретроспективные данные разделялись на «обучающую» (75%) и «валидационную» (25%) выборки.

В сравнительном аспекте рассмотрены решения задачи классификации типа «случайный лес», «деревья решений» (модификация RF), нейронная сеть и ряд других. Проверка точности прогнозирования выполнена на независимой валидационной выборке. Для повышения точности обучения применен метод «складной нож» (k-fold repeated cross-validation). В ходе бутстрепинга подвыборок выполнялся подбор оптимальных значений гиперпараметров каждой из моделей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты обучения различных моделей ИИ и их тестирование на независимой выборке представлены в табл. 1. Наиболее высокую прогностическую точность и отсутствие признаков переобучения продемонстрировала модель случайного леса.

**Таблица 1.** Диагностика надежности обучения методов ИИ для прогнозирования класса (низкий, средний, высокий) уловов хамсы на крымско-кавказском шельфе Чёрного моря

Модель	Точность	AUC
RF (случайный лес)	0,84	0,92
ET (деревья решений)	0,82	0,91
KNN (k-ближайший сосед)	0,81	0,91
NN (нейронная сеть)	0,72	0,82

*Примечание:* AUC — площадь под кривой ROC (двумерная статистика точности и переобучения)

Ряд моделей классификации (ET, KNN) имели прогностическую точность близкую к решению «случайный лес» и лишь незначительно уступали ему в значении показателя точности и AUC. Самая низкая надежность была у модели на основе классической нейронной сети.

Визуализация примера пространственного прогноза промысловой обстановки на 25 января 2024 г. представлена на рис. 1. Визуально представленный



*Рис. 1. Карта оперативного прогноза промысловой обстановки хамсы на крымско-кавказском шельфе Черного моря на 25 января 2024 г. при помощи модели случайного леса (RF)*

прогноз хорошо согласуется с традиционными районами промысла в этом месяце — промысел осуществляется преимущественно вдоль кавказского шельфа с максимальной производительностью в акватории от анапской банки до м. Кадош и в акватории Севастопольской бухты.

## ВЫВОДЫ

1. Для оперативного прогноза судового промысла мигрирующей хамсы методами искусственного интеллекта наиболее значимыми являются пространственные данные об уловах за предыдущие 7 дней.
2. Технологии искусственного интеллекта позволяют осуществлять оперативный прогноза судового промысла хамсы в Черном море по пространственным данным предшествующих уловов с заблаговременностью 3 дня.
3. Наибольшую точность (84%) при оперативном прогнозе судового промысла хамсы обеспечивает использование модели классификации «случайный лес».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Голубчик В.В., Кондратюк Г.Н. Развитие рыбного промысла в Крымской АССР в 1920–1930-е гг // Научный вестник Крыма. 2021. № . 6 (35). С. 1–8.
2. Кривогуз Д.О., Пятинский М.М. Методические особенности оперативного прогнозирования промысловой обстановки при помощи методов искусственного интеллекта на примере черноморского шпрота // Современные методы оценки и рационального использования водных биологических ресурсов. 2023. С. 69–71.
3. Пятинский М.М., Крискевич Л.В., Смирнов С.С. Система мониторинга промысла водных биоресурсов «Биостатистика» // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. 2018. RU 2018611613.
4. Пятинский М.М., Строкун Ф.Ф. Картирование промысла — FishingMap // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. 2021. RU 2021617018.
5. Фащук Д.Я., Куманцов М.И. Рыбный промысел советской России и СССР в Черном море в первой половине XX века // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2017. № . 1. С. 147–160.

## **Динамика запаса раков (*pontastacus subanicus*) в р. Дон, включая водоемы поймы Ростовской области**

*Е.М. Саенко, М.М. Пятинский, С.В. Котов*

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

E-mail: Kotovsv@azniirkh.vniro.ru

**Аннотация.** В условиях глобальных климатических изменений выполнена оценка запаса раков в р. Дон и представлена многолетняя динамика размерных характеристик популяции. Отмечена тенденция роста промыслового запаса раков в период 2015–2020 гг., снижения в 2021–2022 гг. и роста в 2023 г. Обнаружена значимая положительная связь между объемами годового стока р. Дон и биомассой промыслового запаса,  $r = 0,66$ . В период 2024–2026 гг. ожидается постепенное увеличение биомассы промыслового запаса за счет увеличения численности особей группы пополнения в 2023 г. Увеличение численности особей групп пополнения обусловлено увеличением площадей, пригодных для обитания раков и их потомства в периоды роста водности р. Дон.

**Ключевые слова:** раки, р. Дон, фактор водности, промысловый запас, климатические изменения.

### **ВВЕДЕНИЕ**

На формирование структуры популяции длиннопалого рака (*Pontastacus subanicus*) и ее численности в р. Дон оказывает влияние множество различных факторов, ключевым среди которых в XXI веке стало изменение условий среды обитания в результате глобальных климатических изменений. Существенное влияние на состояние водной системы бассейна оказала смена фазы формирования речного стока в донском бассейне [Никаноров и др., 2015, Жукова и др., 2023].

Река Дон и большая часть ее притоков выработали относительно неглубокие, но широкие долины, заложенные в легко размываемых осадочных породах. В результате спрямления русла р. Дон и миграции русел по пойме образовались многочисленные протоки, затоны, ерики, озера [Жукова и др., 2009]. Водоносность отдельных протоков и перераспределение воды между ними непостоянны и меняются в зависимости от сезона, а также в связи со сгонно-нагонными явлениями и дноуглублением непосредственно в р. Дон, осуществляющимся в интересах судоходства и весьма существенно влияющим на изменение глубины, а также водообеспеченность отдельных рукавов.

В водоемах Ростовской области раки обитают повсеместно и представлены видом рода *Pontastacus* — *P. subanicus*, в отношении которого осуществляется промышленное рыболовство [Черкашина, 2002]. Колебания запасов

раков существенно зависят от условий среды обитания [Черкашина, 2002; 2007]. Одним из основных факторов, определяющих уровень численности, биомассы и воспроизводства раков, является объем стока р. Дон, который определяет площади благоприятных для жизни биотопов. Оценка запасов раков в р. Дон, включая водоемы поймы до 2021 г. выполнялась посредством методов прямого учета [Глушко, 2019]. В период 2021–2023 гг. оценка запасов раков в водоемах р. Дон, включая водоемы поймы осуществлялась посредством трендовых моделей. Наиболее сопоставимые оценки с классическим методом прямого учета продемонстрировало продукционное моделирование на основе пакета прикладных программ (далее ППП) «JABBA». Оценки запаса раков в результате выполненной апробации на основе ППП «JABBA» признаны состоятельными, подход внедрен в практику подготовки материалов прогноза ОДУ [Пятинский, Мазникова, 2023].

Цель данной работы — выполнить оценку современного состояния и представить прогноз промыслового запаса раков в р. Дон и водоемах поймы в условиях изменения климата.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе представлены результаты исследования состояния запаса раков в р. Дон, включая водоемы поймы, собранные при проведении регулярных учетных астакологических съемок с весны по осень в 2015–2023 гг. Сбор и анализа полевых материалов, характеризующих состояние популяции раков в р. Дон, выполнен в соответствии с методикой [Черкашина, 2007]. В качестве индикатора площадей водоема, пригодных для обитания и воспроизводства раков, использовались данные об объемах годового стока р. Дон за период 2015–2023 гг.

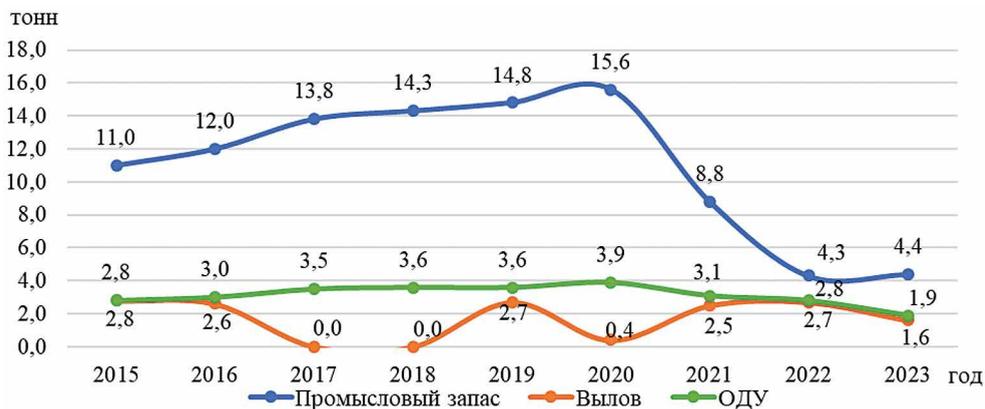
В период 2015–2021 гг. оценка запасов раков в р. Дон, включая водоемы поймы выполнялась методом прямого учета [Глушко, 2019]. В период 2022–2023 гг. оценка запасов выполнялась на основе трендовых моделей, начиная с 2024 г. — при помощи продукционного моделирования [Пятинский, Мазникова, 2023].

Тестирование гипотезы о наличии связи между биомассой промыслового запаса раков и объемом годового стока р. Дон выполнено при помощи корреляции Пирсона. Предварительно перед тестированием связи выполнена проверка отсутствия значимых отклонений от нормального закона распределения при помощи теста Шапиро-Уилка.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

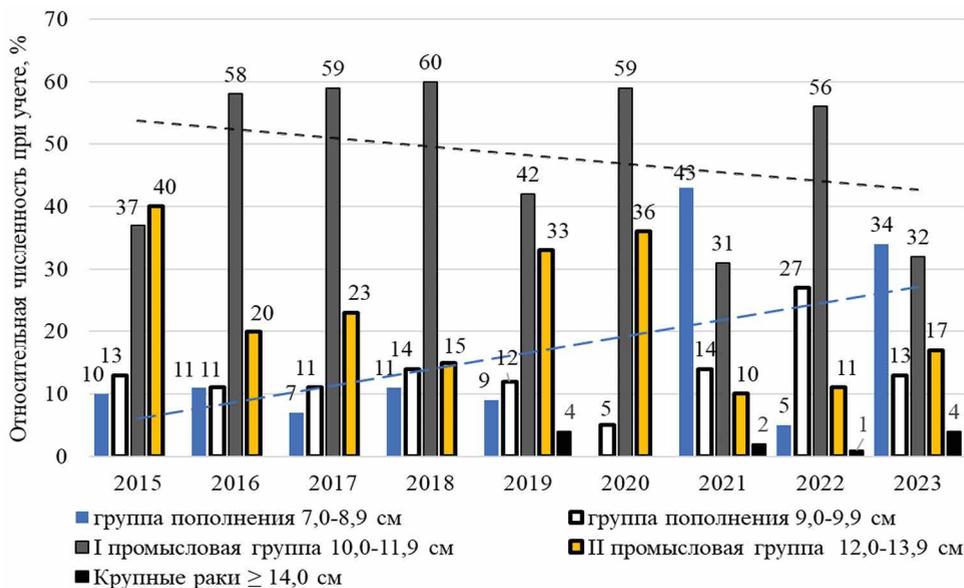
Речные раки — интенсивно эксплуатируемый промысловых объект в Ростовской области. По данным официальной промышленной статистики АЧТУ общий годовой вылов раков в период 2015–2023 гг. составлял 0,4–2,7 т.

В 2015–2020 гг. наблюдался постепенный рост промыслового запаса с 11,0 т до 15,6 т в 2020 г. В период 2021–2023 гг. отмечено уменьшение промыслового запаса до уровня 4,0 т в 2023 г. (рис. 1).



**Рис. 1.** Динамика промыслового запаса, ОДУ и вылова раков в р. Дон, включая водоемы поймы в 2015–2023 гг.

Снижение величины промыслового запаса сопровождалось снижением средней длины раков для облавливаемой части популяции, рис. 2.



**Рис. 2.** Размерная структура популяции раков в р. Дон в 2015–2023 гг. Пунктирные линии — аппроксимация линии тренда (серый цвет — аппроксимация тренда численности I промысловой группы, синим — группы пополнения)

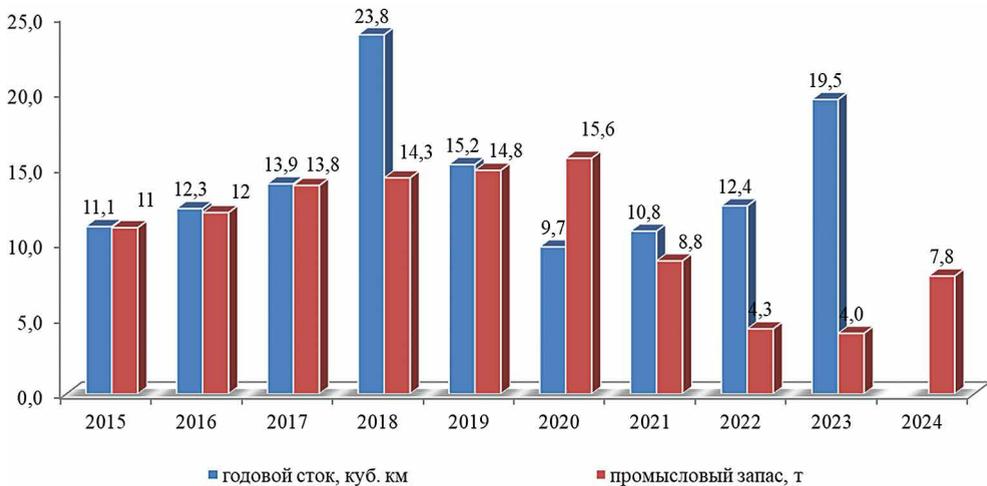
Промысловую часть популяции составляют раки длиной более 10 см [Черкашина, 2002]. Среди них во всех промысловых водоемах доминируют особи длиной 10,1–11,9 см (условно принятые как I промысловая группа). Особей размером 12,0–13,9 см относят к II промысловой группе. Крупные раки (14 см

и более) в последние годы в уловах малочисленны. Раки размером менее 10 см составляют группы пополнения промысловой части популяций. Так особи размером 9,0–9,9 см пополняют промысловые запасы через 1 год. Раки размером 7,0–8,9 см пополняют промысловые запасы через 2–3 года.

Размерная структура скоплений раков, зарегистрированная в учетных орудиях лова в 2015–2023 гг. (рис. 2), свидетельствует о наличии двух различных периодов состояния скоплений раков. В период 2015–2020 гг. модальный класс уловов был представлен первой промысловой группой (37–60%) со средней длиной раков в облавливаемой части популяции 11,1–11,8 см. В последующий период, 2021–2023 гг., основу структуры скоплений составляли особи группы пополнения, их численность достигала 5–43% и 13–34%. Средняя длина особей в облавливаемых скоплениях в данный период составляла 9,6–9,9 см. В 2023 г. модальный класс длины в уловах был представлен первой промысловой группой со средней длиной 10,6 см.

Колебания запасов раков существенно зависят от условий среды обитания и, в первую очередь, от площади водного пространства пригодного для обитания раков [Черкашина, 2002, 2007]. С 2015 г. наблюдался период роста стока водных масс в р. Дон, до объема 23,8 км<sup>3</sup> в 2018 г. В последующие годы наблюдалось сокращение годового стока, достигшее в 2020 г. наименьшего объема (9,7 км<sup>3</sup>). Такое изменение гидрологического режима, вероятно, негативно сказалось на состоянии популяции раков и привело к снижению величины их промыслового запаса в 2022–2023 гг. до уровня 4,0–4,3 т. В современный период наблюдается смена маловодного периода и увеличение водности к 2023 г. до 19,5 км<sup>3</sup> (рис. 3).

В результате тестирования гипотезы о наличии связи между биомассой промыслового запаса раков и объемом стока р. Дон установлено наличие зна-



**Рис. 3.** Динамика годового стока р. Дон, включая водоемы поймы (км<sup>3</sup>) и промыслового запаса (т) в 2015–2024 гг.

чимой положительной связи между этими параметрами лишь в короткий период 2015–2020 гг.:  $r = 0,66$  (значима при  $a = 0,05$ ). Установить наличие достоверной связи за более продолжительный период времени не удалось, что вероятно обусловлено неопределенностью формирования запаса в переходный период изменения фаз водности р. Дон. По всей видимости, изменение уровня водности реки лишь в некотором диапазоне благоприятно сказывается на выживаемости пополнения промыслового стада.

Начиная с 2015 г. в отмечено постепенное увеличение годового стока р. Дон с  $11,1 \text{ км}^3$  до  $23,8 \text{ км}^3$  в 2018 г. В этот же период отмечен постепенный рост промыслового запаса раков, максимумы которого были достигнуты в 2019–2020 гг. соответственно (со сдвигом на 1–2 года до вступления группы пополнения в промысловое стадо). С 2018 г. в р. Дон отмечено сокращение годового стока, достигшее в 2020 г. наименьшего объема ( $9,7 \text{ км}^3$ ), что, вероятно негативно сказалось на популяции раков и привело к снижению величины их промыслового запаса в 2022–2023 гг. до уровня 4,0–4,3 т. По литературным данным [Черкашина, 2002] в период маловодных лет отмечается миграция раков в более водные участки, что усиливает мозаичность их распределения и влечет за собой методический недоучет, особенно младших размерных групп. В 2023 г. отмечено увеличение объемов стока р. Дон до  $19,5 \text{ км}^3$ . В размерной структуре популяции с 2021 г. наблюдался рост численности групп пополнения раков (особей длиной до 10,0 см), в первую очередь благодаря возможности их более полного учета в условиях улучшения гидрологического режима (рис. 2). Эти размерные группы пополнят промысловый запас в последующие 2–3 года, что, вероятно, приведет к росту его величины в 2024–2026 гг.

## ВЫВОДЫ

1. В условиях климатических изменений для популяции раков в р. Дон отмечены значительные колебания биомассы промыслового запаса.

2. Выявлено наличие значимой положительной связи между биомассой промыслового запаса раков и объемом годового стока р. Дон.

3. В период 2024–2026 гг. ожидается рост биомассы промыслового запаса раков в результате увеличения численности особей групп пополнения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Никаноров А.М., Барцев О.Б., Гарькуша Д.Н., Зубков Е.А. Масштабы подтопления, режим и качество грунтовых вод застроенных территорий юга Ростовской области // Вестник Южного научного центра, 2015. Т. 11. № 3. С. 66–80.
2. Жукова С.В., Мирзоян А.В., Шишкин В.М., Подмарева Т.И., Лутынская Л.А., Тарадина Е.А., Бурлачко Д.С., Карманов В.Г. Возможные сценарии формирования материкового стока и солёности вод Азовского моря с учетом современных и перспективных тенденций изменения климата // Водные биоресурсы и среда обитания. 2023. Том 6, № 4. С. 7–30.
3. Жукова С.В., Сыроватка Н.И., Беляев А.Г., Шишкин В.М., Курапаткин А.П., Лутын-

- ская Л.А., Фоменко И.Ф. Дельта Дона: эволюция в условиях антропогенной трансформации стока — Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИИРХ». 2009. 184 с.
4. Черкашина Н.Я. Динамика популяций раков родов *Pontastacus* и *Caspiastacus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) и пути их увеличения. М.: Нацрыбресурс. 2002. 256 с.
  5. Глушко Е.Ю. Состояние популяций, запасов и промысел раков в водоемах Ростовской области в период 2012–2018 гг. // Водные ресурсы и среда обитания. Т.2, № 3, 2019, С. 68–74.
  6. Пятинский М.М., Мазникова О.А. Методы оценки запасов раков в водоемах нижнего течения р. Дон // Тезисы Междунар. науч. — практической Конф. «Современные методы оценки и рационального использования водных биологических ресурсов». М: ВНИРО, 2023. С. 114–116.
  7. Черкашина Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций (инструкция по культивированию раков; инструкция по сбору материала, обработке его и построению прогноза динамики популяций раков). Ростов-на-Дону: Медиа-полис. 2007. 118 с.

## **Анализ конструктивных параметров тралирующих орудий лова**

*Л.М. Симкин*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

**Аннотация.** Дан анализ существующих индивидуальных конструктивных параметров разноглубинных, донных и других тралирующих орудий лова исходя из их влияния на объект лова. Показаны возможности графической иллюстрации изменения числовой величины конструктивных параметров и получения ее функциональной зависимости по длине рассматриваемой конструкции орудия лова.

**Ключевые слова:** конструктивный параметр, разноглубинный трал, донный трал.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Траловое рыболовство является важной составляющей частью всего мирового и российского рыболовства. Последние десятилетия развитие орудий тралового рыболовства идет в основном за счет новых видов сетематериалов, имеющих лучшие прочностные и гидродинамические характеристики. Различные конструктивные параметры этих материалов влияют на эксплуатационные характеристики проектируемого орудия лова. Поэтому при проектировании орудия лова необходимо применять научно обоснованный подход к подбору сетематериалов.

Как отмечает Коротков В.К. и другие ученые [1, 2], конструкция орудия лова влияет на поведение объектов лова, а канатная и сетная оболочка воздействует на них непосредственно. Во время визуальных наблюдений отмечается реакция рыбы на конфигурацию канатной и сетной части, давление воды внутри сетной части, вибрацию канатных и сетных пластин, комплекс оптических и акустических раздражителей, которые связаны с сетематериалами. Поэтому правильный выбор материалов на стадии проектирования орудия лова влияет на успешную его работу на промысле. Изменение величин конструктивных характеристик сетематериалов по длине проектируемой конструкции необходимо задавать в процессе проектирования, исходя из накопленного практического и исследовательского опыта.

Этот опыт отражен в визуальной, графической и математической форме, которая может быть проанализирована и являться базой для обоснования числового значения конструктивной величины той или иной детали орудия лова.

Цель данной работы: предложить классификацию конструктивных характеристик сетематериалов, дать их анализ и примеры конструктивных параметров канатных и сетных частей орудий лова.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Предлагаемый анализ основывается на данных из регламентирующих документов [4, 8, 9] и литературы, освещающей натурные [1, 2, 3] и теоретические исследования [5, 6, 7] траллирующих орудий лова с момента активного внедрения разноглубинных тралов по сегодняшний день. Для примера взяты делевые части трала РК 80/396 и трала РК 100/376М конструкции Преображенской Базы Тралового Флота (Ильницкий).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Любая конструкция трала имеет индивидуальные параметры, которые влияют на поведение рыбы, прочность и долговечность трала [2].

Траллирующие орудия лова в основном состоят из набора канатных элементов и сетных пластин разной конфигурации, изготовленных из сетного полотна с разным размером ячеи, диаметром верёвки или нитки [4, 8].

Любой параметр конструкции орудия лова имеет числовое значение, которое можно определить простым снятием его с чертежа или с конструкции, экспериментальным способом или расчетами. В зависимости от способа определения числовых значений параметров их можно разделить на:

а) простые — параметры, которые можно снять с чертежа трала, такие как шаг ячеи  $a_i$ , диаметр нитки  $d_i$ , диаметр канатов  $d_k$ , количество ячеи по верхней кромке  $n_{верх}$ , по нижней кромке  $n_{низ}$  и по высоте  $n_h$  однородных канатных и сетных пластин и др. [4, 10].

Простые параметры используются при производстве орудий лова на фабриках.

б) производные — параметры, которые можно рассчитать на основе простых параметров. Это сплошность  $K_i = a_i/d_i$ , высота  $H_i = 2n_h \cdot a_i$ , длина верхних  $L_i$  и нижних  $l_i$  кромок сетных однородных пластины и др.

Определение числовых значений производных параметров происходит путем несложных математических расчетов, использующих простые параметры, полученные с документации орудий лова. Производные параметры повсеместно применяются при анализе и конструировании тралов [4, 10].

в) комбинированные — физико-механические параметры, которые можно рассчитать с помощью простых параметров и справочных данных для материала, из которого изготовлена сетная пластина. Это такие параметры, как разрывная прочность ячеи  $P_{яч}$ , разрывная прочность жгута однородной пластины  $P_i$ , сопротивление однородной пластины  $R_i$ , коэффициент Пуассона однородной пластины  $\mu_i$  [3, 8].

Числовое значение комбинированного параметра можно найти в каталогах предприятия, нормативных документах или посредством исследований.

г) измеренные — параметры, которые замеряются в процессе натуральных или модельных испытаний, такие как угол раскрытия ячеи пластины  $\alpha_i$ , угол

конусности канатных и сетных конусов, характер раскрытия и размеры входа в однородный канатный или сетной конус.

Числовые значения могут быть получены в процессе буксировки орудия с помощью буксируемого аппарата или с помощью установленных на орудие лова приборов, позволяющих провести измерения параметра в процессе траления.

д) влияющие на поведение объекта лова — параметры, которые определены экспериментальным путем, а именно: оптическое поле  $n_c$ , гидродинамическое поле  $h = 0,565(X \cdot C_\alpha \cdot d)^{1/2}$ , акустическое поле  $\omega_n$ , поле смещения частиц воды  $u_c$  и др [1, 2].

е) экономические параметры. Это параметры, влияющие на стоимость отдельного участка и окончательную стоимость изделия.

Большинство перечисленных конструктивных параметров исследованы, и определить их числовое значение для сетематериалов экспериментальным путем вполне осуществимо.

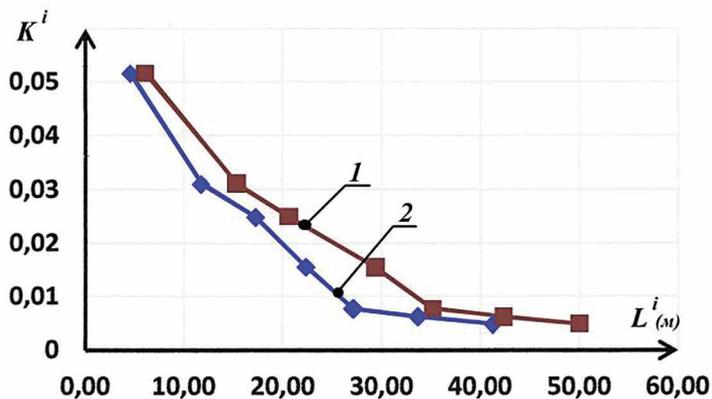
В процессе визуальных наблюдений за тралами ученые отмечают влияние на поведение рыбы физических полей, создаваемых орудиями лова, однако реакция рыб на эти поля изучена недостаточно, и в дальнейшем необходимо продолжить изучение и учитывать его результаты при проектировании орудий лова.

Комбинация перечисленных параметров для орудия лова всегда индивидуальна, и их влияние на объекты лова зависит от местоположения однородной сетной или канатной пластины с данными конструктивными параметрами в конструкции канатно-сетной оболочки

Так как любой конструктивный параметр детали орудия лова имеет числовое значение, изменение которого зависит от ее местоположения на конструкции, то для любой конструкции трала можно построить диаграмму изменения числового значения конструктивного параметра относительно длины орудия лова или его отдельного участка. На основании диаграммы конструктивных величин орудия лова нетрудно подобрать функциональную зависимость числовых величин для данной конструкции орудия лова, которая может использоваться для:

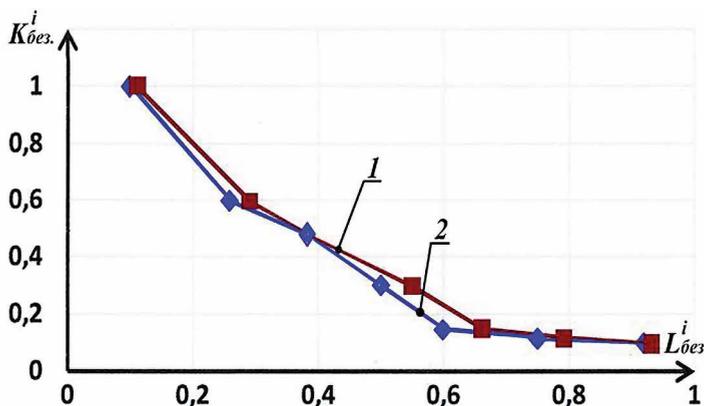
- анализа данного орудия лова,
- корректировки данного орудия лова,
- расчетов числовых значений конструктивных величин проектируемого орудия лова [5, 6, 7].

Для примера рассмотрим диаграммы изменения числового значения коэффициента сплошности делевых частей разноглубинных тралов, используемых на промысле минтая судами СТР-1320 л/с, трал РК 100/376М и РК 80/396 (рис. 1, 2, 3).



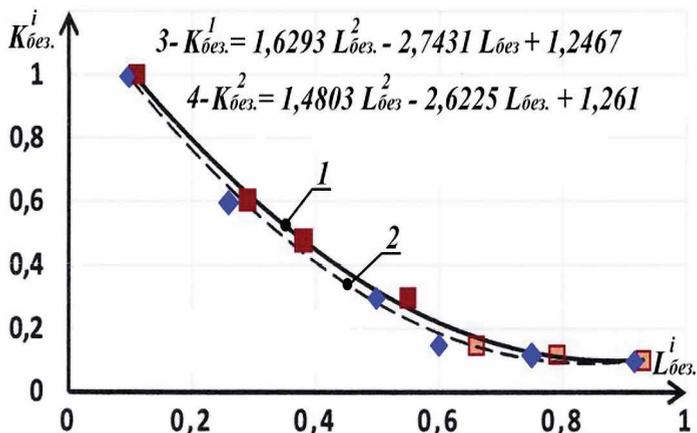
**Рис. 1.** Диаграммы-линии изменения фактического числового значения коэффициента сплошности  $K^i$  по фактической длине трала  $L^i$

1 — линия изменения фактического значения коэффициента сплошности  $K^i$  — делевой части трала РК-100/376М; 2 — линия изменения фактического значения коэффициента сплошности  $K^i$  — делевой части трала РК-80/396



**Рис. 2.** Диаграммы-линии изменения безразмерных величин коэффициента сплошности  $K^i_{без.}$  по безразмерной длине трала  $L^i_{без.}$

1 — линия безразмерного коэффициента сплошности  $K^i_{без.}$  делевой части трала РК-100/376М; 2 — линия безразмерного коэффициента сплошности  $K^i_{без.}$  делевой части трала РК-80/396



**Рис. 3.** График функциональных зависимостей безразмерных числовых значений коэффициента сплошности —  $K^i_{без.}$  относительно безразмерной длины  $L^i_{без.}$ .

1 — График желательного изменения коэффициента сплошной  $K^1_{без.}$  делевой части трала РК-100/376М; 2 — График желательного изменения коэффициента сплошной  $K^2_{без.}$  делевой части трала РК-80/396; 3 — Функциональная зависимость изменения коэффициента сплошности  $K^1_{без.}$  трала РК-100/376М; 4 — Функциональная зависимость изменения коэффициента сплошности  $K^2_{без.}$  трала РК-80/396

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В течение последних десятилетий происходит расширение ассортимента сетематериалов, обладающих улучшенными качествами для рыболовства. Однако влияние данных сетематериалов на поведение рыбы изучено недостаточно, в основном ограничиваются только возможностью уменьшения агрегатного сопротивления орудия лова и возможностью увеличения его габаритных размеров. Некоторые компании, например «Фишеринг Сервис» и другие, на основе своих исследований разрабатывают и внедряют в конструкции орудий лова элементы канатов и делей, позволяющие положительно влиять на поведение рыбы внутри канатно-сетного конуса орудия лова по всему пути ее движения от устья трала до тралового мешка.

Для правильного подбора характеристик канатных и сетных пластин и обоснованного назначения числовых значений конструктивных величин необходимо определять и контролировать их изменения по всей длине орудия лова, что позволит создать математическую модель изменения этих числовых значений. Такие математические модели рассмотренных в статье конструктивных величин могут явиться базой для обоснованного выбора числового значения конструктивных величин, что существенно улучшает процесс проектирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коротков В.К. Поведение гидробионтов относительно орудий лова: Учебное пособие.— 2-е изд., доп. и перераб. — М.: МОРКНИГА, 2013.— 267 с.

2. Коротков В.К. Реакция рыб на трал, технология их лова: моногр. — Калининград: ЭКБ АО «МАРИНПО», 1998.— 397 с.
3. Насенков П.В., Недоступ А.А., Долин Г.М. Экспериментальные исследования коэффициента Пуассона нитевидных рыболовных материалов//Известия КГТУ. 2021 № 64. — Калининград: КГТУ, 2014. — С. 25–34
4. ОСТ 15 30–72 Конструкторская документация сетных орудий лова. Тралы рыболовные.
5. Симкин Л.М. Методика определения характера изменения параметров канатно-сетной оболочки разноглубинного трала по его длине // Изв. ТИНРО.— 2023. — Т. 203, вып. 1. — С. 223–233.
6. Симкин Л.М. Исследование возможности получения функциональной зависимости коэффициентов сплошности канатно-сетных частей разноглубинных тралов // Изв. ТИНРО.— 2020. — Т. 200, вып. 3. — С. 656–670.
7. Симкин Л.М. Зависимости средних взвешенных значений характеристик сетных частей донных тралов от места расположения пластин //Известия КГТУ. 2014 № 34. — Калининград: КГТУ, 2014. — С. 103–110.
8. Справочник — каталог по рыболовным материалам из текстильных нитей, Калининград: НПО по технике промышленного рыболовства, 1992.— 80 с.
9. СТО 00472070–002–2006. Материалы рыболовные текстильные, Калининград, ЗАО «ЭКБ МариНПО», 2006.— 10 с.
10. Татарников В.А., Акишин В.В., Истомина И.Г., Астафьев С.Э. Способы и орудия лова промышленного и прибрежного рыболовства Северного рыбохозяйственного бассейна. Справочное пособие. — М.: Изд-во ВНИРО, 2016.— 286 с.

## Состояние запасов и перспективы промысла сельдей Дальнего Востока

А.А. Смирнов<sup>1,2,3</sup>, А.В. Датский<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> Северо-Восточный государственный университет

<sup>3</sup> Дагестанский государственный университет

E-mail: andrsmir@mail.ru

**Аннотация.** В настоящей работе дана характеристика состояния запасов и вылова тихоокеанских сельдей Дальнего Востока в XX–XXI веках, оценены перспективы их промысла. Полученные результаты позволят повысить эффективность использования запасов дальневосточных сельдей.

**Ключевые слова:** тихоокеанская сельдь, Охотское море, Берингово море, Японское море, запас, промысел.

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных объектов российского промысла в морях Дальнего Востока (Беринговом, Охотском и Японском) является тихоокеанская сельдь [7, 3, 1]. В дальневосточных морях сельдь представлена отдельными группировками (стадами), которые отличаются ареалами обитания и темпами роста. В XX и первых десятилетиях XXI вв. для отечественного промысла важнейшее значение имели пять стад сельди: сахалино-хоккайдское, охотское, корфо-карагинское, гижигинско-камчатское, восточноберингоморское [7]. Такие стада, как зал. Петра Великого, де-кастринское, пластуно-нельминская, озёрно-лагунные группировки Сахалина и Камчатки, имеют сравнительно небольшую численность, и их облавливают в значительно меньших объемах.

Первый промысел сельди в рассматриваемом нами регионе известен у японских берегов и датируется серединой XV в., у сахалинского побережья — второй половиной XIX в. В этих районах ловили сельдь сахалино-хоккайдской группировки, ранее самой многочисленной, максимальный годовой вылов которой (973 тыс. т) был достигнут в 1897 г. у побережья о. Хоккайдо [5], но затем запасы значительно сократились, сельдь длительное время находилась в глубокой депрессии и лишь в последние годы начала восстанавливать свою численность.

С середины 1940-х гг., в связи с развитием орудий лова (от береговых сетей и неводов к морским тралам) и рыбодобывающего флота, СССР начал постепенно осваивать запасы сельди в открытом море, сначала в Охотском, а со второй половины 1950-х гг. — и в Беринговом морях.

За период с 1904 г. по конец 1990-х гг. общий вылов сельди Россией (СССР) составил 17,839 млн т. По группировкам уловы распределились так: сахалино-хоккайдская — 7369 тыс. т (среднегодовой улов за период промысла составил 79,2 тыс. т), охотская — 6417 тыс. т (121,1 тыс. т), корфо-карагинская — 1648 тыс. т (27,9 тыс. т), гижигинско-камчатская — 983 тыс. т (11,6 тыс. т), восточноберингоморская — 573 тыс. т (26,0 тыс. т), зал. Петра Великого — 45 тыс. т (5,2 тыс. т), де-кастринская — 339 тыс. т (4,8 тыс. т). Общий вылов самой многочисленной из озёрных сельдей — сельди оз. Нерпичье на Камчатке, за период с 1945 по 1996 гг. составил 13,2 тыс. т или в среднем около 254 т в год. Запасы и уловы остальных камчатских и сахалинских озёрно-лагунных группировок сельди ещё меньше [2].

Цель работы: ретроспективный анализ состояния запасов и промысла сельдей Дальнего Востока, определение перспектив их дальнейшего эффективного освоения.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для данной статьи послужили данные по запасам и вылову тихоокеанской сельди российских вод Берингова, Охотского и Японского морей, представленные в ежегодных материалах научно-исследовательских институтов Росрыболовства, а также в научных публикациях [2, 4, 7, 8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С 1935 по 2023 гг. ежегодный суммарный запас тихоокеанской сельди на Дальнем Востоке варьировал от 480 до 3779 тыс. т, составляя в среднем 1777 тыс. т, а ежегодный вылов колебался в пределах от 4,2 тыс. т (1935 г.) до 605,6 тыс. т (1969 г.), составляя в среднем 225,6 тыс. т. Состояние запасов различных группировок сельди по годам колебалось в зависимости от различных факторов, в связи с этими изменениями варьировали и рекомендованные к вылову объёмы ОДУ (РВ), а также вылов.

Рассмотрим ОДУ (РВ) и вылов сельди по промысловым районам.

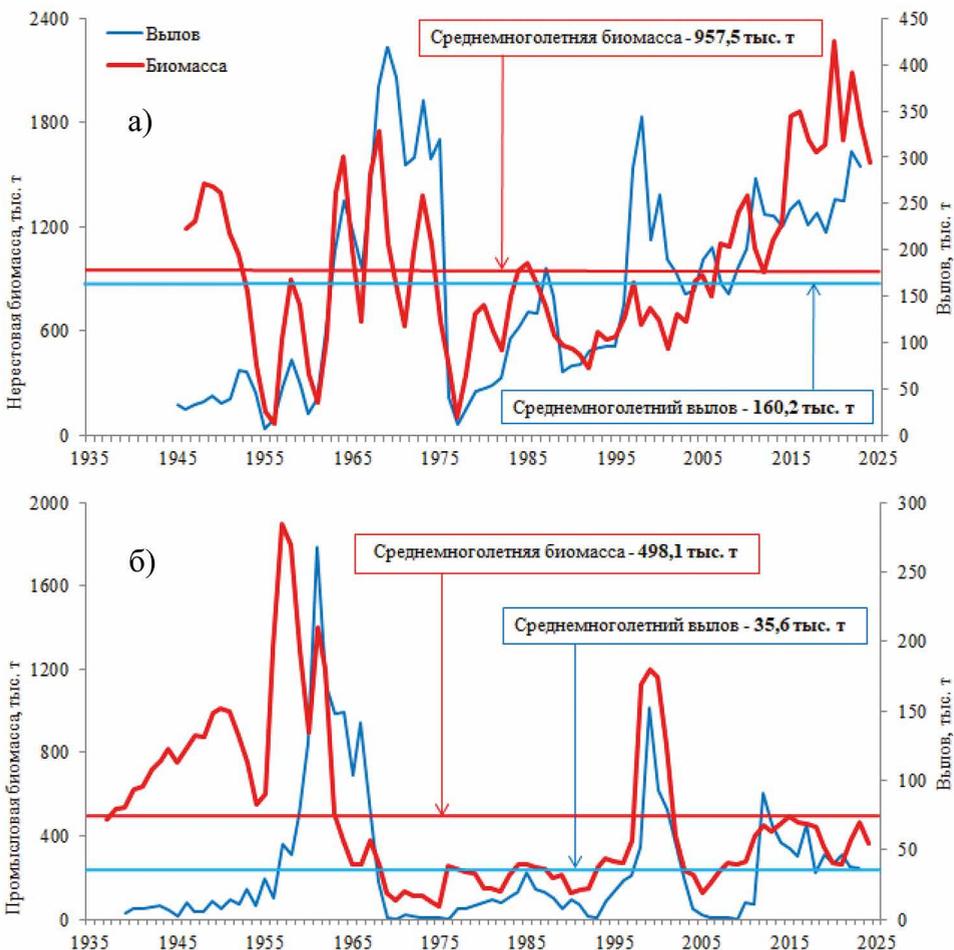
### Берингово море

*Чукотская зона.* Здесь облавливают часть запаса сельди восточной части Берингова моря, которая для нагула заходит в российские воды, нерестится она вдоль побережья штата Аляска [7]. В 2000–2023 гг. годовой ОДУ сельди (с 2016 г. — РВ) в Чукотской зоне рекомендовался в объёме менее 1 тыс. т, а осваивался на 0,9–10,7%. Исключением был 2019 г., когда освоение достигло 79,4% (при РВ, равном 141 т, вылов составил 112 т). В среднем запасы сельди в данном районе осваивались на 1,8%, если учитывать данные 2019 г. — на 10% [2].

*Западно-Берингоморская зона.* Наиболее многочисленна в этой подзоне восточноберингоморская сельдь, которая мигрирует в российскую часть Берингова моря из зоны США. С 1959 по 2023 гг. промысловая биомасса вос-

точноберинговоморской сельди в этой подзоне колебалась от 5 до 1895 тыс. т, при среднем значении 358,8 тыс. т (рис. 1). Рекомендуемый вылов этой сельди по годам варьировал от 3,3 до 100 тыс. т. Вылов этого запаса изменялся от 3,0 до 127,14 тыс. т, при средней величине 39,1 тыс. т. Освоение данного ресурса изменялось от 6,5 до 102,3%, при средней величине 61,9%. В западной части подзоны в объеме менее 1 тыс. т облавливаются корфо-карагинская сельдь. В настоящее время наблюдается тенденция стабилизации относительно высокого уровня запаса восточноберинговоморской сельди [6].

**Карагинская подзона.** Здесь обитает корфо-карагинская сельдь — одна из крупнейших группировок тихоокеанской сельди и один из основных объектов рыбного промысла в западной части Берингова моря. Ареал обитания этой группировки охватывает заливы Корфа, Карагинский, Олюторский, а также акваторию вдоль Корякского побережья, до 174° в. д. [9]. С 1937 по



**Рис. 1.** Промысловая биомасса восточноберинговоморской сельди

2023 гг. промысловая биомасса корфо-карагинской сельди в этой подзоне колебалась от 60 до 1900 тыс. т, при среднем значении 498,1 тыс. т (рис. 1). Рекомендуемый вылов этой сельди по годам варьировал от 0,5 до 128,6 тыс. т. Вылов этого запаса изменялся от 0,1 до 268,2 тыс. т, при средней величине 35,6 тыс. т. Освоение данного ресурса изменялось от 0,2 до 99,3%, при средней величине 70,5%. В 2020–2023 гг. рекомендуемые к вылову объемы этой сельди снижались.

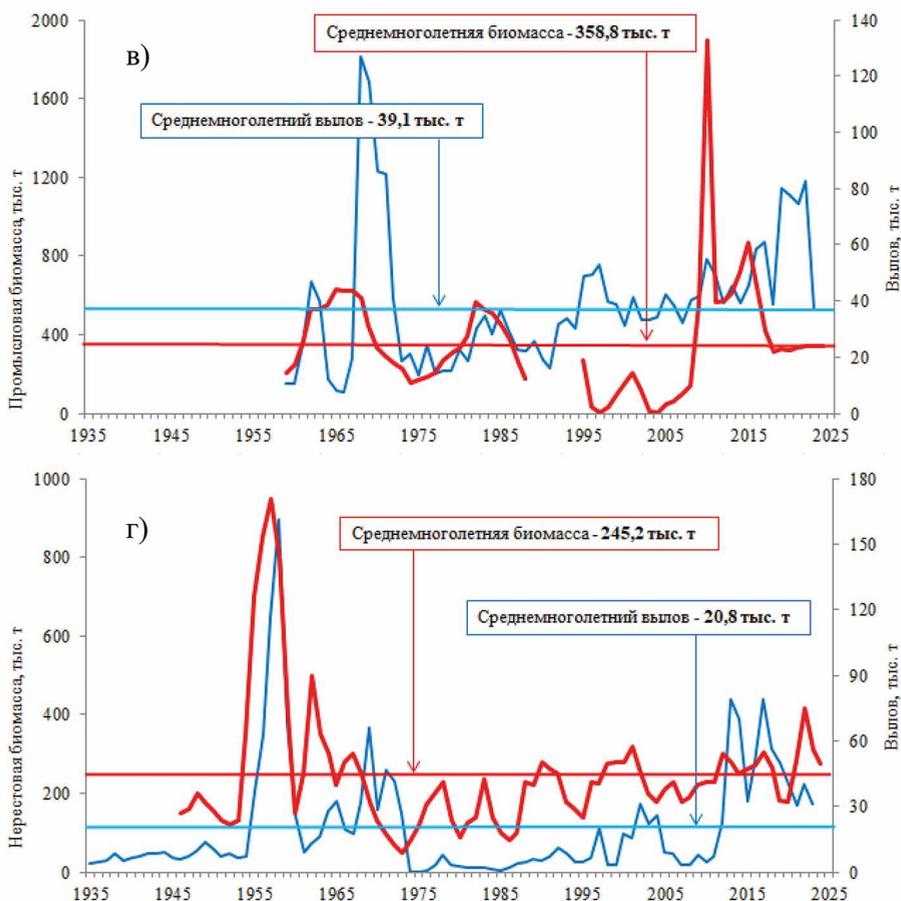
### Охотское море

*Северо-Охотоморская подзона.* Охотская сельдь обитает в северо-западной части Охотского моря и в настоящее время занимает первое место по численности среди дальневосточных сельдей [11]. С 1945 по 2023 гг. биомасса охотской сельди в этой подзоне колебалась от 74 до 2271 тыс. т, при среднем значении 957,5 тыс. т (рис. 1). Рекомендуемый вылов этой сельди по годам варьировал от 176 до 325 тыс. т. Вылов этого запаса изменялся от 7 до 420 тыс. т, при средней величине 160,2 тыс. т. Освоение данного ресурса изменялось от 70,9 до 100%, при средней величине 85,9%. В настоящее время запас охотской сельди находится на высоком уровне, при этом продолжается очередного цикл относительного увеличения численности, вызванного вступлением в запас ряда урожайных поколений [6].

*Западно-Камчатская подзона.* Здесь, в северо-восточной части Охотского моря, обитает гижигинско-камчатская сельдь [10]. С 1946 по 2023 гг. промысловая биомасса этой сельди колебалась от 50 до 950 тыс. т, при среднем значении 245 тыс. т (рис. 1). Рекомендуемый вылов по годам варьировал от 16 до 88 тыс. т. Вылов этого запаса изменялся от 0,2 до 161,4 тыс. т, при средней величине 20,8 тыс. т. Освоение данного ресурса изменялось от 2,4 до 116,3%, при средней величине 48,8%, однако, если брать последние годы (2019–2023 гг.), то освоение в среднем составило 96% [6].

*Восточно-Сахалинская подзона.* Здесь сельдь живёт на северо- и юго-востоке Сахалина. Де-кастринская сельдь обитает на северо-востоке Сахалина и имеет относительно небольшой запас. Среднегодовой вылов в 1990–1996 гг. составлял 1,23 тыс. т (с колебаниями от 0,1 до 3,75 тыс. т). С 1998 г. специализированный промысел сельди в этом районе отсутствовал. С середины 2010-х гг. запас сельди де-кастринской группировки и предлагаемый ОДУ увеличиваются, однако к 2023 г. заинтересованности рыбопромышленных организаций в добыче этого ресурса нет. Сельдь фигурирует в статистике как прилов при промысле других видов рыб, с объемами изъятия не более 3–10 т. В 2020 г. в качестве прилова выловлено 0,7 т сельди, в 2021–2023 гг. вылова не было [6].

На юго-восточном побережье Сахалина о лове сельди (видимо, здесь обитает сахалино-хоккайдская группировка) известно с 1906 г. Максимальные уловы пришлось на 1920-е гг., в это десятилетие среднегодовой вылов достигал 56,0 тыс. т. Вследствие уменьшения численности сельди среднегодовые



**Рис. 2.** Биомасса и вылов (тыс. т) охотской (а), корфо-карагинской (б), восточноберингово-вороторской (в) и гижигинско-камчатской (г) группировок тихоокеанской сельди в Охотском и Беринговом морях в 1935–2024 (прогноз) гг.

уловы в 1955–1960 гг. сократились до 9,3 тыс. т. Вылов сельди у юго-восточного Сахалина в конце 1980-х — начале 1990-х гг. не превышал 1,0 тыс. т. В последующие годы, до 2001 г. лов сельди не осуществлялся.

Вылов сельди в настоящее время определяется текущей экономической ситуацией и организационными проблемами. С середины 2010-х гг. ежегодно увеличивается вылов, достигший в 2021 и 2022 гг. соответственно 5,17 и 6,78 тыс. т. Увеличение уловов обусловлено значительными подходами сельди в нерестовый период как на путях миграции в зал. Терпения, так в районах нереста у юго-восточного побережья острова, при заинтересованности рыбопромышленных организаций в добыче этого ресурса [6]. Освоение суммарного годового вылова составило в среднем 74,7%, при этом в период 2000–2014 гг. оно было равным 22,4%, в 2015–2018 гг., ввиду переловов, составляло 291%, в 2019–2023 гг. — 72,6%.

Результаты специализированных исследований по учету нерестовой сельди и имеющиеся материалы по статистике промысла, показывают рост запасов тихоокеанской сельди у юго-восточного побережья острова [6].

### Японское море

*Подзона Приморье.* Эта подзона включает в себя воды зал. Петра Великого, северного Приморья и материкового побережья Татарского пролива. Здесь известны три группировки тихоокеанской сельди: на юге — зал. Петра Великого, в центральной части — пластуно-нельминская, в западной части Татарского пролива — часть де-кастринской сельди. Запасы их небольшие, не превышают 100 тыс. т [12]. В 2011–2015 гг. данные учетных съемок показали тенденцию роста численности и биомассы сельди в подзоне Приморье. В промысловом режиме в небольших объемах сельдь здесь начали добывать только с 2021 г. В 2022 г. ОДУ составил 300 т, промышленный вылов — 207,2 т сельди.

*Подзона Западно-Сахалинская.* У западного побережья о. Сахалин обитает де-кастринская группировка (на севере) и часть сахалино-хоккайдской (на юге). Со второй половины 2010-х гг. отмечается заметное увеличение биомассы и численности у западного побережья о. Сахалин как сахалино-хоккайдской, так и де-кастринской группировок, но ведётся только лов сахалино-хоккайдской сельди. Годовой ОДУ рыб в этой подзоне изменялся от 1,6–3,6 тыс. т в 2000–2002 гг. до 0,15 тыс. т в 2012–2016 гг. Годовой вылов изменялся от 1,53–2,34 тыс. т в начале 2000-х гг. до 0,1–0,5 тыс. т в середине 2010-х гг. [6]. С середины 2010-х гг. отмечено увеличение численности сельди этих группировок, что отразилось на росте ОДУ (до 9,4 тыс. т в 2023 г.), однако вылов по организационным причинам составил всего 0,617 тыс. т. В среднем, ресурс сельди осваивался на 29,9%, но в 2022–2023 гг. освоение составило 6–8%.

*Южно-Курильская зона.* Сельдь у южных Курильских островов (видимо, здесь обитает сахалино-хоккайдская группировка) до середины XX в. являлась традиционным объектом промысла в годы высокой численности сельди в южной части Охотского моря и Японском море, с уловами от 3,0 до 4,2 тыс. т в год. С конца 1950-х гг. специализированный промысел сельди в Южно-Курильской зоне не осуществлялся. Сельдь в этой зоне добывается с 2017 г., объемы изъятия ежегодно увеличиваются и в 2022 г. превысили 1 тыс. т. Сельдь изымается как прилов при промысле других видов рыб ставными неводами, разноглубинными тралами и снюрреводами в акватории, прилегающей к о. Кунашир и Малой Курильской гряде, специализированного промысла нет. Биомасса запаса растёт, освоение в 2022 г. составило 61% [6].

### ВЫВОДЫ

До 2020 г. в целом по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну запас сельди в среднем составлял 1738 тыс. т, ОДУ/РВ — 375 тыс. т, при вылове 219 тыс. т. В последние годы (2021–2023 гг.), главным образом за счет охотской сельди, эти показатели выросли до 2898, 479 и 422 тыс. т соответственно.

В целом сельдь весьма востребована промыслом, однако в Западно-Беринговоморской зоне, Восточно-Сахалинской подзоне, подзоне Приморье, Западно-Сахалинской подзоне, Южно-Курильской зоне ее ресурсы используются не полностью. Только в 2023 г. не было освоено около 85 тыс. т.

В ближайшей перспективе запасы охотской сельди стабилизируются на высоком уровне, корфо-карагинской, восточноберинговоморской и гижигинско-камчатской — на среднем. Наряду с этим, ожидается рост биомассы сахалино-хоккайдской, де-кастринской группировок и сельдей подзоны Приморье.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов Н.П., Датский А.В., Мазникова О.А., Митенкова Л.В. 2016. Современное состояние промысла тихоокеанской сельди в дальневосточных морях // Рыбное хозяйство. № 1. С. 54–58.
2. Антонов Н.П., Датский А.В., Смирнов А.А., Кузнецова Е.Н., Ведищева Е.В., Головатюк Г.Ю. 2024. Использование сырьевой базы морских рыб в российских водах дальневосточных морей и прилегающих районах открытой части Тихого океана в 2000–2020 гг. // Тр. ВНИРО. Т. 195. С. 61–128.
3. Бочаров Л.Н., Байталюк А.А., Мельников И.В. 2015. Ресурсный потенциал отечественного рыболовства на Дальневосточном бассейне // Рыбное хозяйство. № 3. С. 64–69.
4. Золотов А.О., Буслов А.В., Пономарев С.С. 2022. Особенности биологии и перспективы современного промысла тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* на шельфе южных Курильских островов // Изв. ТИНРО. Т. 202. Вып. 2. С. 283–304.
5. Ившина Э.Р. Современное состояние запасов сахалино-хоккайдской сельди *Clupea pallasii* у побережья о. Сахалин и южных Курильских островов. 2022 // Известия ТИНРО. Т. 202. Вып. 1. С. 61–70.
6. Нагульная сельдь — 2023 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО. 2023. 93 с.
7. Науменко Н.И. 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. П.-Камчатский: Камчатский печатный двор. 300 с.
8. Смирнов А.А. 2014. Биология, распределение и состояние запасов гижигинско-камчатской сельди. Магадан: МагаданНИРО. 170 с.
9. Смирнов А.А., Датский А.В., Антонов Н.П. 2022. Сельди западной части Берингова моря: распределение, основные черты биологии, состояние запасов и промысел // Вопросы рыболовства. Т. 23. № 2. С. 86–107.
10. Смирнов А.А., Прикоки О.В. 2022. История изучения, распределение, основные черты биологии, состояние запасов и промысел гижигинско-камчатской сельди в 1971–2021 гг. // Вопросы рыболовства. Т. 23. № 2. С. 27–50.
11. Панфилов А.М., Смирнов А.А. 2022. Промысел, динамика запаса и основные биологические показатели нерестовой охотской сельди на современном этапе // Вопросы рыболовства. Т. 23. № 2. С. 108–121.
12. Черноиванова Л.А. 2022. Биологическая характеристика сельди залива Петра Великого сельди (Японское море) // Промысел, динамика запаса и основные биологические показатели нерестовой охотской сельди на современном этапе // Вопросы рыболовства. Т. 23. № 2. С. 63–85.

## **Аномальная гидрометеорологическая ситуация летом 2023 года и ее влияние на поселения, воспроизводство и культивирование морских гидробионтов в Амурском заливе Японского моря**

*Д.А. Соколенко, В.И. Матвеев, И.Ю. Сухин, С.А. Ляшенко*

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

E-mail: dmitrii.sokolenko@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Рекордное количество осадков, выпавших летом 2023 г. привело к опреснению вод Амурского залива, а терригенные взвеси уменьшили прозрачность воды, снизили мощность фотического слоя, их окисление привело к гипоксии придонного слоя. Такая ситуация привела к гибели устрицы в естественных поселениях, негативно повлияла на марикультурные мероприятия по выращиванию приморского гребешка в юго-западной части залива. При заводском выращивании личинок устрицы и трепанга отмечено негативное влияние снижения уровня рН (ацидификации) морской воды на их физиологические показатели.

**Ключевые слова:** паводок, гипоксия, донные беспозвоночные, личинки, Амурский залив, Японское море.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Океанологический режим прибрежной зоны зал. Петра Великого весьма подвержен короткопериодным и сезонным изменениям и определяется влиянием комплекса факторов — климатическими особенностями каждого конкретного года, течениями, береговым стоком, биохимическими процессами, рельефом дна и т. д. Обитающие в эстуарных и приэстуарных водах гидробионты, обладают рядом физиологических и поведенческих приспособлений, позволяющих им успешно адаптироваться к экстремальным условиям среды.

Летом 2023 г. на юге Приморья отмечалось выпадение рекордного количества осадков, в 3–4 раза превышавших среднегодовое количество. В результате сток крупнейшей р. Раздольная с площадью водосбора 16830 км<sup>2</sup>, а также других водотоков, впадающих в Амурский залив, вызвал значительное опреснение его акватории. Такая сложная паводковая ситуация сопровождалась мощным выносом терригенных взвесей. Длительное опреснение морских вод и снижение мощности фотического слоя не могло не отразиться на биоте залива.

Цель настоящей работы — оценка влияния аномальной гидрометеорологической ситуации летом 2023 г. на естественные поселения, воспроизводство и культивирование морских гидробионтов в Амурском заливе Японского моря.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2023 г. с мая по октябрь в Амурском заливе выполнено 6 гидрологических съемок по стандартной схеме станций (96 станций), в июне-октябре проведены водолазные и джамные исследования по определению состояния ресурсов промысловых двустворчатых моллюсков (46 станций), а в мае-июне — сборы меропланктона. Выращивание гидробионтов осуществлялось в обособленном подразделении марикультуры «ТИПРО» на о. Попова.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Обильное поступление пресных вод в Амурский залив происходило несколькими волнами после череды обрушившихся на Приморье тайфунов. По данным метеостанции Владивосток (WMO 31960) в августе 2023 г. зафиксировано выпадение 558 мм осадков, что в 3 раза превышало месячную норму и является историческим максимумом за весь период метеорологических наблюдений с 1900 г. [<https://meteostat.net/ru/station/31960>]. На этом фоне произошло резкое понижение солености поверхностных вод, уже в июле отмечались сильные различия между восточной и западной частями залива. Самые низкие их значения наблюдались в западной части залива, куда впадают наиболее крупные реки (Раздольная, Амба, Барабашевка).

Аномальное количество осадков привело к экстремально высокому поступлению в Амурский залив терригенного материала. Результатом стало резкое падение прозрачности морских вод. Так, если в мае средняя прозрачность воды была более 5 м, то в августе ее значения не превышали 1 м. Ситуация начала улучшаться только в сентябре и в октябре, когда прозрачность вод в среднем вышла на уровень 5 м. Содержание кислорода в поверхностном слое кутовой части залива в августе находилось в пределах 35–43%, а в придонном на глубинах 4,5–8 м — 29–39%.

Известно, что уменьшение прозрачности и снижение уровня освещенности влияет на фотосинтез водных растений, в результате которого происходит падение уровня растворенного кислорода. Более того, повышенное количество твердых частиц в воде поглощает больше света, повышая температуру воды и еще сильнее снижая количество растворенного кислорода. В частности, на преобладание деструкционных процессов над продукционными указывают минимальные августовские значения рН морской воды (7,3) и очень высокие значения биологического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>).

Устрица тихоокеанская (*Crassostrea gigas*) достаточно хорошо выдерживает краткосрочное опреснение, однако длительное воздействие терригенного стока, несущего большое количество взвесей, у нее должно вызывать, как и у других видов-фильтраторов [Зиновьев, Китаев, 2015], засорение жабберного аппарата. Такое негативное воздействие, сопряженное с дефицитом кислорода в воде, и привело по нашим данным к их массовой гибели на некоторых участках.

Так, в прибрежье о. Скребцова, расположенного на удалении около 14 км от устья р. Раздольная, на глубинах 0,5–1,5 м смертность моллюсков достигала 90–95%. При этом по мере увеличения глубины доля погибших особей снижалась. В наибольшей степени пострадал устричник, находящийся на мелководном плоском плато к юго-востоку от острова и к югу от косы, где моллюски равномерно покрывают донный субстрат относительно ровным слоем. Поселение устрицы, локализованное вокруг острова преимущественно на склонах с глубинами свыше 2 м пострадало не так сильно. В целом средняя плотность поселения устрицы у о. Скребцова снизилась со 142,7 экз./м<sup>2</sup> в 2015–2020 гг. до 9,6 экз./м<sup>2</sup> в 2023 г, а показатель средней биомассы упал с 8941,9 до 398,7 г/м<sup>2</sup>. Меньше всего негативному влиянию подверглись особи с высотой раковины 30–90 мм и возрастом 1–2 года. Сеголетки и особи старше 3-х лет оказались наиболее уязвимыми к таким аномальным условиям.

Обследование устричников у о. Речной, расположенного в приэстуарной зоне р. Раздольная, показало совершенно иную картину. Моллюски здесь имеют вытянутую форму и формируют агрегации, возвышающиеся до 1,5–2 м над поверхностью илистого дна, что позволяет избегать зоны раздела сред «вода-дно», где протекают интенсивные процессы биотрансформации терригенной органики. В октябре было обнаружено значительное количество живых сеголеток устрицы, что, скорее всего, свидетельствует о нересте, произошедшем уже после паводка. Вероятно, что устрицы, обитающие вблизи устьев рек более приспособлены к неблагоприятному воздействию пресного стока.

Наблюдаемое снижение катастрофического воздействия терригенного стока на состояние поселений моллюсков на устричниках по мере возрастания глубины, позволяет предположить, что в процессах восстановления численности устриц основную роль будут выполнять выжившие особи из минимально пострадавших приэстуарных поселений. Обладая огромной плодовитостью (до 100 млн яйцеклеток), такие особи способны восстановить докризисную численность за период 2–3 года при наличии благоприятных внешних факторов среды.

Двустворчатый моллюск анадара (*Anadara broughtonii*) является типичным обитателем илистых равнин в приэстуарных акваториях, где гипоксия придонных вод является достаточно обычным явлением. Моллюски обладают физиологическими механизмами компенсации нехватки кислорода [Андреева и др., 2022]. В случае наступления неблагоприятных условий они плотно смыкают створки и погружаются в толщу грунта. Все обнаруженные нами в ходе проведения исследований особи анадары находились в хорошем состоянии и активно реагировали на механическое раздражение. Данные, полученные в ходе проведения мониторинговой дражной съемки промысловых скоплений анадары Амурского залива в сентябре-октябре 2023 г., также свидетельствуют о том, что моллюски успешно выдержали длительную гипоксию.

В прибрежных водах о. Русский, несмотря на благоприятный термический режим, наблюдали резкое снижение численности личинок приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) в конце июня, обусловленное, по нашему мнению, их выносом в открытую часть залива нехарактерными для этого времени сильными северо-восточными ветрами.

Осмотр плантации приморского гребешка в бух. Нарва (юго-западная часть Амурского залива), проведенный в сентябре, выявил большую смертность среди моллюсков-годовиков. Она составила свыше 80%.

Работы на обособленном структурном подразделении марикультуры на о. Попова показали, что несмотря на то, что в районе водозабора (прол. Старка) соленость сохранялась на допустимом уровне, не опускаясь ниже 27‰, содержание кислорода уже с 11 июля на глубинах свыше 6 м опустилось ниже 70%. Данный факт мы связываем с разложением поступавшей терригенной органики. В условиях уменьшения прозрачности воды (в июле до 5 м и менее, в августе — до 1 м) и соответствующего сокращения фотического слоя, произошло накопление углекислого газа и закисление морской воды, с уменьшением pH до 7,6–7,4. Мутность воды привела к повышенному загрязнению фильтрующих элементов у моллюсков.

В 2023 г. при выращивании устрицы поддерживали повышенную температуру, близкую к оптимальной, что, как мы ожидали, должно было увеличить скорость роста личинок. Однако этого не произошло, что, вероятно, связано с понижением pH. Кроме того, в ваннах с личинками отмечено появление слизи. Микробиологический анализ показал, что в этих ваннах в воде обнаруживаются грибки и дрожжи в количестве 221 кл./мл. Появление слизи сопровождалось повышенной гибелью личинок.

В 2023 г. было проведено 5 нерестов трепанга (*Apostichopus japonicus*), из которых успешно развивались личинки только от первого, проведенного 29 июня и осевшие 11–12 июля. У всех личинок, выращивавшихся позднее — с середины июля до середины августа начиная с шестых суток с момента нереста фиксировались дегенеративные изменения желудков, приводившие в задержке развития и впоследствии к гибели.

Пигментация осевшей молодежи трепанга началась 16 августа, на две недели раньше, чем в 2022 г. Однако скорость роста молодежи оказалась значительно ниже. В дальнейшем, к середине ноября большая часть молодежи имела массу 0,1–0,15 г, в то время как в 2022 г. в этот период преобладали животные с массой 0,2–0,3 г. Более значительным, чем в прошлом году, был разброс массы особей. В результате проводившейся сортировки средняя масса трепанга в ваннах в середине ноября отличалась в 16 раз — от 0,04 г до 0,66 г. В аналогичный период 2022 г. разброс составлял около 6 раз — 0,18–1,05 г. Негативное влияние снижения pH на скорость роста молодежи трепанга подтверждается литературными данными [Yuan et al.2016].

## ВЫВОДЫ

Негативное влияние аномальной гидрометеорологической ситуации, сложившейся летом 2023 г. в Амурском заливе на состояние естественных поселений донных беспозвоночных обусловлено было, в первую очередь, повышенными показателями мутности воды, вызванных терригенным стоком. Взвеси уменьшают прозрачность воды, снижая мощность фотического слоя, их окисление снижает содержание растворенного кислорода. Залповые поступления взвесей с речным стоком привела к преобладанию деструкционных процессов над продукционными в прибрежных морских экосистемах, а длительная экспозиция комплекса экстремальных факторов — к негативным изменениям биоты.

Гидрометеорологическая ситуация, сложившаяся летом 2023 г. оказала негативное влияние на марикультурные мероприятия по выращиванию приморского гребешка в районах Амурского залива, где традиционно его воспроизводство находится на высоком уровне и всегда проводится успешное культивирование.

При заводском выращивании личинок устрицы и трепанга в 2023 г. установлено негативное влияние снижения уровня pH (ацидификации) морской воды на их физиологические показатели.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева А.Ю., Кладченко Е.С., Кухарева Т.А., Рычкова В.Н. Функциональные параметры гемолимфы двусторчатого моллюска анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в условиях воздействия гипоксии // Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского — Природного заповедника РАН.— 2022.— № 3(23). — С. 23–32.
2. Зиновьев, Е.А., Китаев А.Б. О воздействии взвешенных частиц на гидрофауну // Известия Самарского научного центра Российской академии наук.— 2015. — Т. 17, № 5. — С. 283–288.
3. Yuan X, Shao S, Yang X, Yang D, Xu Q, Zong H, Liu S. Bioenergetic trade-offs in the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Echinodermata: Holothuroidea) in response to CO<sub>2</sub>-driven ocean acidification. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2016 May;23(9):8453–61.

## Способы снижения негативного влияния медузы на ставные невода в Азово-Черноморском бассейне

А.М. Стафикопуло<sup>1</sup>, В.А. Андронов<sup>2</sup>, Я.И. Горбатюк<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

E-mail: stafikopuloam@azniirkh.vniro.ru

**Аннотация.** Дана краткая характеристика массового развития медуз в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне в последние годы и негативном влиянии этого фактора на прибрежное рыболовства, в частности, промысел ставными неводами. Предлагаемые способы по снижению негативного влияния медузы на ставные невода: установка отбойников медуз, усовершенствование конструкции и техники лова ставными неводами, прореживание сконцентрированной у направляющего крыла медузы помогут рыбакам уменьшить ее воздействие на свои орудия лова и, в конечном счете, повысить их эффективность лова в современных условиях массового развития медуз.

**Ключевые слова:** Азово-Черноморский бассейн, медузы, ставной невод, направляющее крыло, отбойники.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние годы с повышением температуры, слабой межвидовой пищевой конкуренцией и достаточной кормовой базой в Черном море, а в связи с осолонением и в Азовском море, наблюдается значительное развитие сцифоидных медуз (Scyphozoa) корнерота *Rhizostoma pulmo* и аурелии *Aurelia aurita* [3]. Так, на 2024 год промысловые запасы медузы во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации в Черном море оценены специалистами Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в объеме 4521 тыс.т, а в Азовском море — 2900 тыс.т. Массовое развитие медуз не только вредят туристической отрасли в этих регионах, ухудшая экосистему и рекреационные условия курортных зон Азовского и Черного морей, могут приводить к уменьшению промысловых запасов ряда основных промысловых видов рыб Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна (далее — АЧБ) — планктонофагов (хамсы, тюльки, сельди и др.) составляя трофическую конкуренцию рыбам, а также возможно поедая в пелагиали икру и мальков рыб [2], но и создают трудности при ведении рыболовства. Образование массовых скоплений этих медуз вдоль побережья, в особенности в заливах, бухтах, лиманах

носит длительный период с мая по декабрь и наносит значительный вред прибрежному рыболовству Российской Федерации, в особенности, промыслу ставными неводами. Так как тенденция массового развития численности медуз не только в Черном море, но и в Азовском, при современном климатическом и гидрологическом режиме, может носить длительный характер, целью исследования является снижения негативного воздействия медуз на рыболовство, осуществляющееся ставными неводами.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При проведении исследований были обобщены материалы по распределению и биологии медуз корнерот *Rhizostoma pulmo* и аурелия *Aurelia aurita*, ведению добычи (вылова) рыбы ставными неводами в АЧБ и влиянию медуз на такой промысел, на основе чего разработаны предложения по возможным способам снижения негативного воздействия медуз на рыболовство осуществляющееся ставными неводами. При этом применялись стандартные методы сбора и обработки материалов, характеризующих способы лова, орудия лова и технику лова водных биоресурсов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В Азовском море медузы родов *Rhizostoma*, *Aurelia*, ежегодно образуют временные популяции в весенне-осенний период. Оба вида медуз в пелагиали моря появляются в апреле–мае и сохраняются в море в местах установки ставных неводов до декабря. Основную долю биомассы запаса и массовых заходов в ставные невода создает достигающий крупных размеров корнерот. Корнерот — довольно крупная медуза. Диаметр ее зонтика достигает 60 см, в отдельных случаях — 90 см, а масса — более 4000 г [4]. Корнерот может активно и довольно быстро передвигаться в любом направлении, благодаря энергичным сокращениям своего обтекаемого зонтика. Пространственное распределение медуз по акватории моря характеризуется значительной неравномерностью, и в значительной степени, зависит от течений и ветровой деятельности [1].

В Черном море корнерот — обычный вид в прибрежной зоне, заливах, бухтах и особенно в лиманах, где он в летне-осенний период в значительных количествах заходит в ставные невода. Ушастая медуза аурелия в Черном море распространена больше в открытых водах, хотя подходит и к берегам. Наиболее она встречается в северо-западной части моря и у берегов Кавказа [6]. Аурелия — более мелкая медуза, чем корнерот. Летом в Черном и Азовском морях доминируют взрослые особи с диаметром зонтика 15–18 см, но диаметр ее зонтика может достигать и 40 см. Аурелия обитает в толще воды, занимая сравнительно широкий диапазон глубин — от поверхности до 70–80 м, изредка до 90 м. Основная масса (более 90%) сосредоточивается на глубине от 0 до 40 м. Молодь аурелии держится обычно в самых поверхностных горизонтах на глубинах 0–10 м, а основная масса взрослых медуз — глубже.

Характер распределения аурелии по горизонтали так же неоднородный. Медузы образуют отдельные пятна, или «облака». Эти пятна на поверхности пелагиали бывают вытянуты вдоль берегов, а в открытом море образуют полосы по ветру.

Наиболее чувствительны и уязвимы от негативного воздействия медуз стационарные орудия лова — ставные невода, устанавливаемые в прибрежной зоне в местах наиболее массового скопления медуз (бухтах, заливах, лиманах на мелководье). По всему побережью как в Черном, так и Азовском морях почти круглогодично эти орудия лова выставляются для добычи хамсы, тюльки, атерины, барабули, ставриды, саргана, сельди, пиленгаса, кефалей, смариды, луфаря и других видов рыб [5].

К негативному воздействию медузы на рыболовство ставными неводами можно отнести:

- забивание медузой ловушки ставных неводов и снижение их уловистости;
- отбивание рыбы от направляющего крыла сконцентрированной у крыла медузой;
- дополнительные физические усилия рыбаков при подрезке котла (садка) с медузой;
- потеря качества улова;
- приведение орудий лова в нерабочее состояние или ухудшение рабочих параметров;
- повреждение орудий лова;
- потеря промыслового времени во время ремонта;
- материальные и физические затраты на снятие и постановку орудия лова.

Ставные невода, являясь пассивными ловушками, устанавливаемыми на продолжительный период, имеют длинные направляющие крылья (от 100 до 400 м), которые могут задерживать движущуюся медузу и направлять ее в ловушку ставного невода; при этом медуза массово заходит как во двор ставного невода, так и в котел (садок) (рис. 1, а). Также медуза в больших количествах концентрируется и у направляющего крыла (рис. 1, б).

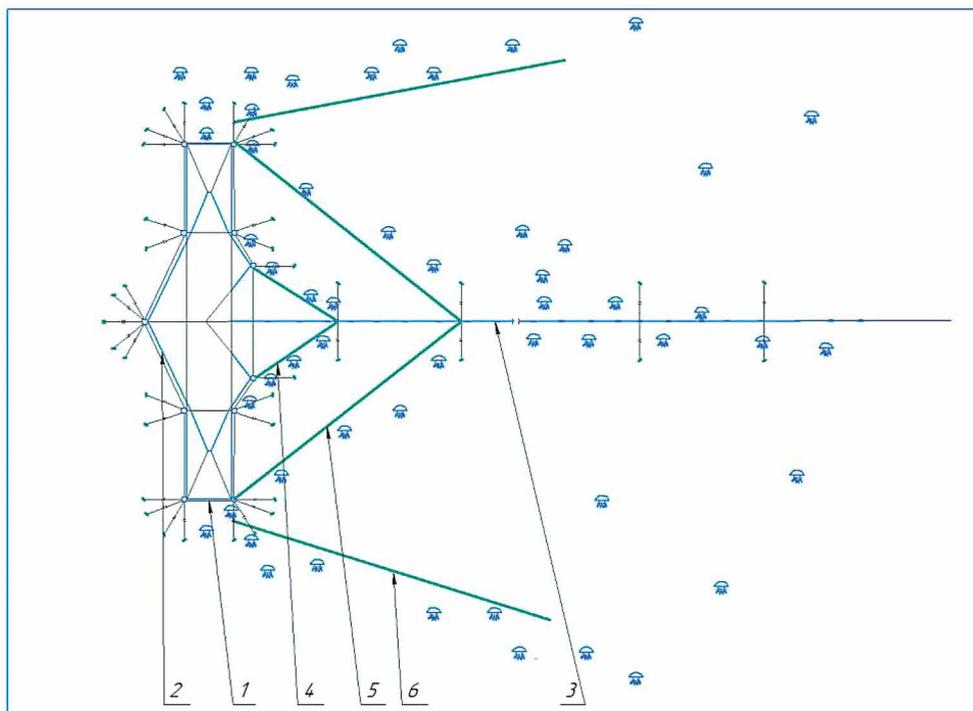
Сбиваясь у крыла, медуза уже мешает нормальному движению рыбы в ловушку. При этом она может «наваливаться» на крыло выгибая его и ухудшая его направляющее действие. Заходя в ловушку, медуза, накапливаясь, перекрывает входа для основного объекта лова. Накапливаясь в котле, медуза уменьшает заход рыбы в котел, так как рыба будет бояться туда заходить. Подрезка котла с медузой очень трудоемкий процесс, при этом медуза рыбу обжигает и сдавливая, ухудшая ее качество. Затем необходим так же трудоемкий процесс отделения улова от медузы, что может приводить к ожогам медузой самих рыбаков. При штормовой погоде забитые медузой ставные невода часто заваливаются и повреждаются, так как значительно увеличивается их сопротивление.



**Рис. 1.** Концентрация медузы ставным неводом: а — в котле (садке), б — возле направляющего крыла

Наибольшее развитие численности медузы приходится на летне-осенний период, соответственно, наиболее страдает промысел ставными неводами, ведущийся в этот период: барабули, ставриды, хамсы в Азовском и Черном морях, пиленгаса и кефалей — в Азовском море, шпрота (кильки) и сельди — в Черном море.

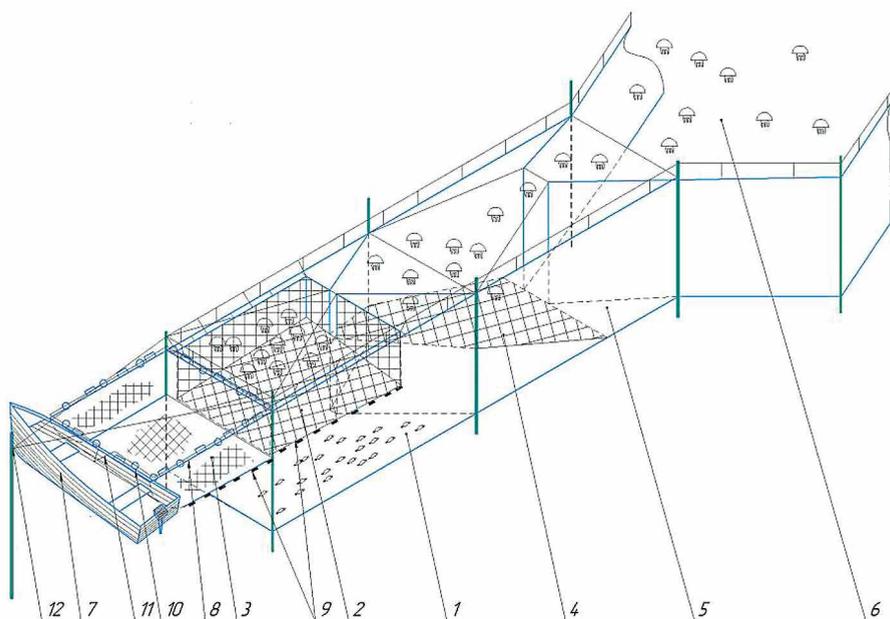
Снизить негативное влияния медузы при использовании ставных неводов можно применением отбойников медузы. В АЧБ в летне-осенний период (время наибольшего распространения медуз) по побережью, в основном, устанавливаются ставридо-барабулечные ставные невода для добычи (вылова) барабули и ставриды. Эти объекты лова хорошо облавливаются в Черном море в придонном слое донными ставными неводами высотой 2–3 м. Медуза же движется по всей толще воды, и значительная ее часть держится в приповерхностных слоях. В таком случае, целесообразно использовать сетные отбойники медуз устанавливаемые от поверхности и недостающие до дна от 2 до 3 м. В таком случае значительная часть медузы будет задерживаться отбойниками и вдоль них уходить от ловушки ставного невода, в то время как барабуля и ставрида может под отбойником заходить в ставной невод. Такие отбойники следует изготавливать из крупноячейной дели, создающей препятствие для медуз, но в то же время не сильно затеняющей проход к ловушке ставного невода и оставляющей возможность рыбе проходить к ставному неводу сквозь ячею отбойника. Схема возможной установки отбойников показана на рис. 2. Предлагается три варианта установки отбойников. Наиболее короткие (10–30 м) и соответственно с меньшим расходом материалов устанавливаются непосредственно перед заходом во двор, перекрывая заход медузы в ловушку. Но при таком варианте установки отбойников медуза будет концентрироваться возле ловушки ставного невода, создавая «помеху» заходу в ловушку рыбе. Более удаленная установка отбойников от захода в ловушку, хоть и будет удорожать стоимость отбойников, но в то же



**Рис. 2.** Схема установки отбойников для медузы в зоне действия ставного невода: 1 – котел (садок); 2 – двор; 3 – крыло; 4 – входной отбойник; 5 – удлиненный отбойник; 6 – отбойник-открылок

время медуза будет отводиться за ставной невод. Возможна так же установка отбойников под углом перед ставным неводом для отвода части медузы от ставного невода. При этом такие отбойники могут так же выполнять функцию дополнительных открылков для удержания рыбы в зоне действия ставного невода. Предлагаемые отбойники по отводу части медузы от ставного невода или входа в ловушку невода можно применять и при промысле других объектов лова, регулируя при этом их высоту и размер ячеи.

Задачу по разделению медузы от основного объекта лова (хамсы, тюльки, шпрота, ставриды, барабули и др.), с возможностью отдельной выборки прилова медузы и основного объекта лова предлагается решить установкой внутри накопительного котла (садка) еще одного дополнительного котла (садка) меньшей высоты (глубины) для накопления в нем медузы (рис. 3). Что бы медуза проходила в этот дополнительный котел (садок) в проходном котле (внутреннем дворе) устанавливается подъемная дорога, изготовленная из дели с более крупной ячеей. По подъемной дороге медуза будет заходить в верхний котел (садок), а основной объект лова будет проходить сквозь ячею подъемной дороги в нижний основной накопительный котел (садок). Накопительный котел (садок) для медузы изготавливается так же из дели с бо-



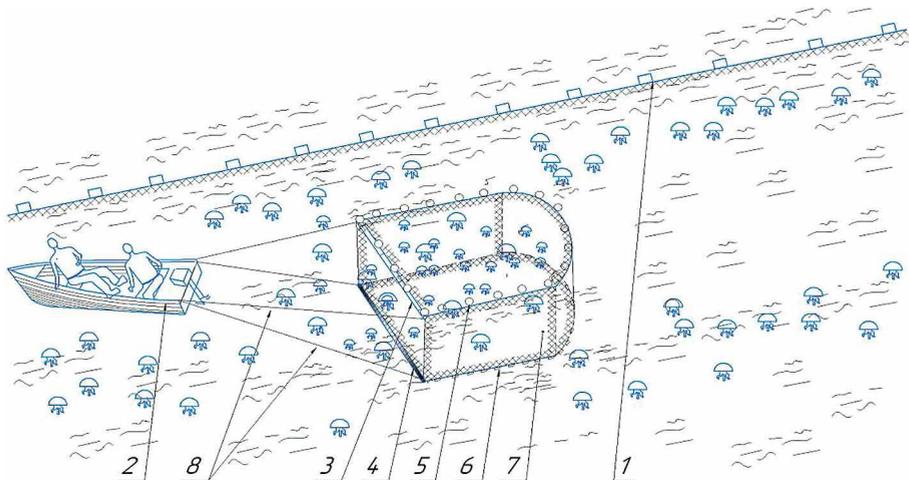
**Рис. 3.** Схема способа разделения медузы с основным объектом лова в ставном неводе: 1 — котел (садок) ставного невода; 2 — котел (садок) для накопления медузы; 3 — съемный котел (садок) для выливки и транспортировки улова медузы; 4 — подъемная дорога для медузы; 5 — проходной котел (внутренний двор); 6 — двор; 7 — лодка для установки и буксировки транспортировочного съемного котла с медузой; 8 — плав; 9 — груза; 10 — стяжные кольца; 11 — стяжной канат; 12 — жесткая рама

лее крупной ячейей, что позволит зашедшей в этот котел рыбе через ячейю опуститься в основной котел. Для выливки улова медузы верхняя подбора срезочной стенки накопительного котла (садка) для медузы пришивается к верхней подборе основного котла (садка). Ставной невод такой конструкции можно использовать и при добыче медузы в качестве прилова.

Подрезка такого ставного невода будет начинаться с подрезки котла (садка) с медузой и первоначальной выливки улова медузы. Для этого со стороны срезочной стенки котла (садка) подходит лодка с рыбаками и устанавливает, подвязывая к этой срезочной стенке стенку съемного транспортировочного котла для выливки в него медузы. Затем лодка растягивает котел с помощью жесткой рамы ставного невода и удерживает его в натянутом раскрытом положении. Верхняя подбора такого котла оснащена поплавками и стяжными кольцами, через которые протянут стяжной канат для стягивания верхов котла при его транспортировании к месту выгрузки улова медузы. Нижняя подбора оснащена грузилами. Рыбаки на подрезочной лодке подрезают котел (садок) с медузой и переливают ее в съемный транспортировочный котел. Затем первая лодка буксирует котел с медузой на пункт приема или отводит его в сторону для принятия участия в подрезке основного котла (садка).

Вторая лодка подрезает основной котел (садок) с основным объектом лова. Если медузу не нужно добывать в качестве прилова, ее можно просто вылить (выпустить) через верхнюю подбору срезочной стенки котла (садка) отвязав ее от жесткой рамы.

Периодическое прореживание скапливающейся медузы вдоль крыльев ставных неводов так же значительно может сократить ее негативное влияние на работу этих орудий лова. Для этого предлагается использование небольшого буксируемого орудия лова — трала-рамки. Такое орудие лова может представлять из себя сетной мешок, который будет раскрываться с помощью входной жесткой рамки или не жесткой рамой, образованной верхним плавающим бимом и нижним бимом — грузом (рис. 4). Медуза буксируется в трале-рамке за ставной невод и там выливается через входную рамку.



**Рис. 4.** Трал-рамка для прореживания медузы возле крыла ставного невода: 1 — крыло ставного невода; 2 — буксировочная лодка; 3 — плавающий бим; 4 — бим-груз; 5 — поплавки; 6 — груза; 7 — мотня; 8 — буксировочные канаты

## ВЫВОДЫ

Предлагаемые способы по снижению негативного влияния медузы на ставные невода помогут рыбакам уменьшить воздействие медузы на свои орудия лова и, в конечном счете, повысят их эффективность лова в современных условиях массового развития медуз.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин П.А., Осипов Е.В., Яковлев Ю.М. Пути проникновения и распределение медузы *RHOPILEMA ESCULENTUM* в зал. Петра Великого // Изв. ТИНРО.— 2003. — Т. 133. — С. 236–239.

2. Козлова С.Л., Богомолова В.В., Булли Л.И. Новые нерыбные сырьевые ресурсы Азово-Черноморского бассейна — медузы. *Рыбное хозяйство*. 2014. № 3: 64–68.
3. Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л., Хренкин Д.В., Афанасьев Д.Ф. Развитие популяций сцифоидных медуз *Rhizostoma pulmo* и *Aurelia aurita* в Азовском море. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2019. Т. 2, № 3: 27–35. [https://doi.org/10.47921/2619-1024\\_2019\\_2\\_2\\_27](https://doi.org/10.47921/2619-1024_2019_2_2_27).
4. Новиков Н.П. Черноморские медузы как потенциальный объект промысла [Текст] / Н.П. Новиков, С.Т. Ребик, И.Г. Тимохин // Труды ЮгНИРО.— 2011. — Т. 49. — С. 40–46.
5. Приказ Минсельхоза России от 09.01.2020 № 1 «Об утверждении правил рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна» (ред. от 28.07.2020). — URL: <http://docs.cntd.ru/document/564189244> (дата обращения 11.05.2023).
6. Grishin A., Daskalov G., Shlyakhov V., Mihneva V., 2007 — Influence of gelatinous zooplankton on fish stocks in the Black Sea: analysis of biological time-series. — *Marine Ecological Journal*, Vol. VI, No 2, Sevastopol, 5–24.

## Современное состояние промысловых запасов леща *Abramis brama* озера Чаны

Д.Л. Сукнев, Т.А. Кабиев, Е.А. Интересова

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»)

E-mail: zapsibniro@vniro.ru

**Аннотация.** Лещ *Abramis brama* был объектом акклиматизационных работ на озере Чаны с 1952 г. Долгое время его промысловые запасы были низки, что связано с повышенной минерализацией воды озера в условиях продолжительного маловодья, ограничивающей естественное воспроизводство данного вида. В настоящее время, на фоне повышения общей обводненности территории, численность леща в оз. Чаны возрастает, он становится важным водным биологическим ресурсом. На основании данных, полученных в ходе учетных тралений, в 2022 г. численность и биомасса леща в оз. Чаны составила 2,29 млн экз. (749,58 т). Это позволяет в качестве цели эксплуатации запаса леща оз. Чаны рекомендовать принимать максимизацию среднесезонного вылова данного вида.

**Ключевые слова:** озеро Чаны, лещ, *Abramis brama*, чужеродные виды, запасы водных биологических ресурсов.

### ВВЕДЕНИЕ

Лещ *Abramis brama* был одним из основных объектов интродукции в водоемы Западной Сибири с целью повышения их рыбохозяйственного потенциала на протяжении всего XX века [1] и во многих из них стал важным водным биологическим ресурсом [4]. В озеро Чаны — крупнейший водоем региона, обеспечивающий в Новосибирской области около 54% общего объема добытой рыбы [5] — данный вид вселяли с 1952 по 1979 г. В качестве рыбопосадочного материала служили разновозрастные особи (2–4 летки) из оз. Убинское и из нижнего бьефа Новосибирской ГЭС [2]. Лещ широко распространился по акватории оз. Чаны, однако на протяжении длительного времени его промысловые запасы были столь низки [2; 6], что он даже не учитывался отдельно рыбопромысловой статистикой, попадая в категорию «Прочие». Долгое отсутствие эффекта от акклиматизационных работ в первую очередь связано с повышенной минерализацией воды озера в условиях продолжительного маловодья, ограничивающей естественное воспроизводство леща. В настоящее время, на фоне повышения общей обводненности территории, численность вида в данном водоеме возрастает, он становится важным водным биологическим ресурсом, что определило цель данного исследования: оценка современного состояния промысловых запасов леща озера Чаны.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Основой для исследования послужили данные, собранные в ходе мониторинга состояния водных биологических ресурсов Новосибирским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» и используемые для подготовки материалов, обосновывающих рекомендованные объемы добычи (вылова) водных биологических ресурсов, общий допустимый улов которых не устанавливается, во внутренних водных объектах Новосибирской области, в том числе — сведения официальной рыбопромысловой статистики.

Сбор материала для определения размерных характеристик осуществляли на промысле из сетных уловов и близнецовых тралов, а также в ходе собственных научно-исследовательских ловов на 2-х контрольно-наблюдательных пунктах с использованием ставных сетей. Учет численности промысловых стад проводится на стандартных участках (станциях) по плесам озера Чаны неоднократно в течение промыслового сезона. Расчет величины промыслового запаса производили с учетом величины пополнения, на основании данных о численности промысловых стад и возрастном составе уловов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рыбопромысловой статистике по оз. Чаны леща отмечают с 2008 г., однако на протяжении более 10 лет объемы его добычи оставались незначительными (в среднем 2,4 т в год). С 2020 г наблюдается рост уловов (до 121 т в 2022 г), однако доля вида в промысле остается низкой, не превышая 1,7% общего вылова рыбы в озере (рис. 1).

Максимально отмеченные размеры леща в оз. Чаны — 3567 г при длине тела 54 см [2]. В 2022 г в промысловых уловах вида были представлены особи от 9,5 до 44,4 см, массой от 135 до 870 г. Преобладали особи в возрасте 2+–4+,

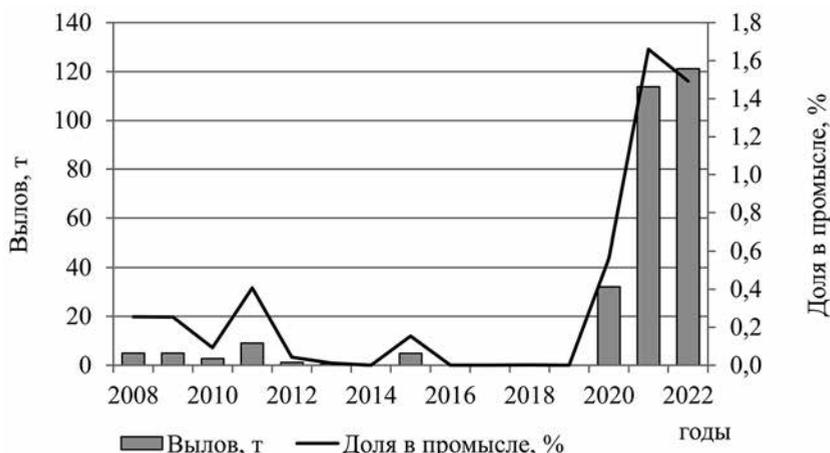


Рис. 1. Вылов леща в оз. Чаны

рыбы старших возрастных групп, ранее фиксировавшиеся в уловах [2], в настоящее время не отмечены (табл. 1). Размерные характеристики разновозрастных особей леща оз. Чаны в 2022 г. в целом соответствуют видовым характеристикам в водоемах Сибири [3].

**Таблица 1.** Размерно-возрастная характеристика леща из промысловых уловов в оз. Чаны, 2022 г.

Возраст	Промысловая длина, см	Масса, г	Доля рыб соответствующего возраста в уловах, %
2+	$14,1 \pm 0,44$ 9,5–18,4	$181,7 \pm 4,19$ 135–226	24
3+	$20,9 \pm 0,33$ 15,5–25,4	$273,7 \pm 7,23$ 163–380	40
4+	$30,8 \pm 0,70$ 23,5–36,4	$392,8 \pm 5,47$ 338–450	21
5+	$35,0 \pm 0,87$ 29,5–40,4	$572,8 \pm 24,04$ 395–698	10
6+	$41,0 \pm 0,78$ 36,5–44,4	$676,5 \pm 35,20$ 485–870	5

Согласно данным, полученным в ходе учетных тралений, в 2022 г. численность и биомасса леща в оз. Чаны составила 2,29 млн экз. и 749,58 т (табл. 2).

**Таблица 2.** Численность и промысловый запас леща оз. Чаны в 2022 г.

Показатели	Возрастная группа				
	2+	3+	4+	5+	6+
Численность, млн экз.	0,55	0,91	0,49	0,22	0,12
Средняя масса, кг	0,18	0,27	0,39	0,57	0,68
Промысловый запас, т	99,69	250,23	191,50	125,69	82,47

## ВЫВОДЫ

1. В настоящее время происходит увеличение запасов леща в оз. Чаны, однако его доля в промысле остается незначительной.
2. Размерные характеристики разновозрастных особей леща оз. Чаны в настоящее время в целом соответствуют видовым характеристикам.
3. В качестве цели эксплуатации запаса леща оз. Чаны следует принимать максимизацию среднегодовалого вылова данного вида.

*Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 24–26–00101, <https://rscf.ru/project/24–26–00101/>*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Интересова, Е.А. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби / Е.А. Интересова // Российский журнал биологических инвазий.— 2016. — Т. 9, № 1. — С. 83–100. — EDN VSAXCF.
2. Общий очерк ихтиофауны озера Чаны / В.А. Воскобойников, А.Н. Гундризер, Б.Г. Иоганзен [и др.] // в кн. Экология озера Чаны. Новосибирск: Наука, 1986. — С. 158–197.
3. Попов, П.А. Рыбы Сибири / П.А. Попов. — Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. ун-та, 2007.— 526 с.
4. Промысловое значение чужеродных видов рыб в водоемах юга Западной Сибири / Е.А. Интересова, А.А. Ростовцев, Е.В. Егоров [и др.] // Вестник рыбохозяйственной науки.— 2017. — Т. 4, № 2(14). — С. 36–44. — EDN ZXWAIB.
5. Рыбные ресурсы Новосибирской области: современное состояние промысла / А.Л. Абрамов, А.А. Ростовцев, В.Ф. Зайцев [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство.— 2023. — Т. 17, № 2(205). — С. 76–87. — DOI 10.33920/sel-09-2302-01. — EDN IAAQFD.
6. Современное состояние промысловой ихтиофауны оз. Чаны (Новосибирская область) / Е.В. Егоров, А.А. Ростовцев, М.В. Селезнева [и др.] // Вестник рыбохозяйственной науки.— 2014. — Т. 1, № 1. — С. 29–42. — EDN UCCBSL.

## Атлантический лосось реки Мезень: мониторинг популяции и любительского рыболовства

А.М. Торцев, И.И. Студёнов

Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
E-mail: torzevalex@severniro.vniro.ru

**Аннотация.** В исследовании представлены результаты мониторинга нерестовой миграции атлантического лосося (сёмги) в низовьях р. Мезень в ходе лова в научно-исследовательских целях и любительского рыболовства. Проведен анализ результатов организации любительского рыболовства. Представлены данные о биологических характеристиках сёмги.

**Ключевые слова:** лосось атлантический, река Мезень, мониторинг, любительское рыболовство.

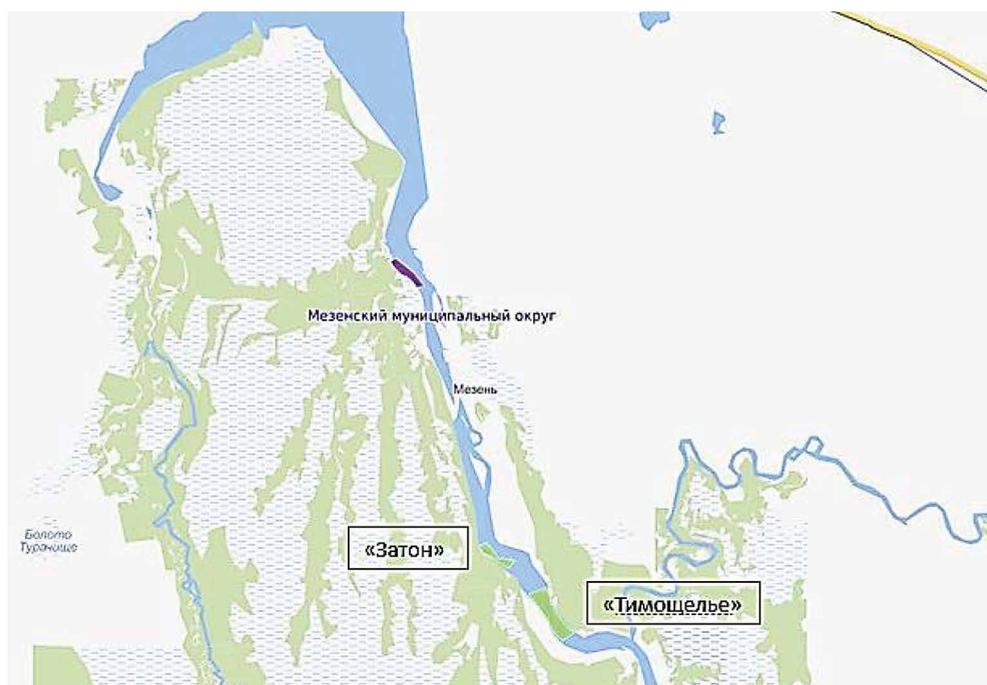
### ВВЕДЕНИЕ

Атлантический лосось (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) или сёмга р. Мезень и её притоков является традиционным объектом рыболовства. Сёмга реки Мезень является элементом продовольственной безопасности поселений [3]. Вместе с тем, запасы атлантического лосося были истощены в середине прошлого века и в 1991 г. лов был закрыт для сохранения группы популяций семги. Однако нелегальное рыболовство оказывало значительное воздействие на состояние популяции. В 2022 г. в целях организации любительского рыболовства были сформированы 2 рыболовных участка, на которых местное население на легальной основе осуществляет добычу сёмги. Также после многолетнего перерыва Северным филиалом ФГБНУ «ВНИРО» возобновлен мониторинг в низовьях реки. Таким образом, мониторинг состояния популяций атлантического лосося, а также использование его запасов на любительском рыболовстве является весьма актуальной задачей.

### МЕТОДИКА

Река Мезень берет свое начало на склонах хребта Четлаский Камень и впадает в Мезенскую губу Белого моря. Длина реки составляет 966 км. Наиболее крупные притоки реки — Пижма, Вашка и Пеза. Река протекает по территории Архангельской области и Республики Коми [2].

Материалом для исследования послужили данные, полученные в низовьях р. Мезень в ходе лова в научно-исследовательских целях. Исследования проводились в летне-осенний период 2023 г. Работы проводились в Мезенском муниципальном округе Архангельской области на рыболовных участках «Тимощелье» и «Затон» (Рис. 1). Длина тоней составляла до 2 км.



**Рис. 1.** Схема мест проведения мониторинговых работ в низовьях р. Мезень в 2023 г.

Научной группой применялись традиционные для данной местности орудия лова — плавные сети длиной по 150 м с ячейей 70 мм. На биологический анализ было отобрано 52 экз. сёмги. Биологический анализ проводился по общепринятым методикам: определялась длина по Смитту (АС), полная масса, пол и возраст.

Сведения об уловах атлантического лосося и количестве выданных путевок основаны на данных Североморского территориального управления Росрыболовства. Кроме того, использованы данные организатора любительского рыболовства на рыболовном участке «Затон», в т. ч. сведения о количестве выданных путевок и результатах добычи атлантического лосося. В связи с проведением конкурсных процедур, связанных с предоставлением рыболовного участка, организатор любительского рыболовства осуществлял выдачу путевок только на заключительном этапе разрешенного периода лова: с 14 сентября по 14 октября. Рыбаками-любителями использовались плавные сети с ячейей 70 мм длиной 150 м.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам лова в научно-исследовательских целях размерно-весовые характеристики взрослых особей атлантического лосося составили: средняя длина (АС) 64,9 см, изменяясь от 45,0 до 94,0 см (Табл. 1, Рис. 2), а средний вес 3,45 кг, варьируя от 1,31 до 10,6 кг. Соотношение полов (самки: самцы)

составило 1,4:1. Средний абсолютный возраст семги составил 4,7 лет, морской — 1,4 года.

**Таблица 1.** Биологические параметры взрослых особей атлантического лосося по результатам мониторинга в низовьях р. Мезень на рыболовных участках «Тимощелье» и «Затон», 2023 г.

Сёмга	Количество, экз.	АС, см			Масса, кг		
		мин	макс	сред	мин	макс	сред
♀	30	45,0	94,0	66,8	1,31	6,86	3,59
♂	22	45,0	86,0	66,8	1,35	10,6	3,25
всего	52	45,0	94,0	64,9	1,31	10,6	3,45



**Рис. 2.** Атлантический лосось из мониторинговых уловов в низовьях р. Мезень в 2023 г.

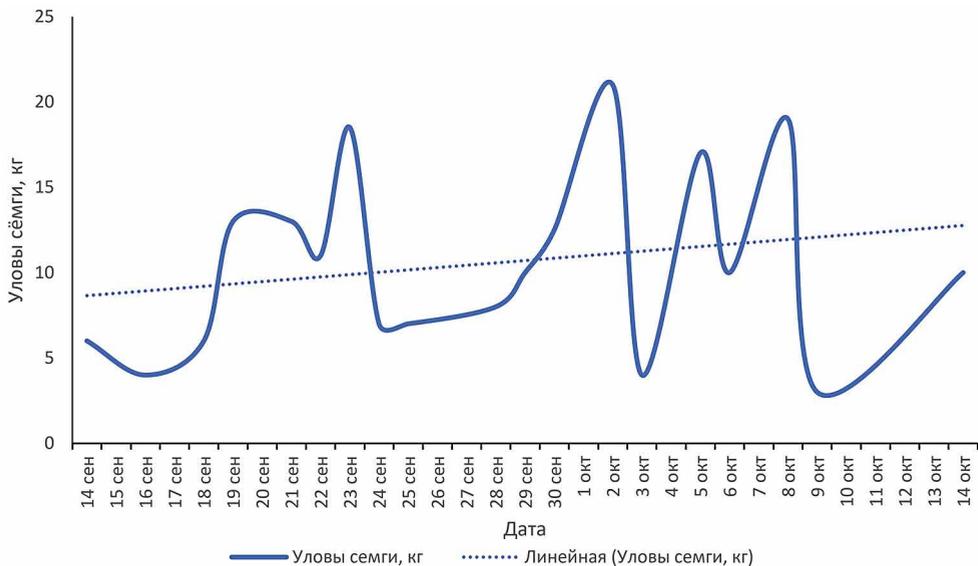
Сравнение данных мониторинга 2023 г. с результатами работ в 2022 г. [1] показало некоторое снижение средней длины (АС) особей и средней навески атлантического лосося, что в значительной мере обусловлено величиной выборки и сроком проведения работ. Сократилась минимальная длина самок на 0,15 см при сохранении показателя максимальной длины. Пределы варьирования длины самцов изменились: минимальная длина самцов уменьшилась на 5 см, а максимальная увеличилась на 7,0 см. Минимальная масса самок снизилась на 0,29 кг, а максимальный на 2,9 кг. В тоже время пределы варьирования массы

самцов расширились: минимальная масса особей в 2023 г. снизилась на 0,15 кг по сравнению с 2022 г., а максимальная увеличилась на 4,5 кг. Соотношение полов изменилось значительно: с 5,4:1 в 2022 г. до 1,3:1 в 2023 г., что, вероятно, обусловлено более ранним периодом проведения исследований в 2023 г. и преобладаем в уловах летней биологической группы, которая представлена в основном мелкими самцами [5]. Размерно-весовые показатели сёмги из нерестовых стад 2022–2023 гг. существенно отличаются от наблюдавшихся в 80-е годы прошлого века — средняя длина особей тогда составляла 78,7 см, масса — 5,4 кг [4].

Любительское рыболовство в низовьях р. Мезень осуществлялось в 2023 г. в период с 29 июня по 15 октября. Организаторы любительского рыболовства выдали рыбакам 396 путевок на лов атлантического лосося плавными сетя-

ми. Освоение выделенного для осуществления любительского рыболовства объёма составило 2,087 т или 100%. Средний улов на путевку по обоим рыболовным участкам составил 5,27 кг атлантического лосося.

Уловы рыбаков-любителей на рыболовном участке «Затон» за месяц лова (с 14 сентября по 14 октября) составили 200 кг атлантического лосося. Ежедневный вылов варьирует от 3 до 21 кг (Рис. 3). Максимальные уловы приходятся, в основном, на выходные дни, когда рыбаки выезжают на лов. В наблюдаемый период отмечается повышающий тренд величины уловов. По 1 путевке осуществлялось до 7 сплавов за сутки. Средний улов на 1 плавную сеть 150 м длиной за сутки лова составляет 1 экз. атлантического лосося весом 3,85 кг или 0,55 кг за сплавку. Минимальный вес взрослой особи семги в уловах составляет 2,5 кг, максимальный 8 кг.



**Рис. 3.** Уловы атлантического лосося рыбаками-любителями на рыболовном участке «Затон» в низовьях р. Мезень в период с 14 сентября по 14 октября 2023 г., кг

## ВЫВОДЫ

В ходе проведения работ были получены отдельные данные о динамике нерестовых подходов атлантического лосося, а также собраны данные о размерно-весовых характеристиках особей. Средние значения взрослых особей семги составили: длина тела (АС) — 64,9 см, вес — 3,45 кг, абсолютный возраст семги составил 4,7 лет, морской — 1,4 года.

Сравнительный анализ результатов мониторинга и сведений организаторов любительского рыболовства показал, что средний вес изымаемых рыбаками особей атлантического лосося больше, чем по данным мониторинга.

Отличия могут быть обусловлены более поздним периодом организации любительского рыболовства в сравнении с периодом мониторинга. Нельзя не отметить и вероятность сокрытия рыбаками-любителями части уловов сёмги значительной навески. Это обусловлено периодом браконьерского лова на р. Мезень на протяжении 3 десятилетий.

Подводя итог, нашему исследованию можно сделать вывод о наблюдаемых положительных тенденциях легализации любительского лова на сформированных рыболовных участках. Уловы рыбаков-любителей отражаются в промысловой статистике, что позволяет использовать эти данные для подготовки прогнозных материалов. Однако необходимо продолжение начатых в 2022 г. наблюдений в целях регулирования рыболовства и разработки мер по сохранению популяции атлантического лосося бассейна р. Мезень.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Генрих Э.А., Торцев А.М. Результаты мониторинга нерестовой части популяции атлантического лосося в низовьях р. Мезень // Лососевые рыбы: биология, воспроизводство, промысел: материалы всероссийской научно-практической конференции (г. Мурманск, 23–24 марта 2023 г.) / Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО». — Мурманск: ПИНРО им. Н.М. Книповича, 2023. — С. 90–95.
2. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Мезень. Книга 1. Общая характеристика речного бассейна — URL: <http://www.dpbvu.ru> (дата обращения 08.02.2024).
3. Торцев А.М. Освоение природных ресурсов и социально-экономическое развитие прибрежных территорий Архангельской области // Арктика: экология и экономика.— 2020 — № 2(38). — С. 109–121. — DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-109-121.
4. Торцев А.М. Промысел лосося Атлантического (сёмги) в низовьях р. Мезень / А.М. Торцев // II Пахтусовские чтения: арктические горизонты: сборник материалов Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции, Архангельск, 08–09 апреля 2021 года. — Архангельск, 2021. — С. 271–276.
5. Торцев А.М., Фукс Г.В., Генрих Э.А. Мониторинг миграции атлантического лосося и горбуши в низовьях реки Мезень // II Лавёровские чтения. Арктика: актуальные проблемы и вызовы: сб. науч. материалов [Всерос. конфер. с междунар. участием], г. Архангельск, 13–17 ноября 2023 г. — Архангельск, 2023. — С. 606–609.

## Промысел миноги (*Lampetra fluviatilis japonica*) на реке Мезень

А.В. Трапезников, А.М. Торцев

Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
E-mail: trapeznikov@severniro.vniro.ru

**Аннотация.** Исследование посвящено оценке промысла миноги в речной системе р. Мезень. Представлена биологическая характеристика миноги из промысловых уловов. Проведен анализ добычи миноги за десятилетний период. Прослеживается устойчивая тенденция роста объема уловов. Вместе с тем, уловы миноги ограничены, в основном, низким уровнем развития транспортной инфраструктуры и рыбопереработки.

**Ключевые слова:** минога тихоокеанская, река Мезень, мониторинг, промышленное рыболовство.

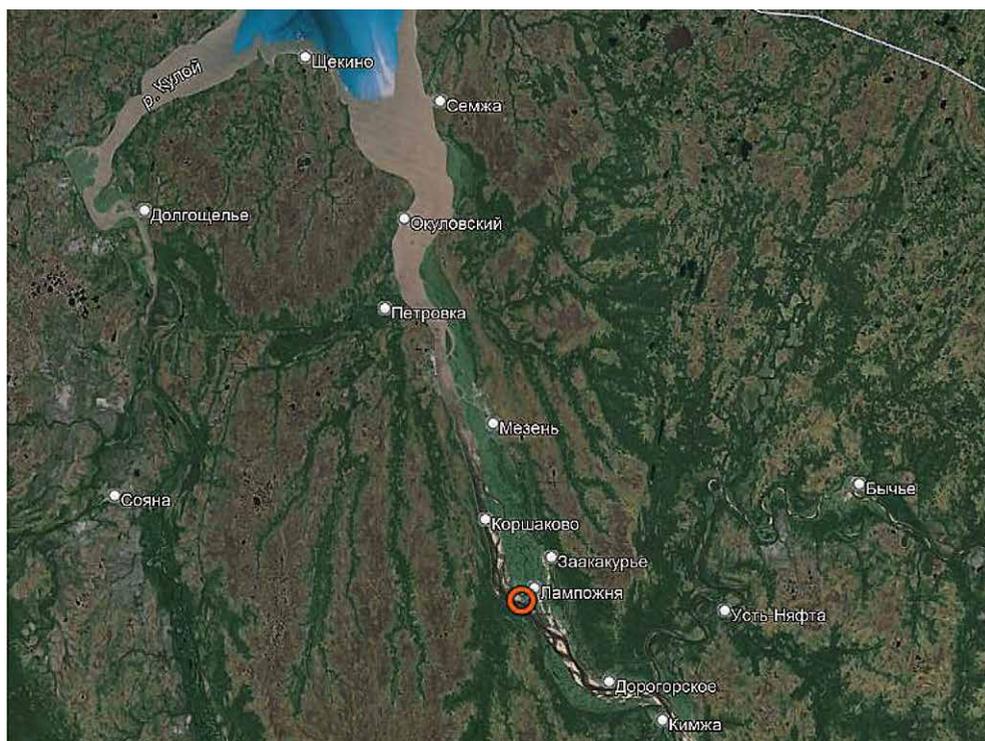
### ВВЕДЕНИЕ

Тихоокеанская минога (*Lampetra fluviatilis japonica* Berg, 1911) в период нерестовых миграций является традиционным объектом промысла на р. Мезень. Минога бассейна реки Мезень используется как ценный пищевой ресурс и обеспечивает вклад в продовольственную безопасность прибрежных поселений [4]. При этом на сегодняшний день крайне мало исследований посвящено оценке современного состояния популяции миноги, заходящей на нерест в реку Мезень, а также использования ее запасов. Эти исследования особенно важны в условиях развития промышленного рыболовства.

### МЕТОДИКА

Река Мезень берет свое начало из болот на склонах хребта Четласский Камень и впадает в Мезенскую губу Белого моря. Длина реки составляет 966 км. Площадь водосбора реки с притоками составляет 78000 км<sup>2</sup>. Основные притоки Мезени — Пижма (правый), Вашка (левый), Пеза (правый). Река протекает по территории Архангельской области и Республики Коми [2].

Материалом для исследования послужили данные, полученные в низовьях р. Мезень в ходе промышленного лова. Исследования проводились в осенний период 2022–2023 гг. Лов миноги проводился в районе д. Лампожня Мезенского муниципального округа Архангельской области (рис. 1). На промысле применяются традиционные для данной местности орудия лова рюжи, а также ловушки, изготовленные из пятилитровых ПЭТ-емкостей (рис. 2). Количество используемых ловушек достигает 3 тыс. На биологический анализ было отобрано 120 экз. миноги. Биологический анализ проводился по общепринятым методикам: определялась абсолютная длина (АВ), полная масса и пол.



**Рис. 1.** Место проведения мониторинговых работ в низовьях р. Мезень в 2023 г.



Сведения об уловах миноги основаны на данных Североморского территориального управления Росрыболовства. Кроме того, использованы данные рыбопромышленника, который ежегодно осуществляет сезонный промысел миноги.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам мониторинга средняя длина (AB) миноги составила 40,1 см, изменяясь от 9,9 до 48,0 см (табл. 1). Средний вес миноги р. Мезень составил 102 г, варьируя от 40 до 153 г. Соотношение полов (самки: самцы) составило (0,79 : 1).

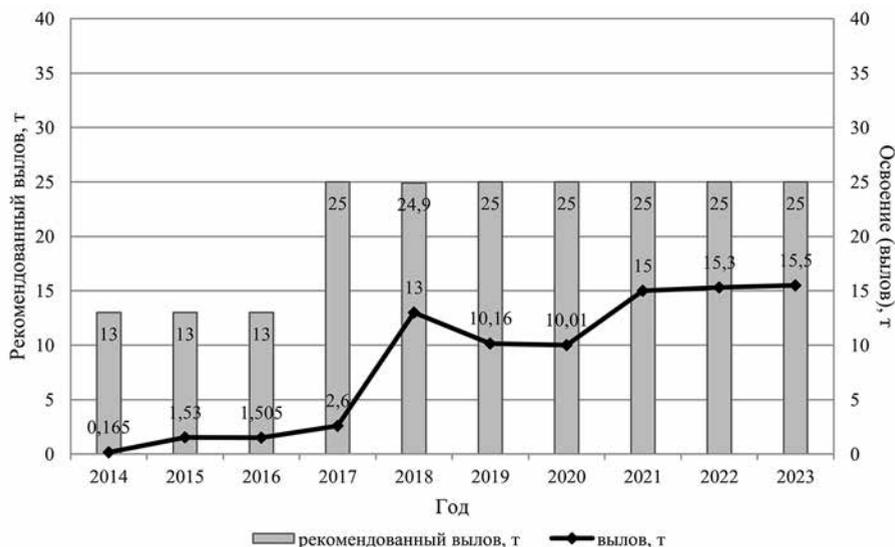
**Рис. 2.** Ловушки для лова миноги на р. Мезень. Фото П.В. Будейкина

**Таблица 1.** Биологические параметры миноги тихоокеанской по результатам мониторинга в низовьях р. Мезень, 2022–2023 гг.

Минога	Количество, экз.	АВ, см			Вес, г		
		мин	макс	сред	мин	макс	сред
♀	53	29,4	47,8	39,8	40	151	101
♂	67	9,9	48,0	40,2	60	153	103
всего	120	9,9	48,0	40,1	40	153	102

Сравнительный анализ данных мониторинга 2022–2023 гг. показал, что биологические характеристики особей миноги практически идентичны в рассматриваемый период наблюдений. Так, в 2023 г. средняя длина (АВ) у особей миноги незначительно увеличилась до 40,7 см (в 2022 г. — 39,2 см), а средний вес миноги составил 101 г (в 2022 г. 103 г). Полученные сведения не противоречат данным А.Ю. Решетникова, который отмечал, что длина миноги в р. Мезень составляет 38–54 см [1].

Анализ уловов миноги в период 2014–2023 гг. подтверждает стабильное состояние запасов (рис. 3). Средний улов миноги в низовьях р. Мезень за указанный период составил 8,47 т, варьируя от 0,165 т до 15,5 т. Освоение рекомендованного объема добычи составляет от 1% до 62%. Так же прослеживается тенденция увеличения объема вылова, что может говорить об эффективной экономической реализации уловов данного вида. А стоимость уловов в ценах 2023 г. составляет около 7,7 млн руб. [3].



**Рис. 3.** Уловы миноги в низовьях р. Мезень в период 2014–2023 гг.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, результаты мониторинга показывают удовлетворительное состояние запаса миноги р. Мезень. Прослеживается устойчивая тенденция роста объема уловов, что, в свою очередь, горит о спросе на данный промысловый вид. Минога в живом виде доставляется в города Архангельск и Санкт-Петербург. Вместе с тем, уловы миноги ограничены, в основном, низким уровнем развития транспортной инфраструктуры и рыбопереработки. Результаты исследования важны для оценки состояния запаса миноги и разработки мер регулирования рыболовства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбы в заповедниках России. В двух томах (под ред. Ю.С. Решетникова). Т. 1. М.: Т-во научных изданий КМК. 2010. 627 с.
2. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Мезень. Книга 1. Общая характеристика речного бассейна — URL: <http://www.dpbvu.ru> (дата обращения 08.02.2024).
3. Торцев А.М. Рыбные ресурсы низовой реки Мезень: ресурсный потенциал и его использование // В сборнике материалов I Международной научно-практической конференции «Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития». ФГБНУ «ВНИРО». Москва, 2023. С. 640–644.
4. Торцев А.М. Освоение природных ресурсов и социально-экономическое развитие прибрежных территорий Архангельской области // Арктика: экология и экономика.— 2020 — № 2(38). — С. 109–121. — DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-109-121.

## **Предварительные результаты рекогносцировочных исследований водоёмов, потенциально пригодных для промысла артемии в 2022–23 гг.**

*Д.В. Тырин, А.В. Паршин-Чудин*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: tyrin@vniro.ru, parshin@vniro.ru

**Аннотация.** В работе представлены предварительные данные рекогносцировочных рыбохозяйственных исследований, проведённых в водоёмах двух рыбохозяйственных бассейнов и 6 регионов России в 2022–23 гг. Определены количественные и качественные показатели биологического состояния запасов артемии и артемии (на стадии цист), на основании которых актуализирован список перспективных для промысла артемии на разных стадиях развития гипергалинных озёр. **Ключевые слова:** артемия, артемия на стадии цист, рекогносцировочные исследования, гипергалинные водоёмы.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Род *Artemia*, Leach, 1819 относится к типу членистоногих (Arthropoda), классу ракообразных (Crustacea), подклассу жаброногих ракообразных (Branchiopoda), отряду жаброногов (Anostraca), семейству артемиевых (Artemiidae). Согласно Приказу Минсельхоза России от 23.10.2019 № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов водных биологических ресурсов» (с изменениями от 18.02.2020 № 68) артемия (виды рода *Artemia*) и артемия (на стадии цист) (виды рода *Artemia*) являются ценными видами биологических ресурсов. Согласно п. 6.1. Перечня стратегически важных товаров и ресурсов для целей ст. 226.1 УК РФ, утверждённого постановлением Правительства России от 13.09.2012 № 923 (с изменениями от 05.04.2019 № 401) «Артемии, яйца (цисты) артемий (код ТН ВЭД ЕАЭС 0511 91 909 0)» являются стратегическими важными ресурсами.

Артемия относится к короткоцикловым видам беспозвоночных. Зимует она в виде цист, которые обладают исключительной резистентностью к условиям окружающей среды. Это свойство, а также способность цист образовывать промысловые скопления, делает их привлекательными для промысла. Благодаря высоким пищевым качествам и удобству в обращении цисты артемии признаны лучшим живым стартовым кормом для личинок рыб и ракообразных при содержании в условиях аквакультуры.

В Западно-Сибирском и Азово-Черноморском рыбохозяйственных бассейнах артемия обитает в гипергалинных озёрах с общей минерализацией от 40

до 300 г/л, чаще всего в монокультуре. Вегетационный сезон длится с середины апреля по конец октября на юге Западной Сибири и с середины марта по конец ноября в Крыму. За этот период, как правило, проходят 3 генерации в Западно-Сибирском и 4 генерации в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне (Методические рекомендации..., 2019). В Волжско-Каспийском бассейне исследования гипергалинных озёр до 2023 года проводились крайне отрывочно, в целом условия обитания и биология популяций артемии тут схожа с таковыми в Азово-Черноморском бассейне.

На 2022 и 2023 года материалы, обосновывающие величины рекомендованного вылова артемии и артемии (на стадии цист) подготовлены для 86 и 90 внутренних водоёмов 6 регионов двух рыбохозяйственных бассейнов соответственно (см. ежегодные приложения к Приказу Росрыболовства «О мерах по реализации постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 года № 643»). Вместе с тем, гипергалинных водоёмов в России значительно больше, соответственно есть перспектива для увеличения сырьевой базы данных видов водных биологических ресурсов. Однако для введения их в промысел необходимо провести первичные рекогносцировочные исследования и далее осуществлять мониторинг на регулярной основе.

Целью работ является определение новых водоёмов, потенциально пригодных для промысла артемии и артемии (на стадии цист), для чего была разработана трёхлетняя программа в рамках Государственного задания. В программе принимают участие Отдел беспозвоночных внутренних вод Центрального института и профильные подразделения пяти филиалов ФГБНУ «ВНИРО» (Алтайского, Тюменского, Новосибирского, Керченского отдела Азово-Черноморского и Волжско-Каспийского) с зоной ответственности в трёх рыбохозяйственных бассейнах России (Западно-Сибирском, Азово-Черноморском, Волжско-Каспийском).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Перед каждой экспедицией составляли список подлежащих исследованию озёр, их координаты вносили в GPS-навигаторы. Сбор гидробиологического материала выполняли по существующим общепринятым методикам и рекомендациям (Методические рекомендации..., 2019). Исследовали от 1 до 6 станций на каждом озере (в зависимости от площади). Данные об абиотических условиях среды и отборе проб регистрировали в журналах полевых наблюдений. На каждой станции отбирали пробы зоопланктона количественной сетью Джели или Апштейна из газового мельничного сита. Пробы отбирали протяжкой планктонной сети (2 м) или путём проливания известного объёма воды ведром. Пробы помещали в герметичную пластиковую ёмкость, снабжённую этикеткой, и фиксировали 4%-м раствором формалина. Пробы бентоса отбирали штанговым трубчатым пробоотборником «ДТШ» (Россия) с площадью захвата 0,005 м<sup>2</sup> или дночерпателями Петерсена, Ван-Вина, Экмана-Берджа с площадью захвата от 0,01 до 0,25 м<sup>2</sup>. Пробы по-

мешали в «промывалку» (мешок из газового мельничного сита), определяли тип грунта и промывали в озере до минимального объёма. Промытую пробу помещали в пластиковую ёмкость (контейнер) и фиксировали. По возвращению из экспедиции все пробы поместили в холодильник.

При камеральной обработке проб в лаборатории Центрального института ФГБНУ «ВНИРО» их просматривали под стереоскопическим микроскопом «Микромед-2CR-Zoom» (Россия) в камере Богорова. Пробы зоопланктона просматривали тотально, бентоса — доводили до известного объёма водой и брали подпробы штемпель-пипеткой (3–10 повторностей). Расчёт численности и биомассы производился с использованием программного обеспечения MS Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты измерения параметров среды обитания артемии во всех исследованных с участием сотрудников Отдела беспозвоночных внутренних вод Центрального института ФГБНУ «ВНИРО» водоёмах в 2022 году представлены в табл. 1 (полностью пересохшие водоёмы не включены).

**Таблица 1.** Параметры среды обитания артемии в исследованных озёрах Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна в 2022 году и Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в 2023 году

Название озера	Солёность, ‰	Температура воды, °С	Концентрация кислорода, мг/л	Глубина, м	Прозрачность, м	pH
<i>Алтайский край (апрель/июль-август 2022)</i>						
Вшивка	150	9,4	20,07	0,3	до дна	8
Йодное	122/140	12,3/37,3	3,5/0,62	0,3/0,05	0,05/до дна	9,1
Правый Близнец	85/245	13,8	3,05	0,3/0,03	0,1/до дна	8,9
Левый Близнец	91/173	14,8/33,6	1,02/0,1	0,4/0,2	0,2/до дна	8,83
Живописное	82	14,7	1,03	0,2	0,03	9,7
Узкое	32	13,8	1,2	0,15	до дна	9,6
Щекулдук	40	10,8	5,08	0,6	0,03	9,3
Улькенколь	18	11,48	4,1	0,7	0,5	9,3
Большой Сор	14/2	11,9	3,84	0,6	0,1	9,6
Малый Сор	14/10	11,4	5,44	0,5	0,1	9,3
Каракуль	28	11,9	4,7	0,6	0,1	9,6
Бурлинское	246	9,6	4,31	0,25	до дна	7,8
Уйнак	40/246	10,7	6,8	0,25/0,03	0,1/до дна	9
Оян-Кошкарсор	24	12,8	5,24	0,15	до дна	9,1
Кулаксор	80	10	7,03	0,3	0,1	8,5
Джультульды	112	14,6	3,34	0,25	0,1	8,4
Баужансор	134	8	7,01	2	0,05	8,2
Беленькое	40/80	14,5	5,64	0,7/0,3	0,3/до дна	8,7

Название озера	Солёность, ‰	Температура воды, °С	Концентрация кислорода, мг/л	Глубина, м	Прозрачность, м	pH
Каратал	пересохло			0,05	до дна	7,46
Жыркоин	277	-	-	-	-	8,39
<i>Челябинская область (июль 2022)</i>						
Солёное (Октябрьское)	73	30,7	12,6	0,3	до дна	-
Горькое (Степановка)	61	27,8	1,7	0,1	до дна	-
Кривое (Степановка)	128	29,6	0,7	0,05	до дна	-
Горькое (Большеникольское)	184	29,8	1,7	0,05	до дна	-
Горькое (Спорное)	50	29,3	8,9	0,2	до дна	-
Кичкибаз	27	30,7	2,2	0,05	до дна	-
<i>Курганская область (июль 2022)</i>						
Горькое (Перевалово)	0	33,1	13,2	0,4	до дна	-
Солёное (Добровольное)	96	32,2	8,9	0,2	до дна	-
Солёное (Советское)	74	30,7	7,1	0,2	до дна	-
Безьянное (Вишняково)	90	24,8	1,3	0,05	до дна	-
Топкое (Дудино)	12	24,3	5,6	1	до дна	-
Горькое (Дудино)	24	24,3	7,2	0,7	до дна	-
Колесниково	34	25,2	5,8	0,3	до дна	-
Беломойное	3	24,5	8,2	0,5	до дна	-
Солёное (Сетово)	71	28,8	11,9	0,3	до дна	-
Долгое (Сетово)	21	29,2	14,6	0,2	до дна	-
Горькое (Чертово)	27	24,4	12,8	0,6	до дна	-
Горькое (Строево)	35	29,1	2,1	0,1	до дна	-
Горькое (Малое Курейное)	27	26,9	3,3	0,1	до дна	-
Забошное	18	31,5	11,7	0,2	до дна	-
Горькое (Сетовное)	10	28,4	13,7	0,4	до дна	-
Горькое (Камышное)	81	34,2	0,7	0,05	до дна	-
Нижние Юрахлы	50	32	1,4	0,1	до дна	-
<i>Новосибирская область (сентябрь 2022)</i>						
Горькое (Лотошное)	32	13,1	7,2	0,15	до дна	-
Горькое (Киргинцево)	276	18,3	3,2	0,05	до дна	-
<i>Астраханская область (май 2023)</i>						
б/н № 1 (п. Стрелецкое, Трусовский район)	212	19	0,3	2,7	до дна	8,17

Название озера	Солёность, ‰	Температура воды, °С	Концентрация кислорода, мг/л	Глубина, м	Прозрачность, м	рН
б/н № 2 (п. Стрелецкое, Трусовский район)	285	20	0,3	2,1	до дна	8,66
б/н (с. Промысловка, Лиманский район)	123	20,5	4	5,3	до дна	7,9
б/н (с. Лесное, Лиманский район)	97	21	0,8	3,3	до дна	7,99
б/н № 2 (п. Прикаспийский, Наримановский район)	275	18,5	0,05	1,7	до дна	7,43
<i>Республика Калмыкия (май 2023)</i>						
Колтан-Нур (Черноземельский район)	285	31,5	0,1	1,9	до дна	7,91
Меклетинское (Розовое, Черноземельский район)	275	24,5	0,1	2,7	до дна	7,97
Можарское-1 (Черноземельский район)	267	28	0,1	2,6	до дна	8,1

*Примечание:* «-» — измерение параметров среды не производилось

В Алтайском крае весной 2022 года исследовали 18 озёр, в летний период впервые были исследованы ещё 5 озёр и повторно — 9 озёр. Летом наблюдался значительный спад уровня воды в реке Обь и её бассейне как по сравнению с весной этого года, так и по сравнению с многолетними наблюдениями в летний период при длительном отсутствии осадков. В июле-августе по сравнению с апрелем отмечено повышение температуры (в среднем — двукратное) и солёности воды. Концентрация растворённого в воде кислорода летом понизилась по сравнению с весной. В ходе камеральной обработки проб в 15 озёрах из 22 исследованных за две экспедиции в Алтайский край была отмечена артемия на разных стадиях развития. Озёра Левый Близнец и Беленькое предварительно были отнесены к перспективным для промысла, поскольку в них артемия и артемия (на стадии цист) присутствовала и в апреле, и в июле-августе.

В Челябинской и Курганской областях летом также стояла засуха — уровень многих водоёмов был значительно ниже коренного берега, исходя из визуальных наблюдений. В ходе камеральной обработки проб артемия на разных стадиях развития отмечена в 4 озёрах Челябинской и 4 озёрах Курганской областей. В 2 озёрах Челябинской и 13 озёрах Курганской области артемия не отмечена. В 11 из озёр без артемии солёность воды была не опти-

мальной для развития популяции (0–35%), в 4 солёность составила 50–128%. По результатам первого года рекогносцировочных исследований наиболее перспективными для организации промышленного рыболовства озёрами, исходя из численности и биомассы артемии на разных стадиях развития в пробах, определены Солёное (Октябрьское) и Горькое (Большеникольское) в Челябинской области, Солёное (Сетово), Солёное (Добровольное) и Солёное (Советское) — в Курганской.

В Новосибирской области из 8 исследованных озёр только в двух была отмечена артемия на стадии цист. Наиболее перспективным для промысла признано Горькое (Киргинцево).

В табл. 2 представлены результаты обработки проб, собранных сотрудниками Отдела беспозвоночных внутренних вод Центрального института ФГБНУ «ВНИРО» в ходе рекогносцировочных исследований в Алтайском крае (33 пробы), Челябинской (12 проб), Курганской (31 проба), Новосибирской (3 пробы) областях весной-осенью 2022 года.

**Таблица 2.** Количественные показатели популяций артемии в 2022 году из водоёмов Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна

Водный объект	Административно-территориальная единица (район/муниципальный округ)	Ч артемии в планктоне, экз./м <sup>3</sup>	В артемии в планктоне, г/м <sup>3</sup>	Ч артемии (на стадии цист) в планктоне, экз./м <sup>3</sup>	В артемии (на стадии цист) в планктоне, г/м <sup>3</sup>	Ч артемии (на стадии цист) в бентосе, экз./м <sup>2</sup>	В артемии (на стадии цист) в бентосе, г/м <sup>2</sup>
<i>Алтайский край (апрель/июль-август)</i>							
Вшивка	Михайловский	2803	0,722	290	0,038	148000	1,48
Йодное	Михайловский	0	0	0	0	992000	9,92
Правый Близнец	Михайловский	2303	0,738	13	0,002	480000	4,8
Левый Близнец	Михайловский	2369/2106	0,742/0,737	0/60788	0/0,608	1412000/488000	14,12/4,88
Живописное	Михайловский	0	0	0	0	68000	0,68
Узкое	Михайловский	0	0	0	0	1648000	16,48
Щекулдук	Кулундинский	0	0	0	0	376000	3,76
Улькенколь	Кулундинский	0	0	0	0	96000	0,96
Большой Сор	Кулундинский	105	0,02	0	0	24000	0,24
Малый Сор	Кулундинский	0	0	0	0	0	0
Каракуль	Кулундинский	2	0,003	120000	15,792	-	-
Бурлинское	Бурлинский	0	0	0	0	-	-
Уйнак	Бурлинский	281/26	1,142/0,082	158/346	0,021/0,003	-	-
Оян-Кошкарсор	Бурлинский	13	0,001	0	0	-	-
Кулаксор	Бурлинский	12	0,034	2961	0,39	-	-
Джультульды	Бурлинский	2211	0,444	250	0,033	-	-
Баужансор	Благовещенский	0	0	0	0	-	-

Водный объект	Административно-территориальная единица (район/муниципальный округ)	Н артемии в планктоне, экз./м <sup>3</sup>	В артемии в планктоне, г/м <sup>3</sup>	Н артемии (на стадии цист) в планктоне, экз./м <sup>3</sup>	В артемии (на стадии цист) в планктоне, г/м <sup>3</sup>	Н артемии (на стадии цист) в бентосе, экз./м <sup>2</sup>	В артемии (на стадии цист) в бентосе, г/м <sup>2</sup>
Беленькое	Табунский	2/1224	0,003/2,18	132/16106	0,017/0,161	-/56000	-/0,56
<i>Челябинская область (июль)</i>							
Солёное (Октябрьское)	Октябрьский	2600	2,568	60	0,01	0	0
Горькое (Степановка)	Октябрьский	0	0	0	0	0	0
Кривое (Степановка)	Октябрьский	0	0	0	0	0	0
Горькое (Больше-никольское)	Октябрьский	400	1,252	1400	0,14	220000	2,2
Горькое (Спорное)	Октябрьский	20	0,034	0	0	0	0
Кичкибаз	Троицкий	0	0	0	0	8000	0,08
<i>Курганская область (июль)</i>							
Горькое (Перевалово)	Куртамышский	0	0	0	0	0	0
Солёное (Добровольное)	Куртамышский	20550	64,322	5250	0,053	0	0
Солёное (Советское)	Куртамышский	13750	43,038	2250	0,023	0	0
Безымянное (Вишняково)	Альменевский	-	-	-	-	232000	2,32
Топкое (Дудино)	Целинный	0	0	0	0	0	0
Горькое (Дудино)	Целинный	0	0	0	0	0	0
Колесниково	Целинный	0	0	0	0	0	0
Беломойное	Целинный	0	0	0	0	0	0
Солёное (Сетово)	Целинный	10867	5,116	2733	0,27	468000	4,68
Долгое (Сетово)	Целинный	0	0	0	0	0	0
Горькое (Чертово)	Целинный	0	0	0	0	0	0
Горькое (Строево)	Варгашинский	0	0	0	0	0	0
Горькое (Малое Курейное)	Макушинский	0	0	0	0	0	0
Забошное	Макушинский	0	0	0	0	0	0
Горькое (Сетовное)	Макушинский	0	0	0	0	0	0
Горькое (Камышное)	Лебяжьевский	0	0	0	0	0	0
Нижние Юрахлы	Лебяжьевский	0	0	0	0	0	0

Водный объект	Административно-территориальная единица (район/ муниципальный округ)	Н артемии в планктоне, экз./м <sup>3</sup>	В артемии в планктоне, г/м <sup>3</sup>	Н артемии (на стадии цист) в планктоне, экз./м <sup>3</sup>	В артемии (на стадии цист) в планктоне, г/м <sup>3</sup>	Н артемии (на стадии цист) в бентосе, экз./м <sup>2</sup>	В артемии (на стадии цист) в бентосе, г/м <sup>2</sup>
<i>Новосибирская область (сентябрь)</i>							
Горькое (Лотошное)	Краснозёрский	0	0	933	0,009	522000	5,22
Горькое (Киргинцево)	Купинский	-	-	-	-	1580000	15,8

Примечание: “-” — отбор проб зоопланктона был невозможен из-за низкого уровня воды; N — численность; В — биомасса

Все исследованные в рамках рекогносцировочных исследований 2022 года озёра Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна имели глубину не более 1 м (в основном — менее 0,5 м), поэтому в летний период из-за климатических особенностей регионов многие из них полностью пересохли на момент исследования.

В мае 2023 года рекогносцировочные исследования проводились в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне. Во время исследований также стояла засуха: лишь в 8 из 21 водоёма Астраханской области и в 3 из 5 — в Республики Калмыкия была вода, артемия на разных стадиях развития была отмечена в 3 водоёмах Астраханской области. Два водоёма в Астраханской области были заполнены пресной водой. В табл. 3 представлены результаты обработки 9 проб. По результатам майских исследований перспективными для промысла артемии предварительно признаны 2 водоёма (бывшие карьеры, залитые водой) без названия в Астраханской области — у сёл Промысловка и Лесное.

**Таблица 3.** Показатели запаса артемии и артемии (на стадии цист) и продуктивности исследованных водоёмов в Астраханской области по данным на май 2023 г.

Наименование водного объекта	Площадь, га	Общий запас артемии, т	Общий запас артемии (на стадии цист), т	Биомасса артемии, г/м <sup>3</sup>	Продуктивность (цисты), кг/га
без названия № 1 (п. Стрелецкое)	5,1	0,0003	0,0004	0,018	0,08
без названия (с. Промысловка)	4,1	0,503	1,43	2,45	349,5
без названия (с. Лесное)	6,6	0,392	0,82	2,97	124,6

## ВЫВОДЫ

В результате проведённых рекогносцировочных исследований определены количественные и качественные показатели биологического состояния запасов артемии и артемии (на стадии цист), на основании которых актуализирован список перспективных гипергалинных озёр для промысла артемии на разных стадиях развития. Результаты обработки первичных биологических данных, полученных в ходе экспедиций, будут использованы для определения вектора динамики состояния запасов артемии и артемии (на стадии цист) и актуализации перечня водных объектов, перспективных в отношении промышленного рыболовства этих водных биологических ресурсов. О перспективности озёр для промысла артемии и артемии (на стадии цист), изученных в рамках рекогносцировочных исследований, окончательно можно будет судить после проведения дополнительных исследований по оценке динамики развития популяций артемии в разные сезоны и накопления базы данных. На 2024 год запланировано продолжение рекогносцировочных работ в Западно-Сибирском и Азово-Черноморском рыбохозяйственных бассейнах силами Алтайского, Тюменского и Керченского отдела Азово-Черноморского филиалов ФГБНУ «ВНИРО».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по оценке и прогнозированию рекомендованного объёма добычи (вылова) артемии / Литвиненко Л.И., Бизиков В.А., Ковачева Н.П., Саенко Е.М., Веснина Л.В., Куцанов К.В., Семик А.М., Паршин-Чудин А.В./ Москва: ВНИРО, 2019.
2. Постановление Правительства России от 13.09.2012 № 923 «Об утверждении перечня стратегически важных товаров и ресурсов для целей статьи 226.1 Уголовного кодекса Российской Федерации, а также об определении видов стратегически важных товаров и ресурсов, для которых крупным размером признается стоимость, превышающая 100 тыс. рублей» (с изменениями от 05.04.2019 № 401).
3. Постановление Правительства РФ от 25.08.2008 № 643 «О подготовке и заключении договора пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается».
4. Приказ Минсельхоза России от 23.10.2019 г. № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов водных биоресурсов, отнесённых к объектам рыболовства» (с изменениями от 18.02.2020 № 68).

## **Оценка снижения качества рыбной продукции вследствие поражения паразитарным рачком (*Lepeophtheirus salmonis*) горбуши во время анадромной миграции у о. Парамушир**

Т.Ю. Углова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: tasha-ug@yandex.ru

**Аннотация.** Приведены результаты работы по исследованию заражённости паразитарным рачком (*Lepeophtheirus salmonis*) горбуши, самого массового вида тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus gorbuscha*), добываемого во время анадромной миграции у побережья острова Парамушир (северные Курильские острова). Показано, что доля рыбы поражённой рачком в пик хода может составлять до 50%.  
**Ключевые слова:** горбуша, *Oncorhynchus gorbuscha*, остров Парамушир, рачок *Lepeophtheirus salmonis*.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Заливы, омывающие остров Парамушир, представляют из себя географические «ворота» через которые после нагула совершают миграцию к местам нереста тихоокеанские лососи. По мнению М.К. Глубоковского с соавторами в прибрежной части острова вылавливаются преимущественно транзитные стада [2]. На северных Курильских островах из четырех видов представителей рода *Oncorhynchus* самым многочисленным является горбуша, составляющая значительную часть сырьевой базы для предприятий острова [4].

На товарный вид конечной продукции влияет множество факторов, одним из них является наличие на теле рыбы следов от пребывания рачка (*Lepeophtheirus salmonis*). Этот паразит не опасен для здоровья человека и может быть полностью удален механическим воздействием, а контакт с пресной водой приводит к его гибели [3].

При промышленном изъятии промыслового объекта с большой долей в вылове рыбы с наличием поражения чешуйных и кожных покровов, вследствие пребывания данного паразита на теле. Продукция теряет товарный вид. В результате рыбопромышленнику приходится снижать сортность рыбы, что может негативно сказываться на конечной стоимости.

Видимые следы поражения кожных покровов локализуются, как правило, на хвостовом стебле в области анального и спинного плавников и реже в области жаберной крышки или под грудными плавниками [1].

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились у побережья о. Парамушир в июле-августе 2022–2023 гг. В ходе работ по выполнению биологического анализа горбуши визуально фиксировались особи пораженные рачком (*Lepeophtheirus salmonis*) (рис. 1) или имеющие следы его пребывания. Основным показателем зараженности рыбы была ее экстенсивность (% заражения).



Рис. 1. Горбуша зараженная рачком (*Lepeophtheirus salmonis*)

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Горбуша массовый вид тихоокеанских лососей, идущий на нерест в реки острова с июля по октябрь. Промысел транзитных и местных стад для Северо-Курильской зоны открывался с 18 июня. На всем протяжении выполнения научно-исследовательских работ по мониторингу нерестовых подходов во время анадромной миграции сотрудником центрального института ФГБНУ «ВНИРО» (автором) в уловах отмечалось наличие особей пораженных рачком или со следами травмирования от его пребывания на кожных покровах.

Основные пики выловов горбуши приходились на период открытия промысла и третью декаду июля, в августе наблюдался планомерный спад численности (рис. 2) и заходы производителей местных стад в водоемы острова.

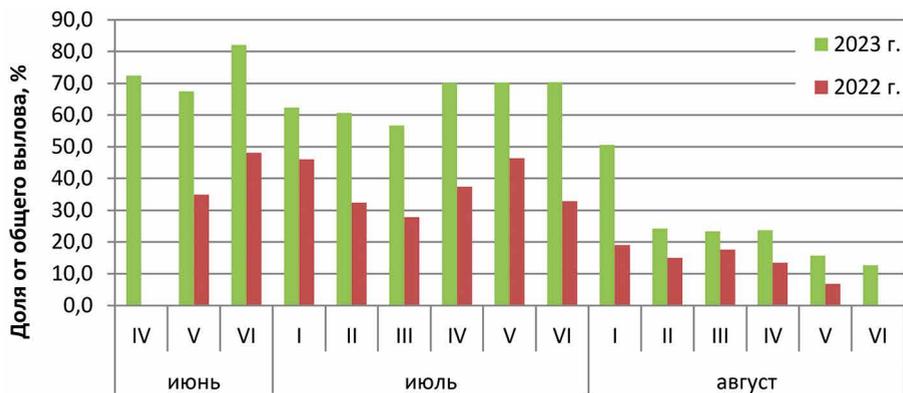
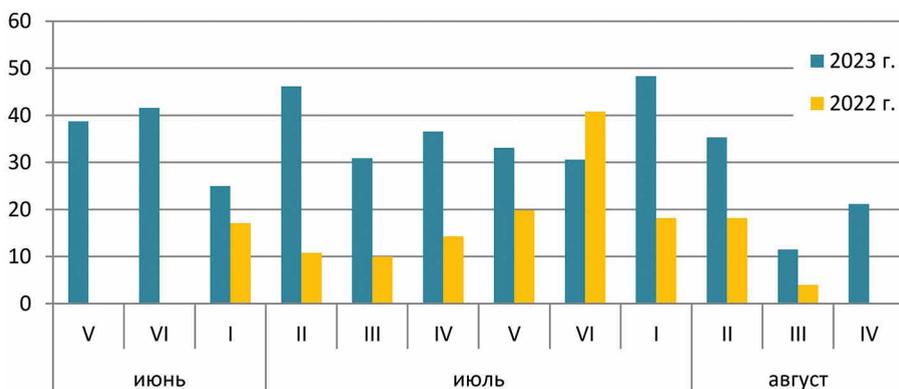


Рис. 2. Доля уловов горбуши от общего вылова в Северо-Курильской зоне в 2022–2023 гг.

У горбуши изменения показателей экстенсивности имели волнообразный характер (рис. 3). В 2022 г. показатель экстенсивности совпадал с динамикой вылова, можно отметить 2 подхода имеющие максимальное количество зараженных рыб в уловах в первой пятидневке июля — 17,1% и в последней пятидневке июля — 40,8% (рис. 3), что дублирует волны пиков вылова в 2022 г. (рис. 2). В 2023 г. также наблюдалось 2 волны подходов производителей (рис. 2) и равномерное повышение количества встречаемости зараженной рыбы. Показатели зараженности достигли максимального значения во 2-й пятидневке июля — 46,2% отставая от пика вылова, во 2-й волне подходов максимальное количество с показателями экстенсивности наблюдались в первой пятидневке августа — 48,3% (рис. 3). Вероятно, это связано с неравномерностью прохождения различных стад к местам нереста.



**Рис. 3.** Показатель экстенсивности горбуши в период миграции у побережья о. Парамушир в 2022–2023 гг.

## ВЫВОДЫ

Динамика встречаемости эктопаразитов, у производителей горбуши, а также доля рыб с наличием повреждений повторяли динамику вылова.

В период массового хода отмечено до 48,3% пораженных рыб.

## Благодарности

Автор благодарна Михайлову А.В. за участие в обсуждении результатов и Смоляковой И.М. (начальнику цеха по переработке рыбы и морепродуктов) за помощь в осуществлении проведения данных работ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаев А.В. Заражённость морскими вшами *Lepeophtheirus salmonis* (Caligidae) Тихоокеанских лососей *Oncorhynchus spp.* в прикамчатских водах Берингова моря и Тихого океана в период преднерестовых миграций 2004–2005 гг. // Исследование водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. 2009. Вып.12. С. 48–57.

2. Глубоковский М.К., Лепская В.А., Ведищева Е.В., Кловач Н.В. Промысел тихоокеанских лососей в водах северных Курильских островов: история, современное состояние, перспективы // Труды ВНИРО. 2015. Т. 158. С. 75–88.
3. Углова Т.Ю. Встречаемость паразитарного рачка (*lepeophtheirus salmonis*) на теле тихоокеанских лососей во время анадромной миграции у побережья о. Парамушир в 2021 г. // VI Международная конференция «Современное состояние водных биоресурсов» Материалы (11–13 ноября 2021 г., г. Новосибирск). 2021. С. 239–243.
4. Углова Т.Ю., Марченко С.Л. Биологическая характеристика производителей тихоокеанских лососей Северных Курил в 2021 году // Труды ВНИРО. 2022. Т. 187. С. 190–198.

## **Диагностика индуцированной триплоидии на ранних этапах эмбриогенеза на примере *Stenodus leucichthys nelma***

*Т.А. Филатова, А.А. Лютиков, В.А. Голотин*

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга)  
E-mail: [filatova@niorh.vniro.ru](mailto:filatova@niorh.vniro.ru)

### **ВВЕДЕНИЕ**

В ряде случаев возникает необходимость выделения клеток непосредственно из бластодиска на самых ранних стадиях эмбриогенеза рыб до формирования зародыша, личинки или малька, когда требуется экспресс-тестирование образцов как можно раньше после оплодотворения икры. При этом в лабораториях далеко не всегда имеется возможность быстро выделить клетки для анализа в силу отсутствия технических возможностей — отсутствия микроскопа (или бинокля), необходимых ферментов и их ингибиторов и т. д.

Перед нами стояла первоочередная задача в разработке диагностики триплоидии на самых ранних этапах эмбриогенеза, так как инкубирование икры, личинок и выращивание множества вариантов опытов в промышленных условиях требует значительных материальных затрат. На первом этапе, необходимо было выделить эмбриональные клетки из бластодиска, где делящиеся клетки располагаются в небольшой точке среди большого объема икринки. Дальнейшей целью исследования являлась апробация разработанного протокола для решения задач диагностики триплоидии, индуцированной в промышленных условиях.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

#### **Триплоидизация**

Эксперимент по подбору оптимальных условий получения триплоидных рыб проводили в производственных условиях рыбоводного хозяйства ООО «Форват» (оз. Суходольское, Приозерский р-н, Ленинградская обл.). Для воздействия на оплодотворенную икру нельмы использовали специализированный коммерческий электрогидравлический аппарат TRC-APV™ (TRC Hydraulics Inc., Канада). Икра нельмы, используемая для триплоидизации, была отобрана от одной самки и осеменена спермой одного самца. Эксперимент состоял из пяти различных вариантов опыта, в которых оплодотворенная икра нельмы подвергалась давлению 650 бар через 30 мин после осемене-

ния – вариант опыта Т30 (1), 40 мин – Т40 (2), 50 мин – Т50 (3), 60 мин – Т60 (4) и 70 мин – Т70 (5) (рис. 3). В качестве контроля использована оплодотворенная икра без обработки – Д0 (Ctrl, диплоид).

Для диагностирования триплоидии нельмы использовали общепринятые цитогенетические или цитометрические методы (Benfey et al., 1984; Johnstone, Lincoln, 1986). В период развития на самых ранних этапах эмбриогенеза использовали метод проточной цитометрии, позволяющий точно и оперативно оценить результаты индуцированной триплоидизации рыб (Thorgaard et al., 1992, Allen, 1983).

### Выделение эмбриональных клеток

Выделение клеток проводили по разработанной нами ранее методике (рис. 1) (Golotin et al., 2023)

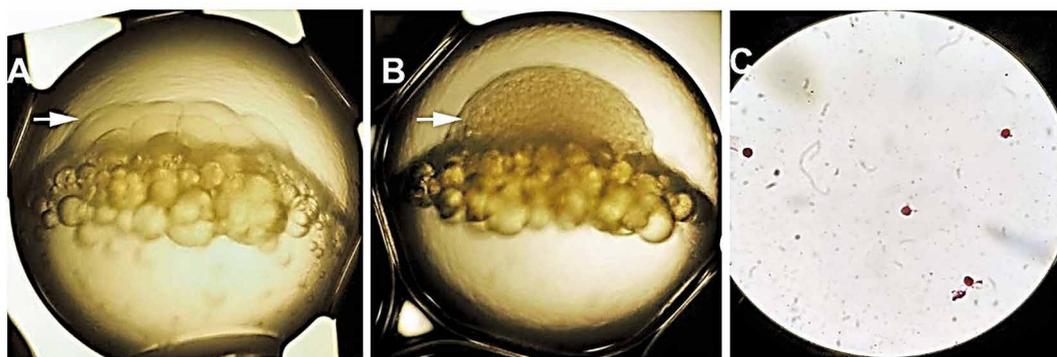


*Рис. 1. Краткая графическая схема разработанного протокола.*

### Фиксирование и окрашивание клеток О-сафранином

Тридцать икринок были обработаны, согласно протоколу. Затем преципитат, содержащий клетки, ресуспендировали в 300 мкл PBS и фиксировали в 70% этаноле (Ciancio et al., 1988) для обеспечения длительной сохранности перед анализом. Небольшую аликвоту полученной суспензии объемом 10 мкл окрашивали сафранином (Swain and De, 1990). Суспензию сушили на воздухе при комнатной температуре на предметном стекле, чтобы клетки прилипли к нему. Затем предметное стекло погружали в раствор сафранина на 5 мин и промывали один раз PBS. Результат проверяли с помощью светового микроскопа (рис. 2 С).

Спиртовую суспензию полученных клеток (300 мкл) окрашивали йодидом пропидия (Riccardi and Nicoletti, 2006) и анализировали по каналу PE с помощью проточного цитометра Cytotflex (Beckman Coulter). С помощью программного интерфейса CytExpert 2.4, данных бокового и прямого светорассеяния для анализа были выбраны только отдельные клетки.



**Рис. 2.** Созревающая икра *Stenodus leucichthys nelma* (A и B) выделенные клетки, окрашенные О-сафранином (С). Стрелка показывает положение развивающихся клеток в икринке

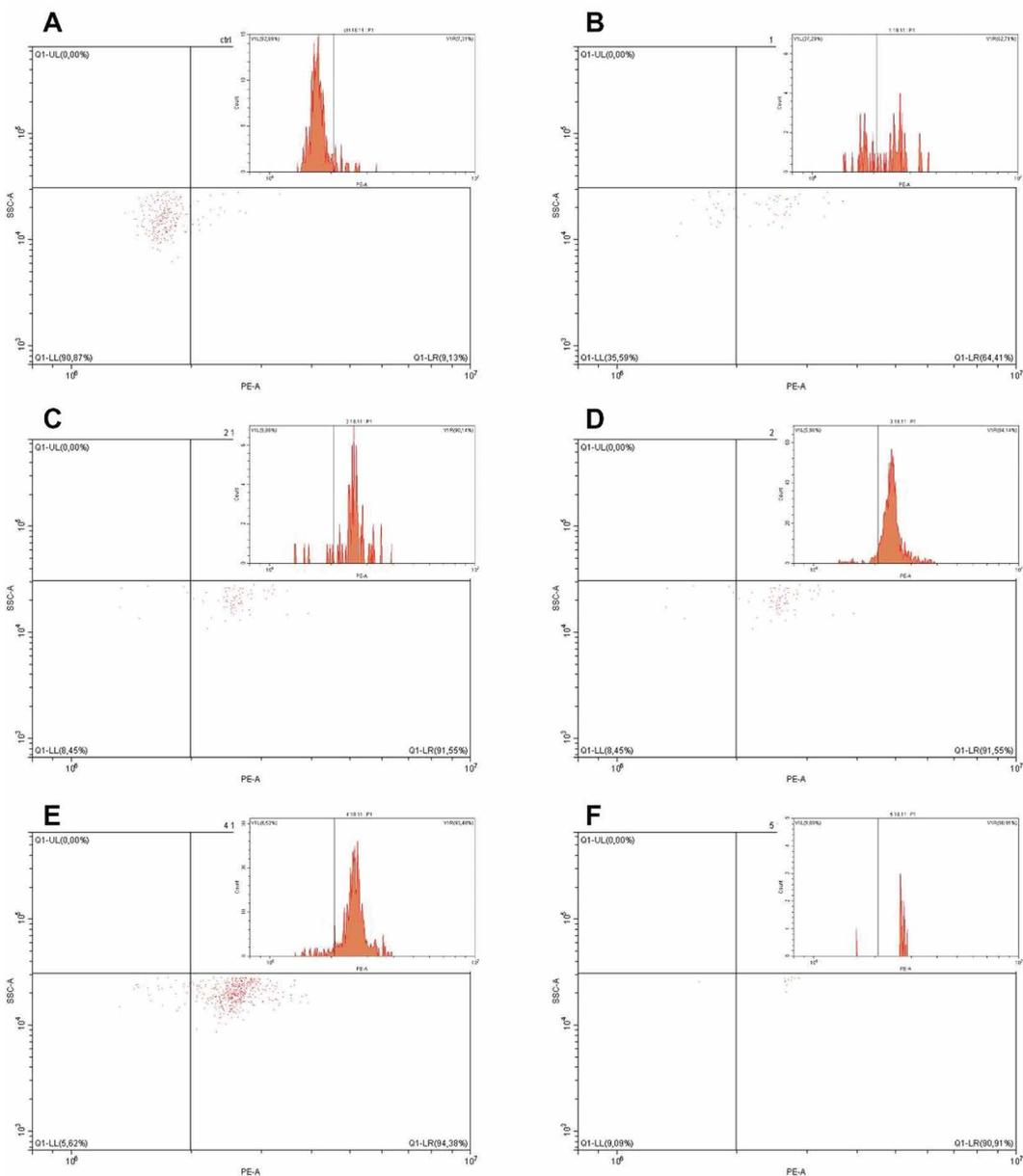
## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В одних и тех же точках эксперимента данный протокол был апробирован на разных стадиях развития: на самых ранних — на стадии крупноклеточной бластулы (рис 3, рис. 2А) и на стадиях мелкоклеточной бластулы (рис. 4, рис. 2В).

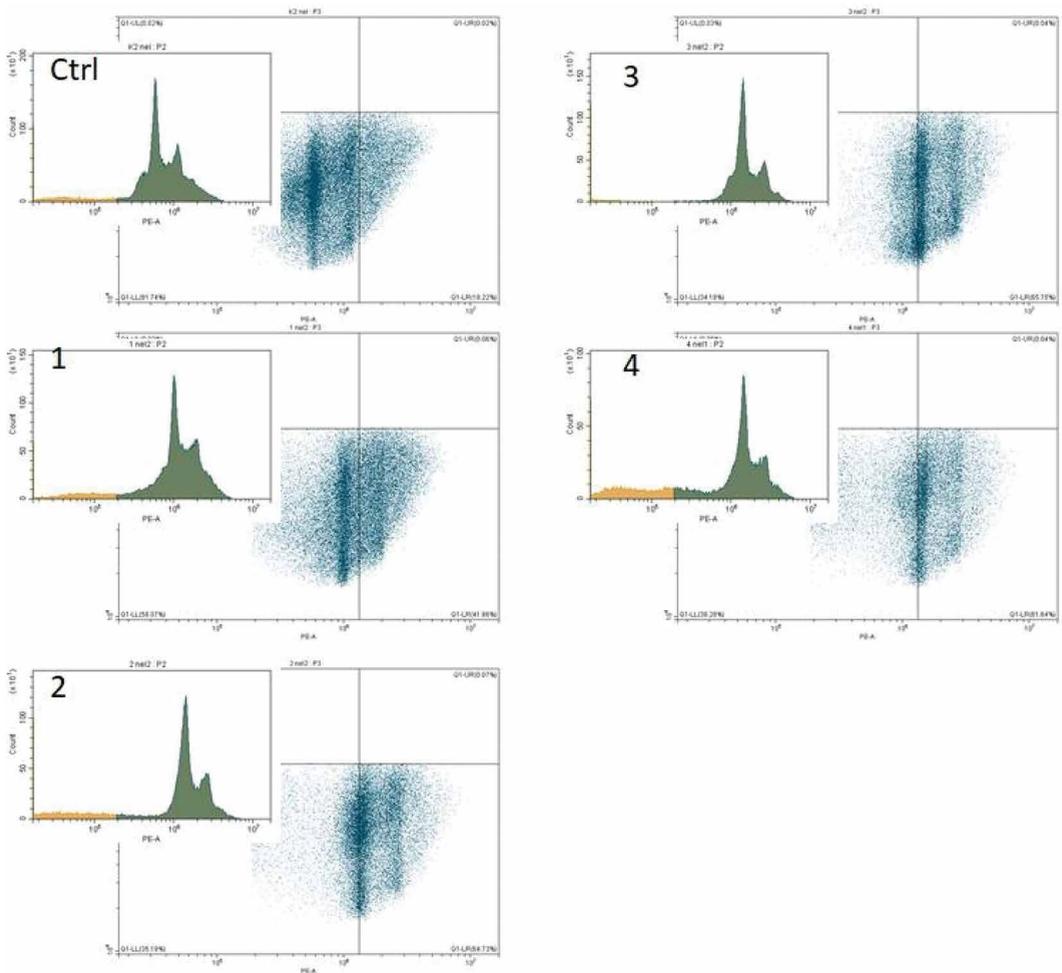
Так как все эмбриональные клетки в точках эксперимента генетически идентичны, нам они необходимы для определения количества содержащейся в них ДНК. С помощью проточной цитофлуорометрии были проанализированы выделенные клетки из всех точек эксперимента. Интенсивность флуоресценции связанного с ДНК клеток пропидия иодида, от множества экспериментальных клеток, была сопоставлена с контрольной (диплоидной) точкой эксперимента.

При увеличении количества ДНК в ядре наблюдается пропорциональное увеличение интенсивности флуоресценции клеток, окрашенных пропидием иодидом. При повышении уровня плоидности значения флуоресценции на точечном графике смещаются вправо, к увеличению интенсивности флуоресценции приблизительно в 1.3 раза. Вертикальная полоса на точечных графиках зафиксирована в той границе, при которой диплоидные клетки на стадии G1 клеточного цикла отличаются от G1 экспериментальных предполагаемых триплоидов. Отчетливо видна разница диплоида (контроль), смешанной степени триплоидизации в точке T30 (1), а также триплоидизации во всех остальных точках эксперимента, близкую к 100% (рис. 3). Из опыта T70 выделили наименьшее число клеток, при этом выживших икринки не осталось для дальнейшего анализа.

На рис. 4 представлены клеточные циклы клеток, выделенных во всех точках эксперимента на более поздней стадии развития икринки (рис. 2В), кроме точки T70. Как и в предыдущем случае, облака клеток на точечном графике смещаются вправо, к увеличению интенсивности флуоресценции. Верти-



**Рис. 3.** Результаты проточной цитофлуориметрии выделенных клеток из развивающихся икринок (стадия крупноклеточной бластулы, рис. 2 А) *Stenodus leucichthys nelma* (канал PE). Гистограммы распределения интенсивности флуоресценции клеток, находящихся на стадии G1 клеточного цикла и соответствующие точечные графики, показывающие отличия клеток, анализируемых из крупноклеточных бластул, из различных точек эксперимента. А – контрольные диплоидные клетки; В, С, D, E и F – клетки из различных экспериментальных точек T30, T40, T50, T60 и T70, соответственно



**Рис. 4.** Результаты проточной цитофлуорометрии клеток, выделенных из развивающихся икринок *Stenodus leucichthys nelma* (канал PE). Гистограммы клеточных циклов и точечные графики, показывающие гетерогенность клеток, анализируемых из мелкоклеточных бластул в различных временных точках эксперимента. Ctrl — контрольные диплоидные клетки; 1,2,3,4 — клетки из различных экспериментальных точек T30, T40, T50 и T60, соответственно

кальная полоса на точечных графиках зафиксирована в положении, соответствующее пику G1 клеточного цикла предполагаемых триплоидов. Клеток, выделенных из 30 икринок значительно больше, чем в предыдущем анализируемом случае, так как потенциальных клеток также значительно больше, поэтому в данном случае проточный цитометр зафиксировал по 200 000 событий в каждой экспериментальной точке. Таким образом, мы видим различие в их профилях, полученных на проточном цитометре. Отчетливо видна разница между диплоидом (контроль), неполной триплоидизацией, когда

среди клеток присутствую как диплоидные, так и триплоидные в точке T30 (1), и полной триплоидизацией, близкой к 100% во всех остальных точках эксперимента.

## ВЫВОДЫ

Разработанный нами метод выделения эмбриональных клеток в целях выявления триплоидов предполагает отсутствие ферментов и микроскопа, сводит к минимуму требования обеспечения лаборатории. Апробация протокола в промышленных условиях показала его высокую эффективность для диагностики индуцированной триплоидии на примере *Stenodus leucichthys nelma*

*Данное исследование частично поддержано за счёт средств гранта РФФ № 23–26–00257*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Allen S.K., Jr. 1983. Flow cytometry: assaying experimental polyploid fish and shellfish // Aquaculture. Vol. 33. P. 317–328
2. Benfey T.J., Sutterlin A.M., Thompson R.J. Use of erythrocyte measurements to identify triploid salmonids // Can J Fish Aquat Sci. 1984. Vol. 41. Iss. 6. P. 980–984
3. Ciancio G., Pollack A., Taupier M.A., Block N.L., Irvin-3rd G.L. (1988). Measurement of cell-cycle phase-specific cell death using Hoechst 33342 and propidium iodide: preservation by ethanol fixation. J Histochem Cytochem. 36(9), 1147–52. doi: 10.1177/36.9.2457047
4. Golotin V, Lyutikov A, Filatova T, Sharoyko V, Apalikova O. A Rapid and Simple Procedure for the Isolation of Embryonic Cells from Fish Eggs. Bio Protoc. 2023 Oct 5;13(19): e4836. doi: 10.21769/BioProtoc.4836. PMID: 37817904; PMCID: PMC10560692.
5. Riccardi C., Nicoletti I. (2006). Analysis of apoptosis by propidium iodide staining and flow cytometry. Nat Protoc. 1(3), 1458–61. doi: 10.1038/nprot.2006.238
6. Thorgaard G.H., Rabinovitch P.S., Shen M.W., Gall G.A.E., Propp J., Utter F.M. Triploid rainbow trout identified by flow cytometry // Aquaculture. 1982. Vol. 29. P. 305–309

## **Гистологическая характеристика межвидовых гибридов осетровых рыб разной ploидности**

*О.П. Филиппова, С.Е. Зуевский, А.С. Сафронов, М.А. Ёжкин, К.В. Суховер*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: maricul@vniro.ru

**Аннотация.** Гистологическая оценка воспроизводительной системы гибридов между бестером и амурским осетром, между сибирским осетром и бестером Внировской породы [2], сибирским осетром и севрюгой показала их стерильность и невозможность к репродукции, как в искусственных, так и соответственно в естественных условиях среды. Оценка течения гаметогенеза плодовитых гибридов между бестером Бурцевской породы [1] и севрюгой и бестером Внировской породы показала, что данные гибриды можно выращивать в условиях более низких температур воды при незначительном снижении темпов роста и созревания. **Ключевые слова:** осетровые, гибриды, установка замкнутого водоснабжения (УЗВ), гистология, ооциты.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Основное внимание в аквакультуре осетровых рыб уделяется плодовитым формам, позволяющим получать кроме ценной мясной продукции дополнительно и икорную. Между тем, стерильность (бесплодие) целого ряда отдалённых гибридов осетровых, в ряде случаев имеет самостоятельную ценность. Прежде всего, это свойство позволяет избежать «генетическое загрязнение» чистых видов осетровых, особенно в случае попадания гибридов в водоёмы, где сохраняется эффективное естественное размножение чистых видов. Вследствие недоразвития половых желёз, стерильные гибриды обладают повышенным потенциалом роста, особыми питательными и деликатесными качествами.

Патология репродуктивной функции гибридов, как правило, является результатом различий кариотипов — по количеству, структуре и размерам хромосом.

По числу хромосом все исследованные виды осетровых чётко делятся на малохромосомную группу: белуга, севрюга (Севр), шип, стерлядь и европейский осётр и многохромосомную: русский, сибирский (Сиб), амурский (АО) и адриатический осетры [5].

Гибриды между видами с равным (близким) числом хромосом сохраняют плодовитость. Если же скрещиваются виды с двукратной разницей в количестве хромосом, получаются только стерильные гибриды [3,10,13]. Однако

имеются и данные, противоречащие этому представлению. Первое упоминание о поимке в Волге гибрида между русским осетром и шипом с текучими молоками было сделано в XIX веке [11]. В природе встречались и зрелые самцы гибрида осетра со стерлядью [4,8]. О созревании самцов гибрида стерляди с сибирским (Ленской популяции) осетром писал Подушка С.Б. [12]. Однако, потомство этих гибридов, как правило, оказывалось нежизнеспособным.

Одной из задач данного исследования было определить стерильность некоторых ранее не изученных триплоидных гибридов на основе бестера Бурцевской породы (БС) и Внировской породы (Б.БС), а также сибирского осетра.

Целью работы было проведение гистологических исследований гонад диплоидов и триплоидов осетровых рыб в условиях различных температурных режимов. В настоящей статье отражено гистологическое исследование, проведённое на гибридах в возрасте 2,5 и 3 года — БС×АО, Сиб×Севр, БС×Севр, Б.БС и Сиб×Б.БС.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Выращивание гибридов производилось параллельно на двух хозяйствах, отличавшихся температурным режимом: на Экспериментальном рыбоводном комплексе (ЭРК) ФГБНУ «ВНИРО» (хоз. № 1) — в УЗВ с подогревом воды в холодное время года и садковое хозяйство на Шатурском рыбоводном пункте (РП) Центрального филиала ФГБУ «Главрыбвода» (хоз. № 2), расположенное на водоеме-охладителе Шатурской ГРЭС–Муромском озере. Годовая сумма тепла и сумма эффективных для выращивания осетровых температур (от 13 до 28 °С) для разных хозяйств приведены в Табл. 1.

**Таблица 1.** Характеристика температурных условий выращивания осетровых рыб на опытных хозяйствах

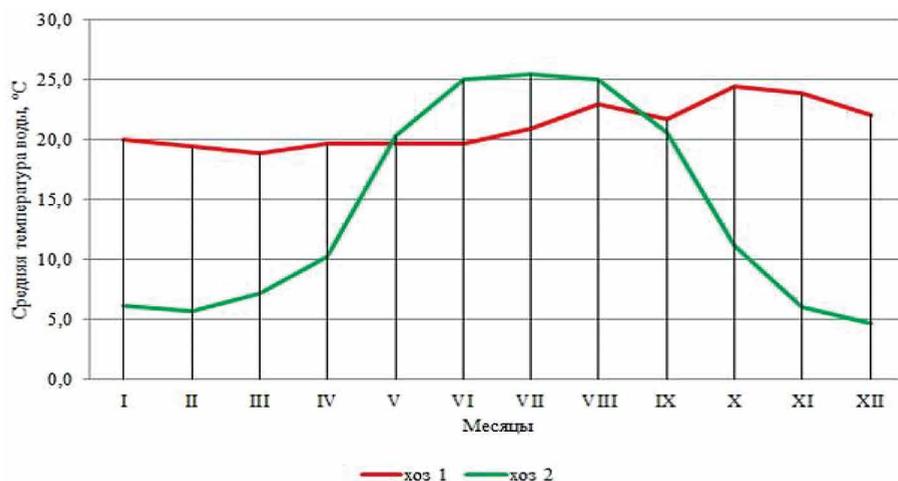
Название	Годовая сумма тепла, градусо-дней	Сумма эффективных для роста температур, градусо-дней	Сумма тепла за период 2,5–3 года, градусо-дней
хоз. № 1	7675	7675	19188–23025
хоз. № 2	5050	3776	12625–15150

Годовая динамика изменения температуры на двух хозяйствах представлена на рис. 1

Биопсийные пробы гонад [6] были взяты от 98 экз. гибридов. Также измеряли зоологическую длину и массу рыбы по общепринятой методике [9].

Обработку гистологических проб осуществляли по методике [13], а при описании препаратов руководствовались атласом гистологии рыб [7].

Кусочки гонад фиксировали в растворе Буэна и Чемберлена. Проводку осуществляли через автомат карусельного типа модели SNP-120. Готовые срезы окрашивали квасцовым гематоксилином по Эрлиху с доокраской эозином.



**Рис. 1.** Помесячное изменение температуры воды на разных хозяйствах при выращивании гибридов осетровых

Для фотографирования микропрепаратов использовали микроскоп Olympus с автоматической видеокамерой Leica DC-100.

Полученные данные обрабатывались с использованием прикладной программы Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Бесплодие гибридов может быть вызвано нарушением репродуктивной функции на различных этапах её становления: появления первичных половых клеток, их размножения, формирования и роста, образования гамет, проявляясь в нежизнеспособности потомства.

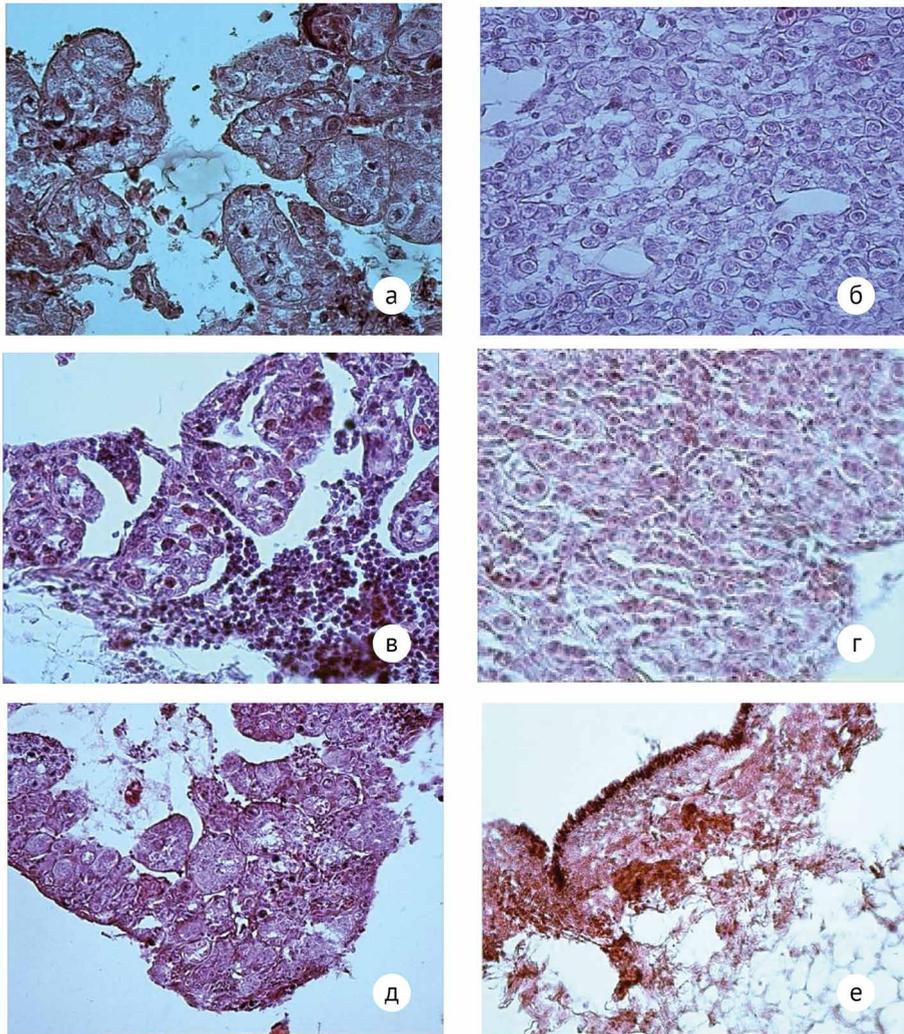
Для большинства стерильных гибридов типичной патологией развития половых желёз является пикнотическая гибель половых клеток в начальной фазе мейоза — в период «синаптного пути», когда происходит синапсис (соединение) материнских и отцовских хромосом.

У изученных нами гибридов: Сиб×Севр, Сиб×Б.БС, БС×АО наблюдалось отставание в развитии яичников и семенников. На некоторых препаратах ооциты оставались в фазе синаптного пути. В яичниках было много жировой и соединительной тканей (рис. 2 а).

На гистологических препаратах часто встречались дегенерирующие ооциты ювенальной фазы (рис. 1 в).

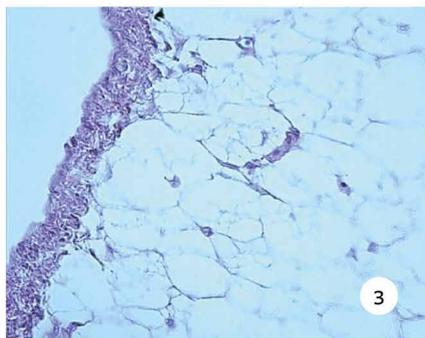
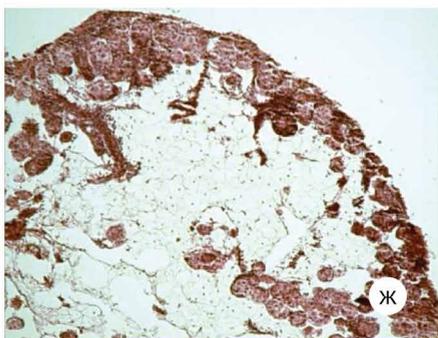
В семенниках не были сформированы семенные ампулы со сперматогониями. Кроме того, в семенниках нередко наблюдался пикнотический распад ядер (рис. 2 б). Дефектные сперматогонии подвергались дегенерации (рис. 2 г). Учитывая тот факт, что исследованные самцы имели возраст 2,5–3 года, длину 50–90 см и вес 2–5 кг можно констатировать полную стерильность этих гибридов.

Ооциты протоплазматического роста отсутствовали на всех препаратах. На некоторых срезах оогонии имели нормальное строение, располагаясь группами по краям яйценосных пластинок (рис. 2 д, ж).



**Рис. 2.** Микроструктура гонад стерильных триплоидов на основе бестера Бурцевской и Внировской пород и сибирского осетра на стадии зрелости juvenile:

**а** — микроструктура гонады Сиб×Север в возрасте 3 года, juvenile особь. Шатурский РП. Масса рыбы 1,92 кг, длина 84 см. Ув.: ок. 10 × об. 40; **б** — микроструктура гонады Сиб×Север в возрасте 3 года, juvenile особь. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 2,34 кг, длина 87 см. Ув.: ок. 10 × об. 40; **в** — микроструктура гонады Сиб×Б.С в возрасте 3 года, juvenile особь. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 4,7 кг, длина 95 см. Ув.: ок. 10 × об. 40; **г** — микроструктура гонады БС×АО в возрасте 3 года, juvenile особь. Шатурский РП. Масса рыбы 0,86 кг, длина 60 см. Ув.: ок. 10 × об. 40; **д** — микроструктура гонады Сиб×Б.С в возрасте 3 года, juvenile особь. Шатурский РП. Масса рыбы 3,4 кг, длина 90 см. Ув.: ок. 10 × об. 20; **е** — микроструктура гонады Сиб×Б.С в возрасте 3 года, juvenile особь. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 4,1 кг, длина 92 см. Ув.: ок. 10 × об. 20;



**Рис. 2 (окончание).** Микроструктура гонад стерильных триплоидов на основе бестера Бурцевской и Внировской пород и сибирского осетра на стадии зрелости juvenile:

**ж** — микроструктура гонады БС×АО в возрасте 3 года, juvenile особь. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 2,34 кг, длина 80 см. Ув.: ок. 10 × об. 20; **з** — микроструктура гонады БС×АО в возрасте 3 года, juvenile особь. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 2,43 кг, длина 85 см. Ув.: ок. 10 × об. 40

На некоторых препаратах Сиб×Б.БС и БС×АО (рис. 1 е, з) половые клетки не были обнаружены — гонады представлены только жировой и соединительной тканями.

Результаты проведённых измерений на гистологических препаратах, изготовленных при взятии 62 биопсийных проб прижизненным методом от плодотворных гибридов Б.БС и 36 проб от БС×Север, того же возраста, показали достаточно высокую скорость развития воспроизводительной системы как в тёплой воде УЗВ, так и в условиях садкового хозяйства с переменным терморежимом.

В УЗВ самцы гибрида БС×Север достигли IV стадии зрелости к 3 годам, а в садках в этом возрасте — только III стадии зрелости. При этом масса самцов БС×Север в садках составила в среднем 2,2 кг, а в УЗВ — 4,0 кг.

Яичники самок на обоих хозяйствах достигли II жировой стадии зрелости. Диаметры ооцитов были близки, что свидетельствует о возможности выращивать этого гибрида и в более холодных условиях. Масса гибрида БС×Север в садках была от 1,38 до 3,08 кг, а в УЗВ от 1,04 до 5,0 кг.

Развитие половых клеток у самок гибрида БС×Север протекало быстрее на хозяйстве № 1, в УЗВ, о чем свидетельствует их больший диаметр и большая величина ядра (Табл. 2).

Выращивание гибрида между белугой и бестером (Б.БС) второго поколения проводилось также параллельно на двух хозяйствах с разным температурным режимом. В возрасте 2 года Б.БС достиг массы 2,3–3,6 кг, что меньше, чем триплоидный гибрид Сиб×Б.БС с массой 3,2–4,7 кг. Однако, масса Б.БС оказалась больше, чем у гибридов БС×Север, БС×АО и Сиб×Север того же возраста.

Преимущество в развитии половых клеток у самок гибрида Б.БС на хозяйстве № 1 не так очевидно, т. к. не смотря на меньший диаметр ооцитов на хозяйстве № 2, размерные ряды их практически одинаковы, что справедливо и в отношении диаметра ядра ооцита (Табл. 2). При разных температурных

**Таблица 2.** Цитоморфологические показатели ооцитов фертильных гибридов осетровых в условиях разных температурных режимов

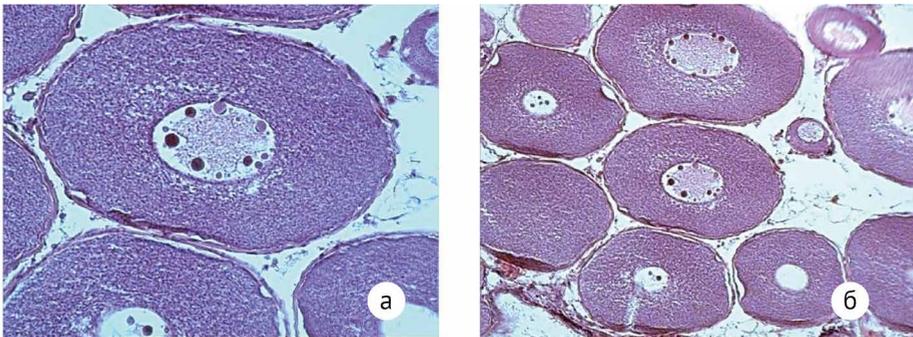
Хозяйство	Гибридная форма	Количество проб, шт.	Средний d ооцита, мкм	Мин.-макс. d ооцита, мкм	Средний d ядра ооцита, мкм	Мин.-макс. d ядра ооцита, мкм
№ 1	БС×Севр	16	200	93–378,4	51,5	22,5–102
	Б.БС	27	170	48–225,3	45	27,2–72
№ 2	БС×Севр	20	179,1	74–334	40	19,2–78,2
	Б.БС	35	137,8	51,5–232,9	45,4	17,1–89,3

режимах хозяйств, гаметогенез гибрида БС×Севр протекает с большей скоростью, чем у Б.БС.

На рис. 3 а, б приведены ооциты превителлиновых фаз. Крупные ооциты обоих гибридов сохраняют нормальное строение на разных хозяйствах. Ядрышки в ооцитах однослойного фолликула расположены по периферии ядра в один ряд. Жира в яичниках гибридов БС×Севр и Б.БС на II стадии зрелости много (рис. 3 в, ж).

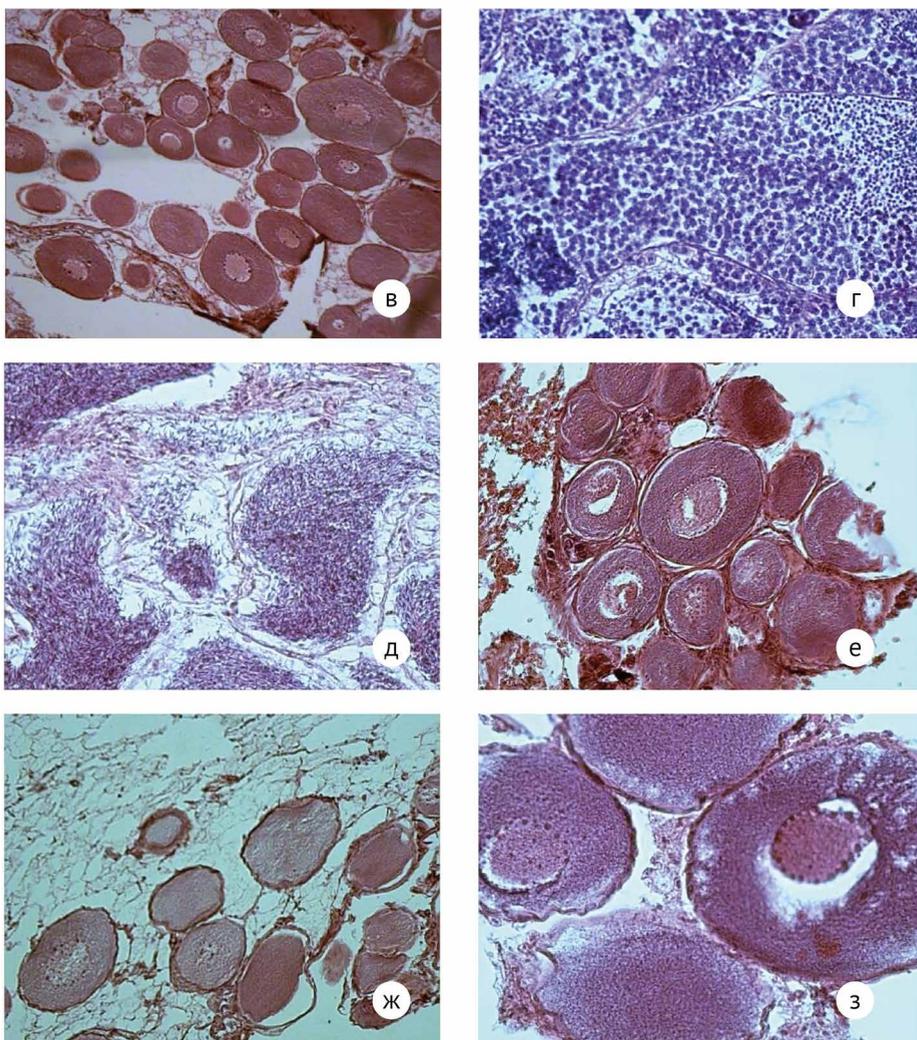
Семенники БС×Севр в возрасте 3 года в садках находились на III стадии зрелости. Присутствовали сперматоциты 1-го порядка, 2-го порядка и сперматиды (рис. 3 г).

Семенники на 4-й стадии зрелости в разгаре активного сперматогенеза, наблюдались у БС×Севр в возрасте 3 года в УЗВ (рис. 3 д). В условиях хозяйства № 1 (УЗВ) самцы гибрида могут ориентировочно созреть 2 раза в год.



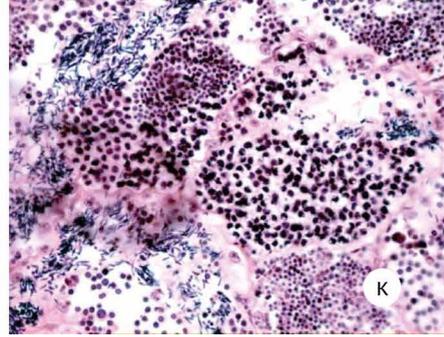
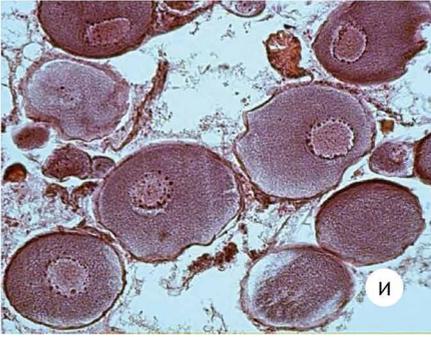
**Рис. 3.** Микроструктура гонад плодотворных диплоидных гибридов на основе бестера Бурцевской и Внировской пород на II, III и IV стадиях зрелости:

**а** — поперечный срез яичника БС×Севр II стадии зрелости, на яйценой пластине крупные ооциты со средним  $d$  — 294,8 мкм,  $min$  — 242,0 мкм,  $max$  — 376,4 мкм; средний  $d$  ядер — 58,6 мкм,  $min$  — 39,3 мкм,  $max$  — 86,5 мкм, возраст 3 года. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 5,0 кг, зоологическая длина 110 см; Ув.: ок. 10 × об. 40; **б** — поперечный срез яичника БС×Севр на II стадии зрелости, вся пластинка заполнена ооцитами фазы однослойного фолликула, средним  $d$  — 287,0 мкм,  $min$  — 106,3 мкм,  $max$  — 482,0 мкм; средний  $d$  ядер — 62,9 мкм,  $min$  — 25,2 мкм,  $max$  — 137,0 мкм, возраст 3 года. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 1,04 кг, длина 67 см. Ув.: ок. 10 × об. 20;м



**Рис. 3 (продолжение).** Микроструктура гонад плодовых диплоидных гибридов на основе бестера Бурцевской и Внировской пород на II, III и IV стадиях зрелости:

**в** — поперечный срез яичника БС×Севр II жировой стадии зрелости, средний  $d$  ооцитов — 179,1 мкм,  $tip$  — 74,0 мкм,  $тах$  — 334,0 мкм; средний  $d$  ядер — 40,0 мкм,  $tip$  — 19,2 мкм,  $тах$  — 78,2 мкм, возраст 3 года. Шатурский РП. Масса рыбы 1,38 кг, длина 76 см. Ув.: ок. 10 × об. 10; **г** — поперечный срез семенника БС×Севр на стадии зрелости III, возраст 3 года. Шатурский РП. Масса рыбы 2,68 кг, длина 94 см. Ув.: ок. 10 × об. 40; **д** — поперечный срез семенника БС×Севр на стадии зрелости IV, волна сперматогенеза, возраст 3 года. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 3,0, длина 96 см. Ув.: ок. 10 × об. 40; **е** — поперечный срез яичника Б.БС II жировой стадии зрелости, средний  $d$  ооцитов — 179,0 мкм,  $tip$  — 114,0 мкм,  $тах$  — 323,0 мкм; средний  $d$  ядер — 61,2 мкм,  $tip$  — 30,81 мкм,  $тах$  — 130,4 мкм, возраст 2,5 года. Шатурский РП. Масса рыбы 3,6 кг, длина 95 см. Ув.: ок. 10 × об. 20; **ж** — поперечный срез яичника Б.БС II жировой стадии зрелости, средний  $d$  ооцитов — 174,3 мкм,  $tip$  — 99,4 мкм,  $тах$  — 272,5 мкм; средний  $d$  ядер — 49,9 мкм,  $tip$  — 23,2 мкм,  $тах$  — 92,7 мкм, возраст 2,5 года. Шатурский РП. Масса рыбы 2,56 кг, длина 86 см. Ув.: ок. 10 × об. 20; **з** — поперечный срез яичника Б.БС II стадии зрелости, на яйценосной пластине ооциты со средним  $d$  — 200,0 мкм,  $tip$  — 157,5 мкм,  $тах$  — 226,0 мкм; средним  $d$  ядер — 63,6 мкм,  $tip$  — 49,6 мкм,  $тах$  — 87,5 мкм, возраст рыбы 2,5 года. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 3,1 кг, зоологическая длина 89 см. Ув.: ок. 10 × об. 40;



**Рис. 3** (окончание). Микроструктура гонад плодовых диплоидных гибридов на основе бестера Бурцевской и Внировской пород на II, III и IV стадиях зрелости:

**и** — поперечный срез яичника Б.БС на II стадии зрелости, вся пластина заполнена ооцитами фазы однослойного фолликула, много жира;  $d$  — 212,5 мкм,  $тип$  — 49,0 мкм,  $тах$  — 312,0 мкм; средним  $d$  ядер — 56,9 мкм,  $тип$  — 29,0 мкм,  $тах$  — 87,8 мкм, возраст 2,5 года. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 3,33 кг, длина 87 см. Ув.: ок. 10 × об. 20; **к** — поперечный срез семенника Б.БС на стадии зрелости III–IV, возраст 3 года. ЭРК ВНИРО. Масса рыбы 5,50 кг, длина 100 см, масса гонад 192,64 г. Ув.: ок. 10 × об. 40.

При температурном режиме хозяйства № 2 самцы созреют только в возрасте 4 лет, и в дальнейшем будут созревать не чаще 1 раза в год.

Гонады у самок Б.БС второго поколения были на 2-й стадии зрелости без видимых нарушений. При выращивании на обоих хозяйствах, на препаратах наблюдалось большое количество ооцитов однослойного фолликула, а более молодых ооцитов синаптенного пути сравнительно немного (рис. 3 е, ж, з). Увеличивается количество крупных ядрышек по периферии и мелких в центре ядра (рис. 3 и). Самец Б.БС в возрасте 3 года, содержащийся в УЗВ ВНИРО, имел зрелые гонады стадии III–IV. На фото (рис. 3 к) видны отдельные гнезда спермиев, сперматиды и сперматоциты 1-го и 2-го порядков.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гистологические исследования подтвердили стерильность триплоидных гибридов на основе бестера и сибирского осетра — Сиб×Севр, Сиб×Б.БС, БС×АО. Поэтому данных гибридов можно выращивать в садковых хозяйствах, не опасаясь их интродукции в окружающую среду. Из них самым холодоустойчивым оказался гибрид Сиб×Б.БС. Остальные гибриды в сравнении с ним более теплолюбивы.

Показано, что плодовые гибриды Б.БС и БС×Севр по темпу развития гонад можно рекомендовать, как достаточно холодоустойчивые формы, для выращивания на предприятиях с суммой тепла около 5500 градусо-дней. При этом остается опасность вселения их в водоемы, как фертильных особей, если выращивание производится в открытых рыбоводных системах (садки, пруды и бассейны с проточной водой).

Для созревания 100% самцов БС×Севр потребовалось суммарно 23000 градусо-дней. Созревание самок БС×Севр в условиях УЗВ ожидается в 5 лет, а на тепловодных хозяйствах при ГРЭС и ТЭЦ в 7 годовалом возрасте.

Стерильные триплоидные гибриды, на основе сибирского осетра, в условиях низких температур воды достигли большей массы и длины тела, чем гибриды на основе белуги и стерляди.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Арефьев В.А., Бурцев И.А., Крылова В.Д., Николаев А.И., Николукин Н.И., Серебрякова Е.В., Тимофеева Н.А, Филиппова О.П. Бестер *Acipenser nikoiljukini*, порода «Бурцевская»// Патент на селекционное достижение RUS № 1137. Заявка № 9901922 от 04.03.1999 г. Патентообладатель — ФГУП «ВНИРО». Зарегистрирован в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 13.11.2001 г.
2. Арефьев В.А., Бурцев И.А., Крылова В.Д., Николаев А.И., Николукин Н.И., Серебрякова Е.В., Тимофеева Н.А, Филиппова О.П. Бестер *Acipenser nikoiljukini*, порода «Внировская»// Патент на селекционное достижение RUS № 1830. Заявка № 9901930 от 04.03.1999 г. Патентообладатель — ФГУП «ВНИРО». Зарегистрирован в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 03.04.2003 г
3. Баранов А.А. 2000. Осетер — объект товарного осетроводства // Сборник научных трудов ВНИИПРХ. — Вып.75. — С. 54–56.
4. Бурцев И.А. 1962. О воспроизводительной способности гибрида осетра со стерлядью // Доклады АН СССР. — Т. 144. — N 6. — С. 1377–1379.
5. Бурцев И.А., Серебрякова Е.В., Николаев А.И., Филиппова О.П. 1989. Временная инструкция по получению стерильных гибридных форм осетровых рыб. М.: Изд-во ВНИРО.— 13 с.
6. Бурцев И.А., Николаев А.И., Сафронов А.С., Крылова В.Д., Филиппова О.П. 1999. Методические указания по прижизненному получению икры у осетровых рыб. М.: Изд-во ВНИРО.— 10 с.
7. Гентен Ф., Тервинге Э., Данги А. 2016. Атлас гистологии рыб. Учебное пособие, пер. с англ. и науч. ред. В.А. Шутов. Санкт-Петербург: Проспект Науки.— 216 с.
8. Дюжиков А.Т. 1962. Результаты наблюдений за осетровыми рыбами в первые годы существования Волгоградского водохранилища // Труды Саратовского отд. ГосНИОРХ. — Т. 7. — С. 193–242.
9. Крылова В.Д., Соколов Л.И. 1981. Морфологические исследования осетровых рыб и их гибридов. М.: Изд-во ВНИРО.— 49 с.
10. Николаев А.И. 1990. Стерильные гибриды осетровых // Рыбное хозяйство. — N 7. — С. 59.
11. Овсянников Ф.В. 1955 (1872). Об опытах искусственного разведения стерлядей // Избранные произведения. М.: Медгиз. — С. 333–338.
12. Подушка С.Б. 2004. Стерильны ли «стерильные» гибриды осетровых? // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. III Межд. научно-практич. конф.-ция. Материалы докладов. Астрахань: «Альфа-Аст». — С. 202–203.
13. Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. М.: Изд-во: Сов. наука, 1957.— 467 с.
14. Серебрякова Е.В. 1979. О возможности использования стерильных гибридов в осетроводстве // Труды ВНИРО. — Т. 138. — С. 68–72.

## Оценка воздействия любительского рыболовства на водные биоресурсы реки Обь в границах Алтайского края

О.А. Черенков, С.А. Осипов, В.И. Щербаков

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»)

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по влиянию любительского рыболовства на водные биоресурсы реки Обь в границах Алтайского края за 2023 г. Проведена оценка численности рыболовов-любителей в зимний и летний периоды лова на реке Обь. Выполнена оценка видового состава водных биологических ресурсов, являющихся объектами любительского рыболовства на реке Обь в границах Алтайского края. Проанализированы применяемые в Алтайском крае любительские орудия лова. Определены объемы вылова водных биологических ресурсов любительским рыболовством на реке Обь в границах Алтайского края. Проведена сравнительная оценка объемов изъятия рыбы промышленным и любительским рыболовством на реке Обь в границах Алтайского края. **Ключевые слова:** любительское рыболовство, рыбаки-любители, численность рыбаков-любителей, любительские орудия лова, объем изъятия рыбы.

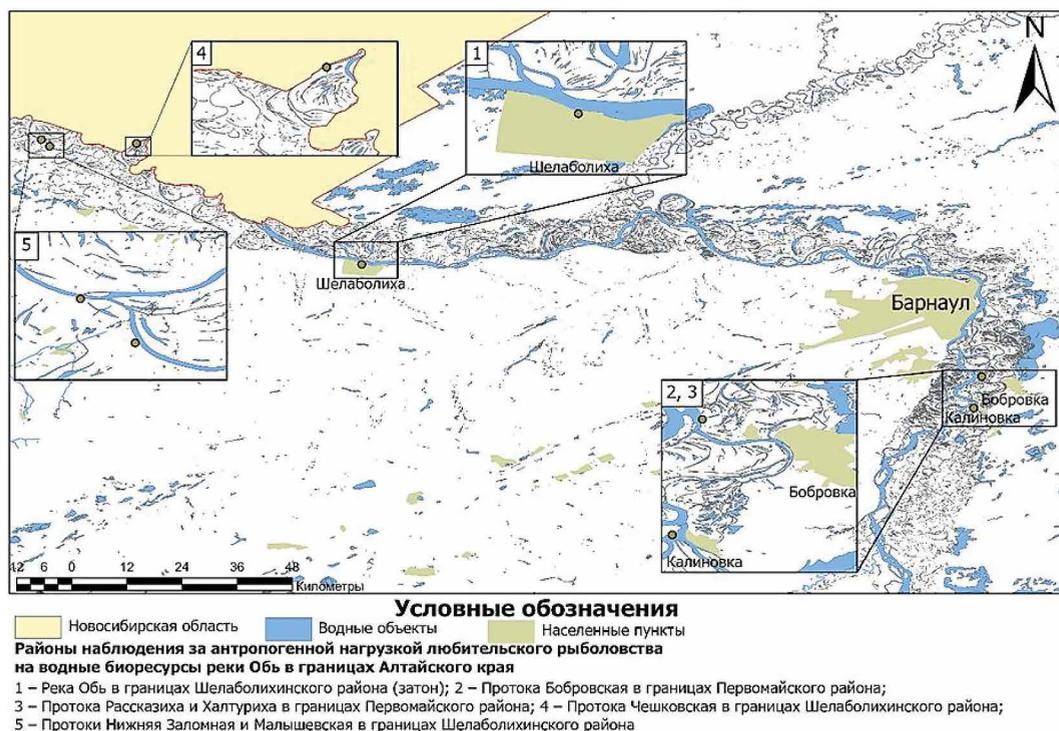
### ВВЕДЕНИЕ

Объектами любительского рыболовства на реке Обь в границах Алтайского края являются как ценные (судак), так и менее ценные (лещ, щука, сазан, налим, плотва, язь, окунь пресноводный, карась) относящиеся к группе прочие, промысловые виды рыб. Из числа непромысловых видов в уловах рыбаков-любителей чаще встречается ёрш, уклейка, ротан и елец. Наиболее посещаемые рыбаками-любителями участки реки Обь приурочены к местам нагула рыб — протоки, старицы, затоны и заливы, где снижена скорость течения реки и отмечена повышенная концентрация биогенов. Величина улова зависит от скопления рыбы и её активности. Активность в свою очередь определяется сезонными и суточными миграциями рыб и обусловлена в значительной мере метеорологическими условиями.

Цель работы — оценка влияния любительского рыболовства на состояние запасов водных биологических ресурсов реки Обь в границах Алтайского края в 2023 г.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

За активностью любительского рыболовства наблюдали на различных участках реки Обь в границах Алтайского края в летний и зимний периоды 2023 года (рис. 1).



*Рис. 1. Карта-схема районов наблюдений за любительским рыболовством на р. Обь в границах Алтайского края в 2023 г.*

Сбор данных осуществлялся во время ежемесячных контрольных выездов с учетом будних и выходных дней. На каждом участке производился подсчет общего количества рыболовов-любителей на день проверки. Одновременно происходил сбор материала по видовому и количественному составу уловов у не менее чем 20% рыболовов от общего числа учтенных рыболовов-любителей на участке в день проверки. Помимо этого, были приняты в учёт данные по контрольному лову, проведенному с помощью любительских орудий лова, а также визуальные наблюдения и анкетный опрос рыбаков-любителей на исследуемых участках. Численность рыбаков-любителей осредняли на 1 км русла (береговую линию обследовали с 2 сторон). Ввиду значительной протяженности реки Обь в границах Алтайского края (458 км, с учетом протоков и стариц — 1538 км [1]), различной степени доступности участков водотока для любительского рыболовства, а также принадлежности районов наблюдения к наиболее популярным участкам, путем экспертной оценки определили, что рыбаки-любители активно используют не более 1% протяженности водотока, то есть 15,38 км.

Для оценки влияния любительского рыболовства на состояние запасов водных биоресурсов, наблюдения были разбиты на 2 периода:

– зимний (подледный период) — от 01 января до начала распаления льда и с периода образования устойчивого ледового покрова до 31 декабря;

– летний (по открытой воде — от окончания сроков запрета любительского рыболовства до начала образования ледового покрова).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ посещаемости реки Обь в разные сезоны 2023 года показал, что рыбаки-любители предпочитают зимнюю рыбалку, что может быть обусловлено несколькими факторами: свобода перемещения по водоему, доступность наиболее продуктивных мест для рыбной ловли, а также возможность ловить рыбу в отдаленных от берега местах. Следует отметить, что высокий уровень воды в реке Обь был причиной слабой активности рыбаков-любителей в начале лета (вторая волна половодья).

На реке Обь в будние дни зимнего периода в среднем на 10 км русла присутствовали 90, в выходные дни — 255 человек (таблица 1). Общая посещаемость реки Обь в границах Алтайского края рыбаками за год в зимний период составила 13484 человек. В летний период на исследованных участках

**Таблица 1.** Оценка величины вылова рыбы рыбаками любителями в р. Обь в границах Алтайского края в 2023 г.

Продолжительность сезона, дней (будни + выходные)*	Посещаемость будни/ выходные	Протяженность/ площадь водного объекта	Виды рыб	Суточный улов, кг/рыбака	Улов за сезон, тонн	
<b>Зимний сезон</b>						
$\frac{127}{90 + 37}$	9,0 / 25,5 чел./км	$\frac{1538 \text{ км}}{15,38 \text{ км}^{**}}$	Лещ	1,20	16,2	22,3
			Плотва	0,28	3,8	
			Язь	0,02	0,3	
			Щука	0,05	0,7	
			Окунь	0,02	0,3	
			Судак	0,05	0,7	
			Налим	0,02	0,3	
<b>Летний сезон</b>						
$\frac{170}{120 + 50}$	2,5 / 4,5 чел./км	$\frac{1538 \text{ км}}{15,38 \text{ км}^{**}}$	Лещ	0,40	1,6	22,2
			Карась	1,20	4,8	
			Сазан	0,20	0,8	
			Плотва	0,90	3,6	
			Язь	0,20	0,8	
			Щука	1,10	4,4	
			Окунь	0,80	3,2	
Судак	0,75	3,0				

*Примечание:* \* — при расчетах использован поправочный коэффициент 0,5 по погодным условиям; \*\* — протяженность реки Обь, активно посещаемая рыбаками-любителями (1% от общей протяженности).

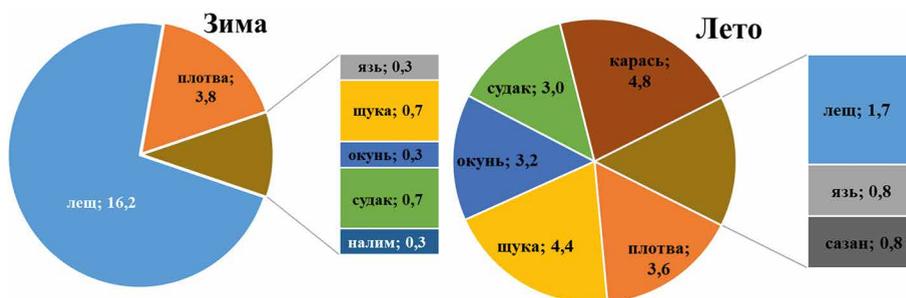
в среднем на 10 км русла рыбачили 25 человека в будние дни и 45 человека в выходные дни. За год расчетная величина посещаемости реки Обь рыбаками в летний период составила 4037 человек.

Мирную рыбу в зимний сезон рыбаки-любители ловят как активно, используя безмотыльные мормышки, так и пассивно, подсаживая мотыля, опарыша и мормыша (гаммарус). Лещ в русловой части Оби (на течении) в основном ловят на донную, многокрючковую снасть (комбайн, или спускник). Для лова хищника также применяют активные (вертикальные блесны, крупные мормышки-чертики, балансиры), так и пассивные (жерлицы, флажки, поставушки) снасти. Наиболее популярными из зимних орудий лова — это, в первую очередь, удочка с кивком, затем удочка для блеснения и жерлица.

В летний сезон неорганизованное любительское рыболовство на реке Обь рыбаки-любители осуществляют как с берега, так и с лодок. Рыбу с лодки чаще ловят на спиннинг, с берега — на донную удочку (фидер). В качестве приманок для спиннинга применяют воблеры, вращающиеся и колеблющиеся блёсны, джиг-головки с подсадкой силиконовых приманок, раттлины, мандулы и др. При ловле на донку (фидер) используют животные (червь, опарыш, мотыль, сало) и растительные (кукуруза, бойлы, тесто, нитчатые водоросли) приманки. Самым популярным орудием лова среди рыболовов-любителей в период «открытой» воды является спиннинг, который используется для лова практически всех видов рыб.

Соотношение рыб в уловах рыбаков-любителей подвержено сезонной изменчивости. Основу вылова в зимний период составляют, главным образом, неполовозрелые особи промысловых рыб, среди которых более 70% приходится на леща, что существенно сокращает пополнение его промысловой части стада (рисунок 2, 3). Доля в уловах леща, не достигшего промыслового размера, достигает 95%. Доля хищников (судак, окунь пресноводный, щука, налим) в уловах небольшая.

В летних уловах возрастает доля большинства промысловых видов рыб, а также в отличие от зимнего лова присутствует сазан. Наибольший вылов



**Рис. 2.** Сезонная динамика вылова рыбы рыбаками-любителями на р. Обь в границах Алтайского края в 2023 г., тонн



**Рис. 3.** Любительский лов рыбы на р. Обь в границах Алтайского края, 2023 г.

по массе формируют карась, щука, плотва и окунь пресноводный. Доля язя и сазана в уловах небольшая. Исследованиями установлено, что большинство рыб из видового состава летнего периода, в отличие от зимнего, соответствовало разрешенным размерам в Правилах рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна (табл. 2).

**Таблица 2.** Минимальный размер добываемых (вылавливаемых) водных биоресурсов, установленный Правилами рыболовства и средние размеры рыб в уловах рыболовов-любителей, 2023 г.

Наименование водных биоресурсов	Допустимый размер, см	Средний размер рыб в уловах рыболовов любителей, см	
		Зимний период	Летний период
Лещ	25	15*	23*
Судак	33	28*	34
Налим	41	45	-
Язь	25	16*	22*
Сазан (каarp)	30	-	44
Щука	30	26*	31

*Примечание:* \* – несоответствие правилам рыболовства.

Согласно расчетам, объем вылова рыбы любительским рыболовством в реке Обь в границах Алтайского края в зимний период тождественен летнему — 22,3 и 22,2 т. соответственно. Общий объем изъятия рыбы в реке Обь в 2023 г. составил 44,5 т или 5,6% от величины рекомендованного вылова для промышленного рыболовства на 2023 год (табл. 3).

**Таблица 3.** Анализ объема вылова рыбы рыбаками-любителями в р. Обь в границах Алтайского края, 2023 год

Показатель	Водный биоресурс, т									Всего
	плотва	щука	окунь	налим	лещ	судак	сазан	язь	карась	
Зимний период	3,8	0,7	0,3	0,3	16,2	0,7	-	0,3	-	22,3
Летний период	3,6	4,4	3,2	-	1,6	3,0	0,8	0,8	4,8	22,2
Всего	7,5	5,1	3,5	0,3	18,0	3,7	0,9	1,1	4,9	45,0
РВ, 2023	130,0	35,8	9,7	5,7	379,2	13,8	29,3	9,5	185,0	798,0
Доля от РВ, %	5,8	14,2	36,1	5,3	4,7	26,8	3,1	11,6	2,6	5,6

## ВЫВОДЫ

Таким образом, полученные результаты могут быть использованы для разработки рекомендаций по внесению изменений в Правила рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна, а также для оценки величины изъятия водных биоресурсов с целью установления рекомендованного вылова. Ежегодная оценка объемов вылова рыбы рыбаками-любителями на реке Обь в границах Алтайского края позволит проанализировать годовую динамику вылова с учетом гидрологических и метеорологических условий года наблюдения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов и др. — Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. — 285 с.
2. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 30 октября 2020 года № 646 (в ред. от 22.11.2023 г.) «Об утверждении правил рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна».

## **Динамика запасов водных биологических ресурсов Курганской области**

*А.В. Черногубов, А.Г. Минеев*

Уральский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («УралНИРО»)  
E-mail: chernogubovlesha1991@mail.ru

**Аннотация.** Проведен анализ объемов, состава, структуры и динамики уловов 14 видов водных биологических ресурсов (ВБР), обитающих в водных объектах Курганской области РФ. Определена степень реализации запасов водных биологических ресурсов и ее прогноз на ближайшую перспективу. Выявлены наиболее осваиваемые промыслом виды ВБР: из рыб это карась, из беспозвоночных — гаммарус. Рассмотрены вероятные причины снижения добычи, связанные с ухудшением условий обитания ВБР, вызванным снижением уровня поверхностных вод (маловодным периодом) и повышением температуры воды.

**Ключевые слова:** Курганская область, водные биологические ресурсы, динамика, запасы, рациональное использование.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Водный фонд Курганской области представлен разнообразными водными объектами, отличающимися морфо-гидрологическими, гидрохимическими характеристиками и биопродуктивностью. Характерной гидрологической особенностью региона является огромное количество озер. На территории области насчитывается 2943 озера, общей площадью около 300 тыс. га. Из них 2878 с общей площадью акватории 280 тыс. га, имеют рыбохозяйственное значение [2]. Большинство озер (83%) имеет небольшую площадь — не более 100 га, 15% — от 100 до 1000 га, лишь 2% имеют площадь более 1000 га. Самым крупным водным объектом является озеро Щучье площадью более 5100 га. Между тем, в рыбохозяйственную деятельность включены всего 1473 озера общей площадью 138,6 тыс. га.

На территории Курганской области протекает 449 водотоков протяженностью 5175,6 км., относящихся к бассейну Карского моря [2], но лишь три из них — Тобол, Исеть, Миасс имеют относительно устойчивое рыбохозяйственное значение. Количество водохранилищ в Курганской области невелико (32 объекта). Самое большое — Орловское водохранилище имеет площадь 1000 га, остальные представляют собой водные объекты площадью менее 200 га.

В водных объектах Курганской области встречается 19 видов водных биоресурсов, в отношении которых, согласно перечню, утвержденному приказом Минсельхоза России № 501 от 06.10.2017 г. [3], может осуществляться промышленное рыболовство. Для этих видов в рамках ресурсных исследований ежегодно определяются объемы их промысловых запасов. Среди них встре-

чаются как аборигенные виды (карась, окунь, щука, голянь, язь и другие), так и вселенцы (ротан, лещ, судак).

Целью настоящей работы является оценка состояния и динамики запасов водных биологических ресурсов на территории Курганской области и определение направлений их рационального использования, прогноза добычи. Для этого выполнен анализ и обобщение данных количественных и качественных показателей уловов рыбы, а также степени реализации её промысловых запасов за период 2017–2023 гг.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

При выполнении настоящей работы для оценки запасов использованы данные по величине промысловых уловов водных биоресурсов, полученные в ходе мониторинговых исследований, проведённых Уральским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» в период 2017–2023 гг., а также статистические сведения Нижнеобского территориального управления Росрыболовства по объёмам добычи рыбы в Курганской области.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В данной работе анализируются результаты по 14 наиболее осваиваемым промыслом видам ВБР за период с 2017 по 2023 гг. за исключением цист артемии и хирономид. Промысловые запасы рыбы (табл. 1) в указанный период варьировали от 2713,30 до 3827,10 тонн в год. Основная их часть представлена карасём (87,96%), ротаном (6,42%), окунем (1,74%) и щукой (1,26%). Суммарные запасы прочих видов рыб составляли незначительную долю: от 0,01 до 0,81%.

**Таблица 1.** Величина промысловых запасов ВБР (т/год) в водных объектах Курганской области за период 2017–2023 гг. (по оценке Уральского филиала ФГБНУ «ВНИРО»)

Вид	Год							Среднее
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Верховка	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	4,29
Голянь	5,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	9,20
Елец	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,36
Ерш	2,50	2,50	2,90	2,90	3,00	2,90	3,00	2,81
Карась	2868,00	3011,00	3439,00	2361,00	2568,00	2361,00	2568,00	2739,43
Лещ	26,00	26,00	24,90	24,90	25,00	24,90	25,00	25,24
Линь	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,43
Налим	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,29
Окунь	92,00	62,00	67,00	37,00	47,00	37,00	37,00	54,14
Пескарь	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Плотва	24,00	24,00	23,00	24,00	25,00	24,00	24,00	24,00

Вид	Год							
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Среднее
Ротан	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Судак	7,00	7,00	3,70	7,00	7,00	7,00	7,00	6,53
Уклея	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,36
Щука	70,00	35,00	42,10	32,00	32,00	32,00	32,00	39,30
Язь	5,50	5,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,79
Гаммарус	1415,00	1100,00	935,00	901,00	577,00	683,10	683,10	899,17
Итого:	3308,00	3391,00	3827,10	2713,30	2931,50	2713,30	2915,50	3114,24

За период исследований с 2018 по 2023 гг. выявлена достоверная динамика снижения запасов ВБР на 17,53% по сравнению с 2017 годом.

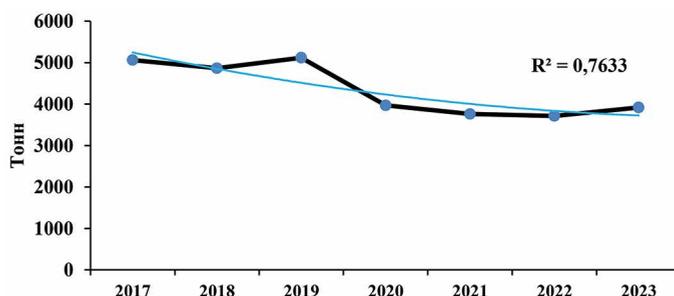


Рис. 1. Динамика величины запасов ВБР Курганской области в 2017–2023 гг.

Вероятной причиной снижения продуктивности ВБР в водоемах Курганской области является негативное воздействие факторов, формирующих условия обитания: высокие летние температуры воздуха, почти полное отсутствие осадков (засухи). В течение нескольких лет (2018–2023 гг.) в регионе наблюдалось снижение уровня подземных вод и, как следствие, обмеление водных объектов, сопровождаемое прогревом водной толщи в вегетационный период до критических температур (28,0–32,0 °С). По данным агроклиматических наблюдений максимальная температура воздуха в Курганской области в летний период 2022–2023 гг. достигала 34,2 и 41,2 °С соответственно.

Следствием негативных климатических воздействий на водные объекты было сокращение площади их акваторий, увеличение зарастаемости водными растениями, ухудшение газового режима, сокращение запасов кормовой базы и массовые случаи гибели рыб (летние и зимние заморы).

По данным фактических уловов промышленным рыболовством за период 201–2023 гг. преимущественно осваивалось 13 видов рыб, из них основное промысловое значение имели всего 3 вида: карась (92%), ротан (5%) и окунь (1,12%). Общий объем добычи рыбы за период исследований варьировал от 862,68 до 1384,76 тонн, в среднем составив 1140,06 тонн (табл. 2).

**Таблица 2.** Многолетняя динамика объемов вылова ВБР (т/год)

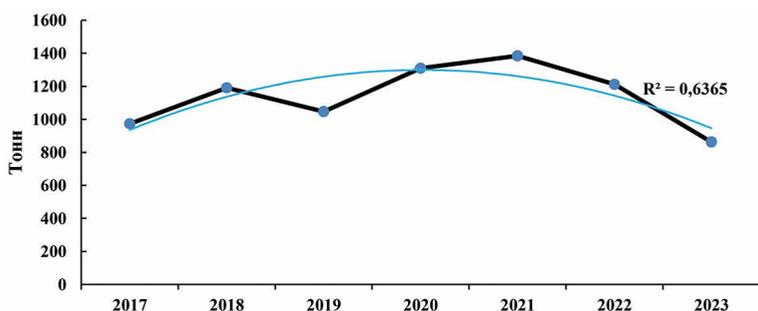
Вид	Год								Освоение запасов ВБР, %
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Среднее	
Верховка	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,33
Гольян	0,50	8,50	0,10	1,10	0,00	0,00	0,00	1,46	15,69
Ёрш	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,36
Карась	905,66	1096,05	884,39	1215,94	1317,50	1149,71	790,33	1051,37	38,38
Лещ	0,70	1,93	7,14	0,79	2,83	4,22	1,38	2,71	10,75
Линь	0,00	0,00	0,05	0,00	0,30	0,20	0,10	0,09	6,50
Налим	0,00	0,00	0,19	0,23	0,22	0,20	0,00	0,12	5,24
Окунь	22,24	16,13	11,97	8,59	7,35	12,28	11,53	12,87	23,77
Плотва	0,00	8,70	8,05	5,70	5,28	1,04	2,12	4,41	18,38
Ротан	38,53	54,50	120,98	67,94	46,99	36,60	54,88	60,06	30,03
Судак	0,70	0,00	1,89	0,74	0,89	0,74	0,19	0,74	11,26
Щука	5,52	5,34	9,94	7,92	3,15	7,11	2,04	5,86	14,91
Язь	0,00	0,00	1,65	0,10	0,26	0,30	0,11	0,35	7,23
Гаммарус	332,55	457,50	607,21	576,82	647,05	476,48	408,20	500,83	55,70
Итого рыб:	973,94	1191,14	1046,42	1309,04	1384,76	1212,40	862,68	1140,06	36,60
Итого ВБР, включая гаммаруса	1306,49	1648,64	1653,63	1885,86	2031,81	1688,88	1270,88	1640,88	40,88

Наибольшие выловы рыб, имеющих основное промысловое значение в изучаемый период, наблюдались у карася — 1317,50 т, ротана — 120,98 т и окуня — 22,24 т и приходились на 2021, 2019 и 2017 гг., соответственно. Минимальные же значения вылова вышеуказанных рыб составляли по 790,33 т, 36,60 т и 7,35 т в 2023, 2022 и 2021 гг.

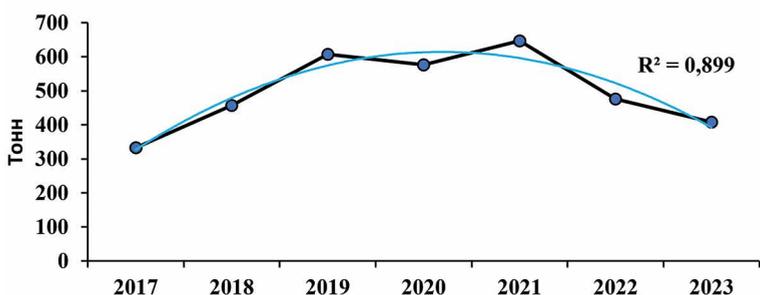
Промысловые уловы 2017–2021 гг. в целом характеризуются положительной динамикой, наибольшие значения которых достигали в 2019 году — 1191,14 тонн, а в 2021 году — 1384,76 тонн. Начиная с 2021 года объем вылова рыб начал падать, и в 2023 году составил всего 862,68 тонны (рис. 2).

Сходная картина наблюдалась и для гаммаруса, объёмы вылова которого составляли от 332,55 до 647,05 тонн в год в 2017 и 2021 гг. соответственно (рис. 3). С 2021 года отмечено снижение объемов вылова на 32%. Добыча гаммаруса производится только в озерах.

Основной причиной сокращения запасов и объемов добычи ВБР вероятнее всего стали крайне неблагоприятные для обитания гидробионтов гидроклиматические условия последних лет в Зауралье (снижение водности и изменения гидротермического и химического режима водных объектов). В ряде случаев произошла полная утрата рыбопромыслового значения водоемов.



*Рис. 2. Объем добычи рыбы в Курганской области в 2017–2023 гг.*



*Рис. 3. Объем добычи гаммаруса в 2017–2023 гг.*

## ВЫВОДЫ

В период с 2021 по 2023 гг. произошло снижение промысловых уловов (добычи) всех основных видов ВБР, являющихся объектами промысла в Курганской области.

С началом многоводного цикла в регионе и постепенного восстановления рыбохозяйственного потенциала промысловых водных объектов Курганской области можно ожидать восстановления запасов ВБР на уровне предыдущих лет. Так, в 2024 году согласно подсчетам Уральского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («УралНИРО») объем суммарного вылова ВБР без учёта беспозвоночных может составить 2894 тонн, что сопоставимо с выловами 2023 года.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Департамент гражданской защиты, охраны окружающей среды и природных ресурсов Курганской области [Электронный ресурс], <http://www.priroda.kurganobl.ru/3586.html> (дата обращения 27.02.2024 г)
2. Приказ Минсельхоза России от 06.10.2017 n 501 «Об утверждении перечня видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод российской федерации, и о признании утратившими силу приказов Минсельхоза России» (зарегистрировано в Минюсте России 30.10.2017 N 48735) [Электронный ресурс], <https://docs.cntd.ru/document/> (дата обращения 27.02.2024 г)

## Оценка безопасности объектов рыболовства Волгоградского водохранилища в 2021–2022 гг.

*Е.А. Шашуловская*

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
E-mail: shash.elena2010@yandex.ru

**Аннотация.** На основе результатов определения концентрации кадмия, свинца и ртути у представителей промысловых видов Волгоградского водохранилища дана оценка качества рыбной продукции для потребителя. Содержание кадмия в мышцах отмечено в диапазоне <0,01–0,05 мг/кг, свинца — 0,01–0,82 мг/кг, ртути — 0,02–0,35 мг/кг сырого веса. Отмечена специфичность процесса накопления ртути в зависимости от трофической специализации и размерно-весовых характеристик рыб. Превышения допустимых санитарных уровней исследованных металлов в мышцах рыб не отмечено.

**Ключевые слова:** виды рыб, тяжелые металлы, Волгоградское водохранилище.

### ВВЕДЕНИЕ

Среди различных пищевых продуктов особое место занимает рыба и продукты ее переработки как источник легкоусвояемого белка и уникального набора питательных элементов. Обеспечение населения качественным рыбным сырьем является одной из приоритетных задач политики нашего государства. Однако сброс сельскохозяйственных и промышленных сточных вод в природные водные объекты оказывает негативное воздействие на рыб. Особую опасность среди поллютантов представляют тяжелые металлы (ТМ) — кадмий, свинец и ртуть. Обладая определенной устойчивостью к процессам разрушения, они мигрируют по абиотическим и биотическим компонентам водных экосистем и накапливаются в организмах рыб, как верхних звеньях трофической пирамиды. Воздействие повышенных концентраций ТМ может привести не только к остановке роста и подрыву численности популяции, но и нанести вред здоровью человека при непосредственном употреблении рыбной продукции. Поэтому безопасность рыбного сырья имеет не менее важное значение, чем ее пищевая ценность.

Волгоградское водохранилище — замыкающая седьмая ступень огромного Волжского каскада искусственных водоемов — является аккумулятором химических веществ как природного, так и антропогенного происхождения, поступающих из вышерасположенных участков.

Цель нашей работы — проведение эколого-токсикологической оценки накопления органами и тканями промысловых видов рыб Волгоградского

водохранилища техногенных высокотоксичных элементов — ртути, кадмия и свинца.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Отбор проб рыбы осуществляли в верхней и средней зонах Волгоградского водохранилища в осенний период 2021–2022 гг. из сетных уловов. Средний возраст особей судака —  $4,8 \pm 0,5$  года, масса —  $994 \pm 169$  г, леща, соответственно,  $7,3 \pm 0,4$  года,  $844 \pm 97$  г. Возраст мелко- и крупночастиковых видов рыб (окунь, берш, жерех, густера, плотва, красноперка, голавль, язь) составил 4–5 лет. Всего было обработано 190 экз. рыбы.

Содержание кадмия и свинца устанавливали методом атомно-абсорбционной спектроскопии на анализаторе КВАНТ Z с электротермической атомизацией (ООО «Кортэк», г. Москва), ртути — методом холодного пара на РА-915 М с приставкой ПИРО-915+ (ГК «Люмекс», г. Санкт-Петербург).

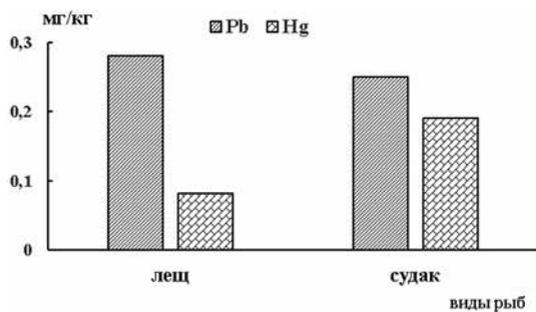
Оценку безопасности объектов рыболовства Волгоградского водохранилища для потребителя проводили на основе сравнения полученных концентраций ТМ в мышцах рыб с санитарными нормами [5]. Для выявления статистических связей между исследуемыми показателями использован непараметрический критерий Спирмена.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

К основным промысловым видам рыб Волгоградского водохранилища относятся лещ и судак [7]. Кроме того, важное значение в качестве объектов любительского рыболовства имеют берш, голавль, густера, жерех, красноперка, окунь, плотва и язь. Все они относятся к полициклическим рыбам с относительно длительным жизненным циклом, многократным нерестом, средней скоростью роста.

В мышцах вышеуказанных видов рыб кадмий обнаружен в количествах  $<0,01$ – $0,05$  мг/кг сырого веса, что значительно ниже допустимого уровня (ДУ) для пищевых продуктов ( $0,2$  мг/кг). Максимальные концентрации обнаружены у особей леща (возраст 6 лет). Работами ряда авторов показано, что в организме рыб кадмий накапливается в основном в почках и печени [4, 6, 8–9]. Такая аккумуляция этого токсиканта в меньшей степени угрожает здоровью человека, поскольку в пищу употребляется преимущественно мышечная ткань рыб. По результатам наших исследований, содержание кадмия в почках было выше и достигало  $<0,01$ – $3,1$  мг/кг, в печени —  $<0,01$ – $0,45$  мг/кг сырого веса. Отмечена положительная статистически зависимость ( $r=0,70$ – $0,72$  при  $p<0,05$ ) содержания кадмия в печени леща от его размерных характеристик (веса и длины).

Свинец, в отличие от кадмия, активно накапливается во всех органах рыб и в больших концентрациях. В мышцах его содержание колебалось в интервале  $0,01$ – $0,82$  мг/кг. Величина ДУ для пищевых продуктов ( $1,0$  мг/кг) не превышена. Средние концентрации в мышцах леща и судака были близки



**Рис. 1.** Среднее содержание ртути и свинца в мышечной ткани рыб Волгоградского водохранилища в 2021–2022 гг.

потребления рыбы и рыбопродуктов и составляет около 50% [2]. В волжском регионе, испытывающим наибольшую антропогенную нагрузку, регулярно потребляют рыбу в среднем до 32% от опрошенных респондентов, а 58% потребляют рыбу не реже 1–2 раз в неделю [1]. Санитарными нормами [5] содержание ртути нормируется для пресноводных хищных рыб на уровне 0,6 мг/кг, для пресноводных нехищных (мирных) — на уровне 0,3 мг/кг. Для недопущения негативных последствий для здоровья населения рекомендуется ограничить потребление рыбы с более высокими концентрациями ртути.

В мышцах судака Волгоградского водохранилища ртуть встречалась в количестве 0,12–0,35 мг/кг, леща — 0,04–0,22 мг/кг. Таким образом, превышения соответствующих санитарных ДУ отсутствуют.

Известно, что различия между концентрациями ртути в мышцах разных видов рыб могут быть связаны с видовыми способностями биоконцентрирования Hg, спецификой местообитания и длительностью жизненного цикла. Немаловажное значение имеют и особенности питания. В связи с этим для анализа изученных представителей ихтиофауны разделили по трофической специализации на 4 группы: хищники (облигатные — судак, жерех, факультативные — окунь, берш), бентофаги (густера, плотва, лещ), фитофаги (красноперка) и эврифаги (голавль, язь). Максимальные величины отмечены у хищников (Табл. 1). В мышцах бентофагов содержание ртути в среднем было в 3 раза ниже несмотря на то, что эти виды обитают в придонных слоях, где

**Таблица 1.** Содержание ртути в мышцах рыб разных экологических групп

Экологические группы рыб	Хищники	Бентофаги	Фитофаги	Эврифаги
Hg, мг/кг	$\frac{0,09-0,35}{0,15\pm 0,02}$	$\frac{0,03-0,22}{0,05\pm 0,01}$	$\frac{0,02}{0,02\pm 0,00}$	$\frac{0,09-0,14}{0,11\pm 0,01}$

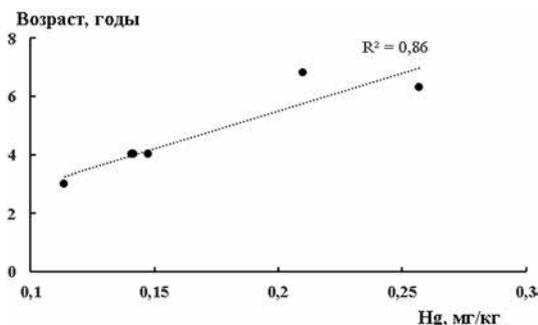
*Примечание:* над чертой пределы колебания концентрации; под чертой среднее значение и его ошибка

более активны процессы метилирования ртути. Минимальные количества встречены у фитофагов. Полученные нами результаты согласуются с многочисленными литературными данными, показывающими, что биоконцентрирование ртути увеличивается от низших уровней трофической структуры к высшим [2, 3].

Одним из широко задокументированных фактов является зависимость содержания ртути в мышцах рыб от их возраста или размера [2, 3]. В наших исследованиях высокая корреляционная связь отмечена между содержанием ртути в мышцах судака и его возрастом (рис. 2), а также массой и длиной. Несмотря на то, что в данной работе не выявлено превышения ДУ содержания Hg, с определенной долей вероятности можно утверждать, что старшие особи судака (>8+) могут накапливать в мышцах концентрацию ртути

более 0,3–0,6 мг/кг. Поэтому ограничения в потреблении рыбы населением Саратовской области должны относиться в первую очередь к судаку старших возрастных групп, выловленных из Волгоградского водохранилища.

В печени рыб Волгоградского водохранилища содержание Hg фиксировали в меньших концентрациях в диапазоне 0,02–0,12 мг/кг, максимальные значения отмечены у хищников. Корреляционный анализ выявил тесную связь содержания ртути в мышцах от ее концентрации в печени ( $r = 0,77–0,89$  при  $p < 0,05$ ), что может свидетельствовать о сопряженных процессах накопления металла в этих органах.



*Рис. 2. Зависимость содержания ртути в мышцах судака от его возраста*

## ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований средние концентрации кадмия, свинца и ртути в мышечной ткани рыб Волгоградского водохранилища не превышали соответствующие санитарные нормы для пищевых продуктов. Содержание Hg в исследованных рыбах зависит от их экологической специализации по особенностям питания, а также возраста и размеров. Более высокие концентрации ртути на уровне 0,09–0,35 мг/кг отмечены в мышцах хищников, по сравнению с 0,03–0,22 мг/кг сырой массы у мирных видов рыб.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов А.В., Ляпунов С.М., Окина О.И., Шешуков В.С. Биоаккумуляция ртути в тканях пресноводных рыб//Экология человека, 2018. № 11. С. 23–31.
2. Гремячих В.А., Ложкина Р.А., Котиков Д.Е., Комов В.Т. Концентрации ртути в мыш-

цах разных видов рыб из водоемов Ярославской области и прилегающих территорий// Труды института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 2022, № 100(103), с. 35–56.

3. Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А. Биоаккумуляция ртути в рыбах как индикатор уровня загрязнения вод//Геохимия, 2016, № 6. С. 495–504.
4. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. М.: Наука, 2006. 261 с.
5. СанПиН 2.3.2.1078–01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. М., 2001.
6. Флерова Е.А. Биологические последствия накопления кадмия в организме рыб//Вода: химия и экология, 2012, № 6(48). С. 43–47.
7. Шашуловский В.А. Современное состояние ихтиоценоза Волгоградского водохранилища/ Итоги рыбохозяйственных исследований на Саратовском и Волгоградском водохранилищах, С.-Петербург, 2000. С. 81–97.
8. Berntssen M.H.G., Lundebye A-K., Hamre K. Tissue lipid peroxidative responses in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) per fed high levels of dietary copper and cadmium // *Fish Physiology and Biochemistry*. 2000. V. 23. № 1. P. 35–48.
9. Chowdhury M.J., McDonald D.G., Wood C.M. Gastrointestinal uptake and fate of cadmium in rainbow trout acclimated to sublethal dietary cadmium // *Aquatic Toxicology*. 2004. V. 69. № 2. P. 149–163.

## Оценка гидробиологических показателей Веселовского водохранилища в весенний период 2022 г.

*Н.А. Шляхова, В.В. Кан, Е.К. Канаканиди, Д.В. Хренкин, Д.Ф. Афанасьев*

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

E-mail: azniirkh@vniro.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты комплексных гидробиологических исследований в весенний период 2022 г. в западной части Веселовского водохранилища. Дана оценка уровня кормовой базы рыб в нерестовый период. Альгоценоз представлен 32 видами из шести таксономических групп. По видовому разнообразию доминировали диатомовые водоросли. Среднее значение биомассы микроводорослей составило 64,50 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. В зоопланктонном сообществе отмечено 24 таксона из четырех групп организмов. Наиболее разнообразны веслоногие ракообразные. В среднем биомасса составила 374,80 мг/м<sup>3</sup>. Зообентос представлен 4 группами донных организмов: малощетинковые черви, двустворчатые моллюски, ракообразные и насекомые. Отмечено 6 видов. Среднее значение биомассы составило 527,39 г/м<sup>2</sup>. Кормовая биомасса соответствовала 153,96 г/м<sup>2</sup>, основу которой формировали олигохеты и хирономиды.

**Ключевые слова:** фитопланктон, зоопланктон, зообентос, видовой состав, кормовая база.

### ВВЕДЕНИЕ

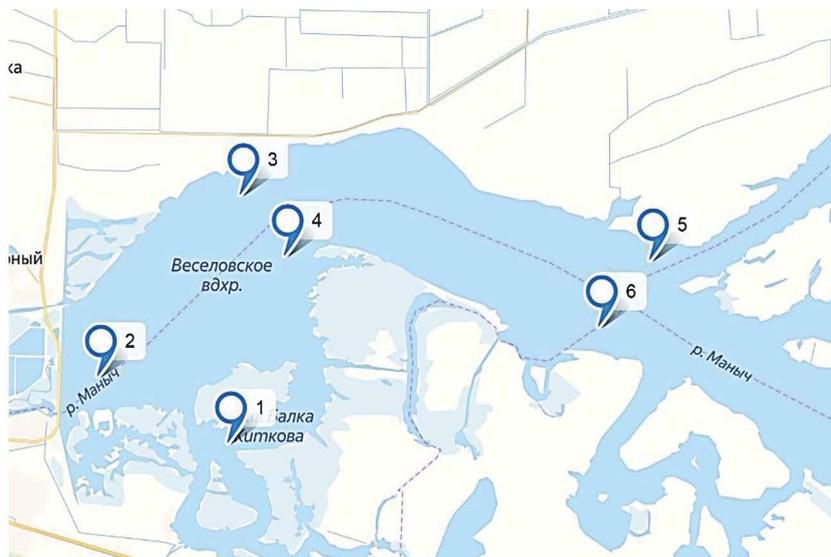
Веселовское водохранилище входит в систему Манычского каскада (Пролетарское, Веселовское, Усть-Манычское), созданного в 1932–1934 гг. на р. Западный Маныч для орошения земель прилегающих районов и развития рыбоводства в засушливой степной зоне на юго-востоке России. Веселовское водохранилище характеризуется слабым извилистым руслом, отсутствием температурной стратификации, что обусловлено мелководностью и ветровым перемешиванием. Берега сильно изрезаны многочисленными заливами, что определяет большое количество мелководий. Основной приход воды в Веселовское водохранилище происходит из межплотинного участка Пролетарского водохранилища, а также из Донского и Пролетарского магистральных каналов, что способствует поддержанию постоянного уровня вод. Минерализация воды и кислородный режим благоприятны для жизнедеятельности рыб и гидробионтов [3].

В настоящее время Веселовское водохранилище является важным рыбопродуктивным водоемом в каскаде Манычских водохранилищ и промысловых водоемов Юга России. Основными промысловыми видами рыб являются бентофаги — это густера, карась серебряный, лещ, плотва (тарань), судак [8], в связи с чем необходимо изучение донной фауны, являющейся кормо-

вой базой для этих рыб. Определение количественных характеристик фитопланктона и зоопланктона особенно актуально, поскольку мальки всех рыб в первые декады жизни питаются этими организмами.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для статьи послужили данные по фитопланктону, зоопланктону и бентосу, собранные в съёмке по западной части Веселовского водохранилища во второй половине апреля 2022 г. (рис. 1). Весенний период и особенно вторая половина апреля имеет особое значение в сезонной сукцессии Веселовского водохранилища. Так, по данным Лурье П.М. и Панова В.П. [2] вода в водохранилище прогревается в середине апреля до температуры 4–10 °С. В 2022 г. наиболее массовый нерест рыб проходил во второй половине апреля [7]. Гидробиологические пробы отбирали по стандартным методикам [4]. При отборе проб зоопланктона применяли сеть Апштейна, объем фильтрованной воды составлял 100 л. Пробы зообентоса отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м<sup>2</sup>. Полученные результаты исследования подвергались статистической обработке.



**Рис. 1.** Схема отбора гидробиологических проб в западной части Веселовского водохранилища: Балка Житкова (станция 1), приплотинная часть (станция 2), русловая часть (станции 3, 4), хутор Новоселовка (станции 5, 6)

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Фитопланктон.** Исследуемая акватория Веселовского водохранилища характеризуется богатым видовым составом микроводорослей. Так, в составе фитопланктона идентифицировано 32 таксона водорослей из шести си-

стематических групп: Bacillariophyta (диатомовые) — 16, Chlorophyta (зеленые) — 9, Cyanobacteria (цианобактерии) — 3, Euglenophyceae (эвгленовые) — 2, Dinoflagellata (динофлагелляты), Cryptophyta (криптофитовые) — по одному.

В среднем численность и биомасса фитопланктона составила 66,10 млн кл./м<sup>3</sup> и 64,50 мг/м<sup>3</sup> соответственно. По количественным характеристикам доминировали диатомовые водоросли. Так, основу численности на станциях составила солоноватоводная *Detonula subtilissima* (48% от общей численности), что можно объяснить повышенной соленостью водохранилищ Манычского каскада [1].

Размах изменения численности фитопланктона в исследуемой акватории изменялся от 29,5 до 125,5 млн кл./м<sup>3</sup>, биомасса колебалась в пределах 26,9–166,0 мг/м<sup>3</sup>. Наибольшие значения численности и биомассы наблюдались на станции № 4 (лев. берег русловой части), наименьшие показатели отмечены на станции № 2 (Приплотинная часть). Разницу между количественными показателями станций № 2 и № 4 можно объяснить разницей прогрева вод, что связано с разными глубинами станций. По биомассе на акватории доминировали диатомовые вида *Detonula subtilissima* и рода *Diatoma*, *Amphora*, *Gyrosigma*. Из цианобактерий по биомассе можно выделить *Planktothrix agardhii*. Представители остальных систематических групп развивались слабо.

Таким образом, фитопланктон характеризовался богатым видовым разнообразием в основном за счет диатомовых водорослей, которые являются кормовой базой для зоопланктона [9], но низким уровнем количественных показателей.

*Зоопланктонное сообщество* Веселовского водохранилища в весенний период 2022 г. характеризовалось богатым видовым составом, включающим 25 таксонов: коловратки — 7 таксонов, ветвистоусые ракообразные — 4 таксона, веслоногие ракообразные — 10 таксонов и временные планктеры — 4 таксона. Среди коловраток доминировала хищная *Asplanchna priodonta*. Ветвистоусые ракообразные развивались слабо, наиболее часто встречалась *Bosmina longirostris*. Слабое развитие ветвистоусых ракообразных, по-видимому, обусловлено взмучиванием вод под действием постоянных весенних ветров, вследствие чего забиваются тонкие фильтрующие аппараты этих организмов. Веслоногие ракообразные представлены видами из порядков Calanoidea и Cyclopoidea, в основном преобладала молодь видов, относящихся к роду *Mesocyclops*, которые являются фитофагами. Временные планктеры были многочисленны, отмечены личинки пластинчатожаберных моллюсков, червей, олигохет и хирономид.

Средние значения численности и биомассы зоопланктона составили 132078 экз./м<sup>3</sup> и 374,80 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. Как обычно в этот период в Веселовском водохранилище по численности и биомассе доминировали веслоногие ракообразные, доли которых от общих значений составляли в среднем 63 и 83%, соответственно.

Численность зоопланктона изменялась значительно от 82881 до 246147 экз./м<sup>3</sup>, основу составляли представители веслоногих ракообразных. Био-

масса зоопланктеров на большинстве станций была 200–300 мг/м<sup>3</sup>. Наиболее высокие значения численности и биомассы зоопланктона (246147 экз./м<sup>3</sup> и 781,43 мг/м<sup>3</sup>, соответственно) наблюдались на станции № 3, (пр. берег русловой части). Отмечено значительно увеличение качественных и количественных показателей зоопланктона в весенний период по сравнению с предыдущими годами [10].

Зоопланктонное сообщество Веселовского водохранилища во второй половине апреля 2022 года характеризовалось высоким уровнем количественных показателей, богатым видовым разнообразием при доминировании веслоногих ракообразных, являющихся важным компонентом кормовой базы личинок и мальков рыб.

*Макрзообентос.* Веселовского водохранилища был представлен 6 таксонами из 4 основных групп организмов: малощетинковые черви (Oligochaeta), двустворчатые моллюски (Bivalvia), ракообразные (Crustacea) и насекомые (Insecta). По видовому разнообразию доминировали двустворчатые моллюски и насекомые — было отмечено по 2 таксона в каждой группе.

Численность макрзообентоса варьировала по акватории от 9640 экз./м<sup>2</sup> до 14218 экз./м<sup>2</sup>, в среднем составляла 10826 экз./м<sup>2</sup>. Доминировали олигохеты и хирономиды, составляя от общей численности 38% и 32%, соответственно.

Биомасса изменялась от 209,92 г/м<sup>2</sup> до 1601,26 г/м<sup>2</sup>, в среднем составляла 527,39 г/м<sup>2</sup>. Основу биомассы составляли двустворчатые моллюски *Dreissena polymorpha* (84% общей биомассы), которые являются постоянным компонентом в питании рыб, в особенности плотвы и густеры [5].

Максимальные значения численности и биомассы были характерны для балки Житкова, где основу численности формировали олигохеты, а показатели биомассы образованы вследствие скоплений друз двустворчатых моллюсков *Dreissena polymorpha*. По мнению Степаньян О.В. [11], высокие показатели отмечаются на мелководье в зарослях водной растительности. Действительно, с увеличением глубины численность донных организмов резко падает, что снижает биомассу зообентоса.

Биомасса кормовой фракции зообентоса составила 153,96 г/м<sup>2</sup>, при этом наименьшее значение отмечено в районе х. Новоселовка (34,16 г/м<sup>2</sup>), а наибольшее — в районе балки Житкова (363,94 г/м<sup>2</sup>). Как известно, олигохеты и хирономиды формируют основу наиболее доступной для молоди рыб «мягкой» фракции кормового бентоса [11].

Таким образом, средние количественные показатели развития зообентоса обеспечивали достаточно высокий уровень кормовой базы для роста и развития как молоди, так и популяции взрослых особей промысловых бентосоядных рыб. Об этом свидетельствуют данные 2021–2022 гг. годового вылова рыболовецкими бригадами, который составил 381 и 619 т, (в среднем 500 т), что было выше средней величины (412, 5 т) за период с 2010 по 2022 г. [7].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение гидробиологических показателей западной части Веселовского водохранилища в весенний период 2022 г. позволило оценить уровень кормовой базы рыб в нерестовый период. Поскольку основные промысловые виды рыб в Веселовском водохранилище являются бентосоядными, то наиболее важны наши данные по донным организмам, которые свидетельствуют о высоком уровне кормовой фракции, а значит хорошем обеспечении их кормом. Для планктоноядных рыб, мальков и личинок, питающихся зоопланктоном, также были благоприятные трофические условия, поскольку наблюдались высокие значения биомассы этих организмов. Низкие значения численности и биомассы микроводорослей, по-видимому, обусловлены интенсивным развитием зоопланктона, основные из которых являются фитофагами.

Наши данные подтверждаются результатами исследований состояния популяций промысловых рыб в Веселовском водохранилище в 2022 г., которые свидетельствуют о хороших физиологических характеристиках всех промысловых видов рыб, обусловленных обилием и разнообразием кормовой базы, и благоприятными условиями среды обитания (7).

Таким образом, по нашим данным в Веселовском водохранилище были сформированы благоприятные трофические ресурсы для обитающих там видов рыб и их личинок и мальков. В последние два года в Веселовском водохранилище наблюдается заметное увеличение запасов промысловых видов рыб, что позволяет прогнозировать создание устойчивой базы для промышленного рыболовства в ближайшем будущем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коханистая Е.В., Хоружая Т.А. Современный уровень солевого загрязнения Пролетарского и Веселовского водохранилищ // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2015. № 2 (186).
2. Лурье П.М., Панов В.Д. Реки бассейна Азовского моря. Гидрография и режим стока. Ростов н/Д: Доской издательский дом, 2021.:70 с.
3. Магишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Ермолов В.С. Современный гидрологический режим водоемов системы Маныч-Чограй //Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России: сборник научных статей. Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН, 2006. С. 200–221
4. Методы сбора и обработки гидробиологических проб. В кн.//Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне. Под. ред. С.П. Воловика, И.Г. Корпаковой. АзНИИРХ. Краснодар. 2005.
5. Никитенко Е.В. 2008. Сезонная динамика размерно-вещного состава *Dreissena polymorpha* (Pall.) Чограйского водохранилища // Дрейссениды: эволюция, систематика, экология: Лекции и материалы I Международной школы-конференции. Ярославль: ООО «Ярославский печатный двор». С. 100–103.
6. Определитель зоопланктона и зообентоса пресноводных вод Европейской России. т.1. под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолыхина // Зоопланктон РАН, 2010. 494 с.

7. Саенко Е.М., В.В. Чубуков, Г.А. Ожигов, Головки Г.В. Результаты исследования промысловых видов рыб в Веселовском водохранилище в 2021–2022 гг. // Труды АзНИИРХ. Т.4. 2023 г. С. 118–127
8. Саенко Е.М., Кузнецов С.А. Состояние ихтиофауны Веселовского водохранилища // Биологическое разнообразие азиатских степей: матер. 111 Междунар. конф. (24–27 апреля 2017 г. Констанай, Казахстан). Констанай: Изд-во КГПИ, 2017. С. 159–164
9. Сафронова Л. М., Шляхова Н.А., Фроленко Л.Н. [и др.]. Фитопланктон, зоопланктон, зообентос водохранилищ Манычского каскада // Труды АзНИИРХ (результаты рыбохозяйственных исследований в Азово-Черноморском бассейне): сб. науч. тр. по результатам исслед. за 2014–2015 гг. Ростов н/Д: АзНИИРХ, 2017. Т. 1. С. 129–137
10. Сафронова Л.М., Шляхова Н.А., Фроленко Л.Н., Афанасьев Д.Ф., Лужняк О.Л., Живоглядова Л.А., Ковалев Е.А., Хренкин Д.В. Планктон и бентос Веселовского водохранилища в 2015 г. // Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии: Матер. междунар. науч. конф. и молодежной науч. конф. памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишева (г. Ростов-на-Дону, Россия, 5–8 сентября 2016 г.). Ростов — н/Дону.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. С. 317–318
11. Степаньян О.В., Старцев А.В. Современное состояние биоты водоемов Кума-Манычской впадины: Усть-Манычское, Веселовское, Пролетарское и Чограйское водохранилища (обзор) // Аридные экосистемы. 2014. Т. 4. № 2. С. 56–69.

## **Влияние пастбищного содержания крупного рогатого скота на экологическое состояние природных водоемов Камского бассейнового округа**

*А. С. Шумилова, Э. В. Тимофеев, В. П. Черданцев*

ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова»  
E-mail: an2885907@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрено, как управление содержанием коров на пастбище может прямо или косвенно влиять на состояние и качество прудов и озер в аграрных районах. Исследование акцентирует внимание на увеличении спроса на экологически чистые продукты и росте интереса к органическому животноводству в России. Подчеркивается важность строгого соблюдения принципов органического животноводства, включая обязательное пастбищное содержание животных и доступ к свежей воде. Однако проведенное исследование обнаружило потенциальное загрязнение водоемов нитратами и фосфатами в результате пастбищного содержания коров вблизи прудов и озер, что может отрицательно сказываться на экосистемах водных ресурсов.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, экосистема, пастбище, органическое животноводство.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Сельское хозяйство является одной из основных отраслей экономики и оказывает значительное воздействие на окружающую среду, включая природные водоемы. По мере увеличения спроса на экологически чистые продукты и растущего интереса к здоровому образу жизни в последнее десятилетие в России начало активно развиваться органическое животноводство. Органическое животноводство предполагает строгое соблюдение определенных принципов и стандартов, в том числе обязательное пастбищное содержание в летний период и обеспечение животных доступом к свежей воде. Пастбищное содержание коров рядом с прудами и озерами может привести к загрязнению воды нитратами и фосфатами, что негативно повлияет на экосистемы водных ресурсов. Возможно нарушение естественного равновесия в экосистеме водоемов, сокращение биоразнообразия, угнетение некоторых видов организмов и изменение физико-химических свойств воды, что может негативно повлиять на животный и растительный мир. Целью данного исследования является изучение влияния пастбищного содержания коров на экологическое состояние природных водоемов.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения влияния пастбищного содержания коров на экологическое состояние природных водоемов была проведена контекстуализация и анализ данных: интерпретация данных из литературных источников, а также выделение ключевых результатов и выводов на основе проведенного обзора.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По данным государственного водного кадастра в Камском бассейновом округе находится 241 пруд и 696 озер. Наличие природного водоема вблизи населенного пункта привлекательно по ряду причин: это вместилище для сбора и хранения дождевой воды, инструмент регулирования уровня грунтовых вод и предотвращения затоплений, источник воды для полива в период кратковременных засух, рекреационная зона, поддерживающая биоразнообразие, а так же локальный продовольственный ресурс если водный объект используется для разведения рыбы, которая является неотъемлемым компонентом в нутритивном компоненте здорового образа жизни [3].

Технологические, экономические и нутрициативные интересы аграриев мотивируют к чередованию экстенсивных и интенсивных технологий в животноводстве, что приводит к пульсирующему природопользованию. На современном этапе развития органического животноводства снова стали востребованы пастбища в связи с чем возрастает нагрузка на экосистему. Особое внимание следует уделять охране природы, но в современном смысле данного понятия это не означает консервирования природы в ее изначальном виде, которое возможно только на ограниченных пространствах внутри заповедников, а рационально преобразовывать природу, исключать стихийное возникновение нежелательных побочных явлений [2].

Организация пастбища рядом с водным объектом требует особого внимания к защите водных ресурсов и сохранению экосистемы озера или пруда. Оптимальный уровень рН воды в водоеме для большинства рыб и других водных организмов обычно составляет от 6,5 до 8,5. Большинство рыб и другие водные организмы хорошо себя чувствуют в нейтральной или слабощелочной среде. Если рН воды слишком низкий (кислый), это может стать причиной стресса для рыб и других водных животных, а также способствовать накоплению токсичных веществ в воде. С другой стороны, слишком высокий рН (щелочной) также может быть вредным для водных организмов, вызывая болезни и негативно влияя на их здоровье. Регулярный контроль рН уровня воды в озере или пруде и поддержание его в рамках оптимального диапазона поможет обеспечить здоровую среду для рыб и других водных организмов. Если уровень рН выходит за пределы оптимального диапазона, можно принять меры для коррекции, например, использовать химические средства для регулирования кислотности.

Исследование взаимосвязи между животноводством и экосистемой водоемов имеет важное значение для разработки интегрированных подходов к устойчивому использованию природных ресурсов, а управление поголовьем коров и методы пастбищного содержания имеют прямое отражение на состоянии водных ресурсов.

Поение коров непосредственно из пруда или озера приведет к загрязнению воды навозом, мочой и остатками корма, что может ухудшить качество воды и негативно повлиять на экосистему водоема. Загрязнение воды и нарушение естественного баланса водоема может привести к снижению биоразнообразия и ухудшению условий для жизни рыб и других водных животных, нарушению гидрологического цикла. Промывной режим почв и экскременты животных могут стать источниками загрязнения воды нитратами и фосфатами, а это представляет опасность для окружающей среды и человеческого здоровья [4]. Данные вещества стимулируют рост водорослей и других водных растений, что приводит к явлению эвтрофикации — избыточному размножению водных растений в водоемах. Это явление приводит к снижению кислорода в воде, угнетению других видов растений и животных, а также к образованию токсичных водорослей, которые могут быть опасны для живых организмов [5]. Нитраты и фосфаты в водоемах могут привести к образованию нитритов и других соединений, которые могут быть вредными для здоровья человека. Например, нитриты могут привести к образованию канцерогенных соединений, а фосфаты могут способствовать развитию водорослей и бактерий, в том числе возбудителей заболеваний.

Употребление загрязненной воды несет в себе риск заболевания животных и снижения их продуктивности. Качество воды, предлагаемой животным напрямую связано с потребительскими свойствами молока и мяса, так как очень сильно влияет на вкусовые качества. Таким образом, поение коров из природного водоема может иметь серьезные последствия как для окружающей среды, так и для животных и продукции подлежащей реализации. Поэтому важно разработать эффективные методы и стратегии для обеспечения доступа животных к чистой и безопасной питьевой воде.

## **ВЫВОДЫ**

Управлять стадом следует таким образом, чтобы предотвращать перегрузку пастбища, не следует стравливать травостой непосредственно у водного бассейна, что способствует разрушению почвы береговой линии. Установка защитных барьеров способна предотвратить непосредственный доступ животных к воде. Это поможет снизить загрязнение воды от органических отходов животных и защитит береговую линию озера от опасности эрозии. Отдельного внимания требует обработка сточных вод. Следует убедиться, что сточные воды с пастбища не попадают в водоем. Требуется отсечка загрязнений, установка фильтров или создание растительных барьеров для очистки воды. Следует устанавливать достаточное количество поилок чтобы у жи-

вотных был доступ к чистой питьевой воде на пастбище и у них не было физиологической потребности приближаться к водоему. Питьевой фронт на 1 голову крупного рогатого скота составляет 15 см.

С учетом всех вышеперечисленных рекомендаций и регулярного контроля состояния пастбища и водоема, возможно создать долгосрочное устойчивое пастбище рядом с озером или прудом, сохраняя здоровье и чистоту воды, а также биоразнообразие в прибрежной зоне. В правильно организованном хозяйстве производят экологически чистые продукты и не загрязняют атмосферу и воду [1]. Таким образом, важно осознавать, что взаимодействие животноводства с природными водоемами может вызвать серьезные проблемы для экосистемы и здоровья животных. Поэтому необходимо принимать меры для минимизации рисков загрязнения воды, обеспечивая доступ к чистой питьевой воде для скота и контролируя запасы пастбища. Соблюдение органических стандартов в животноводстве позволит не только сохранить окружающую среду, но и обеспечить высокое качество продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Колосова, Е. Актуальные проблемы агроэкологии / Е. Колосова, К.Н. Гуляева // *Russian Agricultural Science Review*.— 2015. — Т. 5, № 5–1. — С. 96–97. — EDN TSZBKV.
2. Куражсковский, Ю.Н. Экологические основы природопользования / Ю.Н. Куражсковский, Ю.С. Чуйков // *Астраханский вестник экологического образования*.— 2011. — Т. 2, № 18. — С. 74–150.
3. Особенности включения рыбы в нутритивную составляющую здорового образа жизни / В.Г. Черкасова, К.Р. Рахимова, В.О. Архангельская, В.П. Черданцев // *Теория и практика мировой науки*.— 2022.— № 11. — С. 67–71. — EDN BOOIJJ.
4. Smith, J. et al. (2017). The impact of cattle grazing on water quality in natural water bodies. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(5)
5. Jones, R. et al. (2018). Effects of nitrogen and phosphorus from livestock grazing on aquatic ecosystems. *Journal of Environmental Quality*, 47(2)

## Научное сопровождение рыбохозяйственной отрасли Республики Беларусь

*К.Л. Шумский*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

**Аннотация.** В последние годы всем острее отмечается важная роль рыбохозяйственного комплекса в обеспечении продовольственной безопасности страны.

Интенсивно развиваясь, современная аквакультура неизбежно сталкивается с рядом проблем, вызываемых столь интенсивной индустриализацией отрасли. Развитие индустриального рыбоводства нуждается в научном и консультативном сопровождении.

Кафедра ихтиологии и рыбоводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии основана в 1996 г. и является одной из ведущих кафедр Беларуси в области рыбохозяйственной деятельности.

Автором отражены основные проблемы и перспективы развития интенсивной аквакультуры Беларуси, а также предложения и научные разработки кафедры ихтиологии и рыбоводства направленные на повышение эффективности работы и развития рыбохозяйственной отрасли страны.

Ограниченные возможности самовоспроизводства водных биоресурсов и снижение промысловых запасов Мирового океана вынуждают человека искать новые подходы, которые обеспечили бы население планеты рыбной продукцией. В связи с чем, все более актуальным становится выращивание рыбы и других ценных водных биологических ресурсов в искусственных условиях.

В последние годы всем острее отмечается важная роль рыбохозяйственного комплекса в обеспечении продовольственной безопасности страны. Разведение рыбы и других гидробионтов — наиболее простой, дешевый и эффективный способ производства пищевого белка.

По данным ФАО в настоящее время более 60% потребляемого человечеством объема рыбы и рыбной продукции приходится на аквакультуру (в 1980 году он составлял 9%).

Государственной программой развития аграрного бизнеса на 2021–2025 гг. предусмотрено увеличение производства рыбы к 2025 г. на 850 т по отношению к 2020 г. за счет наращивания ценных видов рыбы. Ввод в хозяйственный оборот имеющихся мощностей индустриальных рыбоводных комплексов обеспечит в 2021–2023 гг. наращивание около 600 т рыбы. Также за счет но-

вого строительства и ввода в эксплуатацию рыбоводных комплексов в 2024–2025 гг. предусмотрено ежегодное увеличение производства ценных видов рыбы в объеме 200 т.

Интенсивно развиваясь, современная аквакультура аналогично животноводству неизбежно сталкивается с рядом проблем вызываемых столь интенсивной индустриализацией отрасли. Развитие индустриального рыбоводства нуждается в научном и консультативном сопровождении.

Кафедра ихтиологии и рыбоводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии основана в 1996 г. и является одной из ведущих кафедр Беларуси в области рыбохозяйственной деятельности. Кафедра занимается подготовкой специалистов по специальности «Промышленное рыбоводство», с 2023 г по специальности «Водные биоресурсы и аквакультура».

Кроме основного образовательного процесса, сотрудники кафедры осуществляют научные исследования в области аквакультуры ценных видов рыб и осуществляют консультативное сопровождение производственных организаций рыбоводного профиля.

Наша кафедра имеет 10 летний опыт разработки рыбоводно-технических обоснований для создания рыбоводных индустриальных комплексов по технологии замкнутого водоснабжения. Так нами были реализованы технические решения при создании установок замкнутого водоснабжения в Горках, Казани, Логойске.

С 2006 года кафедра оказывает активную помощь рыбоводным предприятиям в работе по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Сотрудники кафедры занимаются УЗИ-диагностикой ремонтно-маточных и маточных стад осетровых. Разрабатывают и внедряют в отечественную аквакультуру технологии раннего прижизненного определения пола осетровых. Готовят узкопрофильных специалистов в области УЗИ-диагностики пола и стадий зрелости гонад осетровых.

В условиях снижения репродуктивной функции осетровых рыб, особенно в индустриальных условиях, технология искусственного воспроизводства осетровых нуждается в постоянном совершенствовании. Сотрудники кафедры на протяжении нескольких лет разрабатывают и внедряют современные методы компьютерной диагностики качества спермы осетровых рыб. Успешно разработаны методы оценки, сохранения качества и повышения оплодотворяющей способности спермы осетровых рыб при искусственном оплодотворении. Впервые в практике аквакультуры определены оптимальные референтные значения подвижности сперматозоидов для метода компьютерного автоматического анализа спермы (CASA) при искусственном оплодотворении, в племенной оценке самцов-производителей осетровых рыб культивируемых в индустриальных рыбоводных хозяйствах. Разработаны новые технологические параметры краткосрочного хранения спермы осетровых рыб, включающие разбавление (1:10), добавление консервантов (борная кислота (500 мг/л) или винная кислота (125 мг/л), оксигенацию и охлаждение (до 5 °С),

сохраняющие оплодотворяющую способность сперматозоидов до 20 суток. Впервые в практике аквакультуры разработан методический прием повышения оплодотворения икры, выживаемости эмбрионов, предличинок, личинок осетровых рыб за счет деактивации аномальных и слабоподвижных сперматозоидов при искусственном оплодотворении.

На базе кафедры создано 4 учебно-практических лаборатории, в которых осуществляется выполнение прикладных научных исследований в области мониторинга параметров водной среды при выращивании рыбы и эффективности биологической очистки в установках замкнутого водоснабжения. Уже сейчас мы готовы оказывать услуги рыбоводным организациям по мониторингу показателей качества водной среды.

На базе кафедры осуществляются сравнительные исследования, комбикормов и новых объектов аквакультуры. Для этого на базе кафедры имеется три исследовательские установки замкнутого водоснабжения.

На протяжении нескольких лет мы успешно занимаемся внедрением в исследовательскую деятельность модельного объекта — рыбу данио рерио, которая в настоящее время в мире является популярным модельным объектом. С применением данного модельного объекта мы осуществляем проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области аквакультуры, токсикологии, нейробиологии, кардиологии, генетики, эпигенетики и др.

Возможности нашей лаборатории позволяют ежедневно получать до 1 тысячи эмбрионов данио рерио, с дальнейшей их промывкой и добавлением токсиканта, инкубацией с регистрацией частоты сердечных сокращений, скорости кровотока, активности эмбрионов, регистрации морфологических отклонений, регистрации выживаемости по Каплан-Майер, с проведением нейробиологической оценки.

Индустриализация рыбоводства неизбежна. И те проблемы, с которыми сталкивается животноводство сейчас, в ближайшем будущем коснется рыбоводства Беларуси, и это будет новым вызовом для всей сельскохозяйственной науки.

## **Межгодовая изменчивость пелагического периода и интенсивности оседания приморского гребешка в проливе Старка (залив Петра Великого)**

*Н.В. Щербакова, И.С. Турабжанова*

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

E-mail: natalia.shcherbakova@tinro.vniro.ru; irina.turabzhanova@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Проанализирован пелагический период развития, плотность личинок приморского гребешка и интенсивность оседания спата на искусственные субстраты в проливе Старка в 2018–2023 годах. Продолжительность планктонного периода приморского гребешка в проливе в разные годы составляла от трех до шести недель и определялась интенсивностью прогрева воды. Период массового развития личинок гребешка наблюдали в первой — третьей декаде июня. Оседание происходило с конца мая в течение двух-трех недель. Воспроизводство приморского гребешка в проливе Старка нестабильно. Высокая численность личинок в планктоне не всегда гарантировала массовое оседание спата. Интенсивность оседания приморского гребешка на коллекторы изменялась в разные годы, в зависимости от гидрологических условий, от нескольких десятков до нескольких сотен экземпляров/коллектор, в 2018 и 2022 годах она была оптимальной.

**Ключевые слова:** приморский гребешок, плотность, личинки, оседание, коллекторы.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Двустворчатые моллюски в своем развитии имеют пелагические личинки. От успешности прохождения планктонных стадий в определенной степени зависит интенсивность пополнения молодью донных скоплений. Следовательно, плотность личинок в планктоне, особенно на стадии оседания, может служить одним из критериев оценки воспроизводства вида. Другим важным критерием оценки состояния воспроизводства двустворчатых моллюсков, в т. ч. приморского гребешка, является интенсивность оседания их личинок на искусственные субстраты.

При использовании экстенсивных технологий и оценки их эффективности в морских хозяйствах, занимающихся культивированием приморского гребешка, нужны данные о сроках нахождения личинок в планктоне, периоде их оседания. По количеству осевшего спата на коллекторы выделяют наиболее продуктивные горизонты в толще воды.

Работы по мониторингу состояния естественного воспроизводства приморского гребешка в проливе Старка (где существует локальное поселение этого вида) проводятся нами с 2018 года.

Целью работ являлось определение состояния воспроизводства приморского гребешка в проливе Старка по плотности его личинок в планктоне и интенсивности их оседания на искусственные субстраты.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Планктонные пробы в проливе Старка отбирали в 2018–2023 годах в весенне-летний период на трех станциях (рис. 1) еженедельно,总共 от дна до поверхности модифицированной сетью Апштейна с диаметром входного отверстия 25 см и газом из капронового сита с ячейей 100 мкм. В момент проведения планктонной съемки на каждой станции измеряли температуру воды на разных горизонтах с помощью зонда ASTD102-ALC-R02. Фиксировали и обрабатывали пробы по стандартной методике. Размер личинок (длину раковин) определяли с точностью до 25 мкм.

Сбор спата приморского гребешка проводили на стандартные для этого вида коллекторы — сетные мешки (30×40 см) с наполнителем из полипропиленовой дели с размером ячейи 1 см, собранные в гирлянды по 8 штук. Гребешковые коллекторы в проливе Старка устанавливали во всей водной толще над глубинами около 10 м, начиная от 0,5 м с интервалом в 1 м. Коллекторы выставляли в июне и снимали в октябре. Плотность молоди гребешка определяли в экз./коллектор. Для выявления закономерностей распределения спата на разной глубине использовали коэффициент корреляции Пирсона на 5% уровне значимости ( $p < 0,05$ ). Для оценки размерного состава спата измеряли высоту его раковин с точностью до 1 мм.



Рис. 1. Карта-схема планктонных станций в проливе Старка

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Нерест бореальных видов беспозвоночных, таких как приморский гребешок, возможен, когда температура воды достигает значений 8–10 °С [4]. Температура в придонном слое в разные годы в проливе Старка в период

появления личинок гребешка варьировала в пределах 7,4–10,1 °С (табл. 1). Планктонный период проходил при температуре воды у поверхности от 10,3 до 18,0 °С. Массовое развитие наблюдали при температуре 13,2–14,6 °С. С повышением температуры до 15,2–16,0 °С, плотность личинок сокращалась до единичных значений, большинство из них находилось уже в стадии оседания.

**Таблица 1.** Сроки развития, численность личинок приморского гребешка и температура воды в проливе Старка в 2018–2023 годах

Год исследований	Период встречи, декада / месяц	Начало оседания, декада/месяц	Максимальная плотность личинок на ранних стадиях / на стадии оседания, экз./м <sup>3</sup>	Диапазон температур в период развития личинок у дна / у поверхности, °С
2018	I/06- I/07	II/06	40 / 11	7,6–13,9 / 12,0–16,4
2019	III/05- I/07	II / 06	14 / 7	9,0–15,2 / 10,3–17,8
2020	III/05- I/07	III/05	23 / 15	7,4–12,6 / 12,0–18,0
2021	III/05- III/06	III/05	53 / 46	7,6–13,6 / 12,0–16,3
2022	I–III / 06	I / 06	37 / 7	10,1–13,6 / 11,4–17,5
2023	III/05- II/06	III / 05	93 / 41	9,8–16,7 / 13,2–18,0

Появление личинок приморского гребешка в проливе Старка обычно наблюдали в третьей декаде мая — в первой декаде июня. Продолжительность планктонного периода гребешка в проливе Старка в разные годы составляла от трех до шести недель. Появление особей на стадии оседания (размер более 260 мкм) происходило с конца мая по II декаду июня, оседание длилось в течение двух-трех недель. Период массового развития личинок приморского гребешка 40 и более экз./м<sup>3</sup> в проливе в разные годы отмечали в первой — третьей декаде июня.

Продолжительность пелагической стадии двустворчатых моллюсков определяется интенсивностью прогрева воды [1]. В заливе Петра Великого приморский гребешок нерестится со второй декады мая до конца второй декады июня при температуре воды 7–14 °С, а личинки встречаются при температуре воды 8–18 °С с максимальной плотностью со второй декады июня до середины июля. Например, на акватории бухты Ильмовой в 2001 году температура воды в период нахождения личинок приморского гребешка изменялась у поверхности от 17,0 до 20,3 °С и у дна от 13,5 до 19,6 °С [3].

Сроки появления личинок приморского гребешка в проливе Старка были также обусловлены временем наступления нерестовых температур, а продолжительность планктонного периода не выходила за рамки интервала, установленного ранее по результатам исследований в других районах залива Петра Великого.

Согласно инструкции по культивированию интенсивность оседания личинок двустворчатых моллюсков на коллекторы определяется их плотностью в планктоне, плотность личинок приморского гребешка должна быть не менее 40–90 экз./м<sup>3</sup>. Оптимальная численность, позволяющая обеспечить благоприятные для роста спата условия, при сохранении экономической эффективности составляет 250 экз. на коллектор [2].

Результаты обследования коллекторов показали, что количество спата приморского гребешка в проливе Старка в 2018 и 2022 гг. было оптимальным, а 2019 и 2021 гг. — минимальным (табл. 2). В 2020 году спат собрать не удалось, так как коллекторы были уничтожены тайфуном «Майсак». В 2023 году средняя плотность молоди гребешка оказалась в четыре раза ниже, чем в предыдущем году.

**Таблица 2.** Средние показатели плотности оседания и размеров молоди приморского гребешка в коллекторах в проливе Старка осенью 2018–2023 гг.

Год исследования	2018	2019	2021	2022	2023
Плотность оседания, экз./коллектор	313,6±59,91	3,38±0,59	82,33±9,21	382,13±54,36	91±20,73
Высота раковины, мм	11,2±0,3	20,1±0,3	23,6±0,3	6,5±0,2	11,8±0,3

На численность личинок и обилие молоди в коллекторах влияла гидрологическая ситуация в проливе Старка в разные годы. Летом 2018 и 2022 гг. благоприятные температурные условия в проливе оказали положительное влияние на воспроизводство гребешка и привели к хорошей выживаемости до стадии оседания (см. табл. 1).

В 2019 году в июне произошел более интенсивный прогрев воды. Так, в 2018 году температура превысила отметку в 16 °С в I декаде июля, а в 2019 году — уже во II декаде июня, и придонные температуры достигли 15,2 °С. В августе (по данным метеостанции) выпало 342% осадков от месячной нормы. Такие неблагоприятные условия сказались на выживаемости личинок и молоди в проливе Старка. В этот год плотности личинок и спата гребешка оказались минимальными за шесть лет исследований.

В 2021 году, несмотря на благоприятные условия для нереста и развития личинок гребешка, плотность их оседания на коллекторы была довольно низкой. Возможно причина в низкой выживаемости спата на ранних стадиях развития. В период роста спата регистрировали очень высокие температуры воды. В течение всего августа температура воды в верхнем двадцатиметровом слое была выше 20 °С, что неблагоприятно отражается на росте и выживаемости гребешка. На глубине 9 м температура достигала 24,5 °С, а в поверхностном слое — 26,9 °С.

В 2023 году июнь был теплым, и плотность личинок в проливе Старка была максимальной за шесть лет исследований. Однако плотность спата на коллекторах была в несколько раз ниже, по сравнению с предыдущим годом.

Возможно, на выживаемость спата повлиял избыток осадков (в августе их выпало 2–3 месячные нормы). К тому же содержание кислорода в воде по показаниям зонда 17 августа на глубине 10 м не превышало 35,6%.

Таким образом, плотность спата приморского гребешка в проливе Старка оказалась оптимальной в 2018 и 2022 гг., в остальные годы оседание было незначительным.

Изучение вертикального распределения спата приморского гребешка на коллекторах в проливе Старка показало тенденцию увеличения его численности с глубиной, что подтверждалось данными корреляционного анализа с вероятностью 95% ( $r = 0,38-0,91$ ). Наибольшие показатели плотности оседания гребешка отмечены на глубинах от 4 до 8 м.

Молодь приморского гребешка в коллекторах в 2018–2023 годы исследований в основном имела размеры в диапазоне 10–20 мм, исключением стал 2022 год, когда при высокой плотности оседания средняя высота створок гребешка имела довольно низкое значение — 6,2 мм.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, сроки появления личинок и продолжительность пелагического периода приморского гребешка в проливе Старка были обусловлены временем наступления нерестовых температур и не выходили за рамки временного интервала, установленного ранее по результатам исследований в других районах залива Петра Великого. Продолжительность планктонного периода приморского гребешка в проливе в разные годы составляла от трех до шести недель. Период нахождения личинок в планктоне определялся интенсивностью прогрева воды. Массовое развитие личинок гребешка в проливе наблюдали в первой — третьей декаде июня. Оседание происходило с конца мая в течение двух-трех недель. Воспроизводство приморского гребешка в проливе Старка нестабильно. Высокая численность личинок в планктоне не всегда гарантирует массовое оседание спата. Плотность оседания гребешка на коллекторы изменяется в разные годы, в зависимости от гидрологических условий, от нескольких десятков до нескольких сотен экз./коллектор, в 2018 и 2022 гг. она была оптимальной.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Брыков В.А., Семенихина О.Я., Колотухина Н.К. Динамика численности личинок мидии *Mytilus trossulus* в планктоне и их оседание на коллекторы в заливе Восток Японского моря // Биол. моря.— 2000. — Т. 26. № 4. — С. 248–253.
2. Инструкция по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка / Сост. А.В. Кучерявенко, А.П. Жук. — Владивосток: ТИПРО-Центр, 2011.— 49 с.
3. Полякова С.А. Динамика численности личинок приморского гребешка, тихоокеанской устрицы и тихоокеанской мидии в Амурском и Уссурийском заливах // Изв. ТИПРО.— 2002. — Т. 131. — С. 409–422.
4. Справочник по культивированию беспозвоночных в южном Приморье / Сост. А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, М.Г. Бирюлина. — Владивосток: ТИПРО-Центр, 2002.— 83 с.



# **ТЕХНОЛОГИИ**



## **Определение энергоемкости лова орудием добычи (вылова) водных биологических ресурсов**

*В.А. Акишин, С.Э. Астафьев, И.Г. Истомин, В.А. Татарников*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: akishin@vniro

**Аннотация.** Одним из ключевых индикаторов развития рыбохозяйственного комплекса России является повышение объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов. В соответствии с поставленными государственной программой задачами встал вопрос об анализе существующих способов и орудий добычи (вылова) водных биологических ресурсов с целью повышения промыслово-технических и экономических показателей промышленного рыболовства водных биологических ресурсов России.

К показателям, характеризующим производительность работы добывающего судна, относятся промысловая мощность и промысловое усилие. Однако, при определении эффективности использования того или иного вида орудий добычи (вылова) водных биологических ресурсов следует также принимать во внимание потребление топлива за один цикл лова.

**Ключевые слова:** промысловая мощность, промысловое усилие; приведенное промысловое усилие, мощность двигателя, удельный расход топлива.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Государственной программой «Развитие рыбохозяйственного комплекса» утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 314 (далее — Госпрограмма), предполагается переход от экспортно-сырьевого к инновационному типу развития рыбохозяйственного комплекса на основе сохранения, воспроизводства, рационального использования водных биологических ресурсов, внедрения новых технологий, развития импортозамещающих подотраслей, повышения удельного веса отечественной рыбной продукции в параметрах, заданных «Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации» утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20, и повышения конкурентоспособности российской рыбной продукции на внутреннем и внешнем рынках. Одним из ключевых индикаторов развития рыбохозяйственного комплекса России является повышение объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов. В соответствии с поставленными Госпрограммой задачами встал вопрос об анализе существующих способов и орудий добычи (вылова) водных биологических ресурсов с целью повышения промыслово-технических и экономических показателей промышленного рыболовства водных биологических ресурсов России.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

К показателям, характеризующим промыслово-технические и экономические результаты промысла водных биологических ресурсов, относятся производительность на судно-сутки промысла и стоимость судно-суток промысла, влияющие на себестоимость продукции [1, 4].

К показателям, характеризующим производительность работы добывающего судна, относятся промысловая мощность и промысловое усилие. Под промысловой мощностью понимается зона действия единичного орудия в процессе лова. Под промысловым усилием подразумевается промысловая мощность орудия лова умноженная на время его действия [3].

Промысловое усилие или объем воды, обловленный за одну промысловую операцию тралом ( $V_m$ ), определяется по формуле:

$$V_m = a b v_t t,$$

где  $a$  — вертикальное раскрытие трала, м;  $b$  — горизонтальное раскрытие трала, м;  $v_t$  — скорость траления, м/с;  $t$  — время траления, с.

Промысловое усилие или объем воды, обловленный за одну промысловую операцию кошельковым неводом со стяжным тросом ( $V_{кн}$ ), определяется по формуле:

$$V_{кн} = a l^2 / 4\pi,$$

где  $a$  — высота облова (высота невода), м;  $l$  — длина верхней подборы кошелькового невода, м.

Промысловое усилие или объем воды, обловленный за одну промысловую операцию снюрреводом ( $V_c$ ), определяется по формуле:

$$V_c = a (l + 2l_y) (3l + 2l_y) / 4\pi,$$

где  $l$  — длина верхней подборы снюрревода, м;  $l_y$  — длина уреза, м;  $a$  — вертикальное раскрытие снюрревода, м.

Для сравнительной оценки эффективности использования этих видов орудий добычи (вылова) воспользуемся показателем приведенной промысловой мощности ( $W_{np}$ ). Для каждого вида орудия добычи (вылова) — трала, кошелькового невода и снюрревода этот показатель принимается равным промысловому усилию за одни сутки, приведенному к обловленному слою воды (1 м по вертикали) и умноженному на коэффициент уловистости для данного вида орудия лова [3].

При определении эффективности использования того или иного вида орудий добычи (вылова) водных биологических ресурсов следует также принимать во внимание потребление топлива за один цикл лова. С этой точки зрения энергоемкость лова орудием добычи (вылова) ( $E$ ) следует определять как отношение удельного расхода топлива на выполнение одного промыслового

цикла орудия лова ( $Q$ ) к приведенной промысловой мощности орудия лова ( $W_{np}$ ) за один цикл, то есть:

$$E = Qn/W_{np},$$

где  $Q$  — удельный расход топлива на выполнение одного промыслового цикла лова;  $W_{np}$  — приведенная промысловая мощность;  $n$  — количество промысловых циклов лова за сутки.

Каждый цикл лова состоит из определенного количества промысловых операций, требующих определенных режимов работы главного и вспомогательного двигателей.

Анализируя литературные данные по работе судовых главных и вспомогательных двигателей [Силуков, 1980], было получено, что зависимость удельного расхода топлива от мощности двигателя ( $q_i$ ) имеет квадратичную зависимость вида:

$$Q_i = aN_1^2 - bN_1 + c,$$

где  $N_1$  — мощность двигателя при выполнении определенной операции;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  — коэффициенты.

Коэффициенты  $a$ ,  $b$  и  $c$  зависят от мощности двигателей и имеют в первом приближении следующие значения:

$$\begin{aligned} a &= 0,000006 \cdot N - 0,0003; \\ b &= 0,0001 \cdot N - 0,0425; \\ c &= 0,0069 \cdot N - 1,8711, \end{aligned}$$

где  $N$  — полная паспортная мощность двигателя, кВт.

На основании выше показанных зависимостей можно рассчитать удельный расход топлива при выполнении каждой операции и, в конечном счете, расход топлива за цикл.

Добыча (вылов) водных биологических ресурсов тралами состоит из следующих операций: подготовка трала к постановке, поиск объекта лова, постановка трала, траление, подъем трала и выливка улова. Расход топлива за цикл можно определить из следующей зависимости:

$$Q = q_1 \cdot t_1 + q_2 \cdot t_2 + q_3 \cdot t_3 + q_4 \cdot t_4 + q_5 \cdot t_5 + q_6 \cdot t_6,$$

где  $Q$  — удельный расход топлива в зависимости от мощности двигателя за один цикл лова, кг/кВт·ч;  $q_1$  — удельный расход топлива при подготовке трала к постановке, кг/кВт·ч;  $t_1$  — время подготовки трала к постановке, ч;  $q_2$  — удельный расход топлива при поиске объекта лова, кг/кВт·ч;  $t_2$  — время поиска объекта лова, ч;  $q_3$  — удельный расход топлива при постановке трала, кг/кВт·ч;  $t_3$  — время постановки трала, ч;  $q_4$  — удельный расход топлива при тралении, кг/кВт·ч;  $t_4$  — время траления, ч;  $q_5$  — удельный расход топлива при выборке трала, кг/кВт·ч;  $t_5$  — время выборки трала, ч;  $q_6$  — удельный расход топлива при выливку улова, кг/кВт·ч;  $t_6$  — время выливки улова, ч.

Добыча (вылов) водных биологических ресурсов кошельковыми неводами состоит из следующих операций: подготовка кошелькового невода к постановке, поиск косяка, подготовка к замету, замет невода, кошелькование, выборка невода и выливка улова. Расход топлива за цикл можно определить из следующей зависимости:

$$Q = q_1 \cdot t_1 + q_2 \cdot t_2 + q_3 \cdot t_3 + q_4 \cdot t_4 + q_5 \cdot t_5 + q_6 \cdot t_6 + q_7 \cdot t_7,$$

где  $q_1$  — удельный расход топлива при подготовке кошелькового невода к постановке, кг/кВт·ч;  $t_1$  — время подготовки кошелькового невода к постановке, ч;  $q_2$  — удельный расход топлива при поиске косяка, кг/кВт·ч;  $t_2$  — время поиска косяка, ч;  $q_3$  — удельный расход топлива при подготовке к замету, кг/кВт·ч;  $t_3$  — время подготовка к замету, ч;  $q_4$  — удельный расход топлива при замете невода, кг/кВт·ч;  $t_4$  — время замета невода, ч;  $q_5$  — удельный расход топлива при кошельковании, кг/кВт·ч;  $t_5$  — время кошелькования, ч;  $q_6$  — удельный расход топлива при выборке невода, кг/кВт·ч;  $t_6$  — время выборки невода, ч;  $q_7$  — удельный расход топлива при выливке улова, кг/кВт·ч;  $t_7$  — время выливки улова, ч.

Добыча (вылов) водных биологических ресурсов снюрреводами состоит из следующих операций: наборка невода, поиск рыбы, замет невода, выборка урезов, выборка невода и выливка улова. Расход топлива за цикл можно определить из следующей зависимости:

$$Q = q_1 \cdot t_1 + q_2 \cdot t_2 + q_3 \cdot t_3 + q_4 \cdot t_4 + q_5 \cdot t_5 + q_6 \cdot t_6,$$

где  $q_1$  — удельный расход топлива при наборке невода, кг/кВт·ч;  $t_1$  — время наборки невода, ч;  $q_2$  — удельный расход топлива при поиске рыбы, кг/кВт·ч;  $t_2$  — время поиска рыбы, ч;  $q_3$  — удельный расход топлива при замете невода, кг/кВт·ч;  $t_3$  — время замета невода, ч;  $q_4$  — удельный расход топлива при выборке урезов, кг/кВт·ч;  $t_4$  — время выборки урезов, ч;  $q_5$  — удельный расход топлива при выборке невода, кг/кВт·ч;  $t_5$  — время выборка невода, ч;  $q_6$  — удельный расход топлива при выливке улова, кг/кВт·ч;  $t_6$  — время выливки улова, ч.

Анализ показателей промысловой мощности, промыслового усилия; приведенного промыслового усилия, эффективности орудия лова возможно проводить на основании данных промысловой статистики (судовые суточные донесения); данных о параметрах орудий лова, применяющихся на промысле; данных о мощности и режимах работы промысловых судов.

## ВЫВОДЫ

Для определения эффективности добычи (вылова) водных биологических ресурсов наряду с определением промысловых мощности и промыслового усилия каждого вида орудий добычи (вылова) следует учитывать расход топлива при выполнении каждой операции промыслового цикла.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лисиенко С.В., Иванко Н.С. Решение задачи оптимизации рыбодобывающей деятельности. — Владивосток. Вестник МГТУ. 2023. Т. 26, № 3. С. 335–343.
2. Силуков Г.Д. Эмпирические зависимости для определения расхода топлива судовых дизелей. — Калининград, Труды Калининградского рыбвтуза, вып. 87 «Проектирование и эксплуатация энергетических установок промысловых судов». 1980. С. 26–32.
3. Трещев А.И. Интенсивность рыболовства. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.— 236 с.
4. Экономическая эффективность использования российского рыбопромыслового флота в Баренцевом море / М.М. Каленченко, А.Н. Козловский, В.В. Шевченко // Мурманск, WWF России. 2007. 53 с.

## **Использование экстрактов морских водорослей в качестве биостимуляторов в сельском хозяйстве**

*Н.М. Аминина*

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)  
E-mail: natalia.aminina@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Использование биопродуктов на основе морских водорослей набирает обороты в системах растениеводства благодаря их уникальным биоактивным компонентам и фитостимулирующим свойствам. При опрыскивании растений экстракт анфельции тобучинской оказал положительное влияние на силу роста и урожайность томата и салата. В листьях салата экстракт анфельции стимулировал накопление магния, иода, азотистых веществ и углеводов.

**Ключевые слова:** экстракты морских водорослей, биостимуляторы, рост, урожайность, химический состав.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Экстракты морских водорослей в последние годы широко используются в сельском хозяйстве для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. Такое улучшение достигается за счет стимуляции различных физиологических процессов, участвующих в росте и развитии растений. Термин «биостимуляторы» относится к веществам биологического происхождения или микроорганизмам, которые при нанесении на растения путем пропитки корней, опрыскивания листвы либо их комбинацией стимулируют естественные процессы в растении независимо от количества в них питательных веществ [11]. Экстракты на основе морских водорослей содержат различные биостимулирующие соединения, такие как углеводы, аминокислоты, небольшие количества фитогормонов, осмопротекторы и белки [8]. В дополнение к усилению ростовых процессов, биостимуляторы на основе морских водорослей также помогают уменьшить период покоя семян и улучшить корневую систему, цветение [3], качество плодов и вкус [7]. Эти всесторонние эффекты приводят к повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Целью настоящей работы является исследование биостимулирующих свойств экстракта морской водоросли анфельции тобучинской на культуры томата и салата.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

В качестве материалов для исследований использовали экстракты, полученные из красной водоросли анфельции тобучинской (*Ahnfeltia tobuchiensis*) сушеной измельченной до размера частиц от 1 до 5 см. Экстракцию прово-

дили водой в термостате при температуре 20°C и отделяли экстракт от водорослевого остатка центрифугированием.

Для биологических испытаний были использованы два вида сельскохозяйственных растений — томат гибрида «Torrero F1» и салат сорт «Московский» парниковый. Экспериментальные исследования внекорневой обработки (опрыскивание) салата были проведены в условиях полевого опыта на коллекционном участке ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, томата — в период плодоношения на территории тепличного комплекса в с. Михайловка (Михайловский район).

После биометрического анализа листья салата высушивали при температуре 50°C в термостате и измельчали. Из подготовленных образцов отбирали среднюю пробу и проводили исследования химического состава.

Содержание воды, золы (минеральных веществ), йода в исследуемых образцах определяли стандартными методами [ГОСТ 26185–84]. Массовую долю общего азота ( $N_{\text{общ}}$ ) — методом Кьельдаля с применением автоанализатора шведской фирмы FOSS Analytical AB, модель FOSS 2300. Массовую долю азотистых веществ рассчитывали с применением коэффициента 6,25. Содержание растворимых и легкогидролизуемых углеводов — стандартным методом с антроновым реактивом [ГОСТ 26176–91]. Качественный и количественный состав минеральных элементов в пробах определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Nippon Jarell Ash» AA-855 и «Shimadzu AA-6800».

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На протяжении десятилетий экстракты морских водорослей активно исследовались на предмет возможного использования в растениеводстве для повышения выхода биомассы и качества продукции. Было показано, что продукты из морских водорослей способствуют увеличению скорости прорастания и значительно повышают жизнеспособность рассады за счет увеличения размера и плотности корней [9]. Считается, что улучшение корневой системы может быть результатом небольших уровней фитогормонов, присутствующих в экстрактах, таких как ауксины, а также различных стимулирующих процессов, происходящих в растительной системе при обработке этими экстрактами. Например, известно о влиянии экстракта красной водоросли *Carraphycus alvarezii* на увеличение урожая семян кукурузы [4]. Применение экстрактов морских водорослей вызвало в томатах значительное увеличение количества цветков, количества соцветий, соотношения цветков и плодов, а также увеличение количества и размера плодов [4].

Такие же результаты были получены нами по влиянию экстракта из красной водоросли анфельции тобучинской на томаты в фазе плодоношения. Полученные биометрические данные свидетельствуют об изменении скорости роста и урожая после однократного опрыскивания растений экстрактом анфельции. По сравнению с контролем растения томата повысили силу роста на 48%, в 1,3 раза увеличилось количество цветков и плодов на растении.

Результаты биологических испытаний свидетельствуют также о влиянии экстракта из анфельции на полевую всхожесть салата, высота растения увеличилась на 47,7% по сравнению с контролем. При этом прибавка урожайности по отношению к контролю составила 19,9%.

Предполагается, что экстракты морских водорослей повышают эффективность использования растениями питательных веществ, что в конечном итоге приводит к повышению общей жизнеспособности и росту растений. Чаще всего указывается, что после обработки экстрактами листья растений способны значительно поглощать больше минеральных элементов, чем контрольные образцы [5]. В листьях салата «Московский» после опрыскивания экстрактом из анфельции наблюдалось значительное повышение уровня магния и йода (табл. 1).

**Таблица 1.** Минеральный состав листьев салата Московский парниковый

Вариант опыта	Содержание, мг/100 г сухой массы						
	K	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu	I
Контроль	331,6	33,5	0,500	10,85	0,856	0,068	160
Экстракт из анфельции	329,6	50,2	0,331	3,5	0,593	0,061	270

Сообщается, что экстракты не только повышают урожайность сельскохозяйственных культур, но и улучшают их. Обработка огурца экстрактом *Macrocystis pyrifera* привела к значительному увеличению общего содержания фенолов, антиоксидантной способности и витамина С в плодах [10]. Применение экстракта *Ascophyllum nodosum* вызвала увеличение содержания антоцианов и фенолов в винограде [6]. Растения клубники, обработанные экстрактом морских водорослей *A. nodosum*, улучшили съедобные качества плодов за счет увеличения общего количества растворимых сухих веществ, сахарозы и фруктозы [7]. Нами также было установлено изменение химического состава листьев салата при опрыскивании экстрактом анфельции, содержание легкогидролизуемых углеводов в них увеличилось на 10%, а азотистых соединений — на 26% по сравнению с контролем.

## ВЫВОДЫ

Экстракты морских водорослей относятся к биостимуляторам природного происхождения, оказывающих положительное влияние на рост и продуктивность растений, улучшение питательного качества культур. Использование экстракта из анфельции оказывает ростостимулирующий эффект на растения салата и помидора, приводит к повышению их урожайности. В листьях салата после опрыскивания экстрактом увеличивается содержание азотистых веществ и легкогидролизуемых углеводов, наблюдается значимое накопление магния и йода.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 26185–84 Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. — М.: Стандартиформ, 1985.— 34 с.
2. ГОСТ 26176–91 Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. — М.: Стандартиформ, 1993.— 16 с.
3. Ali O.; Ramsubhag A.; Jayaraman J. Biostimulatory Activities of *Ascophyllum nodosum* Extract in Tomato and Sweet Pepper Crops in a Tropical Environment // PLoS ONE.— 2019. –Vol. 14(5). — e0216710.
4. Blunden G.; Jenkins T.; Liu Y.W. Enhanced Leaf Chlorophyll Levels in Plants Treated with Seaweed Extract // J. Appl. Phycol.— 1996. — Vol.3. — P. 13–19.
5. Ertani A.; Francioso O.; Tinti A.; Schiavon M.; Pizzeghello D.; Nardi S. Evaluation of Seaweed Extracts from *Laminaria* and *Ascophyllum nodosum* Spp. As Biostimulants in *Zea mays* L. Using a Combination of Chemical, Biochemical and Morphological Approaches // Front. Plant Sci.— 2018. — Vol.6 — P. 428
6. Frioni T.; Sabbatini P.; Tombesi S.; Norrie J.; Poni S.; Gatti M.; Palliotti A. Effects of a Biostimulant Derived from the Brown Seaweed *Ascophyllum nodosum* on Ripening Dynamics and Fruit Quality of Grapevines // Sci. Hortic. (Amst.) — 2018. — Vol.232. — P. 97–106.
7. Kapur B.; Sarida M.A.; Çeliktopuz E.; Kafkas E.; Payda S. Health and Taste Related Compounds in Strawberries under Various Irrigation Regimes and Bio-Stimulant Application // Food Chem.— 2018. — Vol.263. — P. 67–73
8. Khan W.; Rayirath U.P.; Subramanian S.; Jithesh M.N.; Rayorath P.; Hodges D.M.; Critchley A. T.; Craigie J.S.; Norrie J.; Prithiviraj B. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development // J. Plant Growth Regul.— 2009. — Vol.45. — P. 112–134.
9. Rayorath P.; Khan W.; Palanisamy R.; Mackinnon S.L.; Stefanova R.; Hankins S.D.; Critchley A. T.; Prithiviraj B. Extracts of the Brown Seaweed *Ascophyllum nodosum* Induce Gibberellic Acid (GA3)-Independent Amylase Activity in Barley // J. Plant Growth Regul.— 2008. — Vol.32. — P. 123–128.
10. Valencia R.T.; Acosta L.S.; Hernández M.F.; Rangel P.P.; Gallegos Robles M.Á.; del Carmen Antonio Cruz R.; Vázquez C.V. Effect of Seaweed Aqueous Extracts and Compost on Vegetative Growth, Yield, and Nutraceutical Quality of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Fruit // Agronomy.— 2018. — Vol.8. — P. 264.
11. Yakhin O.I.; Lubyantsev A.A.; Yakhin I.A.; Brown P.H. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective // Front. Plant Sci.— 2017. — Vol.54. — P. 23–27.

## **Высшие водные растения Каспийского моря — перспективный источник бав адсорбционного действия**

*А.Р. Аппазова, Н.Н. Харченко, Ж.М. Шамсудинов, С.Д. Мирзоева*

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)

E-mail: appazovaar@kaspnirh.vniro.ru

**Аннотация.** В настоящее время объемы запасов zostеры на Каспии изучены недостаточно, остаются неизвестными места массового произрастания zostеры, а также места массового скопления штормовых выбросов zostеры, образующихся после сезонных штормовых ветров.

Приведенные в статье результаты отражают исследования по сбору и заготовке штормовых выбросов морской травы *Zostera noltei*, а также определению возможности выделения из них полисахарида пектиновой природы.

Исследовано побережье Каспийского моря протяженностью около 150 км от Аграханского залива до г. Избербаш. Обнаружены штормовые выбросы *Z.noltei*. Выявлено, что штормовые выбросы zostеры содержат в своем составе до 18,4% пектиновых веществ.

Работа выполнена в рамках государственного задания Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ ВНИРО («КаспНИРХ») по теме «Разработка современных технологических решений в комплексной переработке морских водорослей и трав, произрастающих в прибрежных зонах морей Российской Федерации, с получением антимикробных, антикоагулянтных, адсорбционных, пищевых, кормовых продуктов и удобрений широкого спектра действия».

**Ключевые слова:** Северный Каспий, высшие водные растения, zostера, полисахариды, биологически активные вещества.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Согласно современным таксонометрическим данным семейство Zosteraceae отдела Magnoliphyta насчитывает 15 видов морских трав, широко распространенных в умеренных и теплых водах обоих полушарий. Морские травы акваторий России представлены четырьмя видами макрофитов этого рода: *Zostera asiatica*, *Zostera japonica*, *Zostera marina* и *Zostera noltei*. Все эти виды имеют практическое значение для различных сфер производства. В Каспийском море распространен вид *Zostera noltei* (другие названия вида: *Zostera nana*, zostера малая, zostера карликовая, камка, взморник).

Точных оценок запасов *Z.noltei* в Каспийском море к настоящему времени нет. Практика сбора растущей zostеры Каспийского моря или ее штормовых выбросов на сегодняшний день отсутствует.

В последние годы, одним из приоритетных направлений развития рыбохозяйственной отрасли является использование новых сырьевых источников, к которым в числе прочих относятся водные растения. Морская трава *Z.noltei*

содержит в своем составе уникальный полисахарид пектиновой природы зостерин, а также другие ценные компоненты, которые представляют значительный интерес для перерабатывающей промышленности [4, 5, 6]. Таким образом, морскую траву зостеру Каспийского моря можно отнести к недоиспользуемым видам ценного отечественного сырья.

*Z.noltei*, как и другие виды трав, относящиеся к семейству Zosteraceae, является богатым источником зостерина, называемого так же «морской пектин». Полисахарид зостерин обладает ценными физико-химическими свойствами: способностью сильно набухать, а также образовывать вязкие коллоидные золи и прочные гели, что обуславливает его применение в различных областях промышленности — пищевой, фармацевтической, косметической.

Взаимодействуя с растворами щелочей, зостерин образует хорошо растворимые в воде соли — зостераты калия, натрия, аммония. Зостерин имеет формулу  $(C_6H_8O_6)_2$  и на 90–95% представляет смесь полигалактуроновых и полиглюкуроновых кислот. К полисахаридным звеньям галактуроновой кислоты присоединен редкий моносахарид апиоза, что обуславливает высокую устойчивость препарата к действию ферментов.

Впервые интерес к зостерину как к биологически активному веществу был вызван его антидотным действием при интоксикации свинцом. Позже были выявлены его выраженные антимикробное и иммунокорректирующее действия, адсорбционные свойства, отсутствие токсичности. Все это открывало перспективы применения зостерина для лечения заболеваний органов пищеварения, а также для стимулирования иммунных реакций организма человека.

Эффективность сорбентов на основе пектинов в настоящее время признана во многих клиниках, и накопленный опыт их применения в эфферентной терапии показывает, что возможности таких препаратов раскрыты далеко не полностью [1].

В отличие от линейных биополимеров, к которым относятся пектины наземных растений (яблок, свеклы, цитрусовых, и т. д.), имеющих слабую способность удерживать катионы тяжелых металлов и радионуклиды, макромолекула зостерина имеет разветвленную пространственную структуру, похожую на пучок спутанных ниток, который состоит из ячеек разного размера между главными линейными цепями и их боковыми ответвлениями. Такое строение зостерина является фундаментальной основой его высоких сорбционных свойств. Зостерин имеет малую степень метоксилирования по кислотным группам галактуроновой кислоты (около 5%) по сравнению с другими растительными пектинами (степень метоксилирования, например, яблочного пектина составляет 70–80%), что позволяет препаратам на его основе прочнее удерживать положительно заряженные инородные токсичные тела, присутствующие в кровяном русле.

Помимо вышеизложенного, физиологической особенностью препаратов на основе зостерина является быстрота положительного воздействия на ор-

ганизм. Это вызвано способностью проникновения в кровяное русло низкомолекулярных (в пределах до 1–30 кД) фракций зостерина.

В Санкт-Петербурге с 2010 г. налажено промышленное получение зостерина из *Zostera marina* [7]. В Приморском крае находится компания ООО «Пекта» также занимающаяся переработкой Зостеры с получением пектина зостарина с 2012 г. Препарат «Зостерин-Ультра» с успехом применяется для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта и печени, язвенной болезни, гепатитов А, В, С, аллергических реакций, гриппа (профилактика и лечение) и многих других.

Отмечен также положительный эффект применения препаратов на основе зостерина для лечения коров и северных оленей с гнойно-некротическим поражением копыт [2, 3].

Таким образом, наиболее перспективным направлением использования зостерина является его применение в качестве БАВ адсорбционного действия.

Исходя из вышеизложенного, целью исследований являлись сбор и заготовка штормовых выбросов *Z.noltei* в прибрежных зонах Каспийского моря, а также определение возможности получения из них полисахаридов пектиновой природы.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор и заготовку морской травы *Z.noltei* в прибрежной зоне Каспийского моря осуществляли в августе 2023 г. в г. Махачкала. Исследовано побережье Каспийского моря протяженностью около 150 км от Аграханского залива до г. Избербаш. Выезды осуществляли на наземном транспорте. Сбор штормовых выбросов производили ручным способом. Анализ обзорно-аналитических и ретроспективных данных проводили с использованием поисково-информационных и библиотечных баз.

Данные по температуре воды, солености, направлению и скорости ветра были получены общепринятыми методами.

Выход сушеной травы определяли по разности массы до сушки и после сушки, отнесенной к массе травы до сушки. Выход очищенной от примесей травы определяли по разности массы до и после отделения механических примесей, отнесенной к массе неочищенной от примесей травы.

Количественное определение пектиновых и пектовых кислот и их солей производили кальций-пектатным методом, основанным на осаждении пектовых кислот в виде кальциевых солей.

Объектом исследования являлись штормовые выбросы морской травы *Z.noltei*, произрастающей в Каспийском море.

Выезды в прибрежные районы Каспийского моря осуществлялись в августе 2023 г. в г. Махачкала, Каспийск, Избербаш (рис. 1). Маршрут исследования пролегал вдоль побережья по направлению с севера на юг, начиная от Аграханского залива до городского пляжа г. Избербаш посредством наземного транспорта.

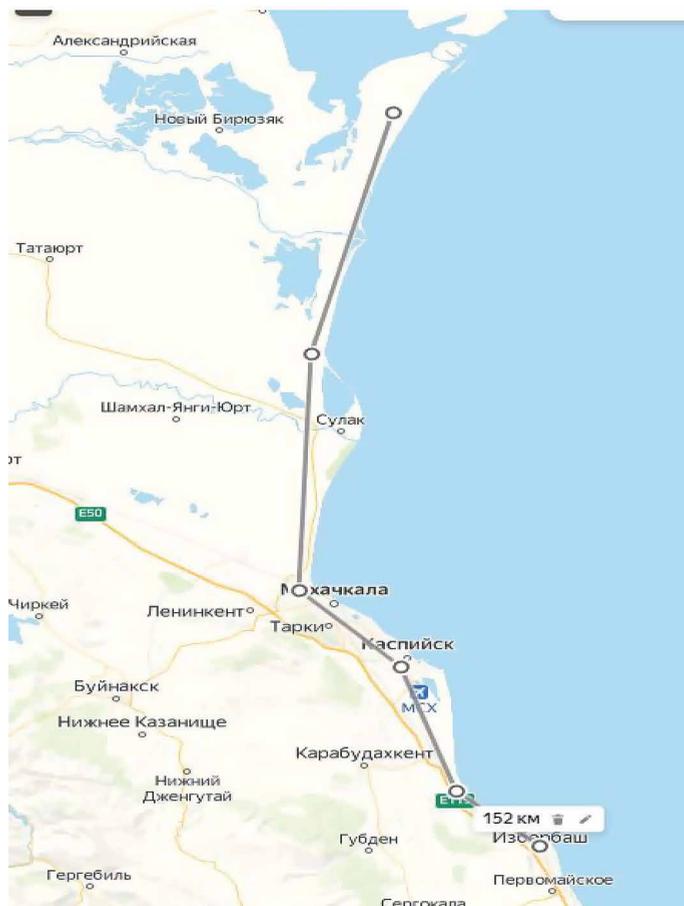


Рис. 1. Карта-схема исследуемых частей побережья Каспийского моря

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследования были начаты с прибрежной части бухты Сулак и продвигались к Южной части Аграханского залива, отделенной от Каспийского моря Аграханским полуостровом. Штормовые выбросы зостеры были обнаружены на побережье г. Махачкала (рис. 2).

На побережье близ оздоровительного комплекса «Белый медведь», к югу от городского пляжа г. Махачкала, обнаружена узкая полоса мелких частей листьев зостеры по всей кромке берега. По направлению с севера на юг, от Махачкалы в сторону с. Зеленоморское, количество штормовых выбросов становилось заметно меньше.

Температура воды прибрежной зоны г. Махачкала составляла 24 °С, температура воздуха — 27 °С, ветер ЮВ 8,5 м/с. Учитывая направление и скорость ветра в период проведения исследований, можно предположить, что штормовой выброс морской травы *Z.noltei* произведен со стороны акваторий, распо-



Рис. 2. Штормовые выбросы морской травы zostеры каспийской

ложенных восточнее о. Чечень и Аграханского полуострова в юго-восточном направлении в радиусе от пляжа г. Махачкала (наибольшее количество выбросов) до с. Зеленоморск (следовые количества штормовых выбросов). Соответственно, последующие мониторинговые работы необходимо осуществлять на указанных территориях восточнее Аграханского полуострова с учетом грунтов, характерных для морской травы *Zostera noltei* (песчано-ракушечные), оптимальной для развития трав солености воды (порядка 8–10‰) и глубины (хорошо прогретое мелководье от 0,5 м до 4,0 м). При этом необходимо использование водного транспорта.

На пляже г. Избербаш следов штормовых выбросов не обнаружено.

Штормовые выбросы zostеры были высушены в слое 3–5 см с применением естественной сушки при температуре от 17,8°C — в ночное время суток до 29,8 °C — в дневное. Продолжительность сушки составила 4 сут. Выход сушеной травы составил 12,5% от массы влажного сырья. Высушенная трава содержала большое количество посторонних примесей (зеленые нитчатые водоросли, мелкие камни, ракушка, бытовой мусор), которые отделялись ручным способом. Выход очищенной сушеной zostеры составил 34,5%. Исходя из вышеизложенного, рекомендуется сбор и заготовку штормовых выбросов производить с более чистых районов.

Заготовленные образцы штормовых выбросов морской травы *Zostera noltei* подвергались дальнейшим исследованиям по количественному определению содержания пектовых кислот и их солей. По результатам проведенных исследований *Zostera noltei* содержит в своем составе 18,4% пектиновых веществ в пересчете на сухое вещество. Для сравнения, содержание общего пектина в пересчете на абсолютно сухое вещество тыквы по разным источникам не превышает 16%. В настоящее время исследования химического состава zostеры каспийской продолжаются.

## ВЫВОДЫ

По результатам осуществления выездов в прибрежные зоны Каспийского моря: Аграханский залив, Кизлярский залив, бухта Сулак, городской пляж в г. Махачкала, г. Каспийск, г. Избербаш, обнаружены штормовые выбросы морской травы zostеры. Эпицентр выбросов травы находился на городском пляже г. Махачкала. Южная граница определена южнее станции Турали в районе с. Зеленоморск. Предположительно zostера была сорвана штормовыми ветрами с северных акваторий, прилегающих к Кизлярскому заливу, близ островов Чечень, Яичный и Базар. Таким образом, рекомендуется производить поисково-мониторинговые работы растущей zostеры в восточной части Аграханского полуострова на водном транспорте. Начинать поиски растущей zostеры необходимо в мае-июне, штормовые выбросы zostеры заготавливать с чистых районов вдали от городской черты.

Проведенные исследования по определению суммарного содержания пектиновых веществ в штормовых выбросах морской травы *Zostera noltei* свидетельствуют о наличии в составе пектинов в количестве 18,4%. Полученные данные указывают на перспективы использования морской травы zostеры для производства природного адсорбента — полисахарида zostерина.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Брискин Б.С., Демидов Д.А. 2005. Энтеросорбция и ранняя нутритивная поддержка пектиносодержащим препаратом в лечении хирургического эндотоксикоза. Эфферентная терапия. Т. 11, № 2. С. 3–9.
2. Кузьмин В.А., Виденин В.Н., Нуднов Д.А. и др. 2014. Опыт применения препаратов на основе полимера пектиновой природы для лечения коров с гнойно-некротическим поражением копыт. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. № 4. С. 70–73.
3. Лайшев К.А., Самандас А.М., Вылко Ю.П. и др. 2014. Опыт применения препаратов на основе полимера пектиновой природы для лечения северных оленей с копытной формой некробактериоза. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. № 4. С. 73–75.
4. Мукатова М.Д., Кабанин М.И., Салиева А.Р. 2013. Способ получения хлорофилла из высших водных растений. Патент РФ RU2496813C2.
5. Мукатова М.Д., Утеушев Р.Р., Привезенцев А.В., Киричко Н.А., Аппазова А.Р., Моисеенко М.С. 2018. Инновационные технологии комплексной переработки нерыбных биоресурсов Волжско-Каспийского бассейна. Монография. Астрахань: Изд-во АГТУ. 192 с.
6. Салиева А.Р. 2007. Напитки на основе zostерата натрия. Тезисы доклада Международного научно-практического семинара студентов и молодых ученых «Природные ресурсы каспийского моря и устойчивое развитие прибрежных территорий». Астрахань: АГТУ. С. 28–29.
7. Технологический регламент производства БАД «Зостерин-Ультра». 2005. СПб.

## **Разработка высокобелкового пищевого продукта из мышечной ткани осетровых рыб аквакультуры**

*А.В. Артемов, Е.Н. Харенко, С.В. Биндюков, Ю.А. Баскакова*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: artemovAV@vniro.ru

**Аннотация.** В результате проведенных исследований научно обоснована целесообразность использования при изготовлении сосисок для спортивного питания в качестве белковых компонентов мышечную ткань осетровых рыб, творог, молоко сухое и изолят сывороточного белка. Разработаны рациональные режимы куттерования ( $5,9 \pm 0,1$  мин. при скорости  $1500 \text{ мин}^{-1}$ ), осаждения ( $2 \pm 0,1$  ч при температуре  $4 \pm 2$  °С) и варки (температуре воздуха в камере  $85 \pm 1$  °С, продолжительностью  $50 \pm 0,1$  мин.).

**Ключевые слова:** осетровые рыбы аквакультуры, спортивное питание, высокобелковые продукт питания.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Спортсмены всегда стремятся к достижению максимальных результатов в своей соревновательной деятельности, и одним из ключевых факторов, влияющих на их успех, является правильное питание. Удовлетворение потребностей организма в белках является основополагающим вопросом в спортивном питании, поскольку они являются строительным материалом для мышц и играют важную роль в процессах восстановления и роста тканей. Однако выбор источника белка для создания пищевых продуктов для питания спортсменов является сложной задачей, поскольку требуется не только обеспечить достаточное количество белка, но и учесть его качество и усваиваемость организмом. В последние годы все большее внимание уделяется использованию рыбных продуктов в спортивном питании, поскольку они являются источником высококачественного белка, который в своем составе содержит незаменимые аминокислоты. С каждым годом все большее развитие получает товарное осетроводство. Мышечная ткань осетровых рыб содержит в своем составе легкоусвояемый белок и жирные кислоты семейства омега-3, которые оказывают положительное влияние на здоровье человека [1]. Благодаря своим уникальным свойствам, осетровые рыбы перспективно использовать в качестве сырья для получения пищевых продуктов для питания спортсменов.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Массовую долю общего азота определяли по методу Кьельдаля на автоматическом анализаторе «Kjeltec» Fooss-8400. Содержание белка в мышечной

ткани осетров вычисляли как произведение содержания общего азота в образце и коэффициента 6,25.

Расчет аминокислотного сора (АС,%) осуществляли по формуле:

$$AC = Ax/A \times 100, \%$$

где  $A_x$  — массовая доля незаменимой аминокислоты в исследуемом продукте, г/100 г белка;  $A$  — массовая доля незаменимой аминокислоты в «эталонном» белке, г/100 г белка.

$$KPAС = PAC/n, \%$$

где  $PAC$  — средняя величина избыточной аминокислоты, %;  $n$  — количество незаменимых аминокислот,

$$U = C_{\min}/C_j,$$

где  $C_j$  — скор.  $j$ -й незаменимой аминокислоты по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), %

$$C_j = A_j - A_{эj} \times 100,$$

где  $A_j$  — содержание  $j$ -й незаменимой аминокислоты в продукте, г/100 г белка

$$G = I/G_{\min}, \%$$

где  $I$  — показатель избыточного содержания незаменимых аминокислот;  $G_{\min}$  — минимальный из скоров незаменимых аминокислот белка по отношению к эталону, %.

Установление взаимосвязи количества и типа белкового компонента на органолептические характеристики продукта проводили на модельных фаршевых системах состоящих из мышечной ткани осетровых рыб (59,5–69,5%), масла растительного (5%), белкового компонента (5, 10 и 15%), воды (20%) и соли (0,5%). Полученную модельную фаршевую систему помещали в оболочку и осуществляли варку до достижения температуры в центре батона  $71 \pm 1$  °С.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В соответствии с требованиями, спортсмену с массой в среднем около 70 кг требуется в сутки порядка 100–200 г белка [2]. По данным химического состава исследованных образцов мышечной ткани осетровых рыб установлено, что содержание белка варьируется от 15,73 до 19,38%. В результате расчета аминокислотного сора было показано, что белки большинства образцов мышечной ткани содержат в своем составе все незаменимые кислоты, при этом только для бестера породы «Бурцевская» и осетра «Сибирский» выявлена лимитирующая аминокислота — валин.

К категории высокобелковых продуктов для питания спортсменов относят изделия, в которых не менее 20% от энергетической ценности продукта должно обеспечиваться белком, что отражено в ГОСТ 34006–2016.

Повышение содержания белка в продукте возможно достичь путем дополнительного внесения белковых компонентов в состав рецептур. В пищевой промышленности для данных целей используют такие белковые компоненты как казеинат, обезжиренная соевая мука, концентрат и изолят соевый, альбумин пищевой, изолят сывороточного белка. Эти ингредиенты содержат от 51,50 до 88,3% белка. Для придания продукту молочного вкуса используют также такие белковые компоненты как молоко цельное сухое и творог. Из-за высокого содержания белка вышеперечисленные белковые компоненты обладают эмульгирующими, гелеобразующими, водо- и жиросвязывающими свойствами [3].

В качестве критерия оценки сбалансированности и ценности белка используют такие показатели как коэффициенты сопоставимой избыточности (G), различий аминокислотного сора (КРАС), утилитарности (U) и биологической ценности.

В результате расчета коэффициента утилитарности (U), который варьировался от 0,78 до 0,82, установлено, что наиболее близкими к физиологически необходимому эталону белками являются белки таких белковых компонентов как творог, молоко цельное сухое, обезжиренная соевая мука, изолят сывороточного белка (рис. 1).

Наименьший избыток незаменимых аминокислот, которые не используются на анаболические цели, соответствует белкам молока цельного сухого, изолята сывороточного белка, обезжиренной соевой муки (рис. 1). Наибольший избыток незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды, присущ белкам изолята соевого, альбумина и казеината для которых КРАС составил 54, 47, 43%, соответственно.

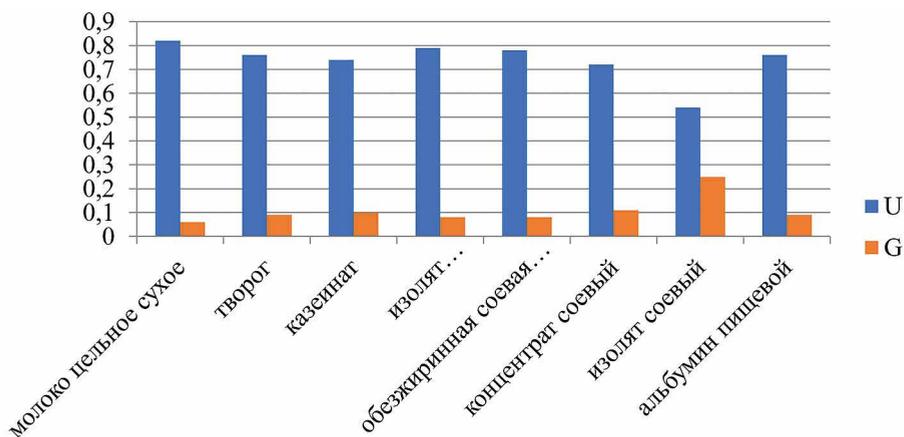


Рис. 1. Характеристика белковых компонентов

Следовательно, по качественным характеристикам белка для производства высокобелковых пищевых продуктов для питания спортсменов перспективно применять при разработке рецептур: творог, молоко цельное сухое, концентрат соевый и изолят сывороточного белка.

Введение в состав пищевых продуктов белковых компонентов может оказать влияние на их органолептические характеристики. В результате проведенных исследований на модельных системах установлено, что введение в продукт альбумина вызывает появление специфического привкуса и резиноподобной консистенции, а казеинатов способствует образованию рыхлой консистенции и постороннего привкуса. Использование соевых белковых компонентов влечет за собой снижение интенсивности вкуса, цвета и запаха, по сравнению с модельными системами содержащими другие белковые компоненты.

Наилучшим образом себя показали в использовании творог, молоко цельное сухое и изолят сывороточного белка, что обуславливает перспективность их применения при разработке высокобелковых пищевых продуктов для питания спортсменов по сравнению с другими белковыми компонентами.

В рационе питания спортсменов мало представлены такие изделия как сосиски. При разработке рецептур сосисок с высоким содержанием белка количество вводимого изолята сывороточного белка в рыбный фарш составило 2,5, 5,0 и 10,0%. Введение такого количества изолята не оказало влияния на вкус и цвет конечного изделия, при этом консистенция изделий становилась более сухой и рассыпчатой при увеличении массовой доли белкового компонента в продукте. Для придания продукту с высоким содержанием белка более эластичной консистенции рациональным стало увеличение массовой доли шпика в рецептуре. В результате исследований было разработано четыре рецептуры сосисок, содержание белка в которых варьировалось от 31 до 40% от энергетической ценности продукта при этом энергетическая ценность изделия составила 827–855 кДж.

При разработке рациональных параметров стадии куттерования установлено, что продолжительность данного процесса должна составлять  $5,9 \pm 0,1$  мин. при скорости  $1500 \text{ мин}^{-1}$ .

Из-за наличия у фарша осетровых рыб коагуляционной структуры необходимым является проведение процесса осадки колбасных изделий, получаемых из данного вида сырья [1]. На основании изучения изменения структурно-механических характеристик фаршей от продолжительности осадки установлено, что продолжительность осадки при температуре  $4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  должна составлять  $2 \pm 0,1$  ч.

В результате изучения изменения температуры и скорости варки установлено, что сосиски, изготовленные на основе фарша осетровых рыб необходимо варить при температуре воздуха в камере  $85 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , скорости воздуха  $1,8 \pm 0,2 \text{ м/с}$ , влажности воздуха  $95 \pm 3\%$ , продолжительностью  $50 \pm 0,1$  мин. до достижения температуры в центре батона  $71 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## ВЫВОДЫ

На основании изучения качественных характеристик белковых компонентов и их технологических свойств обоснована целесообразность использования творога, молока цельного сухого и изолята сывороточного белка в качестве белкового компонента при разработке высокобелковых сосисок для питания спортсменов из осетровых рыб аквакультуры.

Разработаны рациональные режимы основных технологических стадий изготовления сосисок (куттерование  $5,9 \pm 0,1$  мин. при скорости  $1500 \text{ мин}^{-1}$ , осадка  $2 \pm 0,1$  ч при температуре  $4 \pm 2$  °С, варка при температуре воздуха в камере  $85 \pm 1$  °С, скорости воздуха  $1,8 \pm 0,2$  м/с, влажности воздуха  $95 \pm 3\%$ , продолжительностью  $50 \pm 0,1$  мин. до достижения температуры в центре батона  $71 \pm 1$  °С).

## ЛИТЕРАТУРА

- Артемов А.В., Харенко Е.Н., Баскакова Ю.А. Оценка потенциала мышечной ткани осетровых рыб как основы для создания специализированного питания спортсменов // Индустрия питания.— 2023. — Т. 8, № 4. — С. 36–48. — DOI 10.29141/2500-1922-2023-8-4-4.
- Биотехнология мяса и мясопродуктов: курс лекций: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И.А. Рогов, А.И. Жаринов, Л.А. Текутьева, Т.А. Шепель. — Москва: ДеЛи принт, 2009.— 296 с. — ISBN 978-5-94343-204-0. — Текст: непосредственный.
- Патент № 2646919 С1 Российская Федерация, МПК А23L 17/00. Способ производства вареного рыбного колбасного изделия / Е.Н. Харенко, А.В. Артемов; Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии». Заявка № 2017120946 от 15.06.2017; опубл. 12.03.2018. Бюл. № 8.
- Технология продуктов спортивного питания: учеб. пособие / Э.С. Токаев, Р.Ю. Мироедов, Е.А. Некрасов, А.А. Хасанов. — Москва: МГУПБ, 2010.— 108 с. — Текст: непосредственный.

## **Данные о возможности и условиях возникновения переохлаждения рыбы, его степени и продолжительности при применении субкриоскопических режимов хранения**

*Л. О. Архипов, А. И. Гриневич, Е. В. Лаврухина, Н. Ю. Зарубин*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

E-mail: arkipov@vniro.ru

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются факторы, определяющие появление переохлаждения в рыбных продуктах, в частности в филе трески на коже. Исследуется возможность предотвращения переохлаждения при использовании субкриоскопических температур и полимерных упаковочных материалов с применением вакуума. Учитывая ранее полученные результаты экспериментов по криоскопическим температурам различных видов рыб, авторы анализируют суть переохлаждения как метастабильного явления, часто возникающего при хранении пищевых продуктов при низких температурах. Статья также рассматривает условия возникновения переохлаждения, его физический смысл и факторы, приводящие к нарушению метастабильного состояния и образованию кристаллов льда в продуктах.

**Ключевые слова:** переохлаждение, криоскопическая температура, фазовый переход, хранение пищевой рыбной продукции.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Холодильные технологии играют ключевую роль в рыбной промышленности, особенно в производстве мороженой и охлажденной рыбы. Согласно данным ФАО, в разные годы более 80% общего объема пищевой рыбной продукции, произведенной в мире, приходится на охлажденную и мороженую рыбу. В России, где Дальневосточный и Северный рыбохозяйственные бассейны удалены от основных регионов потребления, занимающих более 70% производственных мощностей отрасли, основное внимание уделяется производству мороженой рыбы. Это объясняется необходимостью сохранения пищевой рыбной продукции на протяжении длительного времени и возможностью ее транспортировки на большие расстояния [4].

Охлажденная рыба, несмотря на свой ограниченный срок хранения, пользуется высоким спросом у потребителей и обладает рядом преимуществ перед мороженой. Однако процесс замораживания не всегда обеспечивает полную обратимость, поэтому значительное внимание уделяется усовершенствованию методов холодильной обработки. В середине XX века был разработан метод частичного замораживания рыбы, известный как подмораживание. Этот метод позволяет получить продукт, который мало отличается от ох-

лажденной рыбы, но имеет более продолжительный срок годности. Эффективность его применения была научно обоснована отечественными и зарубежными учеными, и данный метод подмораживания успешно испытан на более чем 30 рыбоперерабатывающих предприятиях Северного и Дальневосточного рыбохозяйственных бассейнов [3,5,6,8,10,13].

Хранение пищевой рыбной продукции в замороженном состоянии является наиболее распространенным методом консервирования в пищевой индустрии. Однако этот метод имеет значительный недостаток: образование кристаллов льда во время замораживания вызывает необратимые изменения в качестве продукции. Потенциально переохлаждение может сохранить качество продукта на более длительный срок по сравнению с простым охлаждением. В настоящее время переохлаждение успешно используется для консервирования овощей, фруктов и салатных культур, хотя реже применяется для мяса. Исследования в области переохлаждения пищевой рыбной продукции проводились значительно меньше, но в последние годы интерес к этому методу значительно возрос [11,12,14]. Важно отметить, что при переохлаждении не происходит фазового перехода воды в лед, что предотвращает возможные физические повреждения тканей, характерные для мороженой пищевой продукции. [12]. В среде, типичной для переохлажденных продуктов, большинство бактерий не могут активно размножаться и расти, поэтому температура играет ключевую роль в сохранении качества и увеличении срока хранения пищевых продуктов [1,5,9].

Основным недостатком технологии переохлаждения пищевых продуктов является нестабильность состояния переохлаждения, которое может быть нарушено механическим воздействием, резкими перепадами температур или попаданием кристаллов затравки на поверхность продукции. Однако исследования отечественных и зарубежных ученых показали возможность поддержания стабильного переохлаждения и сохранения пищевой рыбной продукции в переохлажденном состоянии при температурах, частично ниже точки ее замерзания, в течение нескольких недель [6,7,12].

Переохлаждение является широко распространенным феноменом в природе и часто является эволюционно обусловленным механизмом выживания для многих представителей флоры и фауны. Оно позволяет этим организмам справляться с неблагоприятными температурами окружающей среды. Чтобы избежать фазового перехода и сохранить жизнеспособность в условиях низких температур, многие живые организмы развили способность синтезировать специфические вещества, которые могут служить криопротекторами [2].

В условиях перерабатывающих предприятий могут возникать условия, которые нарушают стабильность переохлаждения, такие как механические воздействия, воздействие кристаллов инея, а также воздействие охлаждающей среды, температура которой значительно ниже предельной температуры переохлаждения. Для успешной реализации технологии переохлаждения не-

обходимо принять комплекс мероприятий и создать условия, которые снизят воздействие этих факторов.

Значения криоскопических температур ( $T_{кр}$ ) рыбы представляют собой важный параметр для исследований, связанных с разработкой и научным обоснованием режимов холодильного хранения, включая технологию переохлаждения. Они определяют характер применения различных режимов холодильной обработки для создания и стабилизации состояния переохлаждения. Учитывая, что литературные данные иногда противоречат друг другу, использование их не всегда возможно. Поэтому важно проводить экспериментальное определение значений криоскопической температуры для различных промысловых видов рыб [4, 12].

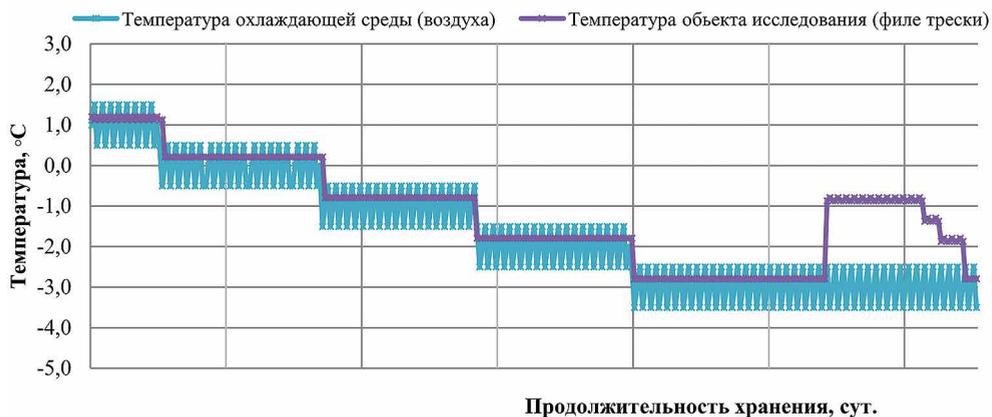
### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлись образцы филе трески на коже (*Gadus morhua*),  $n = 3$ , предварительно охлаждённые ( $1 \pm 0,5$  °C). Образцы трески упаковывали вакуумупаковочной машиной («Lovoski»). Ширина герметизации шва 1,5–2,0 мм, использовали полимерные материалы для упаковывания продукции (полиэтилен-полиамид, толщина пленки 95 микрон). Размещение термпары для измерения температуры в толще филе трески осуществляли через предварительно подготовленное отверстие в упаковочном материале с последующей его герметизацией. Образцы подвергались постепенному снижению температуры до значений ниже их криоскопической температуры до наступления фазового перехода воды в лед. Экспериментальные работы выполнялись на технологическом стенде ФГБНУ «ВНИРО» (криостат ICP450, Memmert, Германия, МИТ 8,10М, Россия),  $T_{кр}$  определяли стандартным методом [4].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На рисунке отражены данные постепенного охлаждения исследуемых образцов филе трески на коже. Постепенное изменение температуры было необходимо для уменьшения вероятности раннего наступления фазового перехода воды при стандартном значении криоскопической температуры исследуемых образцов.

Из термограммы следует, что температура объекта снижается до достижения температуры нуклеации (минус 2,9 °C). Температура начала образования кристаллов льда представляет собой наименьшую температуру, которая может быть достигнута в образце без образования кристаллов льда. Она отражает момент нарушения равновесного процесса и его преобразование в более энергетически выгодное состояние. В этот момент, называемый температурой нуклеации или временем зарождения кристаллов льда, образуется первое стабильное ядро, что сопровождается выделением скрытой теплоты кристаллизации. Это приводит к повышению температуры и последующему формированию термостатической площадки на кривой изменения температуры образца. Значение этой температуры соответствует криоскопической



**Рис.** Термограмма изменения температуры филе трески

температуре, которая в данном случае составляет минус  $0,9 \pm 0,04$  °C. Разница между температурой нуклеации и криоскопической температурой называется степенью переохлаждения и составляет в данном случае 2,0 °C.

Согласно рекомендациям Международного института холода (IIR) относительно производства и хранения замороженной пищевой продукции, временем завершения замораживания считается время, необходимое термическому центру объекта для достижения температуры на 10 °C ниже криоскопической температуры замерзания. Период фазового перехода — это разница между временем окончания замораживания и временем нуклеации кристаллов льда.

В некоторых случаях продолжительность переохлаждения может быть настолько короткой, что ее сложно зафиксировать с помощью обычных приборов измерения. Проведенный анализ экспериментальных данных показывает, что процесс переохлаждения может быть нестабилен. Очевидно, что существуют факторы, оказывающие влияние на стабильность его протекания. Некоторые ученые отмечают, что снижение скорости замораживания объекта может увеличить степень и продолжительность переохлаждения, что также подтверждается экспериментально.

Данное направление требует проведения дополнительных экспериментальных исследований. Результаты экспериментального определения  $T_{кр}$  для различных видов рыб были опубликованы ранее в статьях [6]. В связи с отсутствием этих данных по  $T_{кр}$  объекта, для которого разрабатывается технология переохлаждения, невозможно создать условия для возникновения переохлаждения и стабилизации.

## ВЫВОДЫ

Экспериментальные данные, полученные в результате исследований, являются основанием для обеспечения возможности возникновения переохлаждения

лаждения продукта, что подтверждает актуальность определения  $T_{кр}$  для каждого вида рыб и ее учет при разработке и обосновании технологических приемов и способов переохлаждения. Создание и поддержание условий стабилизации для переохлаждения продукции в условиях промышленного производства является чрезвычайно перспективной, однако, нетривиальной задачей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Архипов Л.О. Расчет температурных режимов технологии подмораживания и хранения рыбы с учетом значений криоскопических температур / Л.О. Архипов, А.И. Гриневич, Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин // Пищевая промышленность.— 2023.— № 10. — С. 55–58.
2. Богданов В.Д. Криопротекторы в холодильных технологиях продуктов питания / Богданов В.Д., Панкина А.В. //Труды ВНИРО.— 2023. — Т. 191. — С. 142–155.
3. Дибирасулаев М. А. К разработке научно обоснованных режимов холодильного хранения мяса различных качественных групп при субкриоскопических температурах / Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Архипов Л.О., Дибирасулаев Д.М., Донецких А.Г. 2017. // Птица и птицепродукты. № 1. С. 29–32.
4. Харенко Е. Н., Архипов Л.О., Яричевская Н.Н. Установление функциональной зависимости количества вымороженной воды от индивидуальных криоскопических температур рыбы // Труды ВНИРО.— 2019. — Т. 176. — С. 81–94.
5. Nielsen J., Jessen F. Quality of frozen fish //Handbook of meat, poultry and seafood quality.— 2007. — С. 577–586.
6. Arkhipov L.O. New data on cryoscopic temperatures of commercial fish species / Arkhipov L.O., Kharenko E.N., Semushkina A.Y. //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — IOP Publishing, 2021. — Т. 839.— № . 2. — С. 022067.
7. Dibirasulaev M.A. Experimental substantiation of the storage temperature regime ensuring the stable supercooled state of meat and meat products //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — IOP Publishing, 2021. — Т. 640.— № . 3. — С. 032050.
8. Olafsdottir G. Evaluation of shelf life of superchilled cod (*Gadus morhua*) fillets and the influence of temperature fluctuations during storage on microbial and chemical quality indicators //Journal of food science.— 2006. — Т. 71.— № . 2. — С. S97-S109.
9. Duun A. S., Rustad T. Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets //Food chemistry.— 2007. — Т. 105.— № . 3. — С. 1067–1075.
10. Nakazawa N., Okazaki E. Recent research on factors influencing the quality of frozen seafood //Fisheries Science.— 2020. — Т. 86. — С. 231–244.
11. Banerjee R., Maheswarappa N.B. Superchilling of muscle foods: Potential alternative for chilling and freezing //Critical reviews in food science and nutrition.— 2019. — Т. 59.— № . 8. — С. 1256–1263.
12. Lin H. The importance of supercooled stability for food during supercooling preservation: a review of mechanisms, influencing factors, and control methods //Critical Reviews in Food Science and Nutrition.— 2023. — С. 1–15.
13. Lee D. Impact of supercooling storage on physical and chemical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) //Journal of Food Engineering.— 2024. — Т. 373. — С. 111818.
14. Magnussen O. M. et al. Advances in superchilling of food—Process characteristics and product quality //Trends in Food Science & Technology.— 2008. — Т. 19.— № . 8. — С. 418–424.

## **Обоснование компонентного состава рыбных колбасных изделий повышенной пищевой ценности**

*А.В. Буклешова, М.Е. Цибизова*

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»  
E-mail: bukleshova\_av@mail.ru

**Аннотация.** Проведен анализ и обоснование сырья, его химического состава и пищевой ценности в составе рыбных колбас и возможность использования в качестве основного сырья различные объекты товарной аквакультуры. Изучены химический состав и реологические свойства объектов исследования, установлено, что более низкое содержание жира у белого амура и карпа по сравнению с сомом, форелью и осетром. Оно может быть компенсировано включением в состав рыбных колбас куриных субпродуктов. Фарши из форели, белого амура и карпа относятся к фаршам с высокой стабильной консистенцией, что позволяет использовать данные виды рыб на получение рыбных колбасных изделий. В качестве дополнительных компонентов рыбных колбас предложено включение печени куриной и ржаных отрубей.

**Ключевые слова:** пищевая ценность, рыбная колбаса, реологические свойства.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Принципы здорового питания широко реализуются в наше время. Современные положения физиологии и биохимии здорового питания указывают на необходимость новых подходов к созданию пищевых продуктов с учетом нутрициональной коррекции и нутриентного профиля компонентов, удовлетворяющих требованиям физиологии питания. Использование различных комбинаций рыбного и растительного сырья способствует расширению ассортимента продуктов питания нового поколения, обогащенных пищевыми добавками, обладающих заданными свойствами [6,10].

У различных групп населения потребность в энергообеспечении различна из-за особенностей организма человека, его физической деятельности. Поэтому рационы питания людей разрабатываются с учетом физиологических особенностей организма и содержать, помимо макронутриентов (белков, жиров, углеводов), обеспечивающих калорийность пищи, целый ряд микронутриентов (витамины, макро- и микроэлементы, пищевые волокна и т. д.), необходимых для нормального функционирования организма [9].

Не менее важным при составлении рационов питания населения — это включение рыбных изделий, ассортимент которых позволяет не только достаточно быстро достигать кулинарной готовности, но и постоянно расширяться. Несмотря на то, что производство рыбных колбас осуществляется рыбной промышленностью со второй половины XX века, актуальность даль-

нейшего расширения ассортимента этих видов кулинарных продуктов не вызывает сомнений.

Таким образом, целью работы являлось обоснование компонентного состава рыбных колбасных изделий повышенной пищевой ценности. Задачами исследования являлись сравнительный анализ химического состава и реологических свойств фаршей из них и определение направлений повышения пищевой ценности рыбных колбас.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования выступали рыбное сырье — форель, сом, карп, белый амур мороженые, отвечающие требованиям ГОСТ 32366–2013 [4]. Субпродукты птицы соответствовали требованиям ГОСТ 31657–2012 [3]. Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ 31339–2006 [2]. Для определения химического состава объектов исследования (белка, воды, минеральных веществ, жира) использовались стандартные методы [5]. По данным химического состава были изучены реологические свойства мышечной ткани объектов исследования: влагоудерживающая способность (ВУС), расчет коэффициентов обводнения белка (БВК), жира (КЖ) и коэффициента пищевой насыщенности (БВЖК) [1,8]. По критериям химического состава (К) и эффективной вязкости ( $K_v$ ), определение которых предложено учеными, проводили оценку способности рыбных фаршей к формированию структуры [7]. Математическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью прикладных программ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Большинство проведенных исследований ученых в области колбасного производства направлено на получение изделий из тонкоизмельченного рыбного сырья с гомогенной структурой [8]. Вместе с тем в современных технологиях формованных изделий широко применяется способ реструктурирования, который позволяет получать из разрозненных кусков продукты с монолитной, сочной и нежной структурой с целью придания колбасам приятных органолептических свойств, так востребованных у потребителя. В качестве сырья, которое традиционно используется на производстве рыбных колбас, направляются такие виды рыб, как сом, осетр, лососевые [8]. Лососевые и осетровые — это ценные виды рыб, которые значительно повышают стоимость кулинарных изделий из них, поэтому нами рассматривается возможность использовать на производство рыбных колбас промысловые пресноводные и объекты аквакультуры.

Изучение промысловой базы внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна показало перспективность переработки прудовых рыб, таких как карп и белый амур. Проведенное нами изучение массового состава объектов аквакультуры Астраханского региона показало, что на выход съедобной части влияет вид рыбы. Максимальный выход мышечной

ткани с кожей у белого амура, у карпа он ниже в среднем на 28%, что вполне ожидаемо и обусловлено особенностью морфометрических характеристик карпа и наличием у него достаточно крупной хребтовой кости.

Проведен сравнительный анализ химического состава и энергетической ценности рыбного сырья, которое традиционно используется в составе рыбных колбас и предлагаемых нами объектов аквакультуры (табл. 1).

**Таблица 1.** Химический состав и энергетическая ценность мышечной ткани рыб

Мышечная ткань	Содержание, %				Энергетическая ценность, ккал
	воды	белка	жира	минеральные вещества	
Сом	73,6±2,4	17,2±2,1	8,1±1	1,1±0,2	173,7±1,4
Осетр	70,7±2,3	17,4±2,1	10,7±1,3	1,2±0,2	199,4±1,5
Форель	71,7±2,3	20,8±2,6	6,3±0,8	1,2±0,2	177,1±1,5
Белый амур	74±2,4	19,5±2,4	5,3±0,6	1,2±0,2	160,3±1,4
Карп	75,3±2,4	18,3±2,2	4,1 ± 0,5	2,3± 0,2	142,1±1,3

Анализ химического состава и энергетической ценности мышечной ткани рыб показал (табл. 1), что все они относятся к белковым рыбам, по содержанию жира — к среднежирным за исключением осетра, который относится к жирным видам рыб. Более низкое содержание жира у белого амура и карпа по сравнению с сомом, форелью и осетром может быть компенсировано использованием сырья животного происхождения, в том числе куриных субпродуктов.

При получении колбасных изделий способность формирования структуры рыбного фарша играет большое значение. Поэтому нами проведен сравнительный анализ реологических свойств фаршей из рыб, которые могут быть использованы на получение колбас. Для этого по данным химического состава мышечной ткани исследуемых видов рыб определена ВУС мышечной ткани и рассчитаны критериальные показатели, характеризующие их реологические свойства (табл. 2).

**Таблица 2.** Реологические свойства мышечной ткани рыб и их ВУС

Мышечная ткань рыб	Критериальные показатели реологических свойств						
	ВУС, %	БВК	КЖ	К	К <sub>y</sub>	η, Па · с	η <sub>y</sub> , Па · с
Сом	82,7	0,23	0,11	0,76	1,10	335,2	1488,3
Осетр	81,5	0,25	0,15	0,67	1,39	621,1	1511,8
Форель	78,4	0,29	0,08	1,32	1,69	913,6	1535,8
Белый амур	76,4	0,26	0,07	1,3	1,63	847,8	1530,4
Карп	76,2	0,24	0,05	1,46	1,77	979,9	1541,2

По данным ученых известно, что по коэффициенту обводнения белка мышечная ткань может быть охарактеризована следующим образом: чем выше БВК, тем больше плотность мышечной ткани, усиливается «сухость» мяса, структура которого меняется от слабостуденистой до крошливой, и выше ее ВУС [1]. В соответствии с полученными данными (табл. 2) по БВК мышечная ткань форели является более плотной. Структура мышечной ткани сома слабостуденистая, в отличие от карпа, осетра и белого амура, у которых она более вязкая. Представленная выше характеристика мышечной ткани рыб (табл. 2) подтверждается и определением ВУС белков мышечной ткани: более высокая ВУС у мышечной ткани сома и осетра и более низкая — у карпа и белого амура, что обусловлено содержанием жира в них.

Таким образом, фарши из форели, белого амура и карпа относятся к фаршам с высокой стабильной консистенцией, в которых эффективная вязкость  $\eta$  незначительно отличается от критерия химического состава. Объекты аквакультуры — карп и белый амур могут быть направлены на получение рыбных колбас повышенной пищевой ценности.

Для повышения пищевой ценности рыбных колбас предлагается введение в их состав куриных субпродуктов. Они являются питательными белковыми продуктами для людей различных возрастов. Поэтому нами произведен сравнительный анализ химического состава и энергетической ценности куриных желудков, печени и сердца (табл. 3).

**Таблица 3.** Химический состав и энергетическая ценность куриных субпродуктов

Объекты исследования	Содержание, %				Энергетическая ценность, ккал
	воды	белка	жира	минеральных веществ	
Куриные желудки	79,3±2,5	17,6±0,9	2,1±0,7	1,1±0,1	94±5,3
Куриные сердце	73,5±1,9	15,5±0,7	9,3±1,1	0,85±0,1	153±8,7
Куриная печень	65,2±1,7	25,7±0,9	6,4±0,8	1,5±0,1	172±9,2

Установлено (табл. 3), что энергетическая ценность куриных желудков ниже на 60–80% по сравнению с куриными сердцем и печенью. Установлено более высокое содержание белка в куриной печени. Оно выше в 1,5 раза по сравнению с другими объектами исследования. Таким образом, по содержанию белка куриная печень превосходит остальные субпродукты, массовая доля жира находится на уровне содержания жира в рыбном сырье, поэтому является рациональным включение в рецептуру рыбных колбасных изделий куриной печени.

Не менее ценным компонентом колбасных изделий могут быть побочные продукты мукомольного производства как источники пищевых волокон. Проведенный нами сравнительный анализ химического состава и энергетической ценности отрубей овсяных, пшеничных и ржаных показал, что

содержание жира в отрубях овсяных выше в 2 раза по сравнению с ржаными и пшеничными отрубями. Массовая доля белка также выше в отрубях овсяных, чем в ржанных — на 30%, в отрубях пшеничных — на 7%. Массовая доля углеводов выше в отрубях пшеничных при одинаковом содержании пищевых волокон с отрубями ржаными. Минимально содержание пищевых волокон (ниже в среднем в 3 раза) в овсяных отрубях. Поэтому в дальнейших исследованиях в рецептурной композиции колбас предлагается использовать отруби ржанные, отличающиеся более низкой калорийностью за счет невысокого содержания жира, но повышенной доли пищевых волокон.

## ВЫВОДЫ

Обоснован выбор компонентного состава рыбных колбас. Основные компоненты — мясо белого амура и карпа. Данные виды рыб могут быть скомбинированы или взаимозаменяемые. Из сырья животного происхождения при разработке рецептур колбасных изделий предпочтение будет отдано печени куриной, так как она отличается от другим субпродуктов более высоким содержанием белка. Из побочных продуктов мукомольного производства в технологии рыбных колбасных изделий будут апробированы отруби ржанные, отличающиеся от других отрубей низкой калорийностью, но высоким содержанием пищевых волокон.

Дальнейшее изучение нутриентного профиля компонентов рыбных колбасных изделий позволит разработать сбалансированные по макро- и микронутриентам рецептуры и рекомендовать их для включения в рационы питания населения. Использование различных комбинаций рыбного, животного сырья и побочных продуктов мукомольного производства способствует расширению ассортимента продуктов здорового питания, обладающих заданными свойствами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бредихина, О.В. Научные основы производства рыбопродуктов: учебное пособие / О.В. Бредихина, С.А. Бредихин, М.В. Новикова. — Санкт-Петербург: Лань, 2016.— 232 с. — ISBN 978-5-8114-1946-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71705>
2. ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб — Введ. 2008-07-01.-М: Стандартинформ, 2007.-15 с.
3. ГОСТ 31657-2012. Субпродукты птицы. Технические условия [Электронный ресурс] — Введ. 2013-07-01. — М.: Стандартинформ, 2012 — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
4. ГОСТ 32366-2013 Рыба мороженая. Технические условия. [Текст] — Введ. 01.06.2005. — М.: Стандартинформ, 2005.— 22 с.
5. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. методы анализа [Текст]. — Введ.— 1986-01-01. — М.: Стандартинформ, 2004.— 121 с.
6. Мезенова, О.Я. Проектирование комбинированных продуктов питания: учебное пособие / О.Я. Мезенова. — Калининград: КГТУ, 2012.— 87 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/197961>

7. Сюткин С.В. Прогнозирование и контроль методами физико-химической механики реологических характеристик рыбы и рыбопродуктов в процессе их производства: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.12 / Сюткин Станислав Владимирович. — Москва, 2004. 28 с.
8. Технология рыбы и рыбных продуктов (под ред. А.М. Ершова) — С-Пб.: ГИОРД, 2006.— 1064 с.
9. Цибизова М.Е. К вопросу получения рыбных паштетов повышенной биологической ценности /М.Е. Цибизова // Вестн. Астрахан.гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2020, № 3. С. 134–143.
10. Цибизова М.Е. Расширение ассортимента кулинарной продукции из объектов товарной аквакультуры / М.Е. Цибизова // Вестник МГТУ. 2018, Т. 21. № 3. С. 513–523.

## **Формирование единой технологической инструкции по изготовлению соленой пищевой рыбной продукции**

*А.И. Гриневич, Л.О. Архипов, О.В. Бредихина, А.В. Межонов, Е.В. Лаврухина,  
Н.Ю. Зарубин*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: grinevich@vniro.ru

**Аннотация.** Цель исследования — формирование технологической инструкции (ТИ) по изготовлению соленой пищевой рыбной продукции. Единый документ разрабатывался на основе актуализации 14 действующих ТИ по посолу рыбы. Необходимость актуализации обусловлена изменениями, произошедшими в нормативной базе и аппаратно-техническом оснащении условий производства.

Описана структура сформированной ТИ, базирующаяся на правилах построения, регламентируемых стандартом [8]. Инструкция включает в себя пять технологических схем, иллюстрирующих последовательность процесса изготовления соленой пищевой рыбной продукции из разных видов рыб: сельдей, тихоокеанских лососей, лососей (кроме тихоокеанских), мелких рыб, рыб других видов. Представлена последовательность технологических операций, завершающаяся типовой схемой контроля технологического процесса.

**Ключевые слова:** посол, технологические инструкции, соленая пищевая рыбная продукция.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Первый сборник технологических инструкций по обработке рыбы был утвержден в 1957 году. С тех пор действующие инструкции периодически актуализируются с учетом непрерывного научно-технического прогресса и ужесточения требований к безопасности и качеству выпускаемой продукции. Последняя актуализация проводилась в 1992 году, что обуславливает необходимость пересмотра ТИ в соответствии с действующей нормативной и производственной базой.

Цель исследования заключалась в формировании технологической инструкции по изготовлению соленой пищевой рыбной продукции, регламентирующей порядок ее изготовления. Анализ действующих инструкций выявил целесообразность формирования единой ТИ на базе 14 инструкций по изготовлению соленой рыбы [9–10].

Следует отметить, что термин «пищевая рыбная продукция» включает в себя не только рыбу, но также водные беспозвоночные, водные млекопитающие, а также водоросли и другие водные растения [11]. Тем не менее, разрабатываемая инструкция распространяет свое действие только на производство пищевой рыбной продукции из рыбы живой, рыбы-сырца (свежей),

охлажденной, мороженой рыбы или мороженого филе, регламентируемой межгосударственными стандартами [1–7].

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуализация действующих ТИ по посолу рыбы [9–10] проводилась в соответствии с требованиями технических регламентов [11–15], национальных и межгосударственных стандартов [1–7].

Разработка и оформление первой редакции инструкции по изготовлению соленой пищевой рыбной продукции — в соответствии с требованиями [8], а также ГОСТ Р 1.3–2018 «Стандартизация в Российской Федерации. Технические условия на продукцию. Общие требования к содержанию, оформлению, обозначению и обновлению» и ГОСТ 1.5–2001 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению».

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В первую редакцию ТИ включен элемент «Содержание», т. к. объем инструкции превышает 24 страницы [8], а также «Термины и определения» для взаимопонимания между различными пользователями данной ТИ. В частности приведены стандартизованные термины «тузлука» и «солевого раствора» и нестандартизованные определения «емкости для посола» и «колодца».

Инструкция устанавливает требования к сырью, а также к пищевой соли, льду и воде, применяемые в технологическом процессе. В перечень используемого сырья не включен соленый полуфабрикат, поскольку в соответствии с [11] соленый и солено-мороженный полуфабрикат не входят в перечень объектов технического регулирования.

В инструкции приведены 5 технологических схем, которые иллюстрируют последовательность процесса изготовления соленой пищевой рыбной продукции из разных видов рыб:

- технологическая схема по изготовлению соленых сельдей [7];
- технологическая схема по изготовлению соленых тихоокеанских лососей [1,2];
- технологическая схема по изготовлению соленых лососей [6];
- технологическая схема по изготовлению мелких соленых рыб [3, 4];
- технологическая схема по изготовлению соленой рыбы других видов [5].

Описание технологического процесса начинается с приемки сырья, осуществляемой в соответствии с установленными правилами ГОСТ 31339–2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб», указаны рекомендации по хранению сырья перед обработкой.

В разделе «Подготовка пищевой соли, солевого раствора, льда» приведены плотности солевых растворов, используемых в различных технологиче-

ских операциях, а также температура их хранения; особенности подготовки блочного и произведенного с помощью льдогенератора льда.

Для мороженой рыбы установлены параметры размораживания в водной и воздушной среде. Размораживание следует заканчивать при достижении температуры в толще тела рыбы, направляемой на разделку, — от минус 2 °С до 0 °С, рыбы, направляемой на посол в неразделанном виде — от минус 2 °С до плюс 2 °С.

В разделе, описывающем разделку рыбы, перечислены виды разделки соленых сельдей, лососей, соленой рыбы, отнесенной к мелочи первой, второй и третьей группы, а также соленой рыбы других видов. В ТИ не приводится описание видов разделки, поскольку они подробно изложены в документах по стандартизации на соленую пищевую рыбную продукцию [1–7] и приведены в ГОСТ 34884–2022 «Рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли и продукция из них. Термины и определения».

Отдельным разделом выделена операция подмораживания, входящая в процесс холодного посола сельдей и лососей (кроме тихоокеанских лососей). Подмораживание проводят до достижения температуры в толще тела сельди от минус 1 °С до минус 2 °С, лососей — от минус 2 °С до минус 6 °С, в зависимости от размера рыбы.

Ключевое место в инструкции занимает операция посола. Раздел подразделен на подразделы, сгруппированные на основе видовой принадлежности рыб, обозначенной в стандартах [1–7].

В посоле сельдевых [7] приведены режимы смешанного посола (без охлаждения и с охлаждением смесью льда и соли; охлажденной сельди; подмороженной черноморско-азовской сельди; мороженой сельди; прерванного посола сельди-сырца) и сухого прерванно-го посола сельди-сырца, а также сухого посола с предварительным подмораживанием сред-ней и крупной сельди (аграханской, долгинской, сельди-черноспинки, пузанка каспийского).

Посол тихоокеанских лососей [1,2] включает описание смешанного посола с охлаждением и без охлаждения смесью льда и соли, семужного посола чавычи и кеты, тузлучного посола, а также инъекционного посола, впервые описанного в данной инструкции.

Лососевые рыбы [6] солят смешанным способом с различными вариациями (посол подмороженных лососей, посол совмещенный с одновременным подмораживанием), а также инъекционным посолом.

Посол мелкой рыбы [3,4] включает описание смешанного посола без охлаждения, а также сухого посола.

В качестве рекомендуемых способов посола других видов рыб [5] представлены смешанный посол (прерванный посол охлажденной рыбы для сардины, ставриды, пристипомы, скумбрии, нототении; посол мороженой рыбы; посол с охлаждением смесью льда и соли и без охлаждения для частичковых рыб) и сухой посол для частичковых рыб.

За посолом следуют операции выгрузки соленой рыбы из посолочных емкостей, мойки, сортирования и разделки.

Требования к упаковыванию и маркированию продукции изложены с учетом технических регламентов на упаковку и маркировку [12,14], а также межгосударственных стандартов [1–7].

Упакованная готовая продукция, фасованная в потребительскую упаковку (кроме продукции, фасованной с использованием модифицированной газовой среды), может быть направлена на замораживание сухим искусственным льдом до достижения температуры в толще продукта не выше минус 18 °С.

Хранение соленой пищевой рыбной продукции рекомендуется осуществлять в соответствии с требованиями межгосударственных стандартов [1–7].

В разделе 6 «Метрологическое обеспечение технологического процесса» изложены требования к метрологическому контролю, перечислены средства измерений, с помощью которых осуществляется контроль параметров технологического процесса.

В разделе 7 «Контроль процесса производства» перечислены объекты обязательного производственного контроля, указано, что программу производственного контроля разрабатывает изготовитель с учетом [11].

Раздел 8 устанавливает требования к санитарной обработке. В разделах 9 и 10 установлены общие требования к оборудованию и безопасности производства.

Проект ТИ содержит три приложения. Справочные: Приложение А — Расход соли пищевой для приготовления солевых растворов и Приложение В — Перечень ссылочных документов. Рекомендуемая типовая схема контроля технологического процесса изготовления соленой пищевой рыбной продукции приведена в Приложении Б.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенной работы был сформирован проект единой инструкции по изготовлению соленой пищевой рыбной продукции. Документ состоит из 10 разделов, включающих пять технологических схем, а также содержит два справочных приложения и рекомендуемое приложение — схему контроля технологического процесса.

Технологическая инструкция является типовой и может быть применена при разработке технических документов конкретного изготовителя соленой пищевой рыбной продукции. Любое предприятие при необходимости может расширить требования инструкции в зависимости от своей технической оснащённости. При этом должны быть соблюдены основные требования, установленные в ТИ и гарантирующие безопасность продукции в соответствии с требованиями технических регламентов [10, 11].

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 13686–68 Кета семужного посола. Технические условия. — Введ.01.01.69. — М.: Стандартиформ, 2007.— 5 с.
2. ГОСТ 16080–2019 Рыбы лососевые тихоокеанские соленые. Технические условия. — Введ.2020–07–01. — М.: Стандартиформ, 2019.— 16 с.
3. ГОСТ 28698–90 Рыба мелкая соленая. Технические условия. — Введ.01.01.92. — М.: Стандартиформ, 2007.— 7 с.
4. ГОСТ 32807–2014 Рыбы анчоусовые и мелкие сельдевые соленые и пряного посола. Технические условия. — Введ.2016–01–01. — М.: Стандартиформ, 2019.— 12 с.
5. ГОСТ 7448–2021 Рыба соленая. Технические условия. — Введ.2022–03–01. — М.: Стандартиформ, 2021.— 17 с.
6. ГОСТ 7449–2016 Рыбы лососевые соленые. Технические условия. — Введ.2018–01–01. — М.: Стандартиформ, 2016.— 14 с.
7. ГОСТ 815–2019 Сельди соленые. Технические условия. — Введ.2020–07–01. — М.: Стандартиформ, 2019—12 с.
8. ГОСТ Р 53619–2009 Технологическая инструкция. Правила построения, изложения, оформления, обозначения, утверждения и регистрации
9. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. — КолосС, 1994. — Т. 2. –589 с.
10. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. — КолосС, 1992. — Т. 1.— 256 с.
11. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» ТР ЕАЭС 040/2016, [Электронный ресурс]. — URL: [https://eec.eaeunion.org/comission/department/deptexreg/tr/TR\\_EEU\\_040\\_2016.php](https://eec.eaeunion.org/comission/department/deptexreg/tr/TR_EEU_040_2016.php) (дата обращения: 06.06.2023).
12. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки» ТР ТС 005/2011 [Электронный ресурс]. — URL: <https://eec.eaeunion.org/comission/department/deptexreg/tr/bezopurakovki.php> (дата обращения 06.06.2023).
13. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции, [Электронный ресурс]. — URL: <https://eec.eaeunion.org/comission/department/deptexreg/tr/PischevayaProd.php> (дата обращения 06.06.2023).
14. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки, [Электронный ресурс]. — URL: <https://eec.eaeunion.org/comission/department/deptexreg/tr/PischevkaMarkirovka.php> (дата обращения 06.06.2023).
15. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012 Требования к безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств, [Электронный ресурс]. — URL: <https://eec.eaeunion.org/comission/department/deptexreg/tr/bezopPischDobavok.php> (дата обращения 06.06.2023).

## **Актуализация технологической инструкции по производству живых двустворчатых моллюсков с учетом технических регламентов ЕАЭС и Кодекса Алиментариус**

*Л.М. Есина, Л.А. Горбенко*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)  
E-mail: esinalm@azniirkh.vniro.ru

**Аннотация.** Проанализированы технологические схемы производства живых двустворчатых моллюсков в хозяйствах аквакультуры, составленные в соответствии с требованиями технических регламентов ЕАЭС, а также нормами и правилами Комиссии «Кодекс Алиментариус». Установлено, что при разработке технологической инструкции по производству живых мидий, устриц, морских гребешков и клем следует конкретизировать процесс их передержки в распределительно-очистительном центре, который должен включать очистку для снижения микробиологического загрязнения и доведение моллюсков до кондиции (удаление песка, ила, слизи). Для организации производственного контроля в инструкции также следует учесть требования к контролю воды, используемой при выращивании моллюсков и для их передержки.

**Ключевые слова:** двустворчатые моллюски, передержка, микробиологическое загрязнение, технологическая инструкция, распределительно-очистительный центр.

### **ВВЕДЕНИЕ**

К числу важных сырьевых ресурсов, обладающих высокой биологической и пищевой ценностью, относят мидий, устриц, морских гребешков и клемм. Указанные моллюски могут аккумулировать микроорганизмы (бактерии и вирусы), а также природные токсины и химические вещества, если они присутствуют в среде обитания/выращивания моллюсков. Это может представлять серьезную угрозу для здоровья потребителей, особенно при употреблении моллюсков в сыром виде [5, 8].

В странах ЕС контроль за безопасностью живых моллюсков связан с зонированием районов выращивания по содержанию *E.coli* в мясе моллюсков и направлен на предотвращение фекального загрязнения [9]. В США, чтобы обеспечить безопасное потребление моллюсков, национальная программа санитарии моллюсков (NSSP) требует соблюдения санитарных норм, касающихся мониторинга качества воды, контроля за участками сбора моллюсков, за транспортированием и очисткой моллюсков перед реализацией [7]. Таким образом, в цепочке от производителя к потребителю соблюдение параметров технологического процесса производства живых двустворчатых моллюсков, а также контроль за их соблюдением является обязательным.

Целью данной работы являлся анализ технических регламентов ЕАЭС, норм и правил Комиссии «Кодекс Алиментариус» и установление требований, обязательных для включения в технологическую инструкцию по производству живых двустворчатых моллюсков.

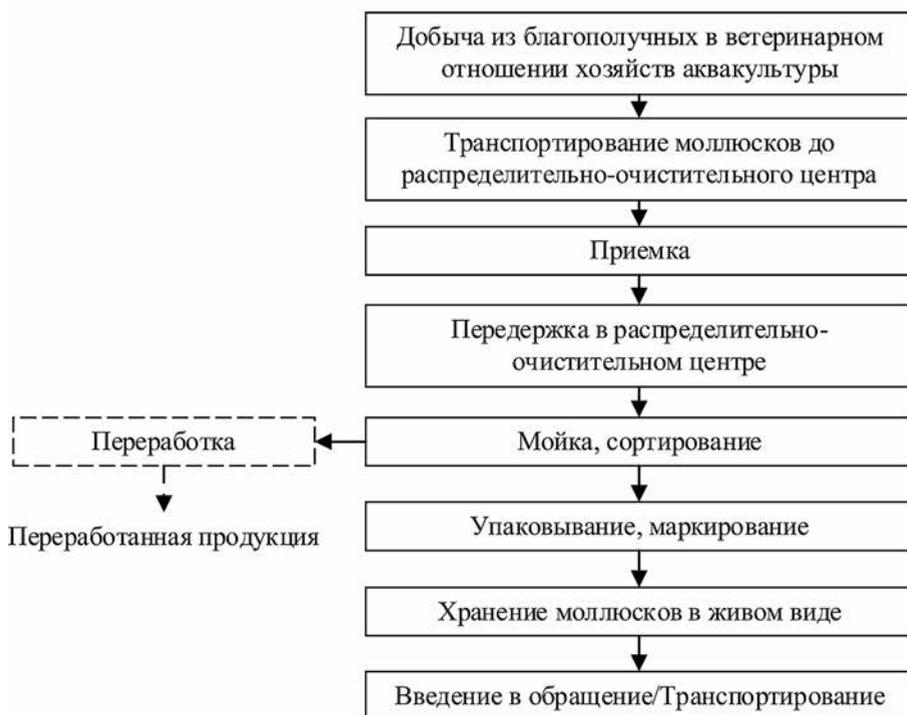
## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Требования, направленные на защиту здоровья потребителя, безопасность процесса производства живых двустворчатых моллюсков определялись на основании анализа технических регламентов ТР ТС 021/2011, ТР ЕАЭС 040/2016, норм и правил для рыбы и рыбных продуктов Кодекса Алиментариус [6], других нормативных документов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Были рассмотрены технологические схемы производства живых двустворчатых моллюсков в хозяйствах аквакультуры, составленные в соответствии с техническими регламентами ЕАЭС, а также нормами и правилами Комиссии «Кодекс Алиментариус» (рис. 1, 2).

Согласно ТР ЕАЭС 040/2016 двустворчатые моллюски естественных популяций должны извлекаться из безопасных районов промысла, а объекты



**Рис. 1.** Технологическая схема производства живых двустворчатых моллюсков, составленная с учетом ТР ТС 021/2011, ТР ЕАЭС 040/2016



**Рис. 2.** Технологическая схема производства живых двустворчатых моллюсков, составленная в соответствии с нормами и правилами СХС 52–2003

аквакультуры — происходит из хозяйств, благополучных в ветеринарном отношении. При этом ФЗ от 14.05.1993 г. № 4979–1 «О ветеринарии» уточняет — происходит из территорий, благополучных по заразным болезням. В отличие от СХС 52–2003 в отечественном законодательстве отсутствует требование по зонированию районов выращивания моллюсков. Действующие МУ 13–4–2/1742 [2] условно разделяют водоемы, используемые для выращивания рыбы, на три категории по таким показателям как микробное число, коли-индекс, количество аэромонад и псевдомонад в воде. Ранее действующий СанПиН 2.3.4.050–96 [3] устанавливал микробиологические нормативы к воде в районах выращивания моллюсков. Однако после отмены СанПиН 2.3.4.050–96 для предприятий, производящих моллюсков в живом виде, образовался вакуум в отношении нормативных документов, устанавливающих требования к микробиологическим показателям водной среды обитания и к механизму ее мониторинга, что является обязательным условием СХС 52–2003 (рис. 2). Для мониторинга водной среды можно использовать микробиологические нормативы, установленные в Инструкции по санитарно-микробиологическому контролю мидий в районах их выращивания [1]. Включение данных нормативов в технологическую инструкцию по производству

живых двустворчатых моллюсков поможет предприятию при разработке обязательной программы производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий (табл.).

ТР ЕАЭС 040/2016 обязывает перед выпуском в обращение проводить педердержку двустворчатых моллюсков (согласно ТР ТС 021/2011 — выдержку) в распределительно-очистительном центре в течение времени, необходимым для их биологической очистки. При этом технические регламенты не конкретизируют, что следует понимать под биологической очисткой. Как правило, термин «биологическая очистка» применяется в процессах очистки воды, в результате которой достигается расщепление органических соединений микроорганизмами (простейшими и бактериями). Такое понимание биологической очистки не может быть применено для моллюсков.

В соответствии с СХС 52–2003 двустворчатые моллюски, извлеченные из районов выращивания, могут быть:

**Таблица.** Контроль морской воды в районах выращивания живых двустворчатых моллюсков (в качестве примера для программы производственного контроля)

Показатель	Допустимое количество живых клеток в 1 дм <sup>3</sup> , не более	Периодичность контроля*	Ответственный
Бактерии группы кишечных палочек	1000	1 раз в месяц (начало контроля — за 2 месяца до сбора моллюсков)	Рыбовод (исследования по Договору с аккредитованной испытательной лабораторией)
Фекальные кишечные палочки	500		
Энтерококки	500		
Сальмонеллы	Не допускаются		
Патогенные галофильные вибрионы	Не допускаются		
Загрязнение поверхности воды	Не допускается наличие пленки нефтепродуктов, масел, жиров, скопление других загрязнений	Постоянно при осмотре рыбоводного участка	Рыбовод, визуальный контроль
Токсичный фитопланктон	Не допускается наличие цветущего фитопланктона	Постоянно при осмотре рыбоводного участка	Рыбовод, визуальный контроль за изменением цветности воды в результате цветения фитопланктона. Анализ фитопланктона — не реже 1 раза в квартал

*Примечание:* \* Результаты контроля регистрируются в Журнале контроля воды на рыбоводном участке.

1) с целью снижения концентрации биологических загрязнителей перемещены в другой район выращивания (потенциальные риски — микробиологическое и химическое загрязнение, биотоксины)

Или

2) направлены на очистку в центр очистки для снижения количества патогенных микроорганизмов, присутствующих в моллюсках, до уровня, допускающего их непосредственное употребление человеком без дальнейшей обработки (потенциальный риск — микробиологическое загрязнение). Под очисткой согласно СХС 52–2003 понимается, прежде всего, снижение микробиологического загрязнения.

ТР ЕАЭС 040/2016 в отличие от СХС 52–2003 не регламентирует процесс переноса урожая моллюсков с одного участка на другой. В то же время при необходимости и возможности предприятие может осуществить такой процесс в пределах своего рыбоводного участка для снижения в моллюсках микробиологических, химических контаминантов или биотоксинов, поэтому в инструкции следует предусмотреть операцию по переносу урожая моллюсков с одного участка на другой. Согласно Регламенту ЕС 854/2004 [9] процесс выдерживания моллюсков на новом участке должен продолжаться как минимум 2 месяца.

Кроме процесса очистки и перемещения моллюсков на другой участок СХС 52–2003 также оговаривает доведение моллюсков до кондиции — выдерживание их в морской воде с целью удаления ила, песка и слизи (продуктов жизнедеятельности). Этот процесс предполагается проводить перед упаковыванием моллюсков или перед направлением на переработку. Таким образом, СХС 52–2003 рекомендует двухэтапный процесс предварительной обработки моллюсков: очистку и доведение до кондиции. Следовательно, применительно к технологической схеме, разработанной в соответствии с ТР ЕАЭС 040/2016 (рис. 1), при передержке в распределительно-очистительном центре в результате биологической очистки должно достигаться снижение микробиологического загрязнения до норм, установленных ТР ЕАЭС 040/2016, и удаление ила, песка и слизи. Данное требование должно быть отражено при описании процесса передержки в технологической инструкции по производству живых моллюсков. При этом может быть совместное проведение очистки и кондиционирования в распределительно-очистительном центре или их проведение по отдельности.

На сегодняшний день процесс передержки предусмотрен только для мидий в ТИ 001–2018 [4], действующей к ГОСТ 33283–2015 «Мидии живые. Технические условия». Следует пересмотреть инструкцию, актуализировав ее с учетом правил и норм СХС 52–2003 и распространив область ее действия на другие виды двустворчатых моллюсков (устрицы, гребешки, клемы). Установление прозрачных требований к технологическим параметрам подготовки двустворчатых моллюсков к выпуску в обращение с учетом технических регламентов, а также гармонизированных с нормами и правилами Комиссии «Кодекс Алиментариус», является ключевым фактором выхода предприятий

на международные рынки, которые требовательны в оценке доказательств, позволяющих исключить риски микробиологического загрязнения водной среды для выращивания моллюсков, а также в оценке безопасности самих моллюсков, особенно, если моллюски предназначены для употребления в пищу в сыром виде.

## ВЫВОДЫ

Необходимо актуализировать технологическую инструкцию по изготовлению живых двустворчатых моллюсков с учетом технических регламентов ЕАЭС, норм и правил Кодекс Алиментариус в части процесса передержки, направленного на снижение микробиологического загрязнения и доведение моллюсков до кондиции (удаление песка, ила, слизи). Предусмотреть в инструкции при необходимости процесс переноса урожая на другие участки рыбоводного хозяйства с целью снижения микробиологического и химического загрязнения, а также загрязнения биотоксинами. Включение в инструкцию требований по мониторингу воды, используемой при выращивании моллюсков, а также для их передержки, помогут производителю при организации производственного контроля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по санитарно-микробиологическому контролю мидий в районах их выращивания, на обрабатывающих предприятиях и по очистке мидий от бактериального загрязнения. утв. зам. Главного государственного санитарного врача СССР А.И. Заиченко от 31.12.1987. Керчь: Изд-во АзЧерНИРО, 1987.— 59 с.
2. Методические указания по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов, утв. департаментом ветеринарии Минсельхоза России 27.09.1999 г. № 13-4-2/1742. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293742/4293742336.htm> (дата обращения 09.02.2024).
3. СанПиН 2.3.4.050–96. Производство и реализация рыбной продукции. Санитарные правила и нормы. — URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293855/4293855290.pdf> (дата обращения 05.02.2024).
4. ТИ 001–2018. Технологическая инструкция по добыче, транспортированию с мест промысла и подготовке живых мидий к реализации: введена в действие 01.01.2018. Ростов-н/Д.: Изд-во «АзНИИРХ», 2017.— 24 с.
5. Baker G.L. Food Safety Impacts from Post-Harvest Processing Procedures of Molluscan Shellfish // Foods.— 2016. Apr 18; 5(2):29. — DOI: 10.3390/foods5020029.
6. СХС 52–2003. Рыба и рыбные продукты. Свод правил и норм. — URL: <https://www.fao.org/3/cb0658ru/cb0658ru.pdf> (дата обращения 05.02.2024).
7. National Shellfish Sanitation Program (NSSP) Guide for the Control of Molluscan Shellfish: 2019 Revision. — URL: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FederalStateFoodPrograms/ucm2006754.htm> (дата обращения: 08.02.2024).
8. Norovirus in shellfish: An overview of post-harvest treatments and their challenges / Gyawali P., Fletcher G.C., McCoubrey D.-J., Hewitt J. // Food Control.— 2019. — Vol. 99. — P. 171–179. — DOI: [org/10.1016/j.foodcont.2018.12.049](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.12.049).
9. Regulation (EC) No. 854/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organization of official controls on products of animal origin intended for human consumption. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02004R0854-20150101&rid=1> (дата обращения 09.02.2024).

## Проектирование сублимированных пробиотических рыбных продуктов

*Н.Ю. Зарубин<sup>1</sup>, Е.В. Лаврухина<sup>1</sup>, А.И. Гриневич<sup>1</sup>, И.С. Краснова<sup>2</sup>, О.В. Бредихина<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> Российский биотехнологический университет (ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»)

E-mail: zar.nickita@yandex.ru

**Аннотация.** Рассмотрена возможность получения сублимированных пробиотических рыбных продуктов, что является приоритетным направлением в связи с интересом населения к здоровому питанию. Сублимационная сушка позволит получить сухой продукт, который готов к употреблению и обогащен необходимыми нутриентами и пробиотиками, а ускоренный ритм жизни поддерживает данное направления. В соответствии с этим, рассмотрен вопрос проектирования сублимированных пробиотических рыбных продуктов, который включает разработку рецептурного состава и параметров технологического процесса с применением высокоуровневого языка программирования Python.

**Ключевые слова:** треска, макрурус, сублимационная сушка, пробиотические микроорганизмы, проектирование.

### ВВЕДЕНИЕ

В последнее время наблюдается положительная тенденция к поддержанию населением принципов здорового питания, которые также отражены в федеральном законе и стратегии развития, посвященным пищевой промышленности. Рыба является потенциальным сырьем для производства пищевой продукции для здорового питания и способна решить проблему дефицита пищевых веществ таких как полноценного белка, полиненасыщенных жирных кислот омега-3, жизненно важных макро- и микроэлементов, что, несомненно, является основой для правильного питания различных групп населения. При этом рыбное сырье является пищевой матрицей, которую можно дополнить физиологически функциональными пищевыми ингредиентами животного, растительного, минерального и микробиологического происхождения для улучшения показателей качества, в частности, пищевой и биологической ценностей.

Среди таких физиологически функциональных компонентов, влияющих на пищеварительный статус человека, выделяют пробиотики (пробиотические микроорганизмы), которые возможно интегрировать в технологию производства пищевой рыбной продукции. Главное свойство пробиотиков — вытеснение патогенных бактерий из пищеварительной системы и увеличение количества полезных бактерий, что способствует регулиро-

ванию и поддержанию баланса между полезными и патогенными бактериями и, как следствие, положительному влиянию на желудочно-кишечный барьер и иммунный механизм организма человека. В связи этим, интеграция в пищевую продукцию, в частности рыбную, живых форм пробиотических микроорганизмов будет способствовать синергии, что благоприятно повлияет на внутреннюю индигенную микрофлору кишечной микробиоты организма человека.

К тому же необходимо учитывать ускоренный ритм жизни, который подталкивает к развитию продуктов «быстрого питания», имеющих в своем составе необходимые физиологические компоненты. Среди данных видов продуктов выделяют сублимированную пищевую продукцию, которая приобретает активное развитие и в основном распространена среди фрукто-овощной, молочной, мясной и кондитерской продукции. В рыбной отрасли данный сегмент продукции представлен в наименьшей степени. Также технология сублимационной сушки решает задачи максимальной сохранности органолептических, физико-химических и функционально-технологических показателей продукции и обеспечивает сохранность полезных для организма человека нутриентов (белки, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины и т. д.) при продолжительном сроке годности.

Акцент на сублимационную сушку связан с тем, что она также активно используется для получения сухих форм пробиотиков и позволяет сохранить их жизнеспособность за счет анабиоза и последующего их активирования оптимальными условиями, в частности, температурой и воздействием внутренней среды желудочно-кишечного тракта человека [12, 8–10]. В связи с чем, сублимационная сушка может оказывать защитный эффект как и введение пищевых протекторов (моносахаридов (глюкоза, лактоза, манноза), полисахаридов (крахмал, гуммиарабик, альгинаты) и белков (желатин, изолят сывороточного белка) [12, 8–10], и позволит сохранить в пробиотическом пищевом рыбном продукте живые клетки пробиотиков в нормированном количестве для данного вида продукции ( $10^6$ – $10^9$  КОЕ/г) [2, 5, 6].

Поэтому поставлена целевая задача, включающая проектирование сублимированных пробиотических рыбных продуктов для здорового питания. В проектирование включены этапы программирования рецептуры, обработки бактериальными заквасочными культурами, подбора режимов термической обработки и сублимационной сушки.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проектирования рецептурных составов сублимированных пробиотических пищевых рыбных продуктов использовали обработанное бактериальной заквасочной культурой (БЗК — *L. acidophilus*) филе промысловых видов рыб (треска (*Gadus macrocephalus*), макрурус малоглазый (*Albatrossia pectoralis*)) по ранее разработанному способу [1].

Моделирование рецептурных составов на основе практических данных и формирование графиков производилось на языке программирования «Python» с применением библиотек «NumPy», «Matplotlib», «SciPy» и «Plotly».

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С применением высокоуровневого языка программирования Python было спроектировано рецептурные составы системы для сублимированного пробиотического пищевого рыбного продукта на основе биотрансформированного *L. acidophilus* филе трески и макруруса (табл. 1).

Спроектированные рецептурные составы пищевой системы для последующей сублимационной сушки различны. В программный код были вписаны ограничения по химическому составу. Балансирование в основном производилось по массовой доле белка и воды, последний показатель важен для процесса сублимации. Меньшее содержание воды в рецептурном составе № 2, непосредственно связано с тем, что филе макруруса, до и после обработки *L. acidophilus* обводнено и имеет более высокую массовую долю воды (среднее значение — 89,20% [1, 4]), чем обработанное филе трески (среднее значение — 80,90% [1, 4]), что было учтено и прописано в программном коде при проектировании через Python. В соответствии с этим белок балансировали с учетом свободной воды в сырье, поэтому некоторые компоненты рецептурного состава разнятся и приведены к определенному значению, прописанному в ограничениях программного кода.

В рецептурный состав включена морковь и тыква, что обосновано экономической целесообразностью, а также содержанием пектина (естественный стабилизатор и загуститель для пищевых систем), естественного сахара (смягчение вкуса и запаха рыбы, питательная среда для роста БЗК), ярким оранжевым цветом (улучшение внешнего вида рыбных продуктов, в частности, эстетически приятный цвет), безопасностью и биосовместимостью ингредиентов (подтверждено высокой степенью переносимости среди различных потребителей) [7, 13, 14].

Глюкоза мелкокристаллическая включена в проектируемый рецептурный состав продукта с целью поддержания жизнеспособности БЗК как питательного компонента, который клетки бактерий будут перерабатывать, тем самым поддерживая свой рост на уровне, необходимом для пробиотических пищевых продуктов ( $10^6$ – $10^9$  КОЕ/г [2, 5, 6]).

Для поддержания цельной текстуры и структуры продукта непосредственно после сублимационной сушки добавляли совместно альгинат натрия и каппа каррагинан из-за их синергетического эффекта. Но следует отметить, что введение альгината натрия связано с тем, что он является протектором для защиты БЗК от воздействия внешних факторов, а именно воздействия температур выше температурного оптимума развития бактерий (для *L. acidophilus* — 30–40 °С [3]). Экспериментально установлено, что при термической обработке филе рыб, содержащего *L. acidophilus*, с добавлением

1,6% альгина натрия, живые клетки БЗК сохраняются и составляют при продолжительности обработки 60 мин.: для 60 °С —  $9,7 \times 10^9$  КОЕ/г, 70 °С —  $7,7 \times 10^8$  КОЕ/г, 80 °С —  $1,6 \times 10^8$  КОЕ/г, 90 °С —  $4,6 \times 10^7$  КОЕ/г. Данные значения по количеству живых клеток БЗК входят в минимальный предел, установленный для пробиотических пищевых продуктов ( $10^6$ – $10^9$  КОЕ/г [2, 5, 6]).

В качестве группы сублимированных рыбных продуктов выбраны рыбные снеки, содержащие пробиотические микроорганизмы, что является результатом биотрансформации филе рыб БЗК [1]. Проектирование технологического процесса получения данного вида продукта включает следующие этапы:

– биотрансформацию филе трески и макруруса культурой *L. acidophilus*, технологические параметры которой были разработаны ранее [1] и включали внесение БЗК в количестве:  $4,5 \times 10^{10}$  КОЕ/г с продолжительностью обработки в течение 5 часов при температуре процесса 37 °С с соотношением сырье: раствор 1:2 [1];

– этапы смешивания с рецептурными компонентами;

– гомогенизацию на различных этапах при скорости 7000–9000 мин<sup>-1</sup> в течение 5 мин.;

– термическую обработку смеси при температуре 60 °С в течение 1,0 ч.

– сублимационную сушку, заданные параметры которой: толщина слоя 0,5–1 см, температура замораживания — минус 35 °С, температура сублимации — минус 30 °С, температура досушки — 38–40 °С;

– формовку снеков, упаковку.

**Таблица 1.** Спроектированные с применением языка программирования Python рецептурные составы системы для сублимированного пробиотического пищевого рыбного продукта, на 100 г

Компоненты рецептурного состава	Содержание компонентов, г/100 г	
	<i>L. acidophilus</i>	
	№ 1	№ 2
Обработанное <i>L. acidophilus</i> филе трески	63,62	–
Обработанное <i>L. acidophilus</i> филе макруруса	–	77,77
Вода	9,89	0,16
Морковь	14,30	10,87
Тыква	5,00	4,00
Соль	1,50	1,50
Альгинат натрия	1,60	1,60
Каппа каррагинан	1,60	1,60
Глюкоза мелкокристаллическая	1,50	1,50
Специи	1,00	1,00

## ВЫВОДЫ

Таким образом, с использованием алгоритмов высокоуровневого языка программирования Python, возможно спроектировать пищевую рыбную продукцию по множеству различных критериев, в частности, по пищевой и биологической ценности, что будет способствовать получению множества альтернатив продуктов питания нового поколения с заданными характеристиками качества и состава. А сублимационная сушка позволит получить не только обогащенный продукт для быстрого перекуса, но и сохранить физиологически функциональные компоненты — пробиотики. Следует отметить, что ведущие зарубежные фирмы, занимающиеся выпуском аналогичной продукции, представляют ее в виде сухого продукта, полученного непосредственно за счет сублимационной сушки.

Спроектированные рецептурные составы и подобранные технологические режимы будут использоваться для последующей разработки технологии сублимированных пробиотических рыбных продуктов в виде снеков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Верификация оптимальных условий и параметров биотрансформации мышечной ткани филе рыб бактериальными заквасочными культурами / Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин, О.В. Бредихина [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство.— 2023.— № 4. — С. 127–138. — DOI 10.24143/2073-5529-2023-4-127-138. — EDN NMUJCG.
2. ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. — Введ. 2015-01-01. — М.: Стандартиформ, 2014.— 17 с.
3. Интеграция бактериальных заквасочных культур с рыбным сырьем: подбор и обоснование / Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин, О.В. Бредихина, А.И. Гриневич // Рыбное хозяйство.— 2022.— № 6. — С. 107–114. — DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-107-114. — EDN YUWZQC.
4. Лаврухина, Е.В. Биотрансформация филе макруруса как пищевой матрицы для пробиотических рыбных продуктов / Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин, А.И. Гриневич // Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук.— 2023.— № 1. — С. 158–162. — EDN СВУКЗР.
5. СанПиН 2.3.2.1078-01 Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. — М.: Рид Групп, 2012.— 448 с.
6. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011, утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880. [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения 02.12.2023).
7. Advanced insight into the emulsifying and emulsion stabilizing capacity of carrot pectin subdomains/ Neckebroek, B., Verkempinck, S. H. E., Vaes, G., Wouters, K., Magnée, J., Hendrickx, M. E., & Van Loey, A.M. // Food Hydrocoll. 2019. Vol. 102. p. 105594.
8. Bell L. N., Hageman M.J., «Glass Transition Explanation for the Effect of Polyhydroxy Compounds on Protein Denaturation in Dehydrated Solids», J Food Sci, т. 61, вып. 2, сс. 372–375, мар. 1996, doi: 10.1111/j.1365-2621.1996.tb14196.x.

9. Effect of Trehalose and Lactose Treatments on the Freeze-Drying Resistance of Lactic Acid Bacteria in High-Density/Cui, S.; Hu, M.; Sun, Y.; Mao, B.; Zhang, Q.; Zhao, J.; Tang, X.; Zhang, H.// *Culture Microorganisms*, т. 11, с. 48, дек. 2022, doi: 10.3390/microorganisms11010048.
10. Evaluation of microencapsulation of a Bifidobacterium strain with starch as an approach to prolonging viability during storage/ O’Riordan K., Andrews D., Buckle K., Conway P.// *J Appl Microbiol*, т. 91, вып. 6, сс. 1059–1066, дек. 2001, doi: 10.1046/j.1365-2672.2001.01472.x.
11. Kalt W. Effects of Production and Processing Factors on Major Fruit and Vegetable Antioxidants // *J Food Sci*. 2005. Vol. 70. No. 1. pp. R11–R19.
12. Kriger O., Noskova S., «Properties of Lactic Acid Microorganisms: Long-Term Preservation Methods», *Food Processing: Techniques and Technology*, т. 48, вып. 4, сс. 30–38, фев. 2019, doi: 10.21603/2074-9414-2018-4-30-38.
13. Main flavor compounds and molecular regulation mechanisms in fruits and vegetables/ Xu L., Zang E., Sun S., Li M. // *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022. pp. 1–21.
14. Natural pigments: Anthocyanins, carotenoids, chlorophylls, and betalains as colorants in food products/ Nabi B., Mukhtar K., Ahmed W., Manzoor M., Ranjha M., Kieliszek M., Bhat Z. // *Food Biosci*. 2023. pp. 102403.

## Разработка способа получения агароподобного полисахарида из красных водорослей рода *Odonthalia*

Т.А. Игнатова<sup>1</sup>, А.В. Подкорытова<sup>1</sup>, Н.В. Евсеева<sup>1</sup>, А.И. Усов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН»

E-mail: ignatova@vniro.ru

**Аннотация.** На основании проведенных исследований установлено, что выход сушеной водоросли *O. corymbifera* составил 21–28%, а *O. ochotensis* — 22%. Содержание белка в них варьировалось от 17,29 до 22,44%. При этом лимитирующими аминокислотами были треонин, лейцин и метионин+цистин. Содержание углеводов изменялось от 48,35 до 60,90%, в том числе клетчатки от 5,50 до 7,50% в *O. corymbifera*, что обуславливает перспективность использования данного вида сырья в качестве источника полисахаридов. Разработаны рациональные режимы основных технологических стадий получения полисахарида из *O. corymbifera*: предобработка водорослей (рН среды 8, продолжительность 1 ч, температура 22±2 °С), экстрагирование полисахарида (температура 80±2 °С, продолжительность 5 ч, рН среды 7), очистка экстракта (адсорбент — активированный уголь в количестве 1,3–1,5% к массе экстракта, продолжительность 85–95 мин., температура 80±2 °С).  
**Ключевые слова:** красные водоросли, *Odonthalia*, полисахариды.

### ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации к промышленным красным водорослям относится только один вид (*Ahnfeltia tobuchiensis*), произрастающий в прибрежных зонах Японского моря. Поэтому перспективным является привлечение к переработке потенциально-промышленных видов таких как, например, *Odonthalia corymbifera*, *Odonthalia ochotensis*, которые произрастают также в прибрежных зонах ДВРБ. По экспертной оценке, запас *O. corymbifera* и *O. ochotensis* составляет 100–150 тыс. тонн и 75–100 тыс. тонн соответственно [1]. Для определения направленности и способа переработки данных видов водорослей необходимо было изучить их химико-технологические характеристики.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении исследований в качестве объектов использовали красные водоросли *Odonthalia corymbifera* и *O. ochotensis*, заготовленные в прибрежной зоне Курильских островов 2015–2019 гг.— 12 образцов.

Определение общего химического состава проводили в соответствии с ГОСТ 33331, а аминокислотный состав белков водорослей определяли с помощью ВЖХ на аминокислотном анализаторе Aracus по [2].

Моносахаридный состав полисахаридов воздушно-сухой биомассы водорослей был определен в ИОХ им. Н.Д. Зелинского РАН, г. Москва с применением восстановительного гидролиза и последующим анализом ацетилированных альдитолов методом количественной ГЖХ на хроматографе Hewlett-Packard 5890A [3].

### Выделение одонталана из *O.corymbifera*

Обработку водорослей осуществляли при комнатной температуре в течение 1 ч при рН среды 3–12, ГМ 1:30. Затем обработанные водоросли промывали водой и направляли на стадию экстрагирования. Процесс экстракции осуществляли при температуре  $80 \pm 2$  °С в течение 5 ч, рН 3–9 и ГМ 1:40. Регулировали рН среды 0,1 н раствором серной кислоты или 0,1 н раствором гидроксида натрия.

Очистку экстракта *O. corymbifera* проводили добавлением адсорбента (уголь активный, диатомит, перлит, вермикулит, цеолит, бентонит, целлюлоза микрокристаллическая) в количестве 1,5% к массе экстракта и выдерживанием в течение 1 ч при температуре 80 °С. Разделяли экстракт и адсорбент центрифугированием на ЦФ ОС 6МЦ в течение 15 минут при скорости 6000 об./мин. Очистку геля одонталана методами диализа и замораживания-оттаивания проводили по схемам, описанным в работе [4].

Вязкость экстрактов измеряли на вискозиметре BROOKFIELD DV-II+Pro при 100 об./мин., температуре  $22 \pm 1$  °С с использованием насадки S61.

Все расчеты были проведены на сухое вещество водорослей и выделенных полисахаридов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты исследований по определению выхода сухой биомассы *O. corymbifera* и *O. ochotensis* из свежесобранных водорослей позволили установить, что этот показатель составил 21–28% для *O. corymbifera*, а для *O. ochotensis* — 22%. При этом содержание воды в сушеных водорослях колебалось в пределах 3–7%.

Анализ химического состава показал, что содержание основного органического вещества — углеводов, составляет 48,35–60,90%, при этом на клетчатку в составе углеводов приходится 5,50–7,50%. Содержание белка варьировалось от 17,29 до 22,44%, а общее содержание минеральных веществ, определенное в виде золы, — 22,36–31,92%.

Сравнение химического состава *O. ochotensis*, собранной в августе 2015 г. в районе острова Кунашир с *O. corymbifera*, заготовленной в том же регионе, показало различие этих образцов по общему содержанию углеводов и белка. При расчете аминокислотного сора, который является критерием оценки полноценности белка, установлено, что лимитирующими аминокислотами являются треонин, лейцин и метионин+цистин, что вызывает необходимость корректировки по содержанию этих аминокислот при создании пищевых продуктов

на основе *O. corymbifera*. Часть аминокислот в *O. corymbifera* могут находиться в свободном состоянии. В исследуемых образцах их содержание составило от 32,6 до 48,63 мг/г. Основная доля свободных аминокислот приходится на  $\alpha$ -аминоадипиновую кислоту (66–83% от общего содержания свободных аминокислот), которая в природе является составной частью такого антибиотика как цефалоспорин, обладающего широким спектром антимикробного действия [5, 6].

Известно, что одонтоалия в своем составе содержит сульфатированный галактан, углеводная цепь которого построена по типу агароподобных полисахаридов, а размещение сульфатных групп также как в  $\kappa$ -каррагинане [7]. На основании данных моносхаридного состава биомассы водорослей *O. corymbifera* было установлено, что наибольшее содержание одонталана характерно для образцов, собранных у южных островов Малой Курильской гряды (о. Полонского и о. Юрий). О качестве полисахарида можно судить по мольному отношению 3,6-ангидрогалактозы к сумме 6-О-метилгалактозы и галактозы, которое было равно 0,72–0,74 и ожидать достаточно высокой прочности гелей его водных растворов. Пониженное содержание одонталана было отмечено для *O. ochotensis*, при этом качество его не могло быть высоким, о чем свидетельствовал показатель A/G, равный 0,41.

В России разработана технология получения агара из промышленного агарофита *Ahnfeltia tobuchiensis* [8]. Поскольку одонтоалан относится к группе агароподобных полисахаридов, то целесообразным было рассмотреть возможность его выделения из *Odonthalia* по технологии, применяемой для агаросодержащей водоросли. На основании полученных результатов, таких как выход одонтала и его физико-химические свойства, установлено, что технология, используемая для получения агара из *A. tobuchiensis*, не подходит для выделения одонталана из *O. corymbifera*.

В результате использования различных температурных режимов для экстрагирования одонталана установлено, что экстракт, получаемый при температуре экстракции 80 °С, имел максимальную вязкость, что указывает на в меньшей мере протекание процессов деструкции под действием температуры по сравнению с другими температурными параметрами.

Поскольку основными стадиями выделения сульфатированных галактанов являются предобработка водорослей и экстрагирование полисахарида необходимо определить рациональные параметры данных технологических процессов.

Ранее на примере красных водорослей *Gracilaria* было показано, что изменение рН среды на стадии предобработки водорослей и экстрагирования сульфатированного галактана из них оказывает значимое влияние на выход и качество полисахарида [9]. В связи с этим, необходимо установить оптимальные значения рН среды предобработки водорослей и стадии экстрагирования.

Наиболее вязкие растворы одонталана получают при проведении процесса предобработки *O. corymbifera* в слабощелочной среде при рН 8. В результате изучения влияния рН среды экстракции на выход и качественные

показатели одонталана установлено, что рациональным параметром является рН среды 7.

Заметное влияние на выход и качество одонталана оказывает продолжительность экстракции и тип реагента, используемого для доведения рН среды до оптимального значения. В ходе исследований установлено, что рациональная продолжительность экстрагирования одонталана из *O. corymbifera* составляет 5 ч., при этом выход составил 20%.

Сопоставив данные вязкости растворов одонталанов, полученных с использованием различных типов реагентов для доведения рН среды, установлено, что наиболее вязкие растворы возможно получить при использовании гидроксида калия в качестве реагента для регулирования рН среды.

Для определения рациональных режимов очистки водорослевого экстракта различными адсорбентами был проведен эксперимент по установлению зависимостей изменения содержания золы, общего азота, цвета и прозрачности экстракта от количества добавляемого адсорбента и продолжительности обработки им экстракта. В результате установлено, что рациональными параметрами очистки экстракта из *O. corymbifera* являются: количество вносимого адсорбента — 1,3–1,5% к массе экстракта, продолжительность обработки экстракта 85–95 мин. при температуре  $80 \pm 2$  °С.

## ВЫВОДЫ

Впервые разработан способ получения одонталана из *O. corymbifera*. Основными технологическими стадиями являются: предобработка водорослей (рН среды 8, продолжительность 1 ч, температура  $22 \pm 2$  °С), экстрагирование полисахарида (температура  $80 \pm 2$  °С, продолжительность 5 ч, рН среды 7). Очистку экстракта рекомендовано проводить адсорбентом (адсорбент — активированный уголь в количестве 1,3–1,5% к массе экстракта, продолжительность 85–95 мин., температура  $80 \pm 2$  °С), сушку экстракта — любым доступным способом.

На основании проведенных исследований показано, что переработка *O. corymbifera* позволит не только производить полисахарид нового типа для пищевой, косметической и др. отраслей промышленности, но также будет инициировать освоение потенциально-промысловых водорослевых ресурсов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки // Владивосток: ТИПРО-Центр, 2006.— 243 с.
2. Подкорытова А.В., Кадникова И.А. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. Вып. 3. Руководство по современным методам исследований морских водорослей, трав и продуктов их переработки, 2009. — С. 108.
3. Lopatina N.A., Klochkova N.G., Usov A.I. 2017. Polysaccharides of algae 69. Monosaccharide composition of polysaccharides of several Pacific red algae studied by reductive hydrolysis of biomass Russ. Chem. Bull.. Int. Ed. 66 (5), 2017. — P. 915–921.

4. Головин А.Н. Контроль производства продукции из морских водорослей и трав / А.Н. Головин. — М.: Издательство «Легкая и пищевая промышленность», 1984.— 156 с.
5. Лысиков Ю.А. Аминокислоты в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. № 2, 2012. — С. 88–105.
6. Пассет Б.В., Воробьева В.Я. Технология химико-фармацевтических препаратов и антибиотиков М. Из-во «Медицина», 1977.— 430 с.
7. Усов А.И., Козлова Е.Г. Полисахариды водорослей XX Изучение одонталана — сульфатированного полисахарида из красных водорослей *Odonthalia corymbifera*// Биоорганическая химия. Т. 1. № 7, 1975. — С. 912–918.
8. Подкорытова А.В. Морские водоросли-макрофиты и травы. — М.: Изд-во ВНИРО, 2005.— 175 с.
9. Игнатова Т.А. Оптимальные условия предварительной обработки биомассы и экстракции агара из вьетнамских красных водорослей *Gracilaria tenuistipitata* и *Gracilariopsis bailiniae* // Труды ВНИРО. — Т. 159, 2016. — С. 95–108.

# Потенциал удобрений из штормовых выбросов морских водорослей на рост и урожайность сельскохозяйственных культур

*И. А. Кадникова, Н. М. Аминина*

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)  
E-mail: irina.kadnikova@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Эксперименты по влиянию удобрений из штормовых выбросов морских водорослей (сахарины японской и анфельции тобучинской) были проведены в условиях открытого грунта на коллекционном участке ФГБОУ ВО Приморская ГСХА (г. Уссурийск). Установлено влияние удобрений на биометрические показатели и химический состав растений. Биометрические изменения сопровождаются уменьшением количества минеральных веществ и клетчатки, увеличением азота, йода и легкогидролизуемых полисахаридов в листьях огурца и салата. Использование удобрений из штормовых выбросов анфельции и сахарины оказывает ростостимулирующий эффект на растения (огурца, салата) и приводит к повышению их урожайности. Оптимальные результаты получены при использовании штормовых выбросов с измельчением 1–2 мм при внесении удобрения из них в расчете 15 г/растение (при локальном внесении в зависимости от схемы посева 0,7–1 т/га).

**Ключевые слова:** штормовые выбросы, морские водоросли, удобрения, рост, урожайность, химический состав.

## ВВЕДЕНИЕ

Морские водоросли являются ценным натуральным сырьем, содержащим фитогормоны (цитокинины, ауксины и ауксиноподобные соединения, индолуксусная кислота, абсцизовая кислота), бетаины, стеролы, полисахариды, минералы и микроэлементы, аминокислоты, полифенолы (например, флоротанины), влияющие на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных растений [11, 12]. Использование морских водорослей в качестве удобрений имеет много преимуществ. Они не содержат семян сорняков, спор патогенных грибов и яиц гельминтов. Полисахариды водорослей, вступая в контакт с почвенной влагой, улучшают структурно-механические свойства поверхностного слоя почвы. Минеральные вещества и аминокислоты водорослей улучшают условия питания растений через корневую систему и благоприятствуют их росту и развитию [9, 13]. Перспективным направлением является получение удобрений из штормовых выбросов водорослей, преимущество которых в экономическом плане заключается в более дешевом способе заготовки сырья. Штормовые выбросы красных и бурых водорослей дальневосточных морей могут быть использованы в качестве удобрений и стать экологически чистой альтернативой традиционным органическим и минеральным удобрениям, что существенно расширит возможности развития сельского хозяйства [8].

Целью настоящей работы является исследование потенциала удобрений из штормовых выбросов бурых и красных водорослей на примере сахарины и анфельции для использования в сельском хозяйстве.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве материалов использовали экспериментальные удобрения из двух видов штормовых выбросов водорослей: сахарины японской (*Saccharina japonica*), собранной на побережье бухты Преображение (15.09.2021) и анфельции тобучинской (*Ahnfeltia tobuchiensis*), собранной на берегу в районе пролива Старка (Японское море, в октябре 2021 г.). Удобрения из штормовых выбросов в виде сухого порошка были получены после высушивания водорослей, измельчения и разделения их на фракции с использованием сит: 5 мм, 1,0 мм и 0,25 мм: 1 — с размером частиц более 5,0 мм; 2 — от 1,0 до 5,0 мм; 3 — от 0,25 до 1,0 мм.

Эксперименты по влиянию удобрения из штормовых выбросов водорослей на рост и развитие растений огурец сорта Восток и салат сорта Московский парниковый были проведены в условиях коллекционного участка ФГБОУ ВО Приморская ГСХА. Схема опыта с удобрением из штормовых выбросов анфельции тобучинской на растениях огурец была представлена 10 вариантами, которые отличались между собой дозировкой (5–10–15 г/растение) и степенью измельчения (0,25 мм–1,0 мм; 1,0 мм–5,0 мм; более 5,0 мм). Площадь опытной делянки 10 м<sup>2</sup>. Повторность 3-х кратная. Размещение делянок систематическое. Способ внесения — при посеве в лунку. Посев огурца проводили в начале июня 2022 г., уборку зеленцов — с 13 июля по мере их созревания.

Экспериментальные исследования по влиянию удобрений из штормовых выбросов водорослей на рост, развитие и продуктивность салата проводили на двух образцах: первый — в виде порошка анфельции с размером частиц 1–2 мм; второй — в виде порошка сахарины с тем же размером частиц. Дозировка удобрения составила 15 г/растение. Площадь опытной делянки 2 м<sup>2</sup>. Повторность 4-х кратная. Размещение делянок систематическое. Способ внесения — при посеве в лунку. Посев салата проводили 14 июля, уборку 30 августа 2022 г.

После биометрического анализа листья и плоды растений высушивали при температуре 50°C и измельчали. Из подготовленных образцов отбирали среднюю пробу и проводили исследования химического состава.

В образцах удобрений, листьев и плодов растений определяли массовые доли воды, йода, минеральных веществ [4], содержание азота — по методу Кьельдаля на приборе «Kjeltec 2300» Tecator (Foss, Дания), содержание клетчатки по методу Кюршнера и Ганека [2], содержание растворимых и легкогидролизуемых углеводов (ЛГУ) — с антроновым реактивом [5]. Содержание агара определяли весовым методом [4], альгиновой кислоты титриметрическим методом согласно методическим рекомендациям [1].

Подготовку растительного сырья и удобрений к атомно-абсорбционному определению макро- и микроэлементов проводили методом кислотной минерализации по ГОСТ 26929–94 [6]. Количество минеральных элементов в пробах определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Nippon Jarell Ash» AA-855 и «Shimadzu AA-6800».

Санитарно-гигиеническую оценку удобрения проводили согласно требованиям ГН 2.1.7.2511–09, ГОСТ Р 54651–2011, Сан ПИН 1.2.3685–21. [3, 7, 10].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Химическая характеристика удобрений представлена в табл. 1.

**Таблица 1.** Химический состав удобрений из штормовых выбросов *S. japonica* и *A. tobuchiensis*

Наименование показателя	<i>S. japonica</i>	<i>A. tobuchiensis</i>
Органическое вещество, %	70,4	78,2
Минеральные вещества, % в том числе:	19,6	11,8
Йод, мг/кг	3200	3000
Калий, г/кг	83,1	1,2
Кальций, г/кг	14,5	15,0
Магний, г/кг	8,3	3,8
Железо, мг/кг	68,4	662,6
Марганец, мг/кг	4,1	283,0
Цинк, мг/кг	3,3	25,1
Медь, мг/кг	0,7	5,0
Азот общий, %	1,2	4,2
Альгиновая кислота/агар, %	24,9	12,0
Клетчатка, %	18,0	12,6
Легкогидролизуемые углеводы, %	9,6	24,2

Органическое вещество в удобрении из штормовых выбросов сахарины японской представлено, главным образом, углеводами (52,5%) — альгиновой кислотой, клетчаткой и легкогидролизуемыми углеводами (ЛГУ). Удобрение из выбросов анфельции содержит больше органического вещества (78,2%) за счет ЛГУ и общего азота. Так уровень ЛГУ в 2,5 раза, а азота в 3,5 раза больше, чем в удобрении из сахарины.

Из макроэлементов удобрения из сахарины на первом месте по содержанию находится калий, на втором — кальций, на третьем — магний. В удобрении из анфельции соотношение макроэлементов изменяется: на первом месте по количеству находится — кальций, на втором — магний, на третьем — калий. Оба вида удобрений отличаются высоким содержанием йода.

Однако, в сахарине микроэлементы, такие как железо; марганец, цинк, медь присутствуют в меньшей степени, чем в анфельции.

Для безопасного использования удобрений исследование содержания токсичных элементов показало, что удобрения из водорослей по уровню токсичных элементов не превышают ПДК, установленные государственными стандартами [3, 7, 10] Микробиологические исследования удобрений показали, что в них не обнаружены колиформы и энтеробактерии, что соответствует нормам ГОСТ Р 54651–2011.

Биологические испытания показали, что эффективность применения штормовых выбросов водорослей анфельции и сахарины в качестве удобрения значительно зависит от размера их частиц. Лучшие результаты получены при использовании штормовых выбросов с измельчением 1–2 мм при внесении удобрения из них в расчете 15 г/растение. Удобрение из штормовых выбросов анфельции оказывает ростостимулирующий эффект на растения огурца и приводит к повышению их урожайности. Во-первых, отмечаются изменения в общей длине боковых побегов, количестве и площади листьев огурца. Во-вторых, увеличивается количество мужских и женских цветов, что приводит к повышению урожайности этой культуры. Биометрические изменения сопровождаются уменьшением количества минеральных веществ и клетчатки и увеличением азота, йода и легкогидролизуемых углеводов в листьях огурца (рисунок). В плодах огурца также снижается содержание клетчатки. В целом удобрение из анфельции влияет на метаболизм овощной культуры.

Удобрения из штормовых выбросов анфельции и сахарины оказывают заметное действие в условиях открытого грунта на развитие салата сорта «Московский парниковый» и его химический состав. При добавлении удобрения из сахарины в почву отмечается значимое увеличение в образцах салата ко-

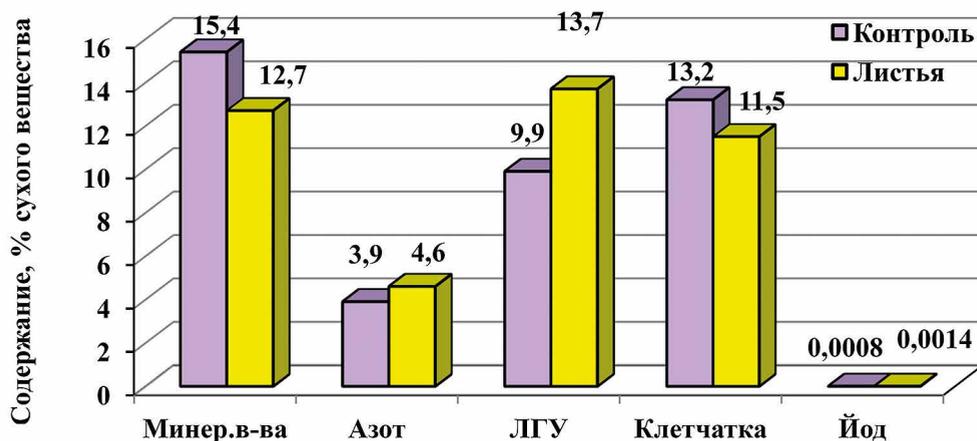


Рисунок. Влияние удобрения из анфельции на химический состав листьев огурца

личества минеральных веществ, главным образом магния и йода. Удобрения из сахарины и анфельции влияют на азотный и углеводный состав листьев салата. В листьях салата наблюдается увеличение количества азота и ЛГУ. В результате повышается биологическая урожайность салата в опытных образцах по сравнению с контролем. Прибавка урожая составила в среднем 12–13%.

Таким образом, биологические испытания показали, что использование удобрений из штормовых выбросов анфельции и сахарины оказывает ростостимулирующий эффект на растения (огурца, салата) и приводит к повышению их урожайности.

## ВЫВОДЫ

Эффективность применения штормовых выбросов водорослей анфельции и сахарины в качестве удобрения значительно зависит от размера их частиц. Наилучшие результаты получены при использовании водорослей с измельчением 1–2 мм при внесении удобрения из них в расчете 15 г/растение (в пересчете при локальном внесении в зависимости от схемы посева 0,7–1 т/га). Рекомендуется для получения удобрения из штормовых выбросов анфельции и сахарины, предназначенного для мульчирования, разрыхления, повышения воздухопроницаемости и плодородия почвы использовать физический способ обработки сырья — сушка посредством солнечной энергии или горячего воздуха с последующим измельчением до 1–2 мм.

Установлено влияние удобрения из штормовых анфельции на биометрические показатели и химический состав растения огурца. Отмечаются изменения в общей длине боковых побегов, количестве и площади листьев. Увеличивается количество мужских и женских цветов, что приводит к повышению урожайности культуры. Повышение урожайности этой культуры, при внесении удобрения сопровождается снижением содержания клетчатки в плодах огурца.

Использование удобрений из анфельции и сахарины оказывает ростостимулирующий эффект на растениях салата и приводит к повышению его продуктивности и урожайности. Внесение удобрений в почву при возделывании салата увеличивает высоту растений и количество листьев. В листьях салата под действием удобрений из штормовых выбросов увеличиваются минеральные вещества, клетчатка, азот, йод и легкогидролизуемые углеводы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аминина Н.М. Методы определения содержания альгиновой кислоты и соотношения в ней урановых кислот. Методические рекомендации / Н.М. Аминина. Владивосток: ТИНРО, 1991.— 16 с.
2. Бурштейн А.И. Методы исследования пищевых продуктов: моногр. — Киев: Госмедиздат, 1963.— 643 с.
3. ГН 2.1.7.2511–09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. — Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. –10 с.

4. ГОСТ 26185–84 Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. — М.: Стандартинформ, 1985.— 34 с.
5. ГОСТ 26176–91 Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. — М.: Стандартинформ, 1993.— 16 с.
6. ГОСТ 26929–94. Сырье и продукты, пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. — М.: Стандартинформ, 1994.— 123 с.
7. ГОСТ Р 54651–2011 Удобрения органические на основе осадков сточных вод. — М.: Стандартинформ, 2012.— 15 с.
8. Ерохин В.Е. О возможности использования растений Азово-Черноморского бассейна для органического земледелия // Вопросы современной альгологии.— 2020.— № 1 (22) — С. 1–7. doi: 10.33624//2311–0147–2020–1(22) –1–7.
9. Клочкова, Т.А. Перспективы использования камчатских ламинариевых водорослей в региональном растениеводстве / Т.А. Клочкова, А.В. Климова, Н.Г. Клочкова // Вестник Камчатского государственного технического университета.— 2019.— № 48. — С. 90–103. doi: 10.17217/ 2079–0333–2019–48–90–103.
10. Сан ПиН 1.2.3685–21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. — Москва, 2021.— 469 с.
11. Górká B. Biologically active organic compounds, especially plant promoters, in algae extracts and their potential application in plant cultivation / B. Górká, J. Lipok, P. Wiczorek // *Marine Algae Extracts: Processes, Products, Applications* (Eds. Kim, S.-K., Chojnacka, K.). –Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim, Germany, 2015. — P. 659–680.
12. Separation and identification of biologically active compounds from algae and their use in nutrition of plants / P. Wiczorek, J. Lipok, B. Górká // *Przem. Chem.*— 2013. — Vol. 92.— P. 1061–1066.
13. Yuvaraj D., Gayathri P.K. Impact of seaweeds in agriculture. Chapter 3. In book: *Biotechnological applications of seaweeds* / E. Nabti editor. — New York: Nova Science publishers, Inc., 2017. — P. 25–45.

## Проблема нормирования содержания мышьяка в пищевой рыбной продукции

*А. В. Козин, Л. С. Абрамова*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: kozin@vniro.ru

**Аннотация.** Проведен сравнительный анализ определения общего мышьяка в образцах рыбы методами атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) с электротермической атомизацией (ЭТ-ААС) по ГОСТ Р 53101–2008, с предварительной генерацией гидридов (ГГ-ААС) по ГОСТ 51766–2001, атомно-эмиссионной спектрометрии (АЭС-ИСП) по ГОСТ 30538–97 и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) по ГОСТ 34141–2017. Методы количественного определения ААС, по сравнению с ИСП-МС приводят к получению заниженных результатов при высоком содержании мышьяка (более 40 мг/кг), что можно объяснить особенностями пробоподготовки и частичной потерей мышьяка в ходе проведения измерения.

На основании проведенных исследований и анализа литературных данных сделано заключение, что применение методов ЭТ-ААС, ГГ-ААС и АЭС-ИСП для определения содержания мышьяка в широком диапазоне измерений требуется проведение дополнительных исследований, направленных на оптимизацию условий минерализации пробы и стадии измерения (температурная программа, модификаторы и т. д.), обеспечивающих полное извлечение мышьяка.

**Ключевые слова:** мышьяк, рыба, пробоподготовка, методы атомной спектроскопии.

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ данных содержания мышьяка в водных биоресурсах и продукции из них за 2015–2020 гг., которые получены в исследовательских лабораториях различных регионов РФ (90 лабораторий) и погружены в систему «Веста» <https://www.vetrf.ru/vetrf/vesta.html>, показал низкий процент положительных результатов (превышения содержания общего мышьяка) в среднем 1,5%. Данный факт приводит к заключению контролирующих органов в отсутствии проблемы превышения содержания общего мышьяка в водных биоресурсах и продукции из них. Однако в этой ограниченной выборке для очень ценных объектов морского промысла, таких как тресковые рыбы (треска, навага, пикша, путассу), камбаловые и зубатковые рыбы, беспозвоночные (крабы, креветки), водоросли наблюдается значительное превышение содержания общего мышьяка от максимально допустимого уровня. Это объясняется использованием большого спектра методической и инструментальной базы, в основу которой заложены методики с верхним динамическим диапазоном измерений мышьяка, не превышающим 20 мг/кг.

Для определения содержания общего мышьяка в пищевой продукции на территории ЕАЭС применяется ряд методов, которые отличаются не только методическими подходами, но и применением различных аналитических платформ, что сказывается на метрологических параметрах конкретной методики. Сравнивая отечественную нормативную базу с зарубежной, следует отметить, что основными инструментальными методами определения общего мышьяка является атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС) и масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС).

Наиболее часто используемые методы пробоподготовки пищевых продуктов — это кислотная минерализация азотной кислотой или ее смеси с пероксидом водорода в микроволновой печи. Важно отметить, что наибольшую долю содержания органической формы мышьяка у рыб и беспозвоночных составляет арсенобетаин [1], который может быть проблемой при определении содержания общего мышьяка с использованием методов ААС. Это вещество считается стабильным метаболическим соединением и его химическое разложение не всегда происходит полностью, что приводит к низкой степени извлечения и плохой воспроизводимости экспериментальных данных [4]. Для обеспечения полного разложения арсенобетаина требуется минерализация с использованием сильных окислителей в сочетании с сильными кислотами и высокими температурами. В некоторых случаях, даже при использовании этих реагентов при более высоких температурах, арсенобетаин полностью не разлагается, поэтому содержание общего мышьяка может быть занижено. Таким образом, при определении содержания общего мышьяка в водных биологических объектах необходимо обязательно учитывать специфику образца, чтобы выбрать наиболее подходящую процедуру пробоподготовки для получения достоверных данных.

Цель работы — сравнительный анализ определения количественного содержания мышьяка в образцах пищевой рыбной продукции методами атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией, атомно-абсорбционной спектрометрии с предварительной генерацией гидридов, атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

## **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Определение содержания общего мышьяка проводили в 4-х лабораториях в рамках проведения научно-исследовательской работы по договору № 4–312/21 от 11 ноября 2021 года. Для исследований применяли методы, входящие в область аккредитации лаборатории, сравнительная характеристика которых приведена в таблице.

### **Подготовка образцов для исследований**

В качестве объектов исследования использовали образцы палтуса потрошеного мороженого, зубатки потрошеной мороженой с содержанием мышьяка

**Таблица.** Сравнительная характеристика методов определения общего мышьяка

Номер лаборатории	Нормативный документ	Метод определения	Диапазон измерений, мг/кг	Пробоподготовка
1	ГОСТ 34141–2017	ИСП-МС	0,01 до 500,00	Минерализации пробы азотной кислотой в микроволновой печи под давлением
2	ГОСТ 30538–97	АЭС-ИСП	0,025 до 20,0	Кислотная минерализация пробы азотной кислотой
3	ГОСТ 51766–2001	ГГ-ААС	0,01 до 20,0	Кислотное разложение
4	ГОСТ Р 53101–2008	ЭТ-ААС	0,1 до 20,0	Микроволновая минерализация

трех диапазонов концентраций, полученных на основе данных мониторинга промышленных партий продукции.

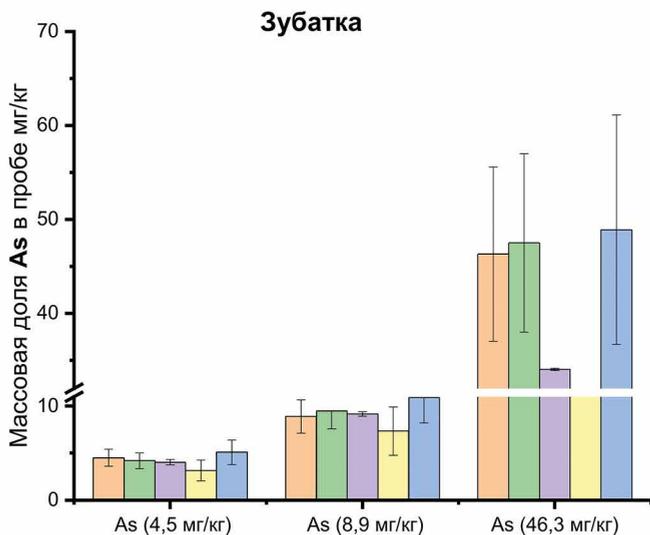
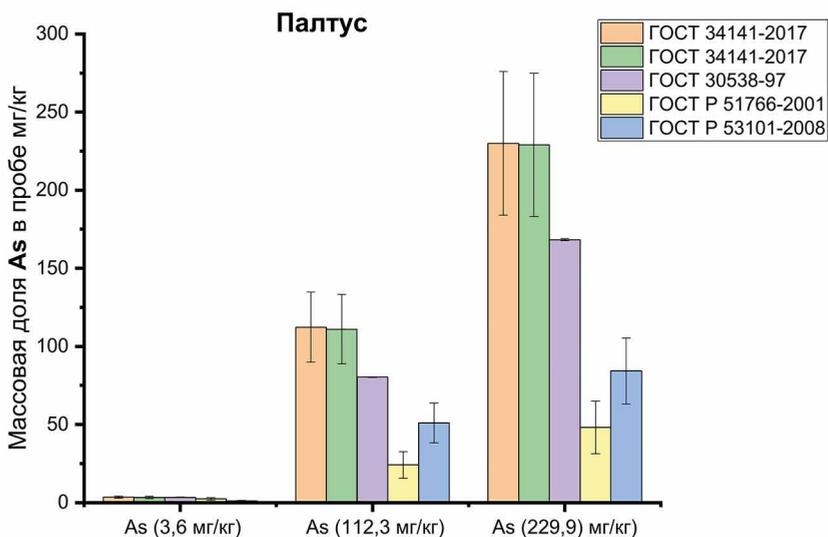
#### **Метод приготовления средней пробы**

Образцы рыбы ( $n=7$ ) массой не менее 500 г разделявали, отделяли мышечную ткань, измельчали и готовили среднюю пробу. Процедура определения однородности образцов выполнена в соответствии с ГОСТ Р 50779.60–2017 «Статистические методы. Применение при проверке квалификации посредством межлабораторных испытаний».

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

На рисунке представлена сравнительная оценка результатов определения содержания общего мышьяка в образцах палтуса и зубатки, полученных различными аналитическими методами. Из представленных данных видно, что в образцах с концентрацией общего мышьяка, не превышающей 20 мг/кг, доверительные интервалы перекрываются, и это свидетельствует об отсутствии статистической разницы между средними значениями, полученными разными инструментальными методами. Важно отметить, что при больших концентрациях ( $>40,0$  мг/кг) наблюдаются расхождения в результатах определения между значениями, полученными по ГОСТ 30538–97, ГОСТ Р 51766–2001, ГОСТ Р 53101–2008 и данными по ГОСТ 34141–2017 в рамках одного объекта (зубатки или палтуса), которые составляли от 10 до 60% (рисунок).

Наблюдаемый эффект можно объяснить частичной потерей мышьяка в процессе озоления образца в графитовой кювете. Согласно литературным источникам [2, 3] для снижения влияния данного фактора проведена оптимизация пробоподготовки, заключающаяся в добавлении серной кислоты при микроволновом разложении пробы и введении этапа сушки с плавным нагревом от 200 до 250 °С на стадии определения. Это позволило получить



**(12-01)**

**Рисунок.** Результаты межлабораторных сличительных испытаний определения общего мышьяка в образцах рыбы

более точные результаты анализа методами атомно-абсорбционной спектроскопии, сопоставимыми с данными при использовании метода ИСП-МС.

Результаты анализа содержания общего мышьяка по ГОСТ 34141-2017, полученные в двух аккредитованных лабораториях показали высокую сходимость вне зависимости от применяемой рыбной матрицы.

Дальнейшая актуализация широко применяемых в лабораторной практике методов атомно-абсорбционной спектроскопии, путем оптимизации

условий пробоподготовки образцов с рыбной матрицей и последующего количественного определения позволит значительно расширить диапазон измеряемых концентраций общего мышьяка.

## ВЫВОДЫ

Определения общего мышьяка методами ЭТ-ААС, ГГ-ААС и АЭС-ИСП приводит к получению заниженных результатов в образцах рыбы с высоким содержанием мышьяка (более 40 мг/кг), что можно объяснить особенностями пробоподготовки и частичной потерей мышьяка в ходе проведения измерения.

На основании проведенных исследований сделано заключение, что для точного определения содержания мышьяка в широком диапазоне измерений по ГОСТ Р 53101–2008, ГОСТ 51766–2001, ГОСТ 30538–97 требуется проведение дополнительных исследований, направленных на оптимизацию условий пробоподготовки и стадии измерения (температурная программа, модификаторы и т. д.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Багрянцева О.В., Хотимченко С.А. Токсичность неорганических и органических форм мышьяка // Вопросы питания.— 2021. — Т. 90, № 6(538). — С. 6–17.
2. Грачев С.А., Третьяков А.В., Амелин В.Г. Оптимизация условий пробоподготовки при определении общего содержания мышьяка в рыбе и морепродуктах методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией // Заводская лаборатория. Диагностика материалов.— 2023. — Т. 89.— № 1. — С. 5–10.
3. Curros-Gontad B., Barciela-Alonso M.C., Buján-Villar M. D., Peña-Vázquez E., Herbello-Hermelo P., Bermejo-Barrera P. Study of a microwave digestion method for total arsenic determination in marine mussels by electrothermal atomic absorption spectrometry: application to samples from the Ria de Arousa / Eur. Food Res. Technol.— 2008. — V. 227. — N 4. — P. 1165–1172.
4. Koesmawati T.A., Buchari B., Sulaeman A., Ibrahim S. Sample preparation methods for organic arsenic species (arsenobetain,  $(\text{CH}_3)_3\text{As}^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ ) in tuna fish samples followed by HG-QFAAS, GF-AAS, and ICP-MS measurements. Procedia Chemistry.— 2015 — V. 17. — P. 200–206.

## **Погрешности метода орошения при определении массовой доли глазури на мороженой глазированной рыбной продукции**

*Е. С. Коноваленко, Н. Н. Яричевская, Е. Н. Харенко, А. В. Гриценко, А. В. Харенко*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: norma@vniro.ru

**Аннотация.** С момента принятия технического регламента «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) вопрос, связанный с количественным определением глазури, до настоящего времени является достаточно острым как для изготовителей пищевой рыбной продукции, так и для ее потребителей. В решении проблемы определения массовой доли глазури на мороженой глазированной пищевой рыбной продукции основополагающими являются методы ее определения. ГОСТ 31339–2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» (Изменение № 2). ГОСТ предусматривает применение трех методов удаления глазури с продукта — воздушный, орошением и погружением в емкость с водой. В данной работе рассматривается метод орошения при определении массовой доли глазури на мороженой беспозвоночных. Получение достоверных данных о массовой доле глазури на мороженой пищевой рыбной продукции является актуальной задачей, решение которой будет способствовать принятию объективных управленческих решений.

**Ключевые слова:** массовая доля глазури, мороженые беспозвоночные, метод орошения, пределы допускаемых значений определения.

### **ВВЕДЕНИЕ**

С момента принятия технического регламента «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) вопрос, связанный с количественным определением глазури, до настоящего времени является достаточно острым как для изготовителей пищевой рыбной продукции, так и для ее потребителей.

Принятый регламент [п. 33 ТР ЕАЭС 040/2016] регулирует предельно допустимые нормы глазури на мороженой пищевой рыбной продукции, при этом производитель обязан указывать на упаковке массу нетто продукции и информацию о количестве нанесенной глазури [п. 73 ТР ЕАЭС 040/2016]. Установлены следующие нормативы по количеству наносимой глазури для мороженой глазированной продукции, которая, с учетом погрешности методики определения массовой доли глазури, не должна превышать: для рыбы — 5% от массы глазированной продукции, для продукции из разделанных или очищенных ракообразных — 7%, из неразделанных ракообразных — 14%, а при производстве прочей пищевой рыбной продукции — 8%.

Глазирование мороженой рыбной продукции осуществляют с целью ее защиты от обезвоживания и окисления при длительном хранении и, несмотря на то, что глазурь в большей мере обеспечивает качество, а не безопасность рыбной продукции, контролирующие органы, в случае обнаружения превышения массовой доли глазури, подвергают рыбоперерабатывающие предприятия значительным штрафам и возбуждают дела об административном правонарушении. Таким образом, получение достоверных данных о массовой доле глазури на мороженой пищевой рыбной продукции является актуальной задачей, решение которой будет способствовать принятию объективных управленческих решений.

Массовую долю глазури на мороженой глазированной пищевой рыбной продукции определяют в соответствии с ГОСТ 31339–2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» (Изменение № 2), где предусмотрено применение трех методов удаления глазури с продукта — воздушный, орошением и погружением в емкость с водой. Предел допускаемых значений абсолютной погрешности определения при доверительной вероятности  $P=0,95$ , установленный данным документом, составляет  $\pm 0,7\%$  для мороженой рыбы (включая филе) и  $\pm 1,2\%$  — для мороженых креветок.

Проведенными ранее исследованиями на мороженых глазированных беспозвоночных в потребительской упаковке, установлена целесообразность использования гидромодуля 1:6 по массе (беспозвоночные: вода), вместо рекомендуемого ГОСТ 31339–2006 1:8 при определении массовой доли глазури методом погружения [Харенко и др., 2023]. Кроме того, проведенные исследования показали несовершенство воздушного метода при определении массовой доли глазури на мороженых беспозвоночных, обусловленное неравномерностью размораживания на поверхности и в центре продукта, проникновением кристаллов льда в структуру мышечной ткани, вытеканием тканевого сока, повышением температуры в толще продукта до плюсовых значений, большой вариабельностью полученных данных, что противоречит требованиям ГОСТ 31339–2006 и не позволяет считать объективным данный метод [Харенко и др., 2023]. В данной работе рассматривается метод орошения при определении массовой доли глазури в части установления предела допускаемых значений абсолютной погрешности определения массовой доли глазури на мороженых беспозвоночных.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования использовали следующие промышленные образцы мороженой глазированной продукции:

– «Морской коктейль», в состав которого входили: полоски и щупальца кальмара (*Dosidicus Gigas*) (37,0 и 20,0% по массе соответственно), кусочки осьминога (*Octopus Vulgaris*) (20,0%), мясо мидий (*Mytilus Edulis*) варено-мороженое (20,0%) и креветки (*Solenocera Melantho*) варено-мороженые очищенные (3,0%);

– мидии (*Mytilus chilensis*) (мясо) варено-мороженые (размерных рядов 300–500, 200–300, 100–200) (аквакультура, Чили) и мидии (*Mytilus Edulis*) (мясо) варено-мороженые (размерный ряд 200–300) (аквакультура, Китай);

– осьминоги (*Octopus Vulgaris*) целые очищенные (Египет) размерных рядов 20–40, 40–60, 60–80;

– креветки белоногие (*Litopenaeus Vannamei*) (аквакультура, Эквадор) варено-мороженые неразделанные размерных рядов 100/150 и 50/80.

Массу образцов с глазурью определяли путем взвешивания на весах непосредственно после извлечения из морозильной камеры и удаления потребительской упаковки. Орошение образцов продукции осуществляли в пластиковых дуршлагах с использованием струи воды [Изменение № 2 ГОСТ 3139–2006] до полного удаления глазури, определяемой на ощупь, не допускающей вытекания влаги из продукции. Массу образцов без глазури определяли путем взвешивания на весах непосредственно после стекания.

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программ Excel и Statistica. Для данных были установлены стандартные требования надежности, при выборке данных больших объемов доверительная вероятность  $P=0,95$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Масса образцов «морского коктейля», направленных на проведение 1 опытно-контрольной работы (далее — ОКР), составила от 1,000 до 1,011 кг. Орошение образцов продукции проводили небольшой струей воды температурой 19,5 °С. Отделение ледяной глазури с поверхности «морского коктейля» отмечено через 2,5 минут (мин.) после начала орошения. Время, затраченное непосредственно на удаление глазури с поверхности образцов «морского коктейля», составило 15,5 мин. с момента начала орошения, общее время проведения ОКР — 18 мин. При снятии глазури с мидий, входящих в состав «морского коктейля», отмечено отделение кусочков мяса вместе с ледяной корочкой вследствие нарушения целостности мяса из-за ослабленной крошливой консистенции. При проведении ОКР для данной многокомпонентной продукции наиболее быстрое удаление ледяной глазури было отмечено для кусочков (щупалец) осьминога, а также полосок кальмара; достаточно медленное — для креветок, которые, по сравнению с другими составляющими морского коктейля, содержали очень большое количество нанесенной глазури, толщина которой превышала их собственную. Таким образом, из-за различного времени удаления ледяной глазури с поверхности компонентов «морского коктейля» первые ее составляющие, полностью освобожденные от глазури, находились на стекании около 15 мин., тогда как последние — не более 2 мин. После завершения удаления глазури температура в образцах «морского коктейля» составляла в среднем около 6,8 °С. Среднее значение содержания глазури по результатам ОКР в образцах «морского коктейля» составило 21,7%. Предел допускаемых значений абсолют-

ной погрешности определения массовой доли глазури при доверительной вероятности  $P=0,95$  составил  $\pm 1,4\%$ .

ОКР на образцах мяса мидий варено-мороженных проводили для размерных рядов: 300–500, 200–30 и 100–200 (Чили) и 200–300 (Китай) в потребительской упаковке массой от 1001 до 1048 г. Температура воды для орошения при проведении работ составила 19,5 °С. Полное снятие ледяной глазури с поверхности мидий отмечено через 71 секунду (с), 77 с, 84 с и 86 с для мидий размерных рядов 200–300 (Китай), 200–30 (Чили), 300–500 (Чили) и 100–200 (Чили) соответственно после начала орошения. Температура в образцах после стекания варьировала от 0,5 до 8,9 °С. В результате повышения температуры образцов часть клеточного сока (свободная или слабоудерживаемая и структурно связанная влага) вытекла из продукта, а также отделяются частички от мантии, нарушается ее целостность. Таким образом выполнить требования Изменения № 2 к ГОСТ 31339–2006 по недопущению вытекания тканевого сока из продукции не представляется возможным на данном объекте исследований.

В табл. 1 представлены средние значения массовой доли глазури и пределы допускаемых значений абсолютной погрешности ее определения на мидиях методом орошения.

**Таблица 1.** Результаты ОКР по определению массовой доли глазури в образцах мяса мидий мороженных различных размерных рядов методом орошения

Размерный ряд	Масса образцов продукции для 1 ОКР, г	Средняя температура в толще продукта после удаления глазури, °С	Среднее значение массовой доли глазури с пределом допускаемых значений абсолютной погрешности определения, %
300–500 (Чили)	6160	8,9	7,1 $\pm$ 1,1
200–300 (Чили)	3082	2,4	1,9 $\pm$ 1,2
200–300 (Китай)	3025	0,5	10,3 $\pm$ 0,3
100–200 (Чили)	3079	1,8	8,9 $\pm$ 1,1

Анализ полученных данных показал большую вариабельность значений массовой доли глазури при ее определении методом орошения на варено-мороженных мидиях различных размерных групп и изготовителей.

При орошении осьминогов целых очищенных мороженных, масса исследуемых образцов, направленных на проведение 1 ОКР, составила от 984 до 1051 г. Температура воды для орошения при проведении работ составила 21,6 °С. Полное снятие ледяной глазури с поверхности осьминогов было отмечено через 66 с, 76 с и 61 с для размерных рядов 20–40, 40–60 и 60–80 соответственно

после начала орошения. Температура в образцах после стекания варьировала от минус 0,6 до минус 1,1 °С. Полученные результаты представлены в табл. 2.

**Таблица 2.** Результаты ОКР по определению массовой доли глазури в образцах осьминогов целых очищенных мороженых различных размерных рядов методом орошения

Размерный ряд	Масса образцов продукции для 1 ОКР, г	Средняя температура в толще продукта после удаления глазури, °С	Среднее значение массовой доли глазури с пределом допускаемых значений абсолютной погрешности определения, %
20–40	3041	-1,1	12,1 ± 0,7
40–60	3037	-1,1	10,2 ± 3,4
60–80	3116	-0,6	8,1 ± 2,0

Согласно полученным данным (табл. 2) установлено, что содержание глазури на образцах осьминогов превышало нормы, установленные в ТР ЕАЭС 040/2016, при этом установленные пределы допускаемых значений абсолютной погрешности определения при доверительной вероятности  $P=0,95$  имели достаточно широкую вариабельность. Среднее значение массовой доли глазури на осьминогах для всех размерных рядов, определенной с использованием метода орошения, составляет 10,1%, предел допускаемых значений абсолютной погрешности определения при доверительной вероятности  $P=0,95$ , составил  $\pm 1,6\%$ .

С целью уточнения установленных пределов допускаемых значений абсолютной погрешности определения массовой доли глазури методом орошения для неразделанных ракообразных были проведены соответствующие ОКР на образцах неразделанной варено-мороженой креветки в потребительской упаковке размерных рядов 100/150 и 50/80 массой от 397 до 406 и от 803 до 814 г соответственно, произведенных в соответствии с СТО 00472093–003–2018. Маркировка образцов продукции соответствовала требованиям технических регламентов ТР ТС 022/2011 и ТР ЕАЭС 040/201, заявленная масса глазури — не более 14%. Температура воды для орошения при проведении работы составила 21,9 °С.

Для мелких креветок (100/150) начало оттаивания глазури с поверхности отмечено через 3 мин. после начала орошения. Для более крупных креветок (размерного ряда 50/80) — через 7 мин. Средняя продолжительность времени, затраченного на полное удаление глазури с поверхности образцов, составило 11 и 8,5 мин. для креветок размерных рядов 100/150 и 50/80 соответственно, при этом общее время, затраченное на выполнение ОКР составило 14 и 15,5 мин., соответственно. Освобожденную от глазури продукцию помещали на предварительно взвешенные сита, установленные под углом

20°, и выдерживали для стекания остаточной воды. Однако выполнить требование по стеканию образцов после снятия глазури в течение 2-х мин. не представлялось возможным из-за трудоемкости процесса, поскольку первые экземпляры креветок стекали более длительное время, чем установлено методикой. При этом отмечено, что первые экземпляры креветок, с которых удаляли глазури, полностью размораживались, что подтверждалось повышением температуры до положительных значений, а также у некоторых экземпляров были отмечены повреждения (отломаны усики и лапки). Результаты ОКР представлены в табл. 3.

**Таблица 3.** Результаты ОКР по определению массовой доли глазури на образцах варено-мороженой креветки методом орошения

Размерный ряд	Масса образцов продукции для 1 ОКР, г	Средняя температура в толще продукта после удаления глазури, °С	Среднее значение массовой доли глазури с пределом допускаемых значений абсолютной погрешности определения, %
100/150	3618	2,8	14,0 ± 1,6
50/80	3640	3,2	13,8 ± 2,2

Анализ данных табл. 3 показал, что содержание глазури на креветках не превышало нормы, установленные в ТР ЕАЭС 040/2016. Вместе с тем, пределы допускаемых значений абсолютной погрешности определения при доверительной вероятности  $P=0,95$  имеют широкую вариабельность и превышают значение  $\pm 1,2\%$ , установленное ГОСТ 31339 для данного вида мороженой продукции.

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования по определению массовой доли глазури на мороженых беспозвоночных методом орошения показали большую вариабельность полученных данных.

В действующем ГОСТ 31339 отсутствует подробное описание процесса снятия глазури методом орошения, в частности, нет информации о том, какова должна быть скорость излития струи воды, диаметр разбрызгиваемой струи воды, что невозможно метрологически аттестовать.

Сложность определения и выполнения указанных параметров на практике способствует увеличению длительности проведения ОКР и снижению схожимости результатов, что не позволяет считать данный метод объективным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 31339–2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» (Изменение № 2). — М.: Стандартинформ, 2010.— 3 с.

2. Технический Регламент ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» // СПС КонсультантПлюс (дата обращения 19.02.2024 г.).
3. Харенко Е.Н., Гриценко А.В., Коноваленко Е.С., Яричевская Н.Н., Харенко А.В., Архипов Л.О. Обоснование гидромодуля в методе погружения при определении массовой доли глазури на мороженых беспозвоночных // Рыбное хозяйство.— 2023.— № 3. — С. 103–108.
4. Харенко Е.Н., Гриценко А.В., Яричевская Н.Н., Харенко А.В., Коноваленко Е.С. Количественная характеристика глазури на мороженых беспозвоночных в воздушной среде // X Международная научно-практическая конференция «Продовольственная безопасность, научное, кадровое и информационное обеспечение». Воронеж, 2023, С. 478–483.

## **Динамика показателей химического состава пищевой рыбной продукции и значения пищевой ценности, наносимые на маркировку**

*К. А. Лаврикова, Е. С. Гусева*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: lavrikova@vniro.ru

**Аннотация.** Проведен анализ данных мониторинга содержания белка и жира промысловых видов рыбного сырья и выделены наиболее значимые объекты с позиции потребительского спроса. Рекомендовано для рыбных объектов содержание белка и жира учитывать при входном контроле сырья, особенно для производства специализированной продукции: детского, диетического лечебного и диетического профилактического питания. Это обеспечит соблюдение одной из целей технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) — «предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей (потребителей)». Для решения проблемы увеличения потребления отечественной рыбной продукции предложено дополнительно наносить на маркировку рыбной продукции содержание полиненасыщенных омега-3 жирных кислот, что является отличительной особенностью животного сырья водного происхождения.

**Ключевые слова:** мониторинг, белок, жир, пищевая ценность, омега-3 жирные кислоты.

### **ВЕДЕНИЕ**

Обеспечение здоровья населения является приоритетным направлением государственных национальных проектов нашей страны. При этом питание вносит важнейший вклад в сохранение и поддержание здоровья человека, его работоспособности среди всех факторов, влияющих на образ жизни. Доказано, что нарушение питания составляет от 30 до 50% причин возникновения хронических неинфекционных заболеваний, таких как ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет 2 типа, остеопороз и некоторые виды онкологических заболеваний. Продукция из рыбы, беспозвоночных и водорослей занимает особую роль в рационе питания, так как является источником полноценного легкоусвояемого белка, жиров, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, целого ряда макро- и микроэлементов [4]. В связи с этим увеличению потребления отечественной рыбной продукции населением нашей страны уделяется большое внимание со стороны государства, как фактора «здорового питания», способствующего укреплению здоровья, снижению риска развития заболеваний. Среди

принципов «здорового питания», кроме соответствия химического состава ежедневного рациона физиологическим потребностям человека в макро- и микронутриентах, важно гарантировать адекватность энергетической ценности (калорийности) ежедневного рациона энерготратам человека [1]. Основную информацию об этих показателях как потребитель, так и диетолог, врач различной квалификации, получают исходя из маркировки, нанесенной на продукцию. Согласно техническому регламенту Таможенного союза «Пищевая продукция в части маркировки» (ТР ТС 022/2011) [3] показатели пищевой ценности продукции определяются изготовителем пищевой продукции аналитическим или расчетным путем, а также могут дополняться надписью: «Средние значения». Особенностью некоторых видов рыбного сырья являются значительные изменения химического состава в зависимости от биологического состояния, сезона и района вылова, а следовательно, будут меняться значения энергетической ценности. В связи с этим соответствие маркировки фактическим показателям пищевой ценности продукции является важной в решении проблемы обеспечения здоровья человека и требует должного внимания и контроля.

Целью работы являлся анализ динамики изменения содержания белка и жира в некоторых видах рыбного сырья и значений их энергетической ценности (калорийности) в качестве основополагающих показателей для нанесения на маркировку пищевой продукции.

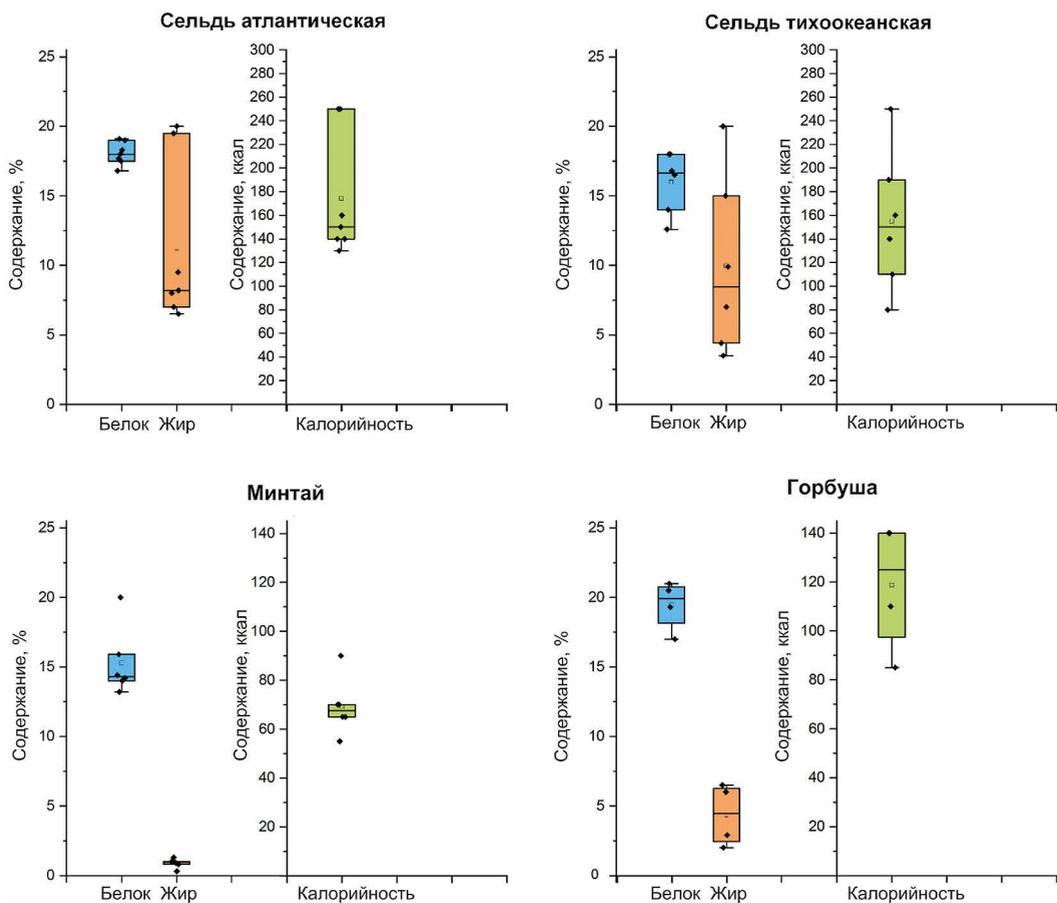
## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для анализа показателей пищевой ценности рыбных объектов использованы данные мониторинга за 2019–2021 гг., которые были получены в рамках выполнения Государственных работ по теме «Сбор информации о качестве и безопасности водных биоресурсов и продуктов их переработки на основании законодательства Российской Федерации» специалистами ЦИ и филиалов ФГБНУ «ВНИРО».

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен анализ данных мониторинга содержания белка и жира промысловых видов рыбного сырья и выделены наиболее значимые объекты с позиции потребительского спроса. На рис. 1 представлены изменения значений пищевой ценности для сельди тихоокеанской (*Clupea pallasii*) и атлантической (*Clupea harengus*), минтая (*Theragra chalcogramma*) и горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*), а на рис. 2 — для судака (*Sander lucioperca*), щуки (*Esox lucius*), тюльки или каспийской кильки (*Clupeonella cultriventris*) и шпрота черногоморского (*Sprattus sprattus*).

Из представленных данных на рис. 1 видно, что содержание белка и жира изменяются в широком диапазоне для сельдей и, как следствие, рассчитанная энергетическая ценность продукции. Например, для сельди атлантической энергетическая ценность варьирует от 130 ккал до 250 ккал, при этом такое



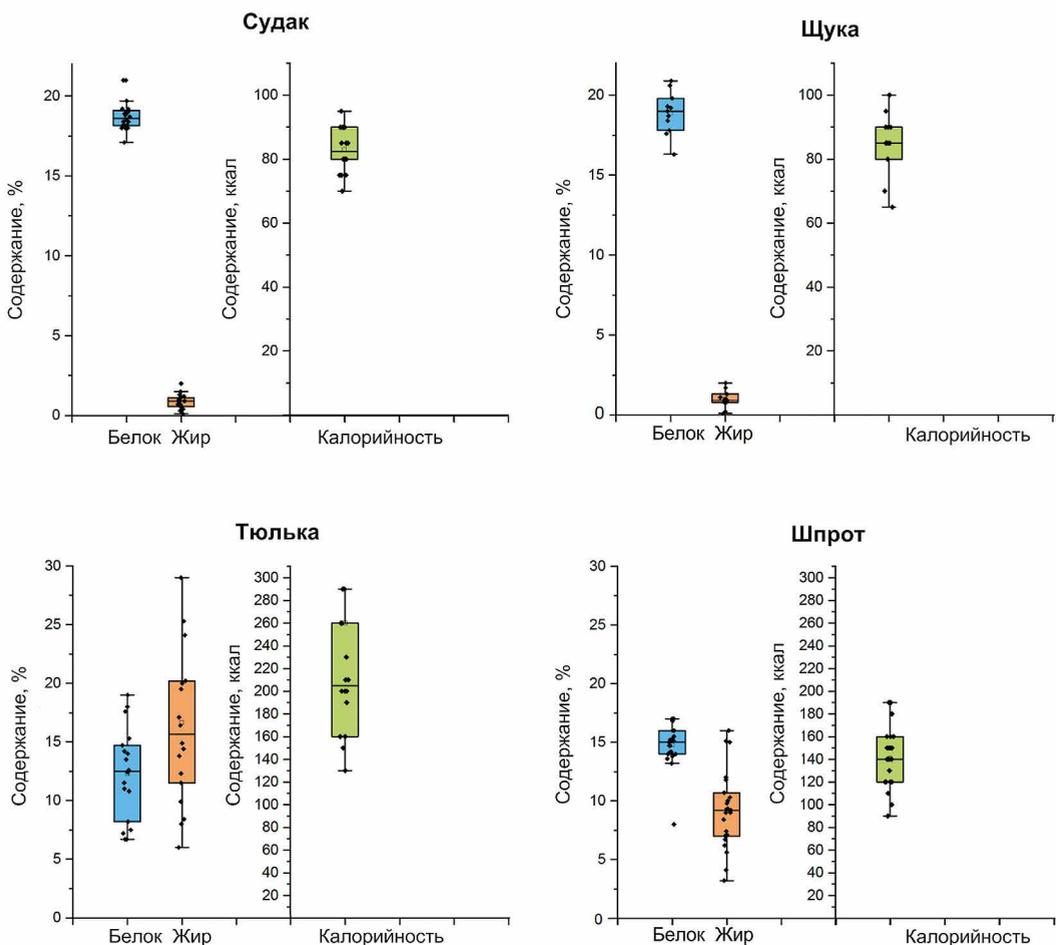
**Рис. 1.** Содержание белка, жира и значения калорийности в образцах сельди, минтая и горбуши

изменение обусловлено не белковой, а жировой составляющей. При составлении рациона питания, особенно в случае строго соблюдения диеты по калорийности ошибка будет до 10–15%, что может оказать серьезное влияние на состояние здоровья человека.

Анализ изменения пищевой ценности минтая показал, что данный вид сырья отличается относительно стабильными показателями содержания белка, жира и, соответственно, энергетической ценности (калорийности) и может быть рекомендован для включения в рационы питания, требующие строго соблюдения калорийности.

Согласно данным рис. 2, для судака и щуки характерны незначительные изменения пищевой ценности, в то время как для тюльки или каспийской кильки наблюдаются колебания как белка, так и жира.

Следовательно, указание на маркировке средних значений пищевой ценности рыбы и рыбной продукции, исходя из литературных данных, может



**Рис. 2.** Содержание белка, жира и значения калорийности в образцах судака, щуки, тюльки и шпрота

привести к недостоверной информации для потребителя, так как они в большинстве случаев не будут соответствовать реальным показателям.

Содержание белка и жира в рыбе зависит от сезона и района вылова, что особенно важно учитывать при производстве специализированной продукции: детского, диетического лечебного и диетического профилактического питания, так как эти показатели играют важную роль в обеспечении здоровья детерминированных групп населения. Например, для продукции детского питания значения пищевой ценности рассматриваются как показатели безопасности, так как обеспечивают рост и развитие ребенка. В связи с этим для специализированной продукции требуется осуществлять более строгий контроль соответствия таких значений пищевой ценности, как содержание белка, жира, энергетической ценности (калорийности), нанесенной

на маркировку фактическому содержанию в продукции. Это обеспечит соблюдение одной из целей ТР ТС 021 «О безопасности пищевой продукции» — «предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей (потребителей)» [2]. С целью предотвращения возможных нарушений в части маркировки производителям рекомендуется проводить входной контроль каждой партии сырья по содержанию белка и жира. Это не несет большой финансовой нагрузки на бизнес, но обеспечит достоверную информацию для потребителя.

Для решения проблемы увеличения потребления отечественной рыбной продукции одним из подходов является дополнительное нанесение на маркировку рыбной продукции содержания полиненасыщенных омега-3 жирных кислот, что является отличительной особенностью животного сырья водного происхождения. Исходя из расчетов даже минтай, который содержит около 1% жира, является источником омега-3 жирных кислот, а горбуша, в соответствии с информацией об отличительных признаках пищевой продукции (Приложение 5 ТР ТС 021/2011) относится к продукции с высоким содержанием омега-3 жирных кислот [5–7]. Достоверная и более полная информация о пищевой ценности и отличительных особенностях рыбной продукции будет стимулировать повышение интереса потребителя к данному виду продукции и позволит увеличить потребление отечественной рыбной продукции населением нашей страны, что в конечном итоге внесет вклад в укрепление здоровья.

## ВЫВОДЫ

Анализ данных мониторинга содержания белка и жира промысловых видов рыбного сырья показал значительный разброс по содержанию основных нутриентов в наиболее значимых объектах с позиции потребительского спроса. Рекомендовано при производстве специализированной продукции детского, диетического лечебного и диетического профилактического питания на основе рыбного сырья содержание белка и жира учитывать при входном контроле сырья и осуществлять более строгий контроль соответствия значений пищевой ценности, нанесенной на маркировку, фактическому содержанию в продукции.

Для решения проблемы увеличения потребления отечественной рыбной продукции предложено дополнительно наносить на маркировку рыбной продукции содержание полиненасыщенных омега-3 жирных кислот, что является отличительной особенностью животного сырья водного происхождения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. МР 2.3.1.0253–21. 2.3.1. Гигиена питания. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.07.2021) ConsultantPlus.lnk

2. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». Принят решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 № 880.— 242 с.
3. ТР ТС 022/2011. Технический регламент таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки». Принят решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 881.— 29 с.
4. Тутельян В.А. Химический состав и калорийность Российских продуктов питания. М.: ДеЛи плюс.— 2012.— 284 с.
5. Bimbo A.P. (2013). Sources of omega-3 fatty acids. In Charlotte Jacobsen, et al. (Eds.), Food enrichment with omega-3 fatty acids. Woodhead Publishing Limited.
6. Byrd K.A., Thilsted S.H., Fiorella K.J. Fish nutrient composition: a review of global data from poorly assessed inland and marine species. *Public Health Nutr.* 2021 Feb;24(3):476–486. doi: 10.1017/S1368980020003857. Epub 2020 Dec 14. PMID: 33308365; PMCID: PMC10195510.
7. Nutrient analysis of fish and fish products: <https://www.gov.uk/government/publications/nutrient-analysis-of-fish>

## **Исследование влияния пищевых протекторов на кислотно-основные свойства модельных системы из филе минтая, обработанного бактериальными заквасочными культурами**

*Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин, О.В. Бредихина, А.И. Гриневич*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: lavruhina@vniro.ru

**Аннотация.** Проведены исследования по изучению возможности использования пищевых протекторов (альгинат натрия и желатин) в качестве подхода защиты бактериальных заквасочных культур в составе сырья / продукта от угнетающих их жизнедеятельность факторов, в частности, высоких температур термической обработки. Также выживаемость клеток может зависеть от содержания клеток в препарате, рН среды и наличия в среде стабилизирующих агентов. В связи с этим, на первом этапе подбора наиболее эффективного пищевого протектора были изучены, в первую очередь, кислотно-основные свойства модельной системы из филе минтая, обработанного бактериальными заквасочными культурами. Для этой цели обосновывали влияние концентрации протектора, продолжительности и температуры на рН модельных систем. Полученные экспериментальные данные подчеркивают влияние протекторов, температуры и продолжительности обработки на кислотно-основные свойства модельных систем из филе минтая, а также разнообразные реакции бактерий на изменение условий окружающей среды при использовании различных компонентов протекторов.

**Ключевые слова:** бактериальные заквасочные культуры, биотрансформация, филе минтая, протектор, желатин, альгинат натрия.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В технологиях пищевой рыбной продукции, в которую возможно интегрировать пробиотические микроорганизмы, включают воздействие высоких температур, критичных для клеток, что негативно влияет на их сохранность в нормированных количествах [2, 6, 8]. В связи с чем, для максимального использования пробиотиков в составе рыбных продуктов необходимо изучать и применять защитные подходы для повышения их выживаемости при технологической обработке. По данному направлению исследований имеется достаточно большое число работ, которые показывают, что выживаемость клеток определяется как температурой их обработки, так и содержанием клеток в препарате, рН среды и наличием в среде стабилизирующих агентов [4, 5].

Чтобы защитить во время технологической обработки продукта живые клетки пробиотических микроорганизмов и активировать их рост необходимо включать в рецептурный состав простые углеводы и пищевые протекторы [12]. В качестве протекторов возможно использовать низкомолекулярные

(глюкоза, лактоза, манноза, трегалоза, сорбит и др.) [9] и высокомолекулярные вещества (модифицированный крахмал, гуммиарабик, желатин и изолят сывороточного белка, альгинаты [10]). Введение протекторов позволит снизить угнетающее влияние отрицательных факторов на бактериальные заквасочные культуры в составе пищевого продукта, в частности, рыбного.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве потенциальных протекторов для защиты бактериальных заквасочных культур рассматривались пищевая желатин и альгинат натрия в концентрации 1,6%, которые добавлялись в модельные системы из филе минтая (*Theragra chalcogramma*), обработанного в процессе биотрансформации *L. acidophilus*, *S. thermophilus* по ранее разработанному способу [1], глюкозы кристаллической и соли, в количестве 1,5% каждой от общей массы. Данные системы были подвергнуты воздействию различных температурных режимов (60, 70, 80 и 90 °С) с разной продолжительностью обработки (30, 45, 60, 90 мин.). Контрольными образцами служили модельные системы без БЗК и пищевых протекторов.

Активную кислотность (рН) определяли с помощью рН-метра HANNA рН-211.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

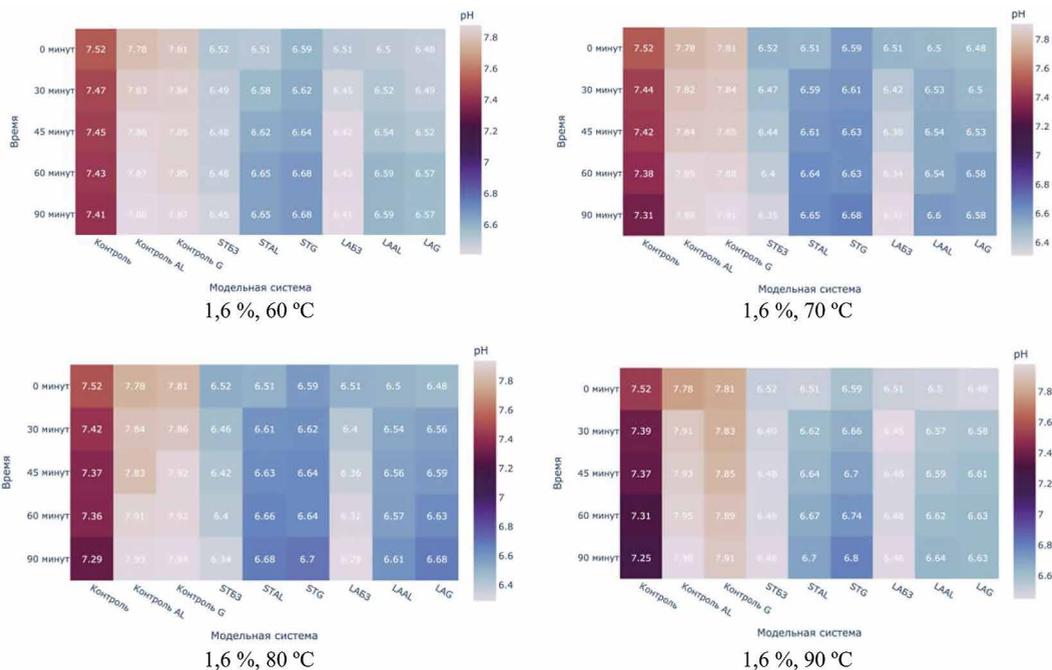
Было рассмотрено изменение рН в модельных системах при внесении протекторных веществ (АL и G) в количестве 1,6% (рис. 1).

При температуре 60 °С отмечается характерная динамика изменения уровня рН в различных модельных системах. В контрольной системе (Контроль) наблюдается умеренное, но постепенное снижение уровня кислотности в течение 90 минут, начиная от 7,52 и достигая 7,41. Добавление альгината натрия (Контроль AL) приводит к повышению рН от исходных 7,78 до 7,88, в то время как желатин (Контроль G) также вызывает увеличение рН с 7,81 до 7,87.

В отношении модельных систем с биотрансформированным сыром *S. thermophilus* и *L. acidophilus* проявляются различные тенденции. Уровень кислотности в системе СТБЗ снижается с 6,52 до 6,45, в то время как в системе ЛАБЗ отмечается снижение от 6,51 до 6,41. Данные результаты исследования позволяют свидетельствовать о конвергентных ответах различных бактерий на изменение окружающих условий в данном контексте [1, 7].

В модельных системах с биотрансформированным сыром и внесенными протекторами также наблюдались изменения. В модельной системе STG отмечено устойчивое повышение рН с 6,59 до 6,68. В системе LAG повышение было менее интенсивным: с 6,48 до 6,57. В системах STAL и LAAL наблюдалось заметное повышение уровня рН — с 6,51 до 6,65 и с 6,50 до 6,59, соответственно.

При повышении температуры до 70 °С отмечаются характерные изменения уровня рН в рассматриваемых системах: уровень рН в контрольной



**Рис. 1.** Динамика изменения pH в модельных системах из фила минтая в зависимости от температуры при внесении защитных компонентов в количестве 1,6%

Обозначения: LAB3 — модельная система из биотрансформированного *Lactobacillus acidophilus* фила минтая без внесенных протекторов; LAAL, модельная система из биотрансформированного *Lactobacillus acidophilus* фила минтая с альгинатом натрия; LAG — модельная система из биотрансформированного *Lactobacillus acidophilus* фила минтая с желатином; STB3 — модельная система из биотрансформированного *Streptococcus thermophilus* фила минтая без внесенных протекторов; STAL — модельная система из биотрансформированного *Streptococcus thermophilus* фила минтая с альгинатом натрия; STG — модельная система из биотрансформированного *Streptococcus thermophilus* фила минтая с желатином; AL — альгинат натрия; G — желатин.

системе снижается с 7,52 до 7,31 в течение 90 минут, что свидетельствует о значительном изменении кислотности; добавление альгината натрия к контролю приводит к повышению pH от 7,78 до 7,89, в то время как желатин вызывает увеличение уровня pH с 7,81 до 7,91; в системе STG отмечается значительное повышение pH с 6,59 до 6,68 в течение всего времени; в системе LAG повышение менее интенсивно: с 6,48 до 6,58; STB3 показывает снижение pH с 6,52 до 6,35, в то время как в LAB3 с 6,51 до 6,31; в системах STAL и LAAL наблюдается повышение уровня pH — с 6,51 до 6,65 и с 6,50 до 6,60 соответственно.

При повышении температуры до 80 °C отмечаются характерные изменения уровня pH в рассматриваемых системах: уровень pH в контрольной системе снижается с 7,52 до 7,29 в течение 90 минут, свидетельствуя о значительном изменении кислотности; добавление альгината натрия к контролю

приводит к повышению pH от 7,78 до 7,93, в то время как внесение желатина вызывает увеличение уровня pH с 7,81 до 7,94.

В системе STG отмечается значительное повышение pH с 6,59 до 6,70 в течение всего времени, в то время в системе LAG повышение менее интенсивно: с 6,48 до 6,68.

СТБЗ показывает снижение pH с 6,52 до 6,34, в то время как в ЛАБЗ с 6,51 до 6,29. В системах STAL и LAAL наблюдается повышение уровня pH — с 6,51 до 6,68 и с 6,50 до 6,61 соответственно.

Повышая температуру воздействия на модельные системы до 90 °С, отмечаются характерные изменения уровня pH в рассматриваемых системах:

– уровень pH в контрольной системе снижается с 7,52 до 7,25 в течение всего времени;

– внесение альгината натрия к контролю приводит к повышению pH от 7,78 до 7,98, в то время как желатин вызывает увеличение уровня pH с 7,81 до 7,91;

– в системе STG отмечается значительное повышение pH с 6,59 до 6,80 в течение всего времени;

– в системе LAG повышение менее интенсивно: с 6,48 до 6,63;

– СТБЗ показывает снижение pH с 6,52 до 6,46, в то время как в ЛАБЗ с 6,51 до 6,46;

– в системах STAL и LAAL наблюдается повышение уровня pH — с 6,51 до 6,70 и с 6,50 до 6,64, соответственно.

## ВЫВОДЫ

Экспериментальные данные подчеркивают влияние температуры и протекторов на кислотно-основные свойства системы, а также разнообразные реакции бактерий на изменение условий окружающей среды при использовании различных компонентов протекторов. Изменение pH при повышении температуры обработки может зависеть от нескольких факторов, включая состав продукта, наличие буферных систем, характеристики сырья, денатурации белков, реакции окисления, действия ферментов, образование продуктов Майларда и потери влаги [11, 13, 14]. Изменение pH в модельных системах так же подчеркивает потенциальную важность учета взаимодействия БЗК с рассматриваемыми добавками в контексте производства пищевых продуктов из биотрансформированного рыбного сырья.

В частности, добавление альгината натрия и желатина оказывает существенное воздействие на уровень pH в контролируемых условиях. Исходя из полученных данных, можно сделать следующие выводы:

– применение альгината натрия (AL) приводит к более выраженному увеличению уровня pH по сравнению с желатином (G);

– различия в реакции бактерий *S. thermophilus* и *L. acidophilus* при различных условиях могут быть обусловлены их метаболическими особенностями [7, 3];

–повышение температуры сопровождается более значительным снижением уровня pH, что потенциально требует принятия дополнительных корректирующих мер [11].

Результаты исследований будут использованы для обоснования и разработки параметров термической обработки пищевого рыбного продукта, обогащенного пробиотическими микроорганизмами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Верификация оптимальных условий и параметров биотрансформации мышечной ткани филе рыб бактериальными заквасочными культурами / Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин, О.В. Бредихина [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство.— 2023.— № 4. — С. 127–138. — DOI 10.24143/2073–5529–2023–4–127–138.
2. ГОСТ Р 55577–2013 Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. — Введ. 2015–01–01. — М.: Стандартинформ, 2014.— 17 с.
3. Журавлева С.В., Бойцова Т.М., Прокопец Ж.Г. Молочнокислые микроорганизмы в технологии продуктов с использованием сырья морского генеза // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. 2014. Т. 10. № 2. С. 28–31.
4. Морозов И.И., Влияние осмотического шока на жизнеспособность, оптическую плотность и проницаемость прогретых клеток *E. coli*/ Морозов И.И., Дергачева И.П., Ансимова Н.С. // Микробиология, т. 55, вып. 2, с. 278–281, 1986.
5. Рябцева С.А. Микробиология молока и молочных продуктов: Учебное пособие / С.А. Рябцева, Н.М. Панова. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017.— 220 с.
6. СанПиН 2.3.2.1078–01 Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. — М.: Рид Групп, 2012.— 448 с.
7. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов. 4-е изд., испр. — М.: Лира: Все для Вас. Подмосковье, 2006.— 413 с.
8. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011, утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880 [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения 02.12.2023).
9. Bell L. N., Hageman M.J., «Glass Transition Explanation for the Effect of Polyhydroxy Compounds on Protein Denaturation in Dehydrated Solids», *J Food Sci*, т. 61, вып. 2, сс. 372–375, мар. 1996, doi: 10.1111/j.1365–2621.1996.tb14196.x.
10. Evaluation of microencapsulation of a Bifidobacterium strain with starch as an approach to prolonging viability during storage/ O’Riordan K., Andrews D., Buckle K., Conway P.// *J Appl Microbiol*, т. 91, вып. 6, сс. 1059–1066, дек. 2001, doi: 10.1046/j.1365–2672.2001.01472.x.
11. Heldman D. R., Lund D.B. *Handbook of Food Engineering* // Boca Raton, 2018, pp. 1230.
12. Kriger O., Noskova S., «Properties of Lactic Acid Microorganisms: Long-Term Preservation Methods», *Food Processing: Techniques and Technology*, т. 48, вып. 4, сс. 30–38, фев. 2019, doi: 10.21603/2074–9414–2018–4–30–38.
13. Lund M. N., Ray C.A. Control of Maillard Reactions in Foods: Strategies and Chemical Mechanisms // *J Agric Food Chem*. 2017. Т. 65. № 23. С. 4537–4552.
14. Nelson D. L., Cox M.M. *Lehninger Principles of Biochemistry.*/ W.H. Freeman // 2017, pp. 36.

## **Методические аспекты приемо-сдаточных испытаний новых отраслевых научно-исследовательских судов на основе отечественного и зарубежного опыта**

*Д.Е. Левашов, В.А. Татарников*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: levashov@vniro.ru

**Аннотация.** Рассмотрены особенности планируемых приемо-сдаточных испытаний строящихся отраслевых научно-исследовательских судов и их научного оснащения на примере опыта испытаний современных отечественных и зарубежных судов. Отмечена возможность использования опыта ходовых и промысловых испытаний новейших рыбопромысловых судов российской постройки. В части испытания научных качеств строящихся НИС отмечен опыт разработки методики и испытания НИС пр. Атлантик 833 на выявление и оценку их шумовых характеристик в соответствии с Рекомендациями ИКЕС 209. Проанализирована отчетная информация по морским испытаниям научного оборудования рыболовного НИС Шанхайского Университета (КНР), построенного в 2018 г. В выводах обращено внимание на необходимость проведения максимального объема работ в предварительных, швартовых и имитационных испытаниях, а затем планирования комплексных испытаний научного оборудования в специальном рейсе.

**Ключевые слова:** научно-исследовательское судно (НИС), судостроение, гидроакустическое оборудование, Рекомендации ИКЕС № 209.

В отечественной терминологии рыбохозяйственных исследований появилось новое понятие — НИРС. Это специально спроектированные научно-исследовательские рыболовные суда. Главное их отличие от обычных НИС заключается в применении новых конструктивных решений, благодаря которым они не распугивают своим шумом промысловые скопления в процессе тралово-акустических съемок в полном соответствии с Рекомендациям ИКЕС № 209, нормирующими максимальный уровень шума от судовых механизмов, излучаемого в воду, и классу Правил DNV по шумности судна «SILENT-R» (научные рыбопромысловые исследования до скорости судна в 11 уз.) или «SILENT-F» (рыбопоисковые работы и траление на скорости до 4 уз.) [4, 5]. Важным качеством этих судов является их глубокое насыщение современным научным оборудованием для исследований водных биоресурсов (ВБР) и среды обитания. Учитывая, что начало строительства двух отраслевых НИРС пр. 17050 в конце 2021 г. — это уже начавшийся реальный этап обновления отраслевого исследовательского флота, актуальными и первостепенными становятся вопросы их приемо-сдаточных испытаний, планируемых

на 2026 год. Разработка программы и методики испытаний предусмотрена в Техническом задании (ТЗ) на строительство судов проекта 17050, и предусматривает, приемо-сдаточные испытания (ПСИ), которые производятся с целью проверки соответствия судна условиям контракта и утвержденному техническому проекту. Главным образом, это касается соответствия фактических показателей работы главных и вспомогательных механизмов, устройств, систем и трубопроводов, холодильного, промыслового, технологического и научного оборудования, средств автоматики и дистанционного управления механизмами и устройствами, электрооборудования, радиооборудования и электрорадионавигационных приборов техническим условиям на поставку и утвержденному техническому проекту. ПСИ выполняются в два этапа швартовые испытания (ШИ) и ходовые испытания (ХИ).

На этапе ШИ у достроечного пирса проверяют работу механизмов, устройств и систем, как в отдельности, так и во взаимодействии, с применением имитационных и инструментальных методов проверок. Программа и методика этих испытаний в каждом конкретном случае должна согласовываться с производителем оборудования и классификационным обществом (в случае его поднадзорности). Промысловое, технологическое и научное оборудование может испытываться на заводах-поставщиках до отправки его на верфь-строитель, но на ШИ проверка производится повторно.

ХИ — важнейший и фактически финальный этап постройки судна. В процессе ХИ выполняется проверка работы всего оборудования и систем непосредственно в море. Оцениваются мореходные качества судна — остойчивость, управляемость и маневренность, скорость на различных режимах работы. Производится запуск и проверка производственного оборудования: промыслового комплекса, рыбообрабатывающей фабрики и рефрижераторной установки. В ходе промысловых испытаний экипажу предстоит испытать и запустить в работу промысловое оборудование, рыбообрабатывающий цех и обеспечить вывод судна на заданные производственные показатели. Проводится траления, в рамках которых осуществляется проверка систем контроля орудий лова. Проводится проверка всех механизмов тралового комплекса, включая ваерные лебедки, кабельно-сетные лебедки и многочисленные вспомогательные лебедки, необходимые для установки и поднятия тралов. По результатам ходовых испытаний выявляются замечания, которые верфь должна устранить до сдачи судна.

Здесь следует отметить, что как в швартовых, так и в морских испытаниях рыбопромысловых судов в последнее время у отечественных судостроителей уже появился наработанный опыт, чего нельзя сказать об испытаниях, касающихся научных качеств и научного оснащения НИРС. Отдельным требованием являются научные качества судна целиком, в частности, шумовые характеристики судна, в связи с чем, необходимо предусмотреть снятие гидроакустических параметров шумности судна в соответствии с рекомендациями ИКЕС 209, что является темой специальных исследований, одна-

ко в этом плане — методика измерений гидроакустического шума научно-исследовательских и промысловых судов в отраслевой практике уже выработана и используется [2, 3].

Здесь же мы рассмотрим испытания судового научного оборудования.

В состав судового научного оборудования входит лабораторное оборудование, палубные спускоподъемные устройства (СПУ) и погружаемое забортное оборудование, которое также испытывается в процессе ШИ и ХИ.

В процессе ШИ проводятся мероприятия по всему перечню научного оборудования, не требующие выхода в море — проверка комплектации и работоспособности, включение оборудования и проверка эксплуатационных и технических характеристик, в соответствии с их спецификацией, техническими условиями (ТУ), установочными чертежами, схемами подключения, техническими описаниями (ТО) и инструкциями по эксплуатации (ИЭ).

При проведении ХИ судна в море проводятся мероприятия, касающиеся СПУ и погружаемого забортного оборудования (лабораторное оборудование может использоваться при необходимости). Забортное оборудование подразделяется на механическое (планктонные сети, дночерпатели, драги, грунтовые трубки и т. п.) и электронное (СТД-зонды, кассета батометров, пакетный планктоносорбитель, зонд лебедочной системы и т. п.). В ходе ХИ, в условиях реальной морской комплексной экспедиции, испытываются надёжность и работоспособность оборудования в различных климатических и погодных условиях, а также работа оборудования при предельных условиях эксплуатации (максимальных глубинах погружения забортного оборудования, максимальные тяговые усилия научного палубного оборудования). Как правило, подобные испытания проводятся в промысловых районах с выделением соответствующих квот на вылов и присутствием на борту представителей сдатчика. Возможно проведение серии ХИ для контроля, проверки и наладки отдельных комплексов научного оборудования.

В связи с отсутствием отечественного опыта морских испытаний НИРС за период более 30 лет рассмотрим особенности морских испытаний таких судов на примере китайского НИРС «Song Hang» [1, 6], построенного в 2018 г. на китайской верфи Xingang Shipbuilding Heavy Industry Co., Ltd. в Тяньцзине. На рис. 1. представлен вид судна в море, ниже приведены главные размерения и другие характеристики НИРС «Song Hang».

Главные размерения судна, следующие:

Длина наибольшая, м: . . . . .	85,0
Длина п. п., м: . . . . .	81,0
Ширина наибольшая, м: . . . . .	14,96
Осадка проектная, м: . . . . .	4,95

Автономность плавания судна — 60 дней на расстояние до 10000 миль. Судно имеет крейсерскую скорость 12 уз. и максимальную скорость хода 15 уз. Число спальных мест на судне — 59, из них экипажа — 26 и техников по



*Рис. 1. Вид НИРС «Song Hang» на испытаниях*

научному оборудованию — 5 человек, остальной состав 28 человек — научные сотрудники и студенты.

Хотя официальная сдача судна датируется 2018 г., когда 11 февраля началась первая научная экспедиция, фактически судно покинуло верфь 26 октября 2017 г. и 30 октября было передано Университету для завершения приемочных испытаний рыболовной системы и научно-исследовательского оборудования в течении ХИ, длившихся с 8 ноября до 12 декабря 2017 г. Общая продолжительность рейса с ХИ [7] составила 22 дня, а дальность плавания составила около 2500 морских миль.

В этом рейсе НИРС «Song Hang» завершил функциональные испытания трех различных промысловых систем лова водных биологических ресурсов, это траловый комплекс, комплекс ярусного лова тунца и системы лова кальмаров вертикальным ярусом. Также была выполнена функциональная проверка и проведены испытания 7 единиц вспомогательного оборудования для рыболовных научных экспедиций и 21 единицы научно-исследовательского оборудования. В процессе функциональных приемочных испытаний изучены соответствующие приборы и оборудование.

Из добывающего оборудования судно оснащено: двумя гидравлическими ваерными лебедками испанской компании Ibercisa Deck Machinery SA, сдвоенным сетным барабаном для донного и разноглубинного тралов, оборудованием для ярусного лова тунца. На траловой палубе вдоль бортов установлены лебедки, имеющие барабаны для намотки хребтины, оснащенной джигерными крючками для лова кальмаров, и световые гирлянды для привлечения кальмаров (рис. 2.).

НИРС «Song Hang» может использовать тралы различных конструкций для облова скоплений гидробионтов в поверхностных слоях моря, в пелагиали и у дна. 12.11.2017 в 13:00 часов начались испытания тралового комплек-

са. При проведении испытаний поверхностным тралом облавливался слой на глубине около 100 м в течение 3,5 часов. Донный трал испытывался на глубине около 600 метров, эксперимент длился почти 4 часа. Всего было добыто 27 глубоководных рыб, ракообразных, моллюсков и иглокожих, всего было выловлено 15 видов гидробионтов. Разноглубинный трал испытывался в акватории с максимальной глубиной 600 м, в горизонте 60–70 метров. Во время рейса были испытаны сетные барабаны, ваерные и вытяжные лебёдки, другие промысловые механизмы и палубное оборудование, а также 20-тонная П-образная рама и система управления траловым комплексом, включая гидроакустическое оборудование. Таким образом, траловая система и тралы были проверены. Проверка работоспособности тралового комплекса достигла ожидаемой цели.

Ярус для лова тунца — это крючковая рыболовная снасть, состоящая из буёв, буйрепа, плавучей хребтины, оснащенной крючками с наживкой, соединённых поводцами с хребтиной. Ярус такой конструкции приспособлен для лова не только тунца, но и других крупных пелагических рыб. 27 ноября 2017 года, был выставлен ярус с 60 крючками, глубина места постановки составляла около 1000 метров. Застой яруса осуществлялся с 14:30 до 16:00 часов. Улов яруса составили 4 экземпляра саргановых. По результатам опытной постановки яруса был сделан вывод, что механизмы системы ярусного лова судна работают нормально.

При лове кальмаров, для привлечения к борту судна планктона и кальмаров, использовались световые гирлянды, а для облова кальмаров — автоматические реверсивные лебёдки с барабанами, оснащёнными хребтиной



*Рис. 2. Вид траловой палубы и добывающего оборудования НИРС «Song Hang»*

с интегрированными в неё самоловными крючками (без бородок) — джигерами, которые перемещаются в воде вверх и вниз. 17 ноября 2017 года на акватории моря с глубиной места около 1000 метров, было подготовлено кальмароловное оборудование, в том числе и освещение. В 14:00 подготовка была закончена, а запущен в работы кальмароловный комплекс был в 18:00 часов. Испытание комплекса завершилось в 19:30, кальмаров поймано не было. По результатам испытаний был сделан вывод — кальмароловное оборудование работает нормально, освещение требует доработки.

В состав рыболовной системы входят три акустических рыболовных средства: научный эхолот EK80, гидролокатор кругового обнаружения рыбы SU93 и система мониторинга трала «Scanmar». Также в число гидроакустического оборудования входит многолучевой эхолот EM302, донный профилограф TOPAS18 и глубоководный промерный эхолот EA600. Имеется доплеровский измеритель течений ADCP Ocean Surveyor на 38 кГц и на 150 кГц, а также зондирующий LADCP WHS300 — на 300 кГц.

Испытания научного эхолота EK80 производилась 9, 10 и 14 ноября согласно Руководству по эксплуатации с использованием стандартных шариков из вольфрамовой стали диаметром 22,2 мм и 38,1 мм, размещаемых у вибраторов. Шумовые испытания эхолота EK80 и гидролокатора кругового обзора SU93 были проведено 12 ноября. Конкретные операции заключались в отключении всего акустического оборудования на судне, кроме испытываемой системы, переводе ее в пассивный режим и регистрация шумов судна на скорости от минимальной до максимальной. Система мониторинга трала Scanmar испытывалась совместно с испытаниями тралов.

Испытания многолучевого эхолота EM302 производилась 15 и 16 ноября согласно Руководству по эксплуатации на микрополигоне с равнинным и волнистым рельефом дна на глубинах от 1200 до 2000 м и волнении моря до 3 баллов. В ходе навигационных испытаний глубоководного промерного эхолот EA600 в водах с глубиной от 20 до 6000 метров эффективность его работы была проверена путем сравнения данных однолучевой батиметрии и данных многолучевой батиметрии. В ходе ходовых испытаний донного профилографа TOPAS 18, по состоянию на 22 ноября на части оборудования были обнаружены повреждения, и ходовые испытания пройти не удалось. В ходе переговоров с поставщиком решено повторно провести ходовые испытания профилографа после ремонта в последующих рейсах. Гарантийный срок на него будет продлен.

Акустические доплеровские профилометры: ADCP Ocean Surveyor на 38 кГц и на 150 кГц, испытывались в период с 8 по 30 ноября. На частотах 38 кГц и 150 кГц испытывали 12 ноября при скорости судна 6–8 уз и глубиной 110 м. 28 ноября испытания проводились при четырехкратном проходе измерительной линии по 11 км при той же скорости. Зондирующий доплеровский профилометр LADCP — WHS300 (300 кГц) испытывался 25 ноября на станции с глубиной 3975 м и волнении до 5 баллов. Путем многократного

зондирования прибором на разных глубинах были освоены принципы работы и успешно проведены испытания.

К оборудованию для заборных работ относится система для послойного отбора проб планктона (пять пакетных сетей) при буксировке и вертикальном зондировании на станции, при этом регистрируется глубина погружения, температура, соленость, концентрация хлорофилла «а», содержание растворенного кислорода и другие параметры. 14 ноября система была собрана и проверена ее работа на палубе. Заборные испытания проводились 22 ноября на станции с глубиной 3900 м и волнении до 4 баллов. Система опускалась на свободном ходу лебедки при скорости примерно 0,5 м/с примерно до глубины 2500 м, длина выпущенного кабель-троса при этом составила 3985 м. После начала отбора пробы, начался подъем системы сначала со скоростью примерно 1 м/с, а потом во избежание повреждения сетного материала скорость была уменьшена до 0,7 м/с. Смена сетей производилась на глубинах 1500, 1000, 500 и 200 м. При выходе системы из воды сети промывались большим количеством воды для полного смыва планктона с сетного материала в стаканы. 27 ноября в акватории с глубиной 1600 м и волнением 5 баллов были проведены испытания системы в режиме горизонтальной буксировки. Методика работы в принципе не сильно отличалась от работ в вертикальном режиме. Главное отличие заключалось в том, что система буксировалась на обычном тросе без электрической связи с бортом, поэтому сети менялись по заранее заданной программе по результатам датчика давления. Первое срабатывание было при давлении 300 бар, затем 200, 150, 100 и 50 бар. Оба испытания были признаны успешными.

В состав заборного оборудования входит зондирующий комплекс с STD-зондом SBE911/917, включающим цифровой кварцевый датчик давления с температурной компенсацией, измерительный датчик проводимости, датчик температуры, а также измерителями растворенного кислорода, хлорофилла, рН, альтиметром и кассетой на 24 батометра объемом по 10 литров. Комплекс испытывали 18 ноября с 11:00 до 14:00 в районе с глубиной около 1300 метров, состояние моря — 4 балла. Комплекс опускали на глубину около 1200 м. Подъем и отбор проб проходил штатно, и поскольку эксплуатация этого комплекса давно освоена, испытания прошли быстро и без вопросов.

На борту также имелась система подачи заборной воды на ходу судна с комплексом аппаратуры для измерения характеристик морской воды. Сюда входят датчик температуры и солености SBE45, цифровой термометр SBE38, датчик рН SBE18, датчик растворенного кислорода SBE63, датчик флуоресценции хлорофилла WETStar, датчик WETStar COM, датчик мутности WET Labs, датчик HydroC FT CO<sub>2</sub>, датчик HydroC FT CH<sub>4</sub> и т. д. С 8:31 15 ноября по 23:30 16 ноября вся система непрерывно тестировалась в течение 40 часов, а навигационные данные записывались в режиме реального времени. В целом, работа оборудования была признана нормальной.

## ВЫВОДЫ

Анализ методических аспектов планируемых приемо-сдаточных испытаний строящихся отраслевых научно-исследовательских судов на основе отечественного и зарубежного опыта показал:

1. Для планирования приемо-сдаточных испытаний строящихся отраслевых научно-исследовательских судов в общесудовой и промысловой части целесообразно использовать опыт ходовых и промысловых испытаний новейших рыбопромысловых судов российской постройки.

2. В части испытания научных качеств строящихся НИС целесообразно использовать опыт разработки методики и испытания НИС пр. Атлантик 833 в ТИНРО с оценкой их шумовых характеристик в соответствии с Рекомендациями ИКЕС 209.

3. В части испытаний научного оборудования, учитывая опыт испытаний рыболовного НИС Шанхайского Университета (КНР), построенного в 2018 г., необходимо проведение максимального объема работ в предварительных, швартовых и имитационных испытаниях, а затем планирование комплексных испытаний научного оборудования, совмещенного с промысловыми испытаниями в специальном рейсе.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Колончин К.В., Левашов Д.Е., Татарников В.А. Морские суда для рыбопромысловых исследований 2016–2021 гг. // М.: ВНИРО, 2023. 248 с.
2. Кузнецов М.Ю., Поляничко В.И., Шевцов В.И. Методика измерений гидроакустического шума научно-исследовательских и промысловых судов и оценки реакции рыб на шумовое поле судна // Материалы II Международной научно-практической конференции «Научно-практические вопросы регулирования рыболовства». Владивосток: Дальрыбвтуз.— 2013, 23–24 октября. — С. 53–59.
3. Кузнецов М.Ю., Поляничко В.И., Шевцов В.И. Характеристики гидроакустического шума научно-исследовательских судов ТИНРО-Центра // Известия ТИНРО.— 2014. — Т. 177. — С. 235–256
4. Левашов Д.Е. Нормирование характеристик шумового поля рыбохозяйственных НИС с целью минимизации его влияния на поведение рыб при промыслово-акустической съемке. М.: Из-во «ВНИРО» Труды ВНИРО, Т. 159, 2016. С. 157–166.
5. Левашов Д.Е. Современные суда и судовое оборудование для рыбопромысловых исследований. — М.: ВНИРО, 2010. 400 с.
6. Левашов Д.Е. Зарубежные суда для рыбопромысловых исследований, построенные в период 2019–2021 гг (часть 2. Тихоокеанский регион). / Рыбное хозяйство. 2022. № 5. С. 94–102.
7. Songhang No. 1 Voyage Report. Ship Management Center. [in Chinese] 2018. [Электронный ресурс]: Shanghai Ocean University. URL: <https://cbzx.shou.edu.cn/1/list.htm> (дата обращения: 28.02.2024).

## **Электронный паспорт орудия лова — инструмент для решения проблемы оставленных, утерянных или иным образом брошенных орудий лова**

*А.А. Майсс<sup>1</sup>, Я.Ю. Блиновская<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»

E-mail: blinovskaia.iaiu@dvfu.ru

**Аннотация.** Рыболовство — древнейший промысел человека — одна из стратегических важных отраслей российской экономики, которую долгое время относили к категории неистощительного природопользования. Но сейчас очевидно, что мировое рыболовство обеспечивает не только социально-экономические перспективы, но и сопряжено с проявлением серьезных экологических проблем. Особую обеспокоенность вызывают синтетические отходы. Рыболовные снасти и их элементы становятся причиной физического повреждения живых организмов и средообразующих элементов, нарушая их естественное функционирование. В этой связи разработка предложений по созданию инструментария, позволяющего упорядочить систему управления синтетическими отходами на рыбопромышленом флоте, является актуальной задачей. Учитывая всеобщую тенденцию цифровизации, целесообразной представляется разработка электронных паспортов орудий лова на платформе «Центра мониторинга рыболовства и связи», которые станут дополнительным инструментом цифровой трансформации рыболовства. **Ключевые слова:** электронный паспорт, экологическая безопасность, рыбный промысел, морские экосистемы, орудия лова.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Еще недавно рыбный промысел относился к категории отраслей неистощительного природопользования. Однако сейчас рыболовство становится существенным источником негативного воздействия на окружающую среду [3, 7]. Согласно статистике, на его долю приходится около 1/5 общей массы мусора, поступающей в морские акватории. При этом наибольшую угрозу представляют оставленные или утерянные орудия лова. О серьезности данной проблемы свидетельствует разрабатываемый в рамках деятельности UNEP международный договор по борьбе с загрязнением окружающей среды пластиковым мусором, где утерянные снасти выделяются среди прочих источников загрязнения.

Несмотря на предпринимаемые по всему миру многочисленные инициативы национального и регионального характера по решению проблемы пластикового загрязнения морской среды, они пока не принесли ожидаемых результатов из-за отсутствия достаточного объема достоверной ин-

формации, технологий, стратегического подхода, финансовых механизмов [11]. Это особенно актуально для оценки загрязнения морской среды оставленными, утерянными и иным образом брошенными орудиями лова (ОУБОЛ) в результате промышленного рыболовства [2, 9]. Канаты, лески, сети и их элементы становятся причиной физического повреждения морских организмов и средообразующих элементов, приводя к гибели и нарушая естественное функционирование среды.

В 2019 году Постановлением Правительства № 1482 были утверждены Правила учета сетных орудий добычи водных биологических ресурсов и ведения реестра орудий вылова, а также Правила обязательной маркировки. Однако данные подходы ориентированы на любительское рыболовство. Орудия лова, применяемые в промышленном рыболовстве, в настоящее время не контролируются, что обуславливает усугубление негативного воздействия и возникновения локальных экологических конфликтов. Развитие системы паспортизации позволит вести учет потерянных орудий лова, а также снизит количество потерь. Фиксация наряду с прочим районов их использования позволит выявлять места потенциального скопления потерянных орудий лова, что способствует не только оценке потенциального вреда донным сообществам, но и разработке мероприятий по очистке.

Таким образом, разработка предложений по созданию инструментария, позволяющего упорядочить систему управления синтетическими отходами на рыбопромысловом флоте является актуальной задачей для решения задач загрязнения Мирового океана и представляет собой ключевую цель настоящей работы.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Основой исследования стали научные публикации, представленные в отечественной и зарубежной литературе, статистические отчеты Росрыболовства, а также материалы UNEP, обсуждаемые в рамках подготовки международного договора по борьбе с загрязнением окружающей среды, в том числе морской, пластиковым мусором. Один из разделов договора посвящен управлению потерянными снастями. В мировой практике эта проблема весьма актуальна, и, к сожалению, до сих пор нет эффективных предложений для однозначного ее решения. Частично вопросы, связанные с потерянными снастями, рассматриваются в документах ИМО, наиболее значимым из которых является конвенция МАРПОЛ 73/78, где упоминаются непреднамеренные потери сетей, связанные, например, с гидрометеорологическими и навигационными условиями, а также с событиями, которые могут привести к гибели судна/экипажа. Однако везде остается открытым вопрос преднамеренного выброса орудий лова, например, в результате износа или иных причин.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ подходов к нормированию жизненного цикла орудия рыболовства [1], показал, что одним из перспективных инструментов предотвращения загрязнения морской среды орудиями лова является разработка единой системы их отслеживания, как по их количеству, так и по массе от момента их производства до утилизации. Современные тралы и другие орудия лова состоят из комплекса синтетических компонентов, характеризующихся неодинаковым жизненным циклом, оказывающим разное воздействие на морские экосистемы и, самое, главное, требующие разных подходов к их утилизации [6]. Поэтому ключевым элементом системы управления орудиями лова, по нашему мнению, должен стать паспорт, представляющий собой живой документ, отражающий все изменения, происходящие с орудием лова в течение его жизненного цикла: начиная с присвоения номера новому орудию лова, далее регистрацию изменений, производимых в процессе ремонтных работ и ежегодных проверок технических характеристик, и заканчивая данными по передаче орудий специализированным организациям, осуществляющим их утилизацию и / или переработку. Базовая структура паспорта может быть позаимствована из незаслуженно забытого, не действующего в настоящее время РД 15–149–91 «Эксплуатационные и ремонтные документы орудий рыболовства».

Несмотря на очевидность задачи, четкого понимания алгоритма обращения с ОБУОЛ пока нет. Равно как и нет отлаженного механизма утилизации изношенных орудий лова. Специализированные организации, осуществляющие сбор, транспортировку, утилизацию и обезвреживание отходов в портах в большинстве своем не предоставляют услуги, связанные со сбором пришедших в негодность орудий лова. А если и предоставляют, то их стоимость крайне высока. В данных условиях очевидным решением является «потеря» орудий лова. При этом данная проблема характерна практически для всех рыболовных стран [4, 5, 8].

В отличие от средств производства других отраслей, проходящих процедуру экспертизы, аудита, государственных контрольно-надзорных процедур, в рыболовстве установленных требований по нормированию износа и процедуре утилизации изношенных орудий лова, не существует. Даже сейчас в век глобализации и информационных технологий однозначный ответ на вопрос: «Сколько в настоящее время орудий лова используется в действующих предприятиях и какова скорость их износа?», отсутствует.

Таким образом, для упорядочивания данной процедуры эффективным инструментом рассматривается паспортизация орудий [4]. Первоочередная задача паспорта заключается в определении прозрачного производственного оборота используемых орудий лова.

Основная информация, позволяющая идентифицировать орудие и определить оптимальные подходы к его утилизации, должна включать следующие разделы:

- уникальный серийный номер орудия лова, или иной способ идентификации;
- полное наименование и стандартизованное обозначение данного орудия лова;
- дата, место и компания производитель данного орудия лова;
- техническое описание орудия лова, и здесь наиболее полная спецификация может быть представлена по аналогии с РД 15–149–91, где описываются параметры и характеристики составных частей, из которых состояло орудие лова при его изготовлении на фабрике орудий лова, с указанием их физических свойств (габариты, масса, плотность и др.) и материалов, из которых они изготовлены.
- сведения об условиях хранения орудия лова во время эксплуатации и в межрейсовый период;
- сведения о консервации при эксплуатации с указанием места, даты начала и конца консервации, метода консервации, ответственного за консервацию;
- сведения о движении орудия лова с указанием мест (откуда и куда) и способов перемещения орудия лова и ответственных за которыми закрепляют орудие лова и/или его составных частей;
- сведения о сроках эксплуатации орудия лова с указанием периода, района и судна на котором оно применялось, количество промысловых операций, продолжительность промысловых операций, накопительным итогом, вылов за период эксплуатации орудия лова;
- сведения о ремонте орудия лова с указанием наименования ремонтируемой части, и указанием количества и типа материалов, используемых для ремонта; а также способ утилизации замененной части;
- сведения об изменениях конструкции орудия лова и/или его составных частей, произведенных в процессе его эксплуатации и/или ремонта;
- сведения о результатах оценки остаточных свойств составных частей орудия лова с указанием даты, места и организации, проводившей оценку с приложением акта испытаний орудия или его частей, их вида и оборудования, на котором оно проводилось, результаты с указанием нормы износа.

Учитывая всеобщую тенденцию цифровизации, целесообразной представляется разработка электронных паспортов орудий лова на платформе «Центра мониторинга рыболовства и связи». В рамках VI Международного рыбопромышленного форума были представлены перспективные направления развития цифровой среды рыболовства [10]. Так, состоялся полный переход на подачу суточных донесений через ПК «Электронный цифровой журнал», в ближайшее время планируется внедрение личного кабинета рыбака. Таким образом электронный паспорт орудия лова, станет дополнительным инструментом цифровой трансформации рыболовства.

## ВЫВОДЫ

По результатам анализа воздействия рыболовства на прибрежно-морскую среду, нормативно-правового регулирования системы обращения с отходами рыбопромысловой отрасли, общемировых тенденций, связанных с оставленными, утерянными или иным способом брошенными орудиями лова следует сформулировать следующие выводы.

1. Потребности рыболовства с одной стороны и развитие химической индустрии, с другой, способствуют появлению новых полимерных материалов для создания орудий лова, отличающихся износостойкостью и способностью противостоять агрессивной морской среде, что при непреднамеренных потерях и иных обстоятельствах могут накапливаться в различных участках морского дна, оказывая негативный эффект.

2. Применение полимерных материалов в рыболовстве требует разработки системы учета и контроля над использованными орудиями лова и их элементами, как по их количеству, так и по массе. Одним из важнейших элементов такой системы должно стать нормирование износа орудий лова, которое можно осуществлять как через нормирование цикла промысловых операций, так и через нормирование срока эксплуатации, так и через нормирование вылова

3. Для предотвращения загрязнения морской среды оставленными, утерянными или иным способом брошенными орудиями лова предлагается создание единой системы электронной паспортизации орудий лова, в который предлагается включить элементы недействующего, но содержащего рациональные аспекты, характеризующие орудия лова. Важной задачей электронной паспортизации является осуществление контроля над оборотом орудий лова. Структура электронного паспорта должна отражать все этапы жизненного цикла орудия лова, включая регистрацию изменений в результате ремонтных работ и ежегодных проверок технических характеристик, а также фиксацию данных о способах утилизации / переработки выведенных из эксплуатации орудий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Gilman, E., Perez Roda, A., Huntington, T., Kennelly, S., Suuronen, P., Chaloupka, M., and Medley, P. 2020. Benchmarking global fisheries discards. *Scientific Reports*, 10: 1–80.
2. Kelsey Richardson, Riki Gunn, Chris Wilcox, Britta Denise Hardesty. Understanding causes of gear loss provides a sound basis for fisheries management // *Marine Policy*. Volume 96, October 2018, Pages 278–284.
3. Lusher, A.L.; Hollman, P.C.H.; Mendoza-Hill, J.J. 2017. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 615. Rome, Italy.
4. Oihane C. Basurko, Gorka Markalain, Maria Mateo, Cristina Peña-Rodriguez, Nadia Moalla Gil. End-of-life fishing gear in Spain: Quantity and recyclability. *Environmental Pollution*. Volume 316, Part 2, 1 January 2023, Page 120545
5. Paritosh C. Deshpande, Christofer Skaar, Helge Brattebø, Annik Magerholm Fet, Multi-criteria decision analysis (MCDA) method for assessing the sustainability of end-of-life

- alternatives for waste plastics: A case study of Norway, *Science of The Total Environment*, Volume 719, 2020, p. 137353,
6. Каталог тралов Fishing Service 2022. 76 с.
  7. Майсс А.А., Майсс Н.А., Блиновская Я.Ю., Высоцкая М.В. Отходы рыбопромыслового флота и их влияние на морскую среду / А.А. Майсс, Н.А. Майсс, Я.Ю. Блиновская, М.В. Высоцкая // *Гидрометеорология и экология*.— 2023.— № 72. — С. 512–524.
  8. Майсс А.А., Методика оценка массы синтетических отходов образующихся при эксплуатации разноглубинных тралов, применяемых на промысле минтая в Охотском море // *Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы Национальной научно-технической конференции, Владивосток, 26–27 октября 2023 года*. — Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2023. — С. 35–41
  9. Майсс, А.А. Обзор подходов к управлению отходами промышленного рыболовства / А.А. Майсс, Н.А. Майсс, Я.Ю. Блиновская // *Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы Национальной научно-технической конференции, Владивосток, 17–18 мая 2023 года*. — Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2023. — С. 35–41.
  10. МРФ 2023: Александр Михайлов назвал перспективные направления развития цифровой среды рыболовства. URL: <https://cfmc.ru/press-centr/news/240/> (дата обращения 29.02.2024)
  11. ЮНЕП, (2021). «Проблема загрязнения и ее решение: Глобальная оценка загрязнения морской среды мусором и пластмассами». Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, сводный доклад. Найроби. 43 р. URL: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36965/POLSOLSum\\_RU.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36965/POLSOLSum_RU.pdf) (дата обращения 29.02.2024)

## **Предложение по созданию отраслевых стандартов на орудия рыболовства, на примере разноглубинных тралов**

*А.А. Майсс<sup>1</sup>, К.А. Малых<sup>2</sup>, А.А. Анахов<sup>1</sup>, М.Н. Коваленко<sup>2</sup>, О.М. Лапшин<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

<sup>2</sup> Камчатский филиал ВНИРО

<sup>3</sup> ООО «АКВАРОС»

E-mail: info@amaiss.ru

**Аннотация.** Приводится сравнительный анализ номенклатуры современных разноглубинных тралов, который показывает отсутствие единой системы в их наименовании. Действующие в СССР нормативы по обозначению орудий лова не были приняты, а указанные наименования в справочнике орудий лова ЦСМС, зачастую не несут никакой информации о параметрах орудия лова. Поэтому, с вводом в эксплуатацию современного рыболовного флота и, соответственно, новых орудий лова, назрела необходимость в утверждении стандарта обозначения орудий добычи (вылова). Предлагается внести ряд изменений в действующую методику проведения опытных работ и испытаний вновь вводимых орудий добычи (вылова) водных биологических ресурсов от 2 декабря 2022 г. Предлагаемые изменения позволят сформировать эталон обозначения вновь вводимых тралов и корректно оценивать промысловое усилие, что необходимо для воздействия промысла на промысловый запас

**Ключевые слова:** обозначение тралов, промысловое усилие.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящий этап развития отечественного промышленного рыболовства характеризуется обновлением рыбодобывающего флота в рамках программы государственной поддержки инвестиционных квот под строительство современных промысловых судов и предприятий по переработке рыбы и морепродуктов [1]. Современные суда отвечают мировым тенденциям по росту размеров, мощности силовых установок и габаритов орудий лова, в основном тралов. Известно, что рост габаритов орудий лова приводит к росту интенсивности лова, а при несоответствии величины запаса рыб и безграничном увеличении интенсивности лова существует опасение наступления перелова, понимая под последним сокращения нерестовой части запаса [2]. Учет и анализ данных параметров применяемых орудий лова является основой рационального ведения промысла и позволяет объективно определить величину оптимального улова через определение степени эксплуатации водоема [2, 3].

Советские ученые и специалисты промышленного рыболовства уделяли этому аспекту особое внимание и достигли передовых результатов на Мировой арене. К концу XX века, почти все процессы промышленного рыболовства

были стандартизированы, что позволяло эффективно управлять крупнейшей в мире промысловой флотилией и быть в мировых лидерах по добыче водных биологических ресурсов.

К сожалению, на сегодняшний день, многие отраслевые документы были отменены, а новых стандартов до сих пор не появилось. Отчасти, это повлияло на рост негативных явлений в промышленном рыболовстве [4, 5], а также не позволяет адекватно и своевременно оценивать точность оценки запасов рыб и эффективность применяемых мер регулирования [6–8]. Поэтому представляется необходимым начать совместную работу института ФГБНУ ВНИРО, ВУЗов Росрыболовства и профильных учреждений РАН и Министерства образования РФ по разработке и внедрению современной рабочей документации для стандартизации применяемых орудий лова. Что позволит эффективно управлять промысловыми усилиями и обеспечить рациональное использование водных биологических ресурсов ИЭЗ РФ.

Первоочередными задачами, на наш взгляд, должны стать эталон обозначения и паспортизация орудий лова, что позволит эффективно управлять промысловыми усилиями отечественного рыболовного флота и обеспечить рациональное использование водных биологических ресурсов ИЭЗ РФ.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

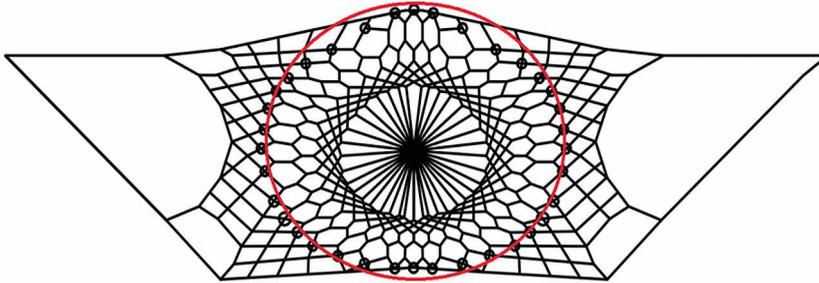
Материалами для анализа послужили данные справочника по орудиям лова ЦСМС [9], Приказ Министерства рыбного хозяйства СССР от 2 октября 1972 г. № 330 «О введении в действие отраслевых стандартов на орудия рыболовства», ОСТ 15 30–72 «Конструкторская документация орудий рыболовства. Тралы рыболовные» (с Изменением № 2 от 30.03.1988 г.), РД 15–149–91 «Эксплуатационные и ремонтные документы орудий рыболовства», каталоги современных тралов, выпускаемые ведущими фабриками орудий лова [10], научные публикации, посвященные оценке параметров орудий лова и их влияния на состояние биологических ресурсов Мирового океана [11–15].

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

С 2017 года Росрыболовством были внесены изменения в порядок регистрации орудий лова в отраслевой системе мониторинга (ОСМ), в соответствии с которыми для получения разрешения на добычу (вылов) водных биоресурсов в случае отсутствия орудия лова в справочнике (классификаторе) орудий добычи (лова) устанавливалось требование о регистрации орудия лова на основании положительного заключения о его соответствии определенным техническим и экологическим требованиям по итогам проведения ФГБНУ «ВНИРО» опытно-экспериментальных работ. Однако методического обеспечения для классификации и стандартизации орудий лова разработано не было.

Действующее в СССР, обозначение трала согласно ОСТ 15 30–72 «Конструкторская документация орудий рыболовства определяется его типом, длиной

верхней подборы без голых концов и периметром сечения трала в метрах в условной посадке 0,5 (рис. 1) по гужу верхней пласти для разноглубинного трала и нижней пласти для донного трала, назначением трала.



**Рис. 1.** Вид пелагического трала спереди и вертикальное сечение устья трала (выделено красным) (по Фишеринг сервис) [10]

Однако, как уже было сказано выше, данный ОСТ 15 30–72 не был принят, а других вариантов наименования тралов не было предложено. В результате чего в справочнике орудий лова ФГБУ «ЦСМС» обозначение тралов указано в разных вариантах. Анализ содержания справочника по орудиям лова ЦСМС в разделе разноглубинные тралы, показал 3 очевидные группы наименований тралов, такие как:

1. тралы, обозначенные согласно ОСТ-15–30–72;
2. тралы, обозначенные буквенным и числовым обозначением (предположительно периметр устья без посадки);
3. тралы, в обозначении которых непонятна логика в названии.

Во всех группах присутствуют как отечественные проекты тралов, так и зарубежные (табл. 1).

**Таблица 1.** Пример обозначения тралов по группам

Группа 1	Группа 2	Группа 3
трал р/гл «WD 840»	трал р/гл 154/1120 м пр.342 ЭКБ	трал р/гл SIRIUS-2
трал р/гл «Gloria» 928 WB, импортный	трал р/гл 107/1051 м пр. ОАО «Рыболовецкий колхоз «Новый Мир»	трал р/гл КТ-MR-15R2
трал р/гл «Шквал-2006»	трал р/гл 104/576 м пр. ЗАО ФОЛ	трал р/гл КТ-MR-15R3
трал р/гл «Атлантика» 1240	трал р/гл 122/1248 м пр. ФОЛ НБАМР	трал р/гл КТ-MR-17R3
трал р/гл «Супершквал» ч. 307/10700 кв. м	трал р/гл 208/784 м. пр. ФОЛ ОАО «НБАМР»	трал р/гл ORION

В советской системе стандартов на орудия лова указывался большой объем технических характеристик трала: объект лова и район промысла; длину

верхней (нижней) подборы без голых концов в метрах; длину боковой подборы без голых концов в метрах; периметр сечения передней части трала в метрах; длину передней части трала по топенанту и по дели в жгуте в метрах, в том числе для канатных тралов длину канатной части трала в метрах, длину сетной части по топенанту и по дели в жгуте в метрах; длину мешка тралового по топенанту и по дели в жгуте в метрах; фиктивную площадь дели передней части трала в квадратных метрах; затененную площадь трала в квадратных метрах, в том числе для канатных тралов затененную площадь канатной части в квадратных метрах, затененную площадь сетной части в квадратных метрах; построечную массу передней части трала в килограммах, в том числе для канатных тралов построечную массу канатной части в килограммах, построечную массу сетной части трала в килограммах; скорость траления в метрах в секунду (узлах); агрегатное сопротивление трала при фиксированной скорости траления в килоньютонах; вертикальное раскрытие трала в метрах; горизонтальное раскрытие трала в метрах (для разноглубинных тралов); расстояние между досками в метрах (для донных тралов); средний вылов за час траления в тоннах.

Мы предлагаем, на первом этапе, внести изменения в методику проведения опытных работ и испытаний вновь вводимых орудий добычи (вылова) водных биологических ресурсов от 2 декабря 2022 г. в части присвоения вновь вводимым орудиям лова единой системы обозначения и заполнений паспорта орудий лова согласно принятым нормативам в СССР.

## **ВЫВОДЫ**

Для создания единой системы наименования орудий лова предлагается применить стандартный подход, принятый в СССР, к оценке и наименованию основных параметров орудий лова. В дальнейшем предлагается создание единой системы прослеживания орудий лова, как по их количеству, так и по массе, от их производства до их утилизации. Ключевым элементом этой системы должен стать электронный паспорт орудия лова, разработанный на основе действующего в СССР РД 15–149–91 «Эксплуатационные и ремонтные документы орудий рыболовства». Паспорт орудия лова должен стать живым документом, который отражал бы все изменения, происходящие с орудием лова во время его жизненного цикла. Начиная с присвоения номера (кода) орудию лова, с момента его регистрации в ОСМ, включая регистрацию изменений в результате ремонтных работ и ежегодных проверок технических характеристик, заканчивая местом и организацией принявших орудие лова на утилизацию или переработку.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Постановление Правительства РФ от 07.08.2023 N 1287 «О требованиях к объектам инвестиций и инвестиционным проектам в области рыболовства, а также о порядке расчета обеспечения реализации указанных инвестиционных проектов»

2. Трещев А.И. Интенсивность рыболовства / А.И. Трещев. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.— 236 с.
3. Карпенко Э.А., Степанов Г.Н., Акишин В.В., Лапшин О.М. Методика определения размерного состава скопления по характеристикам улова // Методические аспекты исследований рыб морей Дальнего Востока: Тр. ВНИРО. 2006. Т. 146. С. 266–280.
4. Кузнецов Ю.А. Факторы формирования негативных явлений на траловом промысле минтая / Ю.А. Кузнецов, А.А. Майсс // Рыбное хозяйство.— 2012. — N 3. — С. 77–79.
5. Майсс А.А. Экологические проблемы промышленного рыболовства в России и возможные пути их решения / А.А. Майсс, В.В. Шевченко // Рыбное хозяйство.— 2013. — N 2. — С. 44–46.
6. Кручинин О.Н., Мизюркин М.А., Сафронов В.А. Способ определения коэффициентов уловистости донного трала // Изв. ТИНРО.— 2011. — Т. 164. — С. 374–383.
7. Кузнецов М.Ю., Поляничко В.И., Убарчук И.А. Совершенствование методов оценки уловистости траловых учетных систем с использованием гидроакустических средств (на примере минтая Охотского моря) // Изв. ТИНРО.— 2015. — Т. 183. — С. 259–277.
8. Варкентин А.И. Некоторые данные о селективности промысла минтая разноглубинными тралами в северо-восточной части Охотского моря, в тихоокеанских водах, прилегающих к Камчатке и северным Курильским островам / А.И. Варкентин, К.М. Малых, О.И. Ильин // Вопросы рыболовства.— 2021. — Т. 22, N2. — С. 93–109.
9. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 26 декабря 2019 г. № 721 «Об утверждении Порядка передачи данных в отраслевую систему мониторинга водных биологических ресурсов».
10. Каталог тралов Fishing Service 2022. 76 с.
11. Asche, F. 2007. Capacity Measurement in Fisheries: What Can we Learn? Marine Resource Economics, Volume 22, 105–108 p.
12. Bell, J. D., Watson, R. A., and Ye, Y. (2017). Global fishing capacity and fishing effort from 1950 to 2012. Fish Fish. 18, 489–505. doi: 10.1111/faf.12187
13. ФАО. 2020. Рекомендации по маркировке орудий лова. Рим. 33 р.
14. Майсс А.А. Концепция разработки стратегии устойчивого использования водных биологических ресурсов на примере промысла минтая в дальневосточных водах России / А.А. Майсс, Н.А. Майсс // Рыбное хозяйство.— 2021. — N 6. — С. 63–72.
15. Апахов А.А. Методика расчета площади устья разноглубинного трала при ограниченных данных о его конструктивных параметрах/ А.А. Апахов, А.А. Майсс, Е.В. Осипов // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы IX Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых [Электронный ресурс]. — Владивосток: Дальрыбвтуз, 2024. — С. 3–9.

## **Комплексная переработка недовостребованных биологических ресурсов для совершенствования кормовой базы в аквакультуре**

*О.Я. Мезенова<sup>1</sup>, С.В. Агафонова<sup>1</sup>, Н.Ю. Романенко<sup>1</sup>, В.В. Волков<sup>1</sup>,  
Н.С. Калинина<sup>1</sup>, М.В. Лихварь<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

<sup>2</sup> ИП Лихварь

E-mail: mezenova@klgtu.ru

**Аннотация.** Показана актуальность совершенствования кормовой базы для индустриальной аквакультуры при выращивании ценных видов рыб (лососевые, сиговые, осетровые). Предложено вводить в состав корма протеиновые добавки, получаемые из хитинсодержащих отходов (головогрудь крабов и креветок) и насекомых (личинки мухи черной львинки (*Hermetia illucens*), а также голов копченой кильки (шпротные отходы). Добавки получают высокотемпературным гидролизом в водной среде с последующим обезвоживанием. В готовых водорастворимых добавках содержание гидролизованного белка составляет 60–80% и выше, более 50% приходится на фракцию с молекулярной массой 1–5 кДа, в которых содержатся все незаменимые аминокислоты. Добавки успешно апробированы в биологических испытаниях в составе комбикормов путем замены части рыбной муки при выращивании молоди форели и мальков сиговых. Установлены более благоприятные морфофизиологические и гематологические показатели у опытных образцов рыб относительно контрольных.

**Ключевые слова:** хитинсодержащие отходы, шпротные отходы, личинка черной львинки, аквакультура, комбикорма.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Несмотря на уникальные природно-климатические возможности, Россия производит всего 0,1% в общем мировом объеме объектов аквакультуры. При этом значительная часть отечественного производства приходится на относительно малоценные виды рыбы — карповые и растительноядные. В последние годы высокими темпами развивается выращивание ценных плотоядных видов рыб (форелевых, лососевых, сиговых, осетровых). Для этого требуется производство специализированных отечественных кормов, основным компонентом которых является полноценный рыбный белок, традиционным поставщиком которого является рыбная мука. К сожалению, сегодня отечественная рыбная мука в дефиците, к тому же она имеет нестабильный химический состав, как правило, низкое содержание белка. В связи с этим остро стоит вопрос об альтернативных источниках животного протеина, предназначенных для введения в состав кормов ценных плотоядных объектов аквакультуры [1, 2].

Представляется перспективным использовать в качестве альтернативных источников животного протеина недоэксплуатированные биологические ресурсы — хитинсодержащие отходы (головогрудь крабов и креветок) и насекомые (личинки тропической мухи черной львинки *Hermetia illucens*), а также голов копченой кильки, как отходы производства консервов «Шпроты в масле». Органический потенциал данного сырья не используется в кормовых технологиях аквакультуры, несмотря на высокое содержание ценных БАВ [3, 4, 5].

Россия является мировым лидером по добыче камчатских крабов и креветок. После разделки остается 24–56% хитинсодержащих отходов, которые в нашей стране в основном утилизируются. Проанализированы видовые особенности и химический состав отходов от разделки камчатского краба, северной и белоногой креветок, антарктического криля и рачка-бокoplава гаммаруса. Особенностью данного сырья является повышенная прочность за счет высокой минерализации панцирей и присутствия хитина. Исследованное хитинсодержащее крабовое и креветочное сырье (головогрудь, карапакс, гепатопанкреас, абдомен) содержит в среднем 16,25–18,7% белка; 5,9–8,45 минеральных веществ; 1,2–1,65% жира; 74,2–75,3% воды; 1,5–2,1% углеводов (хитина) [5, 6, 7]. Для лососевых рыб характерно присутствие в желудочном соке важных ферментов, таких как хитиназа, лизоцим, амилаза, гиалуронидаза, осуществляющих гидролиз гликозидных связей полисахаридов, в том числе хитина [8].

В Калининградской области производится до 80% российских консервов «Шпроты в масле» из балтийской кильки и мелкой салаки. При этом копченые рыбные головы, как отходы производства, не используются. Они не подлежат переработке на кормовые продукты, удобрения или другой полезный продукт, как неопеченые рыбные отходы, из-за наличия в них копильных компонентов (фенольных, карбонильных, кислотных и др.), токсичных для животных, закисляющих почву. В результате только в Калининградской области сегодня на 11 предприятиях ежедневно накапливается до 8–10 тонн копченых рыбных голов, отличающихся высоким содержанием ценных белков, липидов и минеральных веществ, утилизируемых сжиганием на мусорных полигонах. При этом ценный органический потенциал сырья уничтожается, предприятия несут расходы, создаются экологические проблемы.

Протеин из насекомых — это быстро развивающийся сегодня тренд пищевой индустрии, рациональный для кормовой базы сельскохозяйственных животных и птицы. Инновации в аквакультуре тесно связаны с культивированием личинки черной львинки (*Hermetia illucens*). Культивирование данной личинки активно развивается во всем мире, в том числе в нашей стране. В Калининградской области имеются 3 специализированных хозяйства по выращиванию личинки, которые, поедая органические отходы, за несколько дней набирают массу, в сотни раз превышающую первоначальную. Личинки содержат в зависимости от субстрата при питании 36–45% протеина, 20–45%

жира, 6–8% хитина, 3–14% углеводов, 1–4% минеральных веществ, включающих кальций, фосфор, марганец [3].

Для данного сырья с учетом высокого содержания минеральных и хитиновых веществ, а также жестких структур с коллагеновыми белками рекомендуется комплексная переработка методом высокотемпературного гидролиза с получением в качестве основного продукта низкомолекулярных высокоусвояемых пептидно-протеиновых композиций [2, 4].

Целью данного исследования являлась комплексная переработка недоэксплуатированных белковых ресурсов животного происхождения для получения протеиновых биодобавок и их применения в составе комбикормов ценных плотоядных объектов аквакультуры.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении экспериментов использовали следующее недоэксплуатированное биологическое сырье: отходы от разделки камчатских крабов (*Paralithodes camtschaticus*) (головгрудь, карапакс, abdomen, гепатопанкреас, жабры); отходы от разделки северной креветки (*Pandalus borealis*) и креветки белоногой (*Penaeus Vannamei*), поставленные рыбоперерабатывающим предприятием ООО «Вичюняй-Русь» (г. Советск, Калининградская область); головы копченой кильки (отходы шпротного производства СПК «За Родину»); личинки мухи черной львинки, выращенные в агрохозяйстве ИП Лихварь (Калининградская область).

Гидролиз сырья проводили двумя способами: ферментативный гидролиз с применением ферментов Alcalase 2,5L (Novozymes, Дания) и коллагеназа (ООО «Биопрогресс», г. Щелково, Россия); высокотемпературный гидролиз в нейтральной водной среде по технологии Калининградского государственного технического университета при 130 °С в течение 60 мин. Гидролизованную суспензию разделяли центрифугированием на три фракции — водорастворимую (пептидно-протеиновую), жировую и водонерастворимую (белково-минеральную, осадочную), представляющую собой высокомолекулярные белки и минеральные вещества. Пептидно-протеиновую фракцию обезвоживали сублимационно, а белково-минеральную фракцию сушили в сушильном шкафу [4, 9, 10].

При оценке качества биодобавок использованы традиционные органолептические, физико-химические методы. Биологические испытания по выращиванию радужной форели в аквакультуре с применением альтернативных протеиновых добавок вместо рыбной муки проводили на предприятии ООО «Промкорм», а также на базе АтлантНИРО (Куршская коса) на молоди сига, в установках замкнутого водоснабжения.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование химического состава хитинсодержащего сырья показало, что в среднем головгрудь, карапакс, гепатопанкреас, abdomen крабовых

и креветочных отходов содержат 16,25–18,7% белка; 5,9–8,45 минеральных веществ; 1,2–1,65% жира; 74,2–75,3% воды; 1,5–2,1% углеводов (хитина). Общий химический состав использованной личинки черной львинки: содержание воды 69,1%, белка 10,9%, жира 5,5%, минеральных и углеводных веществ 14,5%. Головы копченой кильки в среднем содержали воды 55,6%, белка 20,3%, жира 18,3% и минеральных веществ, включая поваренную соль, 5,8%. Аминокислотный анализ белковой составляющей данного сырья показал наличие всех незаменимых аминокислот [9,10].

Сравнительные испытания различных способов гидролиза показали, что данное сырье практически одинаково гидролизуется до водорастворимого состояния при применении высокотемпературного и ферментативного способов гидролиза с получением водорастворимой пептидно-протеиновой, водонерастворимой белково-минеральной и жировой биодобавок. Сублимированные водорастворимые продукты гидролиза — пептидно-протеиновая добавка — содержала протеинов соответственно 63,8–71,6% (термогидролиз) и 62,5–69,3% (ферментализ). Осадочные фракции в виде высушенных белково-минеральных добавок содержали белков 31,3–38,5%, минеральных веществ 36,1–42,3%, углеводно-хитиновых веществ 5,3–7,7%.

На основных операциях комплексной схемы переработки крабовых и креветочных отходов определены материальные балансы и выходы целевой продукции. Из 1000 кг крабового сырья можно получить пептидно-протеиновой добавки около 77 кг; сухой белково-минеральной добавки — 224 кг; жира — 13 кг. В крабовую пептидно-протеиновую добавку вышло (в % от содержания в сырье): 29,1% белковых веществ; 19,8% минеральных веществ; 7,7% жира. Соответственно в белково-минеральную добавку из сырья перешло 70,9% белка, минеральных веществ и жира 80,6% и 50,6%. Выход жира в жировую добавку составил 41,7%. Из 1000 кг креветочного сырья можно получить пептидно-протеиновой добавки 19,9 кг, белково-минеральной добавки 19,4 кг, жира — 0,67 кг. В пептидно-протеиновую добавку вышло (в % от их содержания в сырье): 62% белковых веществ, 42% минеральных веществ, 30% жира; в белково-минеральную добавку перешло 38% белка сырья, минеральных веществ — 58%, жира — около 30%. Выход жира в жировую добавку составил 40%.

Исследован питательный потенциал белковых биодобавок, полученных из хитинсодержащего сырья. Во всех образцах пептидно-протеиновых добавок присутствовали все незаменимые аминокислоты, в том числе лизин, фенилаланин, изолейцин. Среди заменимых аминокислот преобладают диаминомонокарбоновые аминокислоты (аланин, аргинин), а также глицин и пролин, аспарагиновая кислота, тирозин и валин, обеспечивающие важные функции метаболизма в живых организмах. Установлен фракционно-молекулярный состав водорастворимой добавки. Основная масса коротких пептидов (более 50%) приходится на фракцию с ММ 1–5 кДа, а общее количество физиологически активных пептидов с ММ менее 10 кДа составляет более 88% при терми-

ческом гидролизе и 85% при ферментативном гидролизе. Это подтверждает эффективность применения добавок в кормах для рыб [9,10].

Биологические испытания протеиновых добавок из шпротных отходов по кормлению мальков сига в аквакультуре в сравнительных испытаниях, проведенные в течение 56 суток в УЗВ-установках на базе АтлантНИРО (Куршская коса), показали, что у рыб в экспериментальной группе, получавших корм с добавкой из шпротных отходов вместо 5% рыбной муки, наблюдается более высокая скорость роста (1,25–1,33) и более низкие значения кормового коэффициента (1,15–1,61). Установлено положительное влияние добавок на морфофизиологические показатели молоди сига (индекс сердца, селезенки) и кровь в гистологических исследованиях (повышенная концентрация в крови гемоглобина, показателей СГЭ и ЦП, меньший уровень оксифильных норабласти в экспериментальной группе) [5].

В биологических испытаниях на ООО «Промкорм» по выращиванию молоди радужной форели обоснована опытная рецептура комбикормов с применением пептидно-протеиновой добавки на основе хитинсодержащих отходов из крабового сырья вместо рыбной муки. В сравнительных экспериментах в течение 56 суток установлено, что включение 5% пептидно-протеиновой добавки стимулирует рост годовиков форели. Удельная скорость роста рыб опытной группы была выше (1,54%/сут.), чем в контрольной группе (1,22%/сут.). Абсолютный прирост массы тела составил соответственно в опытной и контрольной группах 60,3 г и 46,1 г, выживаемость — 98% и 96%. У опытной группы рыб отмечена положительная аллометрия по соотносительному росту мышц к внутрисполостным жировым отложениям. Соматический индекс сердца у радужной форели к концу эксперимента уменьшился в опытной и контрольной группах соответственно до 0,14 и 0,16%, гепатосоматический индекс снизился в опытной группе до 1,36–1,93%, а в контрольной — не изменился. Соматический индекс селезенки колебался соответственно 0,08–0,20% и 0,06–0,11%, что свидетельствует о несколько лучшем физиологическом состоянии форели из опытной группы. В крови данных рыб оказалась выше концентрация гемоглобина, содержание гемоглобина в эритроците, цветной показатель и концентрация общего белка в сыворотке крови, а также меньшая концентрация лейкоцитов, что свидетельствует об ее лучшем физиологическом состоянии [8].

## ВЫВОДЫ

Полученные результаты показывают рациональность использования хитинсодержащего и недовостребованного рыбного сырья (крабовые, креветочные и копченые рыбные отходы), а также насекомых (личинки мухи черной львинки) в качестве альтернативных источников белка для изготовления протеиновых добавок, предназначенных для введения взамен рыбной муки в состав комбикормов для плотоядных объектов аквакультуры (сиговых, форелевых).

Установлена рациональность комплексной переработки данного сырья методом глубокого высокотемпературного гидролиза с получением низкомолекулярных высоко усвояемых протеиновых добавок с содержанием белка 60–80%.

Показана биологическая эффективность использования полученных протеинсодержащих добавок в составе комбикормов при выращивании мальков сиговых и молоди радужной форели вместо рыбной муки в индустриальной аквакультуре.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лагуткина Л.Ю. Перспективное развитие мирового производства кормов для аквакультуры: альтернативные источники сырья // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2017. № 1. С. 67–78.
2. Проектирование сбалансированных кормов для индустриальной аквакультуры с применением протеиновых гидролизатов побочного рыбного сырья / О.Я. Мезенова, Д.С. Пьянов С.В. Агафонова, Н.Ю. Мезенова, В.В. Волков // Рыбное хозяйство.— 2021.— № 4. — С. 81–88.
3. Оценка эффективности кормления радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) диетой на основе личинки черной львинки/ С.В. Матросова, С.Н. Лябзина, В.В. Горбач, Ю.Н. Ильмаст // Известия КГТУ, № 71, 2023. С. 11–22. DOI 10.46845/1997–3071–2023–71–11–23
4. Применение продуктов гидролиза шпротных отходов при кормлении европейского сига в аквакультуре / О.Я. Мезенова, Д.С. Пьянов, С.В. Агафонова, Н.Ю. Романенко, В.В. Волков, Н.С. Калинина // Рыбное хозяйство.— 2022.— № 3. — С. 54–61.
5. Оценка питательной ценности комбикормов для лососевых с добавлением продуктов гидролиза шпротных отходов /О.Я. Мезенова, Д.С. Пьянов, С.В. Агафонова, Н.Ю. Романенко, В.В. Волков, Н.С. Калинина, Т. Мерзель //Известия КГТУ, 2022.— № 67. С. 33–47.
6. Игнатова Т.А., Родина Т.В., Подкорытова А.В. Биотехнологическая конверсия отходов от разделки краба *Paralithodes camtschaticus* при получении кормовой добавки с хитином // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова. 2015. Т. 11. № 1. С. 20–27
7. Мезенова О.Я. Биопотенциал вторичного хитинсодержащего сырья и рациональные направления его использования / Известия КГТУ, 2023. № 69. С. 74–88. DOI. 10.46845/1997–3071–2023–69–74–88.
8. Физиологические основы питательной ценности концентрата личинок *Hermetia illucens* в рационе рыб / Н.А. Ушакова, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых, А.И. Бастраков, Д.С. Павлов // Известия Академии наук СССР. Серия биологическая. 2020. № 3. С. 293–300.
9. Оценка биопотенциала вторичного крабового сырья и продуктов его гидролиза для использования в аквабиотехнологии / О.Я. Мезенова, С.Н. Максимова, С.В. Агафонов а Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина, В.В. Волков, Й.-Т. Мерзель // ВЕСТНИК МАХ, 2023, № 3, С. 44–53 DOI: 10.17586/1606–4313–2023–22–3–44–52
10. Исследование биопотенциала продуктов гидролиза отходов от разделки креветки белоногой *Penaeus Vannamei* / О.Я. Мезенова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина, В.В. Волков, Й-Т. Мерзель //Вестник МГТУ, 2023. Т. 26, № 3. С. 223–231. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560–9278–2023–26–3–223–231>

## **Исследование качества и биологической ценности жира из отходов рыбопереработки в качестве субстрата для биотехнологического синтеза целевых продуктов**

*О.Я. Мезенова<sup>1</sup>, С.В. Агафонова<sup>1</sup>, Н.Ю. Романенко<sup>1</sup>, В.В. Волков<sup>1</sup>,  
Н.С. Калинина<sup>1</sup>, Е.Г. Киселев<sup>2</sup>, Н.О. Жила<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

<sup>2</sup> Институт биофизики Сибирского отделения РАН — обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН (ИБФ СО РАН)

E-mail: mezenova@klgtu.ru

**Аннотация.** Рыбные отходы являются перспективным источником жира, содержащего ценные биологически активные полиненасыщенные жирные кислоты. Однако такой жир не стойкий в хранении, быстро подвергается гидролитической и окислительной порче. Предложено использовать жир из отходов рыбопереработки в качестве источника углерода для микробного синтеза продуктов с высокой добавленной стоимостью. В работе изучены показатели качества и биологической ценности жира, выделенного термическим способом из голов копченой кильки и скумбрии, внутренностей судака. В рыбных жирах исследованы кислотное число, перекисное число, йодное число, число омыления, содержание неомыляемых веществ и примесей нежирового характера, анизидиновое число, тиобарбитуровое число, массовая доля влаги. Оценка жирнокислотного состава показала высокое содержание ненасыщенных кислот (66,25–73,69%); полиненасыщенных ЖК (21,72–38,45%), в том числе длинноцепочечных ПНЖК класса омега 3 (ЭПК 6,26–12,31% и ДГК 6,67–25,02%).

**Ключевые слова:** рыбный жир, отходы рыбопереработки, качество, безопасность, жирнокислотный состав.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Новым перспективным субстратом для биотехнологии в настоящее время рассматриваются жиросодержащие рыбные отходы. В настоящее время до 50% органической массы в виде рыбных голов, внутренностей, костей идет в отходы и быстро теряет качество из-за гидролитических, окислительных, автолитических и микробиологических процессов [1, 2]. Такое сырье не подлежит использованию даже на кормовые цели. Рациональным представляется вовлечение рыбных жиросодержащих отходов в качестве сырья для микробиологического синтеза целевых продуктов с высокой добавленной стоимостью — белков и биоразлагаемых пластиков — полигидроксиалканоатов. Данные биополимеры обладают высокими технологическими свойствами, а их получение на основе нового углеродного субстрата (рыбного жира) может стать эффективным путем получения востребованных продуктов и способом утилизации данных отходов [3, 4].

Жиры рыбных отходов обладают высокой биологической ценностью. Они являются источником физиологически активных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в том числе уникальных эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой жирных кислот (ДГК) класса омега 3, благотворно влияющих на здоровье человека и животных [5]. Однако из-за быстрого прогоркания их применение в составе пищевых и кормовых продуктов ограничено.

Имеющиеся публикации свидетельствуют о возможности микробиологической биоконверсии жиров с помощью микроорганизмов. Так, показана возможность эффективного синтеза микробных биопластиков на растительных маслах (пальмовом, подсолнечном и рыжиковом маслах) [3] и отдельных жирных кислотах [4].

Цель настоящей работы — исследование качества и биологической ценности жира из наиболее массовых рыбных отходов предприятий Калининградской области и определение их потенциальной пригодности для микробного синтеза целевых продуктов.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении экспериментов использовали жиросодержащие рыбные отходы рыбоконсервных заводов ООО «РосКон» и АО «Калининградский тарный комбинат» — головы копченой кильки, атлантической скумбрии и внутренности судака. В рыбных отходах определяли массовые доли воды, белка, жира и минеральных веществ по методикам, регламентированным ГОСТ 7636. Жир из рыбных отходов выделяли термическим способом в регулируемых условиях, в термостате, при рекомендованных температурах и продолжительности для каждого рыбного сырья [6].

Характеристики жира определяли по следующим методикам: кислотное число (КЧ), перекисное число (ПЧ), йодное число (ЙЧ), число омыления (ЧО), содержание неомыляемых веществ (СНВ), содержание примесей нежирового характера (СПНХ) — по ГОСТ 7636; анизидиновое число (АЧ) — по ГОСТ 31756; тиобарбитуровое число (ТБЧ) — по ГОСТ Р 55810–2013; содержание массовой доли влаги (В) — по ГОСТ 11812. Определение жирнокислотного состава жира проводили общепринятыми методами липидологии, Полученные данные обрабатывали общепринятыми методами статистического анализа.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные характеристики качества и безопасности полученного жира, установленные по уровню накопления нежелательных веществ в результате гидролитических и окислительных процессов, представлены в табл. 1. Из табл. 1 следует, что в триацилглицеридах уже начались процессы гидролиза (КЧ = 7,6–12,3 мг КОН/г жира) и первичного перекисного окисления (ПЧ = 5,1–25,7 ммоль акт.О /кг), образовались некоторые продукты вторичного окисления (ТЧ = 0,26–1,61 ед. опт. пл.; АЧ = 2,8–15,4 у. е.). Но данные процессы не глубинные, о чем свидетельствуют достаточно высокие значения йодного

**Таблица 1.** Показатели качества жира из рыбных отходов

Показатели	Головы копченой кильки	Внутренности судака	Головы скумбрии
Кислотное число, мг КОН/г жира	9,8	7,6	12,3
Перекисное число, ммоль акт.О/кг	5,1	8,6	25,7
Тиобарбитуровое число, ед. опт.пл-ти	0,26	0,48	1,61
Анизидиновое число, у. е.	12,3	2,8	15,4
Йодное число, г йода/ 100 г жира	148,7	129,2	181,6
Число омыления, мг КОН/г жира	185,1	201,3	197,1
Неомыляемые вещества, %	3,12	0,91	2,81
Содержание влаги, %	0,28	0,37	0,81
Содержание примесей нежирового характера, %	0,77	1,08	2,12

числа (ИЧ = 129,2–148,7 г йода /100 г жира), свойственные природным жирам данных рыб, а также показатели числа омыления (ЧО = 185,1–201,3 мг КОН/г жира), характерные для жиров с незначительной деградацией жирных кислот. При этом содержание нежелательных примесей (воды, неомыляемых веществ, компонентов нежирового характера) было не велико (НВ = 0,91–3,12; СВ = 0,28–0,81 %; СПНХ = 0,77–2,12 %). Такие жиры могут быть использованы в синтезе продуктов биотехнологии (белков и биополимеров) в качестве источника углерода.

О биологической ценности жира, выделенного при оптимальных режимах термического воздействия из трех видов жиросодержащих рыбных отходов, судили по составу его жирных кислот (табл. 2). Анализ полученных данных свидетельствует о высокой биологической ценности жиров независимо от вида источника. Все жиры содержат более 60% ненасыщенных жирных кислот, в том числе основной олеиновой ЖК (11,4–28,8%), при этом максимальное количество ПНЖК приходится на жир из голов копченой кильки (73,69%). Преобладающей насыщенной ЖК во всех жирах является пальмитиновая, что соответствует литературным данным [5]. Содержание пальмитиновой ЖК в килечном, судачном и скумбриевом жире соответственно составляет 18,23%; 16,59%; 19,04%. Преобладающей МНЖК является пальмитолеиновая кислота (10,24%; 21,50%; 4,06%), что характерно для жиров морских рыб. Во всех жирах соотношение насыщенных и ненасыщенных ЖК менее 0,5 (кроме скумбриевого жира – 0,5), что подтверждает его высокую биологическую эффективность по этому признаку. Во всех жирах установлено достаточно высокое содержание ПНЖК класса  $\omega 3$  (29,21%; 21,72%; 38,45%), что свидетельствует об их метаболической эффективности и выгодно отличает от жиров теплокровных животных и растений [5]. При этом во всех рыбных жирах при-

**Таблица 2.** Жирнокислотный состав жиров из рыбных отходов, г/100 г жира

Жирная кислота	Названия	Головы копченой кильки	Внутренности судака	Головы скумбрии
12:0	лауриновая	0,02	0,04	0,06
13:0	тридекановая	0,02	0,03	0,06
i-13:0	изо-тридекановая	0,03	0,07	–
14:0	миристиновая	2,35	3,18	4,53
i-14:0	изо-миристиновая	0,23	0,45	–
ai-14:0	антиизо-миристиновая	–	0,20	–
15:0	пентадекановая	0,27	0,57	0,71
15:0-i	изо-пентадекановая	–	0,20	0,11
16:0	пальмитиновая	18,23	16,59	19,04
i-16:0	изо-пальмитиновая	0,19	0,34	0,27
ai-16:0	антиизо-пальмитиновая	0,28	0,37	-
16:1 $\omega$ 7	пальмитоолеиновая	10,24	21,50	4,06
16:2 $\omega$ 6	гексадекадиеновая	0,48	0,68	-
17:0	маргариновая	0,36	0,78	0,82
18:0	стеариновая	4,26	4,49	5,88
i-18:0	изо-стеариновая	–	–	0,22
18:1 $\omega$ 9	олеиновая	28,83	25,28	11,42
18:1 $\omega$ 7	вакценовая	4,95	3,88	3,71
18:3 $\omega$ 3	линоленовая	4,80	3,31	0,89
20:0	арахиновая	–	–	0,78
20:1 $\omega$ 9	эйкозеновая	–	–	4,54
20:2 $\omega$ 6	эйкозадиеновая	–	–	0,23
20:3 $\omega$ 3	эйкозатриеновая	0,14	0,14	–
20:4 $\omega$ 6	эйкозатетраеновая	2,68	4,66	–
20:5 $\omega$ 3	тимнодоновая (эйкозопентаеновая) ЭПК	7,27	6,26	12,31
22:0	бегеновая	0,07	–	0,32
22:1 $\omega$ 9	докозеновая	–	–	3,75
22:6 $\omega$ 3	докозагексаеновая (ДГК)	13,84	6,67	25,02
24:1 $\omega$ 9	нервоновая	0,46	0,14	0,32
Неидентифицированные ЖК		–	0,17	0,95
$\Sigma$ насыщенных ЖК		26,31	27,31	32,8
$\Sigma$ ненасыщенных ЖК		73,69	72,52	66,25
$\Sigma$ насыщенных ЖК/ $\Sigma$ ненасыщенных ЖК		0,36	0,38	0,50
$\Sigma$ моноеновые ЖК		44,48	50,8	27,8
$\Sigma$ полиеновые ЖК		29,21	21,72	38,45
$\Sigma$ длинноцепочечные ЖК (свыше 18 атомов С)		24,46	17,87	47,27

сутствуют в достаточно высоком количестве две редкие длинноцепочечные ЖК — эйкозапентаеновая (20:5  $\omega$ 3) и докозагексаеновая (22:6  $\omega$ 3), в сумме дающие 13–27% всех жирных кислот. Данные ЖК обуславливают специфичность и уникальность рыбных жиров, их высокую физиологическую значимость [7].

Имеющиеся различия в жирнокислотном составе исследованных жиров свидетельствуют об их индивидуальной природе. Они обусловлены видом рыбы, средой обитания, характером питания, возрастом, местом аккумуляции в теле рыбы для выполнения соответствующих физиологических функций и другими факторами. Особенностью жиров рыб, предпочитающих пресноводные водоемы, является повышенное содержание в них линоленовой кислоты (18:3  $\omega$ 3), содержащейся в жире кильки, судака и скумбрии соответственно 4,80%, 3,31% и 0,89%, и эйкозатетраеновой кислоты (20:4  $\omega$ 6), количество которой составляет соответственно в жире кильки и судака 2,68% и 4,66% при отсутствии в жире скумбрии.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что рыбные жиры, несмотря на присутствие нежелательных веществ (табл. 1), представляют собой концентраты ценных жирных кислот, в том числе ненасыщенных ЖК (66,25–73,69%), полиненасыщенных ЖК (21,72–38,45%), длинноцепочечных ПНЖК (17,87–47,27%) и уникальных длинноцепочечных ПНЖК класса омега 3 (ЭПК 6,26–12,31% и ДГК 6,67–25,02%). Полученные данные свидетельствуют о высоком метаболическом биопотенциале данных жиров.

Установленный качественный и количественный состав жирных кислот исследованных отходов рыбопереработки позволяет сделать вывод об их потенциальной пригодности для микробиологического синтеза в качестве углеродного субстрата. Так, первичная оценка жира, полученного термическим извлечением из отходов производства шпротных консервов из балтийской кильки при варьировании режимов выращивания бактерий и изменении соотношения С/Н в среде показала возможность синтеза белковой биомассы или «зеленых» биопластиков — микробных полигидроксиалканоатов. На полной среде синтезирована высокобелковая биомасса с содержанием «сырого» белка и белка не менее 70 и 50%, соответственно, с полным набором аминокислот, включая незаменимые. При лимитированном росте бактерий по азоту получены высокие (60–70%) выходы полимеров полигидроксиалканоатов [8, 9].

## ВЫВОДЫ

Изучены характеристика качества и биологической ценности липидов, выделенных из голов копченой кильки и скумбрии, внутренностей судака способом термической экстракции. В полученных триацилглицеридах имеют место процессы гидролиза и первичного перекисного окисления, содержатся продукты вторичного окисления, но данные процессы не оказывают негативного воздействия на содержание ценных полиненасыщенных жирных кислот. В выделенных жирах мало изменяется степень неопределенности

жирных кислот (йодное число), нет значительных деградаций жирных кислот (число омыления практически не растет), все показатели находятся в пределах, свойственных рыбным жирам данных видов.

Проанализирован состав жирных кислот выделенных жиров. Все жиры содержат более 60% ненасыщенных жирных кислот, основной жирной кислотой является олеиновая (11,4–28,8%); максимальное количество ПНЖК приходится на жир из голов копченой кильки (73,69%); преобладающей МНЖК является пальмитолеиновая (4,1–21,5%). Во всех жирах установлено достаточно высокое содержание ПНЖК класса  $\omega 3$  (21,7–38,5%) при значительном количестве эйкозапентаеновой (20:5  $\omega 3$ ) и докозагексаеновой (22:6  $\omega 3$ ), в сумме дающих 13–27% от содержания всех жирных кислот. Данные ЖК обуславливают уникальность и физиологическую эффективность полученных рыбных жиров.

Выделенные жиры можно считать новым и эффективным углеродным субстратом для микробного синтеза целевых продуктов, что подтвердили специальные эксперименты.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23–64–10007.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Jamshidi A., Cao H., Xiao J., Simal-Gandara J. Advantages of techniques to fortify food products with the benefits of fish oil. *Food Research International*, 2020, vol. 137: p.
2. Мезенова О.Я. Биотехнологические способы получения протеиновых и белково-минеральных добавок из вторичного рыбного сырья копильных производств // *Известия вузов. Пищевая технология*. — 2019. — № 2–3. — С. 68–71.
3. Volova T., Sapozhnikova K., Zhila N. Cupriavidus necator B-10646 growth and polyhydroxyalkanoates production on different plant oils // *Int. Journal Biol Macromol* — 2020. — Vol. 164. — P. 121–130.
4. Synthesis of Polyhydroxyalkanoates from Oleic Acid by Cupriavidus necator B-10646 / N.O. Zhila, G.S. Kalacheva, E.G. Kiselev and T.G. Volova // *Journal of Siberian Federal University. Biology* — 2020 — Vol. 13(2): 208–217.
5. Боева Н.П., Бредихина О.В., Петрова М.С., Баскакова Ю.А. Технология жиров из водных биологических ресурсов: монография. — М.: Изд-во ВНИРО, 2016.— 107 с.
6. Обоснование рациональных режимов термического выделения липидов из жиросодержащих рыбных отходов / О.Я. Мезенова, С.В. Агафонов, Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина, В.В. Волков // *Рыбное хозяйство*, 2023.— № 4. — С. 103–110.
7. Tocher D.R. Betancor M.B. Sprague M. Olsen R.E. Napier J.A. Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids, EPA and DHA: Bridging the gap between supply and demand. *Nutrients*, 2019, vol. 11, iss. 1, p. 89.
8. Properties of degradable polyhydroxyalkanoates synthesized from newwaster fish oils (WFO) / N.O. Zhila, E.G. Kiselev, V.V. Volkov, O. Ya. Mezenova, K. Yu. Sapozhnikova, E.I. Shishatskaya, and T.G. Volova // *Int. J. Mol. Sci.* 2023-Vol. 24(16) — pp. 1–18.
9. Waste Fish Oil is a Promising Substrate for the Synthesis of Target Products of Biotechnology / Zhila N.O., Volkov V.V., Mezenova O. Ya., Kiselev E.G. and Volova T.G. // *Journal of Siberian Federal University. Biology* 2023 16(3): 386–397.

## **Перспективы использования масла криля при производстве рыбных формованных изделий**

*И. О. Морозов, В. А. Галдукевич, М. Л. Винокур, А. В. Андрюхин*

Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»)

E-mail: vinokur@atlant.vniro.ru

**Аннотация.** Обоснована целесообразность использования гидроколлоидов и водорастворимых антиоксидантов в технологии формованных рыбных продуктов из фарша судака, обогащенных крилевым маслом. Для снижения потерь каротиноидов при термической обработке были использованы добавки на основе каррагинанов, камедей и альгинатов. При обработке паром наименьшие потери общей массы (9,8%), масляной фазы (34,2%) и астаксантина (42,0%) от начального содержания наблюдаются при использовании альгината натрия. Для мороженных полуфабрикатов после 45 и 90 суток хранения максимальное значение оптической плотности при проведении 2-ТБК-теста в случае использования комбинации добавок в виде смеси изоаскорбата натрия и розмарина не превышало 0,12 ед. в то время как при использовании вышеуказанных добавок по отдельности этот показатель достигал значения 0,19 единиц.

**Ключевые слова:** каротиноиды, астаксантин, крилевый жир, формованный полуфабрикат.

### **ВВЕДЕНИЕ**

На сегодняшний день, установлено, что жир криля (*Euphausia superba*) обладает биологической активностью, связанной с предотвращением хронических заболеваний, таких как сердечно-сосудистые заболевания, неалкогольная жировая болезнь печени, гиперлипидемия, гликемии, гиперхолестеринемии, ожирения и воспаления [5,7]. В настоящее время есть интерес к сравнению эффективности добавок с жиром из водных биологических ресурсов. Некоторые исследования показали, что масло криля превосходит рыбий жир из-за более высокой биодоступности эйкозапентаеновой кислоты и докозагексаеновой кислоты в форме фосфолипидов [8]. Между тем одним из перспективных направлений использования крилевого жира может стать его использование как компонента формованных полуфабрикатов.

При выполнении исследований по обоснованию технологии формованного пищевого рыбного полуфабриката, обогащенного липидами криля, установлено, что при кулинарной обработке над паром потери составляют 60–75% [2]. Для дальнейшей разработки технологии рыбных полуфабрикатов, обогащенных крилевым жиром, необходимы исследования, направленные на изучение применения способов снижения потерь астаксантина. Одним из способов, направленных на снижение потерь жира при термической обра-

ботке формованной продукции, является использование различных типов гидроколлоидов. Также актуальным остается вопрос стабилизации каротиноидов при хранении, что может быть достигнуто за счет использования антиоксидантов.

Цель — изучить перспективы применения гидроколлоидов для снижения потерь астаксантина при термической обработке на пару и определить хранимоспособность с точки зрения динамики окисления жира и деструкции каротиноидов.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились для рыбных шариков из фарша тощей рыбы, как типового формованного рыбного полуфабриката. В качестве базовой использовалась одна из рецептур, ранее разработанных в АтлантНИРО для полуфабриката «Филе формованное курса», предполагающая использование фарша судака, соли — 1,5% и растительного масла — 4,0%. Содержание астаксантина в используемом крилевом жире составило 198 мкг/г жира. Для удовлетворения 15% суточной потребности человека в астаксантине была выбрана дозировка 1,5 г крилевого жира на 100 г продукта. Для используемой нами рецептуры, соотношение крилевого жира к растительному маслу составило 1,5: 2,5. Таким образом, использовалась следующая модификация базовой рецептуры: фарш судака — 94,5%; соль — 1,5%; растительное масло — 2,5%; крилевый жир — 1,5%. Вес одного рыбного шарика составлял от 8 до 10 г.

Для снижения потерь каротиноидов при термической обработке шариков за счет внесения гидроколлоидов были использованы добавки водо- и жиросодержащих агентов на основе каррагинанов, камедей и альгинатов. В частности, применялась добавка, рекомендуемая в качестве загустителя при производстве сурими и плавленых сыров — Ерол М 35, содержащая каррагинан стандартизированный (Е 407), представляющий смесь каррагинанов нескольких типов. Также использовался загуститель Майомил Е-06 (Е 415, Е 412), содержащий смесь ксантановой и гуаровой камедей. Альгинаты были добавлены в виде комплексной пищевой добавки, рекомендуемой для жировых и мясных эмульсий КФ Стабипро ФЭТ, содержащей в качестве загустителя альгинат натрия (Е 401).

Добавки были использованы в максимальном рекомендуемом спецификацией количестве. Шарик замораживали воздушным способом в стеллажном морозильном аппарате при температуре минус 36 °С и глазировали посредством погружения в воду при 0 °С. В начале хранения при температуре минус 18 °С (контроль), на 45 и 90-е сутки образцы шариков размораживали и подвергали кулинарной обработке на пару в пароварке в течение 12 минут. После кулинарной обработки полуфабрикаты обтирали бумажной салфеткой для удаления излишней влаги и жира и направлялись на исследования качественных показателей: значения оптической плотности по 2-ТБК-тесту и содержание каротиноидов.

Массу полуфабрикатов определяли на весах с точностью до 0,1 г. Масляную фазу из всех исследуемых образцов выделяли бинарной смесью хлороформа и этилового спирта после предварительного высушивания сульфатом натрия. Соотношение спирта к хлороформу в бинарной смеси составляло 1:2. После упаривания спирто-хлороформенного растворителя масляную фазу взвешивали, после чего определяли содержание астаксантина. Для этого 0,10–0,50 г масляной фазы растворяли в 25 мл петролейного эфира и определяли оптическую плотность на спектрофотометре СФ-2000 при длине волны 470 нм, калибровку проводили с использованием стандарта астаксантина.

Для проведения 2 ТБК-теста использовали метод Журавской [3], модифицированный сотрудниками АтлантНИРО: навеску фарша (10 г) подвергали трехкратному измельчению в микроизмельчителе в течение 2 минут. Добавляли к ней 40 мл 0,5 и HCl и продолжали измельчение в течение 5 минут при 3000 оборотов/мин. Затем вносили 15 мл 20% трихлоруксусной кислоты и гомогенизировали смесь в течение 1 минуты аналогично вышеописанному. Смесь фильтровали через складчатый фильтр. Отбирали 15 мл фильтрата в мерную пробирку с притертой пробкой. Добавляли 5 мл 0,36% тиобарбитуровой кислоты и кипятили на водяной бане 15 минут и определяли оптическую плотность на СФ-2000 при длине 530 нм. Результаты выражали в единицах оптической плотности.

Для проведения исследований по стабилизации каротиноидов в процессе хранения полуфабрикатов использовали добавки антиоксидантов: розмарин (порошок), изоаскорбат натрия (порошок), смесь розмарина и изоаскорбата натрия. Данные антиоксиданты были выбраны исходя из их эффективности, показанной при проведении работ по стабилизации каротиноидов у лососевых [6].

При проведении исследований для случая значений группового фактора более двух, использовали метод однофакторного дисперсионного анализа с уровнем надежности 0,05. Последующие парные сравнения проводили с использованием апостериорного метода Тьюка. При исследовании влияния температуры и продолжительности термической обработки на степень потерь астаксантина для фарша, обрабатываемого в пакетах, использовали только метод Тьюка [1]. Все исследования проводились в четырехкратной повторности.

Цель — рассмотреть перспективы применения гидроколлоидов и антиоксидантов в технологии формованных рыбных полуфабрикатов, обогащенных крилевым жиром.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты исследования влияния продолжительности обработки паром на величину потерь массы и астаксантина для различных типов добавляемых гидроколлоидов представлены в табл. 1.

Наименьшие потери общей массы (9,8%), масляной фазы (34,2%) и астаксантина (42,0%) от начального содержания наблюдаются при использовании альгината натрия. Следует отметить, что рядом авторов также отмечались

**Таблица 1.** Влияние добавок различных типов гидроколлоидов на потери астаксантина, общей массы и масляной фазы у рыбных шариков, обогащенных крилевым жиром, при обработке паром

Количество и название вносимой добавки	Потери общей массы, %	Потери массы масляной фазы, %	Потери астаксантина, %
Без добавок	27,2±0,7	58,1±1,9	68,5±1,5
Добавка каррагинана Ерол М 35–1,0%	11,2±0,5	37,5±1,2	47,5±1,3
Добавка альгината натрия Стабипро ФЭТ – 4,0%	9,8±0,3	34,2±1,8	42,0±1,2
Добавка камеди Майомил Е-06–0,5%	18,1±0,8	46,9±2,1	57,5±0,9

лучшие свойства по связыванию влаги и жира при температурах более 100 °С для альгината натрия в сравнении с каррагинанами и камедями [6, 9]. Таким образом, можно предположить, что для компенсации потерь каротиноидов при использовании наиболее эффективного из рассматриваемых гидроколлоидов, с учетом последующей варки на пару, можно изменить соотношение крилевого жира к растительному маслу с 1,5:2,5 на 2,3:1,7.

**Таблица 2.** Изменение значения оптической плотности при проведении 2-ТБК-теста и содержания астаксантина при хранении мороженых шариков

Количество и название вносимой добавки	Продолжительность хранения в замороженном виде, сут	Оптическая плотность при 2-ТБК-тесте	Потери астаксантина, %
Без добавок	0	0,051 ± 0,006	0
Изоаскорбат натрия – 0,3%	0	0,051 ± 0,004	0
Розмарин – 0,3%	0	0,051 ± 0,003	0
Смесь изоаскорбата натрия и розмарина (50:50) – 0,3%	0	0,051 ± 0,006	0
Без добавок	45	0,192 ± 0,007	38,6 ± 1,0
Изоаскорбат натрия – 0,3%	45	0,263 ± 0,011	33,8 ± 1,2
Розмарин – 0,3%	45	0,191 ± 0,013	29,3 ± 0,9
Смесь изоаскорбата натрия и розмарина (50:50) – 0,3%	45	0,104 ± 0,002	4,5 ± 0,2
Без добавок	90	0,275 ± 0,005	58,1 ± 2,0
Изоаскорбат натрия – 0,3%	90	0,246 ± 0,014	39,4 ± 1,5
Розмарин – 0,3%	90	0,110 ± 0,008	35,2 ± 0,9
Смесь изоаскорбата натрия и розмарина (50:50) – 0,3%	90	0,121 ± 0,008	17,5 ± 0,6

Как следует из данных по динамике изменения значения оптической плотности при проведении 2-ТБК-теста и снижения каротиноидов, представленных в табл. 2, наименьшие потери наблюдаются при использовании смеси изоаскорбата натрия и розмарина.

Максимальное значение оптической плотности при проведении 2-ТБК-теста при использовании комбинации добавок не превышало 0,12 ед. в то время как при использовании единичных добавок и контрольного образца этот показатель хотя бы один раз достигал 0,19 ед. Таким образом, смесь изоаскорбата натрия и розмарина является более эффективным антиоксидантом в сравнении с использованием единичных антиоксидантов, замедляя окислительную деструкцию каротиноидов.

## ВЫВОДЫ

Для сокращения потерь каротиноидов при обработке на пару рыбных формованных изделий, обогащенных крилевым жиром, целесообразно использовать добавки гидроколлоидов в т. ч. на основе каррагинанов, альгинатов и камедей. Полученные в результате проведенных работ данные по изменению показателей качества при холодильном хранении и термической обработке рыбных шариков позволили разработать технологию формованной пищевой рыбной продукции, обогащенной крилевым жиром, удовлетворяющей потребности организма человека в астаксантине.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы обработки данных / Пер. с англ.; Под ред. Э.К. Лецкого. — М.: Мир, 1980.-610 с.
2. Морозов И.О., Галдукевич В.А., Винокур М.Л., Андрюхин А.В. // О проблемах потерь при термической обработке формованных полуфабрикатов, обогащенных жиром антарктического криля: Москва, 28–29 марта 2023 года. — Москва: ВНИРО, 2023 г. — С. 363–367.
3. Журавская Л.Т., Алехина Л.М., Отряшенкова Н.К. Исследование и контроль мяса и мясосопродуктов // М.: Агропромиздат, 1985.— 295 с.
4. Степаненко Е.И., Нехамкин Б.Л., Шалимова И.О. Рекомендации по составу солевой смеси, стабилизирующей качество соленой продукции из лососевых рыб // Известия КГТУ. 2022. № 67. С. 89–98.
5. Deutsch L. Evaluation of the effect of Neptune Krill Oil on chronic inflammation and arthriticsymptoms. J Am Coll Nutr. 2007; 26(1):39–48.
6. Kumbhar V., Chatli M.K., Rajesh V. Composite Fat Replacer Mixture of Sodium Alginate and Carrageenan // Int. J. Livest. Res. 2018; 8(11): 94–105.
7. Sampalis F, Bunea R, Pelland MF, Kowalski O, Duguet N, Dupuis S. Evaluation of the effects of Neptune Krill Oil on the management of premenstrual syndrome and dysmenorrhea. Altern Med Rev. 2003;8(2):171–179.
8. Ulven SM, Kirkhus B, Lamglait A, Basu S, Elind E, Haider T, Berge K, Vik H, Pedersen JJ. Metabolic effects of krill oil are essentially similar to those of fish oil but at lower dose of EPA and DHA, in healthy volunteers. Lipids. 2011;46(1):37–46.
9. Soumya B., Suvendu B. Food Gels: Gelling Process and New Applications // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2012; 52(4): 334–346.

## Совершенствование пелагических траловых систем как инструмента учетных съемок

*Е.В. Осипов*

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет  
E-mail: oev@mail.ru

**Аннотация.** Проведен анализ работ траловых систем (тралы РК 80/396 и РК 57/360) оснащённых V-образными траловыми досками 6 кв.м. на основе экспериментальных данных. Отмечено, что при длине ваера более 460 м расстояние между крыльями тралов РК 57/360 становятся равны длине верхней подборки, а далее и больше, для трала РК 80/396 при длине ваера 500 м раскрытие между крыльями более 70 м. Максимальные раскрытия тралов достигаются при глубинах тралений более 100 м при этом углы атаки траловых оболочек, обеспечивающие облов при горизонтальном их раскрытии менее 14 м. Все данные, получаемые такими траловыми системами для глубин тралений более 50 м занижают значения по раскрытию тралов в 2,5–3 раза для РК80/396, а для трала РК 57/360 в 1,5–2 раза. Все это связано с тем, что траловая доска имеет больше, чем надо распорную силу, которую на промысле не регулируют путем уменьшения ее угла атаки. Соответственно необходима тарировка доски при работе на разных глубинах для исключения выхода раскрытий тралов за проектные. Для исключения человеческого фактора предлагается использовать гибкие распорные устройства совместной российско-японской разработки, которые обеспечивают стабильное раскрытие траловой системы и уже используются для учетных съемок в Японии. **Ключевые слова:** оценка запасов, траловые учетные системы, гибкие распорные устройства.

### ВВЕДЕНИЕ

Отечественные учетные съемки на протяжении долгого времени ведутся с помощью траловых систем, на Дальнем Востоке начиная с 90-х гг. используются пелагические тралы РТ 80/396 и РК 57/360, которые показали свою эффективность и могут использоваться и в дальнейшем. Они имеют проектные максимальные раскрытия по горизонтали и вертикали, которые обеспечиваются оснасткой, а также настройкой траловых досок. Данные тралы были спроектированы для среднетоннажных судов типа СТР-503 при использовании круглых-сферических досок площадью 4,3 кв.м. Однако в конце 90-х на научном флоте стали использовать V-образные траловые доски 6 кв. м. В работе [1] очень подробно изложена работа такой траловой системы для оценки запасов и особенность ее настройки для обеспечения проектных параметров тралов. Однако с выходом работы [2], результаты которой показали, что с какого-то периода инструмент учетных съемок использовал-

ся не корректно. Поэтому задачами данной работы являются выявление не корректных исследований с учетом глубины хода трала, а также предложения по их коррекции и совершенствованию траловой системы для избежание в дальнейшем подобных случаев.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Предлагаемые исследования используют данные о взаимодействии гидробионтов с тралами [3, 4], экспериментальные данные работы траловых систем с тралами РТ 80/396 и РК 57/360 [2].

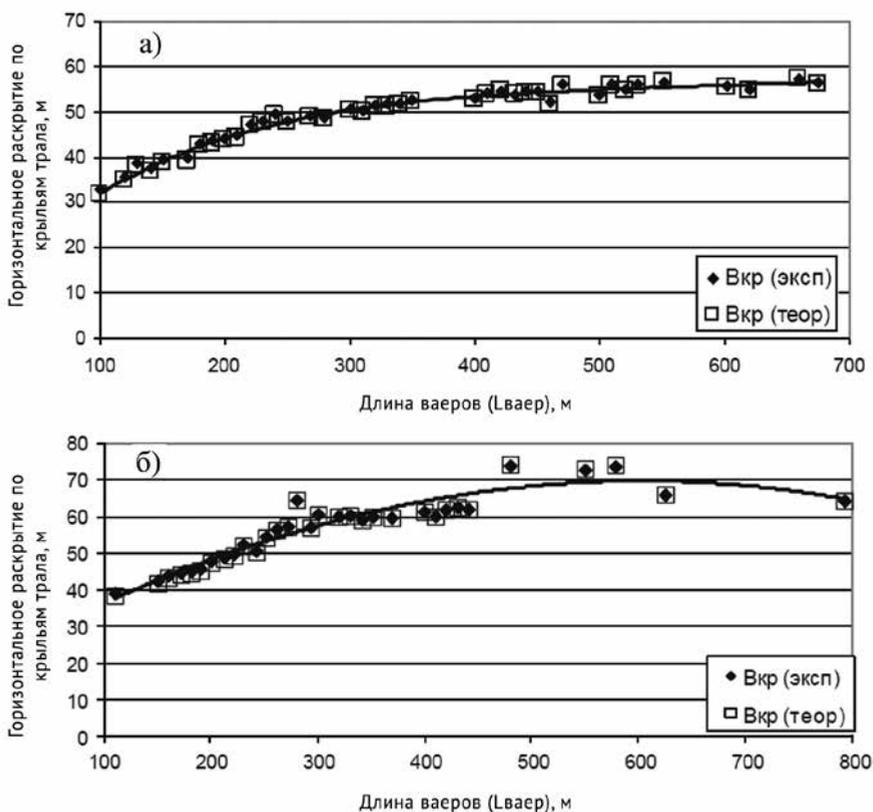
## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Важным показателем работы трала (облов гидробионтов) является угол атаки его оболочки, при увеличении его больше  $15^\circ$  (критический угол), гидробионты будут активно проходить через ячейку и не облавливаться, известно давно угол должен быть не более  $10-12^\circ$ , а для быстрых рыб  $7-10^\circ$  [3]. Съёмки проводят для всех объектов, в том числе малых, здесь опыт работы на криле показал [4], что промысловые тралы для минтая с проектными параметрами облавливали эффективно и криль.

Тралы РК 80/396 и РК 57/360 имеют обозначения согласно РД 15-140-90, где первая цифра в названии трала соответствует длине верхней подборки (80 м — РК 80/396; 50 м — РК 57/360), а вторая длине периметра устья трала в условной посадке 0,5 (396 — РК 80/396; 360 — РК 57/360). В самой документации указываются горизонтальные и вертикальные проектные раскрытия трала, например, для РК 80/396 горизонтальное проектное раскрытие 42 м, а вертикальное 35 м.

Теперь рассмотрим экспериментальные данные, приведенные в работе [2], на рис. 1 показано изменение раскрытия тралов в зависимости от длины ваеров. Если посмотреть на горизонтальное раскрытие тралов, то для трала РК 57/360 при длине ваера более 460 м расстояние между крыльями становятся равны длине верхней подборки, а далее и больше, для трала РК 80/396 при длине ваера 500 м раскрытие между крыльями более 70 м. Все это свидетельствует о том, что траловые доски растянули максимально возможно трал по горизонтали, в ряде случаев с растяжением верхней подборки. При работе с тралами на промысле это считается аварийными ситуациями, здесь надо учитывать, что сетематериалы могут удлиняться под нагрузкой и поэтому с имеющимися траловыми досками у трала РК 57/360 пока не раскололо верхнюю подборку.

Данные изменения параметров оболочек тралов при этих режимах работы приведены на рис. 2. Для трала РК 80/396 на участке по длине топенапта 0-25 м угол атаки  $26,5^\circ$ , на участке 25-65 м угол атаки  $18,4^\circ$ , на участке 78-90 м угол атаки  $36,8^\circ$ , дальше  $26,5^\circ$  до 108 м, после угол меньше  $15^\circ$  это при раскрытии оболочки 14 м. Для трала РК 57/360 на 0-25 м угол атаки  $15,6^\circ$ , на 72-84 м угол атаки  $26,5^\circ$ , на 84-96 м угол атаки  $18,4^\circ$ , дальше угол атаки меньше  $15^\circ$ , это при 14 м раскрытия сетной оболочки.



**Рис. 1.** Зависимость горизонтального раскрытия тралов по их крыльям от длины ваера [2]:  
 а – РК 57/360 б – РК 80/396

Все это показывает, что оба трала при определённой длине ваеров раскрывают тралы за предельные углы атаки траловой оболочки и фактически облавливают гидробионтов не при снимаемых данных горизонтального раскрытия трала, а меньшего 10–14 м. В самой методике оценки запасов плотность концентрации объектов на площади вычисляется по формуле [5]:

$$p(N) = \frac{N}{1,852vt0,001B\varphi}, \quad (1)$$

где  $p(N)$  (экз./км<sup>2</sup>);  $v$ ,  $t$  – скорость (узл.) и время (час) траления;  $B$  – горизонтальное раскрытие трала;  $\varphi$  – коэффициент уловистости (0–1);  $N$  – численность гидробионтов на траловой станции (экз.).

На станции делают траления по глубине, теперь рассмотрим, как изменяется раскрытие трала по глубине (рис. 3), для практиков понятна зависимость длины ваеров (см. рис. 1) и глубины траления.

Все это связано с тем, что траловая доска имеет больше, чем надо распорную силу, которую на промысле не регулируют путем уменьшения ее угла

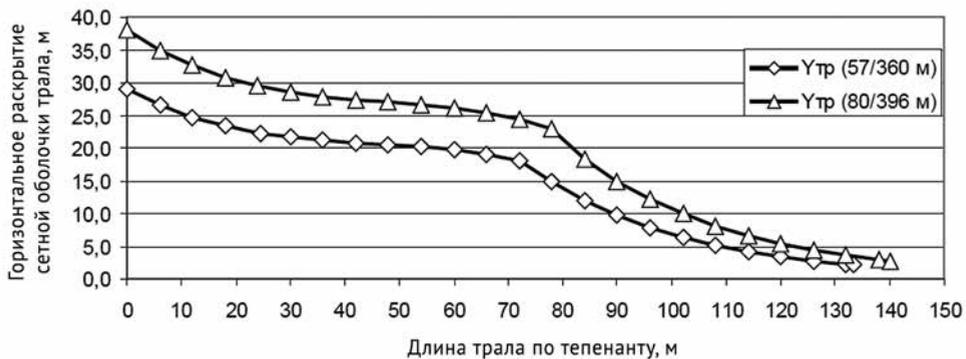


Рис. 2. Форма половины оболочки тралов при максимальном их горизонтальном раскрытии [2]

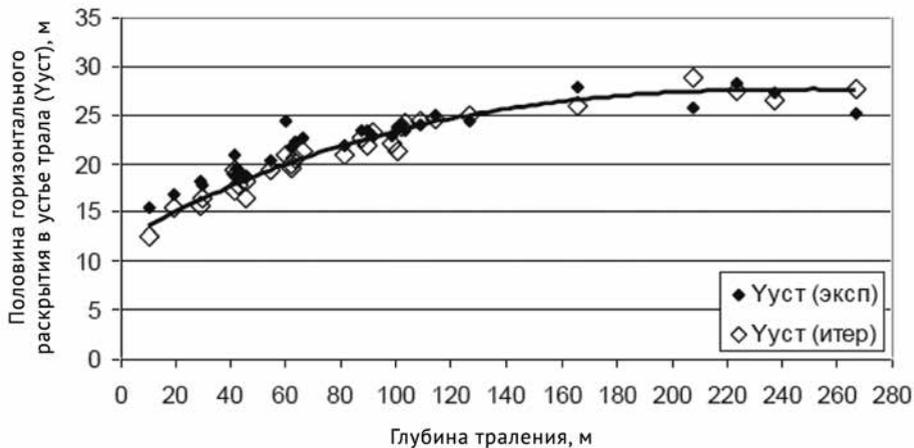


Рис. 3. Зависимости половинного горизонтального раскрытия трала РК 80/396 от глубины траления [2]

атаки. Соответственно необходима тарировка доски при работе на разных глубинах для исключения выхода раскрытий тралов за проектные.

В Японии для оценки запасов применяют трал, оснащённый гибкими распорными устройствами (ГРУ) [6], который был разработан совместно с Российскими исследователями [7]. Данное устройство позволяет исключить тонкую настройку траловых досок для обеспечения заданных раскрытий тралов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выход статьи [2] можно считать своевременным и важным, поскольку инструмент оценки запасов так подробно излагается впервые, и все могут видеть его недостатки. Соответственно это позволит скорректировать дальнейшую работу с ним, а также внести изменения в данные для оценки запа-

сов в ретроспективном анализе. На ДВ бассейне основные объекты добычи это лососевые и минтай, соответственно учетные съемки для лососевых (это поверхностные траления), с использованием таких траловых систем оценки запасов [2] можно считать не требуют пересмотра, а исследования при длинах ваера 300 м и более требуют корректировки. Если посмотреть на формулу (1) то значения по минтаю будут занижены с учетом геометрии тралов в 2,5–3 раза для трала РК80/396, а для трала РК 57/360 в 1,5–2 раза. Применение ГРУ для горизонтального раскрытия досок позволяет более эффективно использовать тралы для оценки запасов, поскольку в отличие от траловых досок не требуют их тонкой настройки при работе на разных глубинах, особенно они эффективны при поверхностных тралениях.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Temnykh O.S., Volvenko I.V., Osipov E.V. Methods and technique of the trawl sampling used during the re-search cruise of r/v 'TINRO' salmon survey in the Bering Sea in 2002.// NORTH PACIFIC ANADROMOUS FISH COMMISSION by RUSSIA October 2002 NPAFC Doc. 645
- 2 Кручинин О.Н., Захаров Е.А., Шабельский Д.Л. Определение рабочих параметров траловой системы с учетом экспериментальных данных о форме канатно-сетной оболочки разноглубинных тралов/ Известия ТИНРО Том 200, вып. 1, 2020. С. 193–209.
- 3 Коротков В.К. Реакция рыб на трал, технология их лова. — Калининград: ЭКБ АО «МАРИНПО», 1998.— 398 с.
- 4 Норинов Е.Г. Методы управления рыболовства в открытых районах Мирового океана на примере Антарктики. Владивосток, Дальрыбвтуз, 2001.— 109 с.
- 5 Атлас количественного распределения nekтона в северо-западной части Японского моря / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — М.: Нац. рыб. ресурсы, 2004.— 988 с.
- 6 海洋事業 | 事業紹介 | ニチモウ株式会社 (nichimo.co.jp) <https://www.nichimo.co.jp/business/marine/> (дата обращения 28.02.2024)
- 7 Бойцов А.Н., Осипов Е.В. Развитие совместных российско-японских научно-исследовательских и экспериментальных работ в области совершенствования тралового промысла. // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 64. № 2. С. 101–111.

## **Разработка сортирующей системы для донного трала на основе гибкой селективной решетки**

*А. А. Павленко, А. А. Лихошапко, А. Н. Романова*

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н. М. Книповича)  
E-mail: pavlenko@pinro.vniro.ru

**Аннотация.** Объектом исследования является разработка селективной системы для донного трала на базе гибкой селективной решетки. Исследования проводились на основе анализа существующих сортирующих систем с учетом положительных и отрицательных качеств их конструкции. По результатам выполненных работ разработаны способы устранения существующих конструктивных недостатков существующих систем, а также способы применения гибких селективных решеток без искажения рабочей формы сетных оболочек сортирующей системы. Изготовлена модель сортирующей системы на базе гибкой селективной решетки в уменьшенном масштабе, проведены ее гидродинамические испытания, выявлены недостатки конструкции и найдены пути их устранения. На основании проведенных испытаний предложено техническое описание полноразмерной модели, которая может быть рекомендована к использованию на траловом промысле после проведения натурных испытаний в промысловом режиме работы судна тралового лова.

**Ключевые слова:** траловый промысел, селективность, сортирующие системы, гибкие селективные решетки, промысел трески и пикши.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Обязательное использование сортирующих систем в донных тралах регламентировано «Правилами рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна» [Приказ Минсельхоза России от 13.05.2021...] с 1997 г. Согласно этим правилам на траловом промысле трески и пикши должны применяться сортирующие системы на основе жесткой решетки (изготовленные из металла, пластика или стеклопластика) с минимальным расстоянием между прутьями 55 мм и изготовленные в соответствии с утвержденной спецификацией.

Действие сортирующей системы основано на том, что смесь крупной и мелкой рыбы направляется на селективную решетку с помощью мелкоячеистой подъемной («трамплин») пласти. При этом мелкая рыба свободно проходит между прутьями решетки и выходит вдоль направляющей пласти из тралового мешка, а крупная, не имеющая возможности пройти сквозь решетку, проходит вдоль нее вниз и попадает в траловый мешок. Оставшаяся в улове мелкая рыба, которая прошла под нижней кромкой решетки, выходит уже через ячею кутка трала.

На текущий момент на Северном Рыбохозяйственном бассейне разрешено использовать четыре различные конструкции сортирующих си-

стем: «Flexigrid», «Sort-X», «Sort-V» двухпластная для двухпластных тралов и «Sort-V» четырехпластная для четырехпластных тралов. В сортирующих системах «Sort-V» и «Sort-X» используются стальные селективные решетки, в «Flexigrid» — пластиковые.

Сортистема устанавливается между конической и цилиндрической частями тралового мешка [ПИНРО, Рекомендации по применению сортирующей системы «SORT-V»]

Особенности конструкций этих сортирующих систем и их установка в трале описаны специальными утвержденными спецификациями и предписаниями правил рыболовства.

Однако, используемые в настоящее время сортирующие системы имеют свои конструктивные недостатки. Так, системы со стальной решеткой тяжелые и не удобны при работе с тралом на палубе судна в промысловых условиях. При больших нагрузках, получаемых системой в процессе промысловых операций, жесткие решетки деформируются или ломаются, что приводит к нарушению их селективных качеств (рис. 1А).

По результатам подводных наблюдений выявлено, что в процессе траления возникает деформация сетной оболочки селективной системы, а также ее направляющей и подъемной панелей [Manu Sistiaga, Jesse Brinkhof, Bent Herrmann ...Development of selectivity system... 2021], что приводит к искажению конструктивных форм, размеров системы и вызывает снижение ее селективных качеств. Также, визуально, с помощью подводного видео определено, что в процессе траления селективная решетка перекрывает большую часть площади периметра сортирующей системы, создавая препятствие для дальнейшего прохода рыбы в мешок трала. Также выявлено, что в процессе траления пойманная рыба застаивается в сортирующей системе за направляющей и подъемной панелями, где образуются области пониженного давления водного потока, в которых она стоит и не проходит дальше в куток тралового мешка (рис. 1Б).



**Рис. 1.** Типичные недостатки существующих сортирующих систем: А — промысловая операция с тралом на палубе судна приводящая к деформации селективных решеток; Б — деформации сетной оболочки, направляющей и подъемной панелей сортирующей системы в процессе траления: 1 — Перекрывание решеткой периметра сортирующей системы; 2 — Залегание подъемной панели; 3 — Деформация верхней пласти трала за направляющей панелью

В проведенном исследовании изучен вопрос предотвращения деформации селективной решетки и сетной оболочки селективной системы в процессе траления.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

С учетом определенных недостатков существующих сортирующих систем разработана экспериментальная модель сортирующей системы донного траля улучшенной конструкции по прототипу стандартной системы «Sort-V». Основными элементами сортирующей системы являются сетной цилиндр и установленные в него селективная решетка и направляющая и подъемная панели. В верхней пласте сетного цилиндра выполнено отверстие для выпуска отсортированного прилова маломерных рыб.

С целью снижения деформации сетной оболочки и гибкой решетки сортирующей системы в процессе траления были применены дополнительные элементы, увеличивающие общую жесткость конструкции системы. Для этого сетной цилиндр сортсистемы был изготовлен из шести пластей, с двумя дополнительными швами на боковых пластьях. Швы увеличивают жесткость сетной оболочки и улучшают крепление селективной решетки, подъемной и направляющей панелей.

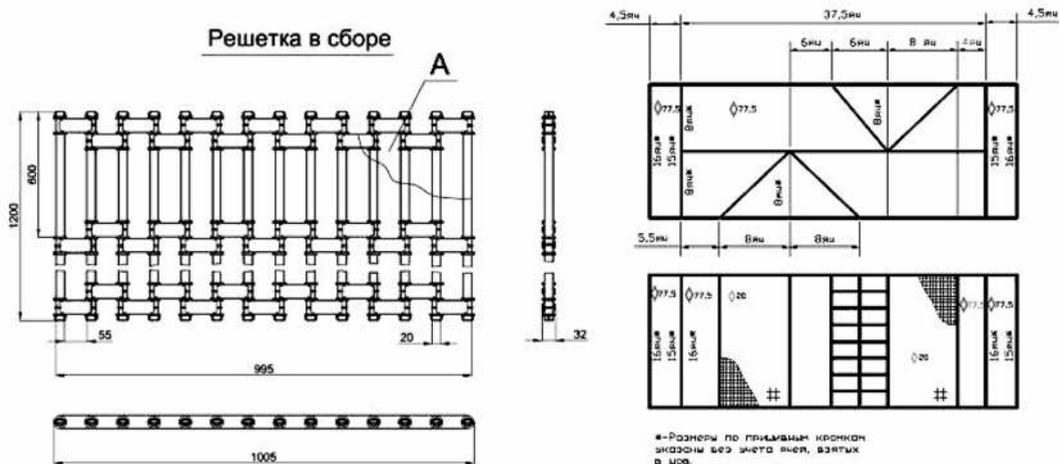
Для уменьшения провиса подъемной панели и верхней пласти сортирующей системы за направляющей панелью, по их кромкам установлены укрепляющие веревочные поперечные пожилины.

С целью предотвращения разрушения селективной решетки в процессе ее эксплуатации разработана облегченная гибкая селективная решетка из композитного и полимерного материалов с гибкими поперечными связями, соединяющими продольные прутья решетки.

Решетка состоит из следующих основных элементов: продольных прутков, поперечин и гибких связей, соединяющих продольные прутки (рис. 2). Продольные прутки изготовлены из композитного стекловолоконного стержня (полимерные смолы со стекловолокном), вставленного в трубку, изготовленную из полиэтилена низкого давления. Прутки поперечно соединены между собой гибкими связями из металлического троса, пропущенного внутри поперечин из поливинилхлоридных трубок.

Селективная решетка сортирующей системы в рабочем положении имеет габариты 1200×995×32 мм, в свернутом для транспортировки состоянии — 1200×273×78 мм. Расчетный вес решетки в воде составляет 0,68 кгс, поэтому использование дополнительных плавов или куктылей при ее эксплуатации не требуется.

В процессе траления гибкая решетка подвергается воздействию разнонаправленных сил, возникающих от гидродинамического сопротивления сетной оболочки сортсистемы и самой решетки. Для предотвращения поперечных деформаций решеток в воде, использована специальная гравитационная загрузка решетки в виде отрезка цепи заданной расчетной массы. Вес цепи



**Рис. 2.** Чертеж экспериментальной сортирующей системы и решетки с подвижными поперечными связями

соответствует силам гидродинамического сопротивления решетки, деформирующих ее в процессе траления.

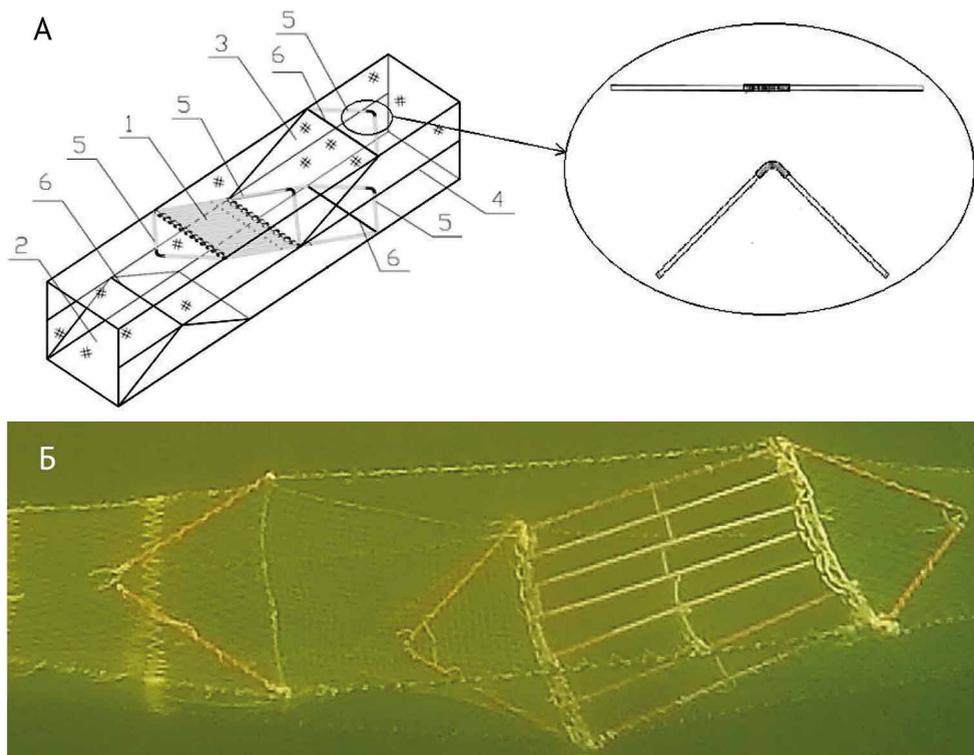
Для компенсации этих сил применены специальные элементы — амортизирующее распорное устройство и гравитационная загрузка. Амортизирующее распорное устройство предназначено для компенсации поперечных сил сетного полотна, направленных на сжатие решетки. Это устройство представляет собой пару жестких стержней, два конца которых соединены между собой пружиной сжатия. Данный элемент устанавливается в согнутом состоянии на сетную пласт сортирующей системы, свободные концы его стержней соединяются с поперечной кромкой решетки. Согнутая соединительная пружина, стремясь разогнуться, производит силу, противоположно направленную силам сжатия сетного полотна, тем самым компенсируя поперечную деформацию гибкой селективной решетки в воде в процессе траления (рис. 3А).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения гидродинамических модельных испытаний была изготовлена модель сортирующей системы с гибкой селективной решеткой из композитных материалов с амортизирующими элементами и гравитационной загрузкой в масштабе 1:4 (рис. 3Б).

Гидродинамические модельные испытания сортирующей системы проводились на маломерном судне методом буксировки модели трала с установленной в нее моделью сортирующей системы на скорости 2,5–3,0 узла. Результаты испытаний фиксировались при помощи подводной видеосъемки.

Посредством подводной видеосъемки определено, что оптимальным вариантом для поддержания рабочей формы сортирующего устройства оказалось сочетание использования амортизационных распорных устройств и гра-



**Рис. 3.** Общий вид сортирующей системы с гибкой селективной решеткой: 1 — гибкая селективная решетка; 2 — подъемная панель; 3 — направляющая панель; 4 — опорный шов; 5 — амортизирующий элемент; 6 — поперечные пожилыны

витационной загрузки верхней и нижней кромок решетки отрезками цепи. Применение данных устройств позволило компенсировать поперечные силы сжатия в сетных пластьях оболочки сортирующей системы, деформирующие как систему в целом, так и саму решетку, в частности.

Однако, увеличение загрузки нижней кромки селективной решетки вызвало уменьшение расстояния между ней и нижней пластью сортирующей системы. Для решения этой проблемы предлагается увеличить жесткость сетной оболочки сортсистемы дополнительными каркасными стержнями, закрепленные на боковых пластьях сортсистемы и провести модельные испытания с целью определения эффективности этого технического решения.

### ВЫВОДЫ

Модельные испытания подтвердили возможность использования гибкой селективной решетки сортирующей системы в сочетании с дополнительными элементами ее конструкции. Гибкая селективная решетка подвержена гораздо меньшему риску разрушения или деформации, а зеркальная ячея сетного полотна подъемной и направляющей панелей уменьшает падение давления

потока воды за ними, что способствует более полному прохождению рыбы через сортирующую систему в куток тралового мешка.

Для выработки рекомендаций к использованию сортирующей системы на базе гибкой селективной решетки на траловом промысле необходимо проведение ее натуральных испытаний в промысловом режиме работы судна тралового лова.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минсельхоза России от 13.05.2021 N 292 (ред. от 20.08.2021) «Об утверждении правил рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.05.2021 N 63687)
2. Рекомендации по применению сортирующей системы «SORT-V» на основе одной жесткой решетки при траловом промысле аркто-норвежской трески. ПИНРО. Мурманск, 1996.— 14 с.
3. Manu Sistiaga, Jesse Brinkhof, Bent Herrmann, Roger B. Larsen, Eduardo Grimaldo, Terje Jørgensen, Olafur A. Ingolfsson, Nadine Jacques, Kristine Cerbule, Jostein Saltskår, Anne Christine Utne Palm and Ilmar Brinkhof. Development of selectivity systems for gadoid trawls. Scientific status report June 2021. SINTEF, 2021.— 93p

## **Современная терминология в области консервов и пресервов из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей**

*Е.Ю. Поротикова, М.М. Дяченко*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: porotikova@vniro.ru

**Аннотация.** В статье проанализированы изменения в терминологии и классификации консервов и пресервов из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей при пересмотре ГОСТ 30054–2003 «Консервы, пресервы из рыбы и морепродуктов. Термины и определения». Акцентировано внимание на терминах, которые претерпели изменения, включены впервые в проект стандарта или планируются к исключению из действующего стандарта. Актуализированный ГОСТ 30054 поможет в борьбе с фальсификацией и обеспечит однозначную идентификацию рыбной продукции среди изготовителей, поставщиков, заказчиков, надзорных органов и потребителей продукции.

**Ключевые слова:** термины, рыбные консервы, пресервы, пищевая рыбная продукция, стандартизация.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Однозначность терминологических понятий о процессах и продукции в системе технических регламентов и стандартов является одним из основополагающих факторов в достижении высокого конкурентоспособности и качества, борьбе с фальсификацией пищевой рыбной продукции. Целесообразность пересмотра межгосударственного стандарта ГОСТ 30054–2003 [2] обусловлена необходимостью актуализации терминологии на консервы и пресервы из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей (далее по тексту — консервы и пресервы), приведения ее в соответствие с требованиями действующего законодательства; необходимостью совершенствования нормативно-методической базы отрасли, пополнения доказательной базы для соблюдения обязательных требований технических регламентов Таможенного союза [12,13,14,15] и ТР ЕАЭС 040/2016 [11] в части безопасности рыбной продукции, не введения потребителей в заблуждение (правильной и достоверной маркировки) и правил идентификации продукции.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Построение, изложение, оформление и содержание терминологических статей осуществлялось в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5–2001 [1],

а также рекомендациями по разработке стандартов на определения и термины [7].

Уточнение ассортимента проводилось с использованием Реестра ассортиментных знаков [8], сборников технологических инструкций по производству пресервов и консервов [9,10]; классификации — Общероссийского классификатора продукции [6].

Терминологические статьи стандарта сформированы на основе обобщения терминологического аппарата ТР ЕАЭС 040/2016 [11], международных [4,5], межгосударственных стандартов и национальных стандартов Российской Федерации в области консервов и пресервов.

При разработке учитывались требования Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации» [16]; Технических регламентов Евразийского экономического союза и Таможенного союза [11,12,13,14,15], которые устанавливают основные требования безопасности к продукции из водных биоресурсов и объектов аквакультуры.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Актуализированный стандарт разработан взамен ГОСТ 30054–2003 [1], с учетом основных требований и положений ГОСТ 34884–2022 [2], международных [4,5], межгосударственных стандартов и национальных стандартов Российской Федерации, технологических инструкций [9,10] в части терминологии и качества консервов и пресервов.

Наименование стандарта изменено с «Консервы, пресервы из рыбы и морепродуктов. Термины и определения» на «Консервы и пресервы из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей. Термины и определения» в соответствии с требованиями ТР ЕАЭС 040/2016 [11] с целью уточнения объекта стандартизации. Для сохранения целостности терминосистемы в проект включены основные понятия из области применения стандарта, изложенные в редакции ТР ЕАЭС 040/2016 [11] и ГОСТ 34884–2022 [3].

По сравнению с действующим стандартом при разработке проекта межгосударственного стандарта были актуализированы следующие позиции:

– изменена структура стандарта: включен раздел «Нормативные ссылки», в котором приведены действующие стандарты, используемые для формирования терминологических статей; переименован раздел «Основные технологические процессы» в «Процессы производства (изготовления) рыбных консервов и пресервов» и расположен до изложения классификационных группировок; вместо раздела «Классификационные группировки консервов и пресервов» выделены разделы «Группы рыбных консервов» и «Группы пресервов»;

– терминологическая статья «овощерыбные консервы» преобразована в «растительнорыбные консервы» и перенесена в раздел 3 «Общие понятия», поскольку согласно терминологии ТР ЕАЭС 040/2016 [11] не относится к груп-

пе рыбных консервов; уточнен нижний предел массовой доли основного компонента для данного вида консервов (от 20%);

– терминологическая статья «натуральный тузлук» изложена в редакции ГОСТ 34884–2022 [3];

– терминологическая статья «струвит» перенесена из раздела «Дефекты...» в раздел «Общие понятия», поскольку длина кристалла струвита в пределах допустимого значения не является дефектом;

– группировки «рыбные консервы в томатном соусе», «консервы из рыбы [морепродуктов] в соусе», «рыборастительные консервы в томатном соусе» и «рыборастительные консервы в соусе» объединены в одну группировку «рыбные консервы в соусе» и для них дано общее определение;

– группировки «консервы из рыбы в бульоне», «консервы из рыбы [морепродуктов] в заливке», «консервы из рыбы в маринаде» и «рыборастительные консервы в бульоне» [заливке, маринаде] объединены в группировку «рыбные консервы в заливке» и дано общее определение с учетом термина «заливка»;

– терминологическая статья «консервы-фарши из рыбы [морепродуктов]» преобразована в терминологическую статью «фаршевые рыбные консервы», а также дано определение для термина «фаршевые изделия»;

– терминологическая статья «консервы из рыбы [морепродуктов] с растительными гарнирами» преобразована в «рыбные консервы с гарниром», поскольку, согласно термину «гарнир» он может быть только растительным;

– уточнено определение терминологической статьи «бомбаж консервов...» с указанием причины вздутия банки («под воздействием образовавшихся газов»), поскольку выпуклость доньшка и крышки банки может произойти в результате переполнения банки содержимым;

– термин «металлический привкус» содержит все необходимые признаки понятия, поэтому вместо определения в нем поставлен прочерк (пункт 7.6.9 [7]);

– отредактировано определение термина «посторонние примеси...» и дополнено примечанием с примерами посторонних примесей;

– определение терминологической статьи «скисание консервов...» дополнено уточнением о том, что причиной скисания являются термофильные микроорганизмы.

По сравнению с действующим стандартом при разработке проекта межгосударственного стандарта были включены следующие позиции:

– стандарт дополнен разделом «Рыбные консервы» и «Пресервы», где приведены терминологические статьи общих понятий, относящихся к рыбным консервам и пресервам соответственно;

– в стандарт включены терминологические статьи: «рыбные полуконсервы», «составная часть», «фаршевые изделия», «субпродукты рыбы», «гарнир», «солевой раствор», «тузлук», «заливка», «соус», «упаковочный газ (модифицированная газовая среда)», «копильный ароматизатор (копильный препарат)» «предварительная обработка», «основной компонент рыбных кон-

сервов», «основной компонент пресервов», «летальность», «промышленная стерильность рыбных консервов», «режим стерилизации рыбных консервов», «эталонная температура стерилизации рыбных консервов», «стерилизация консервов», «пастеризация», «посол», «предварительная обработка», «варка», «вяление» «маринование», «полугорячее копчение», «тиндализация», «экстагустирование», «деаэрация», «фасование», «укупоривание», «рыбные консервы с животным жиром», «пресервы в желе»;

– в стандарт включен термин «компонент пищевой продукции (пищевой ингредиент)» из ТР ТС 021/2011 [13], поскольку он входит в определение понятий «натуральные рыбные консервы», «рыборастительные консервы», «растительно-рыбные консервы», «гарнир», «предварительная обработка», «рыбные консервы — уха», «рыбные консервы — супы», «посторонние примеси...»;

– стандарт дополнен терминологической статьей ««пресервы с предварительной тепловой обработкой», поскольку обжаривание, бланширование, варка, подвяливание, холодное копчение, подкапчивание, горячее копчение и вяление и т. п. представляют собой тепловую обработку, что отражено в примечании к термину.

– включен новый раздел «Показатели качества и безопасности рыбных консервов и пресервов» с терминологическими статьями: «массовая доля сухих веществ», «общая кислотность», «активная кислотность», «фикотоксины» и «массовая доля отстоя в масле».

По сравнению с действующим стандартом из актуализированного стандарта исключены следующие позиции:

– терминологическая статья «малосоленые пресервы из рыбы», поскольку действующее определение не соответствует современному вкусовому восприятию малосоленой рыбной продукции;

– терминологическая статья «сульфидное почернение...», поскольку дефект свойственен только консервам из водных беспозвоночных и целесообразен в стандартах на консервы из данного вида сырья;

– термин «буферность», поскольку его значения имеют большую вариабельность и не позволяют достоверно характеризовать созревание рыбы, ввиду зависимости данного показателя от вида рыбы, способа обработки (разделка, массовая доля пищевой соли, количества, а также вида пищевой кислоты и т. п.)».

## ВЫВОДЫ

Актуализированный стандарт ГОСТ 30054 будет способствовать гармонизации научно-технической терминологии в области пресервов и консервов из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей на межгосударственном уровне во всем пространстве СНГ в целях обеспечения однозначной идентификации продукции среди изготовителей, поставщиков, заказчиков, надзорных органов и потребителей продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 1.5–2001 «Межгосударственная система стандартизации (МГС). Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению».
2. ГОСТ 30054–2003 «Консервы, пресервы из рыбы и морепродуктов. Термины и определения». — М.: Стандартиформ, 2009.— 11 с.
3. ГОСТ 34884–2022 «Рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли и продукция из них. Термины и определения». — М.: Стандартиформ, 2022.— 24 с.
4. Кодекс Алиментариус. Кодекс практики для рыбы и продуктов рыболовства (CAC/RCP 52–2003).
5. Кодекс Алиментариус. Рыба и рыбопродукты. — М.: Изд-во Весь мир, 2007–206 с.
6. ОК 034–2014 (RGTC 2008). «Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности», утвержденный Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст.
7. Рекомендации по стандартизации Р 50.1.075–2011 «Разработка стандартов на термины и определения» — М.: Стандартиформ, 2012. 22 с.
8. Реестр ассортиментных знаков консервов, пресервов и рыбопродукции из рыбы и нерыбных объектов. — М.: Изд-во ВНИРО, 2016–106 с.
9. Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов. Том 2. — СПб.: Судостроение, 2012.— 320 с.
10. Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов. Том 3. — СПб.: Судостроение, 2012.— 272 с.
11. Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 г. № 162. [Электронный ресурс]. — <https://docs.cntd.ru/document/420394425>.
12. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки», утв. решением Комиссии Таможенного союза от 16 августа 2011 г. № 769
13. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 года № 880.
14. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 года № 881.
15. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2012 г. № 58.
16. Федеральный закон от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. — <https://docs.cntd.ru/document/420284277>

## Разработка рецептур и технологии морских снеков на основе компонентов водорослей и рыбного фарша

А.Н. Рощина, А.В. Подкорытова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: roshchina@vniro.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрена возможность применения в рационе населения — снеков на основе компонентов водорослей и рыбного фарша. Представлены рецептуры и технология морских снеков на основе рыбного фарша и АСВО — альгинатсодержащего водорослевого остатка от переработки ламинариевых водорослей на альгинат натрия. Показано, что снеки являются высокобелковыми продуктами, обогащенными полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами (альгинат натрия и клетчатка), витаминами. Представлены результаты сушки морских снеков методом сублимации, а также данные по их безопасности, химическому составу, органолептической оценке.

**Ключевые слова:** сахарина (ламинария) *Saccharina japonica*, альгинатсодержащий водорослевый остаток (АСВО), рыбный фарш, снеки, сублимация.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в современном обществе возрастает интерес к правильному и здоровому питанию. Разнообразные батончики, в том числе злаковые, а также снековая продукция являются распространенными продуктами для «быстрого полезного перекуса» [1]. Высокобелковые сублимированные рыбные снеки обладают очевидным преимуществом и становятся популярными на российском рынке [8].

Ламинариевые водоросли, главным образом, *Saccharina japonica* относятся к съедобным, пищевым, а входящие в их состав полисахариды (альгинаты, фукоиданы, ламинараны), а также маннит, жизненно важные микро- и макроэлементы, витамины, пигменты, пищевые волокна безусловно оказывают благоприятное воздействие на организм человека. В технологии получения альгината натрия из бурых водорослей (в частности, из *S. japonica*) на стадии фильтрования (центрифугирования) альгинатного экстракта, образуется АСВО, который является вторичным продуктом производства [3;5;6]. При производстве 1,0 кг порошка альгината образуется в среднем 40 кг сырой массы АСВО. Для снижения экологической нагрузки на окружающую среду при переработке водорослей необходимо находить рациональное использование АСВО. Однако в настоящее время АСВО не нашел значительного применения при производстве пищевых продуктов. Таким образом, актуально изучать АСВО в качестве пищевого компонента. Сублимированные продукты

обладают рядом достоинств и особенностей, в том числе за счет отсутствия консервантов. В процессе сублимации не происходят изменения в составе белков и жиров, углеводов. Готовые продукты имеют хороший внешний вид, легко восстанавливаются и могут употребляться в пищу как в сухом виде, так и после восстановления в воде [3;7].

Целью работы является разработать рецептуры и технологию морских снеков на основе компонентов водорослей и рыбного фарша.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследований использованы: АСВО, полученный при производстве альгината натрия из сушёной сахарины (*S. japonica*), и готовая продукция — «Снеки морские с водорослями». Экспериментальные образцы снеков изготовлены в соответствии с разработанной технологической схемой: подготовка необходимых компонентов, их термообработка и измельчение, смешивание фаршевой системы, формование снеков и высушивание методом сублимации на установке ЛС-1000 (Проинтех–Био). Снеки, выложенные на противни, замораживали в морозильной камере при температуре минус 30 °С. Непосредственно процесс сублимации проводили в интервале температур от минус 25 до минус 27 °С в течение 24 ч. Температура на этапе досушки составляла 40±1 °С в течение 14 ч. Высушенные снеки укладывали в герметично-укупоренные ёмкости для дальнейших исследований.

Отбор проб, органолептическую оценку, физико-химическую характеристику проводили стандартными методами в соответствии с ГОСТ 31413, ГОСТ 31412, ГОСТ 33331, ГОСТ 26185, и с применением современных инструментальных методов. Общее содержание липидов определяли по методу Блайя и Дайера, а определение состава жирных кислот (ЖК) липидов в соответствии с МУК [4] на хроматографе «Кристалл 5000.2». Массовую долю белка определяли методом Кьельдаля на автоанализаторе FOSS 2300 Analytical AB ( $N_{\text{общ}} \times 6,25$ ). Состав аминокислот (АК) в образцах определяли методом ВЭЖХ после гидролиза их сушёной биомассы на автоматическом анализаторе Agasus. Количественное определение минеральных элементов и тяжелых металлов проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой МС-ИСП и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой АЭС-ИСП на квадрупольном масс-спектрофотометре Nexion 300D и атомно-эмиссионном спектрофотометре Optima 2000 DV (Perkin Elmer, США).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При установленном параметре центрифугирования альгинатного экстракта (5900 об/мин в течение 15 мин.), технологический выход АСВО составляет около 25% от массы исходного сырья, использованного при производстве альгинатов. АСВО в сыром виде имеет вязко-густую консистенцию с нейтральным или слабощелочным рН с содержанием воды в среднем 4,5%. Исследования химического состава АСВО показали, что в нем содержится:

органических веществ — 86,84% (белка — 8,6%, клетчатки — 27,30%, альгиновой кислоты — 3,5%, липидов — 2,31%), минеральных — 13,16%, в том числе йода 0,012%.

Содержание токсичных элементов в АСВО составляет в среднем (мг/кг): Pb (0,46); As (0,73); Cd (0,01); Hg (0,004), что не превышает ПДК, установленных для водорослей и трав морских согласно ТР ЕАЭС 021/2011 и позволяет применять данный компонент в качестве источника пищевых волокон.

При создании рецептур морских снеков использовали следующие компоненты для составления фаршевой системы: АСВО, филе рыб (трески, форели, горбуши), овощи (лук, морковь), семена (chia и льна), соль, растительное масло, витамины. При выборе рыбного сырья учитывалось содержание белка: в треске (17%), форели (22%), горбуше (21%). Треска относится к тощей (1,0% жира), а форель и горбуша — к среднежирным (6%) [2]. Отмечено, что у форели и горбуши слабая слоистая коагуляционная структура. Комбинирование в рецептурах рыбного сырья, имеющего богатый нутриентный состав и АСВО позволяет улучшить реологические свойства и обогатить конечный продукт клетчаткой, альгинатом и витаминами D<sub>3</sub> и С (табл. 1).

Полученные снеки — это легкие, прочные, хрустящие пластинки с воздушно-пористой округлой формой. Цвет зеленовато-коричневый, с видимыми равномерно распределенными вкраплениями добавленных семян. Запах, свойственный рыбной продукции, ощущаются нотки рыбы и водорослей, приятный (рис. 1).

**Таблица 1.** Рецептуры «Снеки морские с водорослями»

Компонент	Массовая доля компонента в рецептуре, г/100 г		
	1	2	3
Водорослевый остаток (АСВО)	20,0	20,0	30,0
Треска	25,0	25,0	-
Форель	25,0	-	40,0
Горбуша	-	25,0	-
Лук	3,0	3,0	3,0
Морковь	15,0	15,0	15,0
Семена Chia	6,7	6,7	6,7
Семена Льна	2,8	2,8	2,8
Растительное масло	1,5	1,5	1,5
Соль	0,5	0,5	0,5
Витаминный препарат (D <sub>3</sub> , холекальциферол)	0,465	0,465	0,465
Витамин С (аскорбиновая кислота)	0,035	0,035	0,035
Итого	100,0	100,0	100,0

По микробиологическим показателям, установленным для кулинарных многокомпонентных изделий с термической обработкой (КМАФАнМ, не более  $5 \times 10^4$ , БГКП, *S. aureus*, сульфитредуцирующие клостридии в 1,0 г продукта отсутствуют), и по содержанию токсичных элементов в мг/кг: Pb (0,42); As (0,006); Cd (0,076); Hg(0,08), в полученных снеках не обнаружено превышений ПДК, установленных требованиями ТР ЕАЭС 021/2011.



**Рис. 1.** Сублимированная продукция — «Снеки морские с водорослями»

Результаты исследования химического состава полученных снеков по рецептуре 1 показали, что они содержат: вода (5,38%), белок (30,34%), жир (19,44%), клетчатка (23,77%), минеральные вещества (10,27%), йод 0,021%. Энергетическая ценность снеков составляет 340 ккал, что составляет 16% от рекомендованной суточной нормы (2500 кал) (табл. 2).

**Таблица 2.** Химический состав снеков «Морские с водорослями»

Содержание, %	Результат	Рекомендованная суточная норма	Доля от рекомендуемой суточной нормы, %
Макрокомпоненты, г			
Воды	5,38±0,08	—	—
Минеральных веществ	10,27±0,22	—	—
Белка	30,34±0,68	80	37,92
Жи́ра	19,44±0,28	70	27,77
Углеводов	10,80±0,22	300	3,60
Клетчатки	23,77±0,51	20	72,02
Микрокомпоненты			
Витамин Д <sub>3</sub> , мкг	7,5±1,5	15	48,66
Витамин С, мг	65	90	72,22

Общее содержание белка в снеках (30,34%) составляет почти 38% от суточной нормы и подтверждает, что данный вид продукта является высокобелковым. Отмечено, что в снеках при добавлении рыбы увеличивается в 2 раза сумма НАК (от 4,34% до 10,60%) и ЗАК (от 6,68% до 19,93%). Содержание жира в ВО незначительно (2,3%), а в снеках за счёт добавления семян льна и чиа составляет 19,44%. Анализ ЖКС в снеках показал, что липиды характеризуются высоким содержанием ПНЖК  $\omega$ -3 (49,43%) и ПНЖК  $\omega$ -6 (6,98%). Содержание минеральных веществ в снеках составляет 10,27%. При этом установлено наличие полного спектра биогенных макро- и микроэлементов

(в 100 г), таких как: натрий 4978 мг, кальций 348 мг, калий 407 мг, фосфор 171 мг, магний 161 мг и других, содержание которых составляет от 34 до 98% суточной потребности. На 100% удовлетворяется суточная потребность по йоду, так как водоросли являются его источником. Таким образом, показана перспективность применения АСВО, как пищевого компонента водорослей при составлении рецептур рыбных и других продуктов.

На основании вышеизложенного разработана технологическая схема получения морских снеков на основе АСВО и рыбного фарша (рис. 2), которая включает следующие основные процессы: 1 – подготовка сырья и материалов; 2 – размораживание АСВО; 3 – размораживание филе рыбы; 4 – измельчение (гомогенизирование) филе рыб и АСВО; 5 – тепловая обработка фаршевой

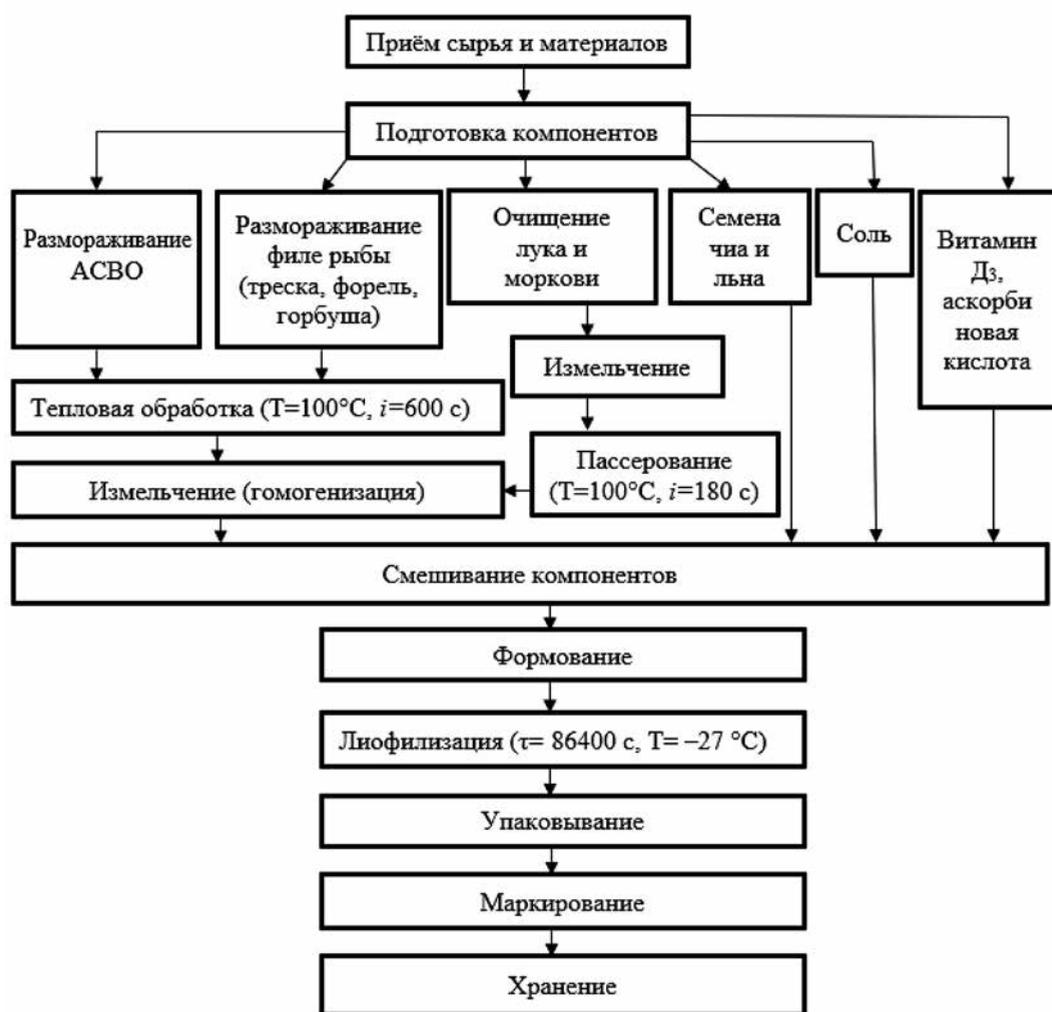


Рис. 2. Технологическая схема «Снеки морские с водорослями»

смеси; 6 — очищение, измельчение, пассерование овощей; 7 — смешивание компонентов; 8 — внесение витаминного препарата  $D_3$  (8 мкг/1 г) и аскорбиновой кислоты; 9 — формование снеков; 10 — высушивание; 11 — упаковывание; 12 — маркирование; 13 — хранение.

## ВЫВОДЫ

Разработаны рецептуры и технология морских снеков на основе АСВО и рыбного фарша (из трески, форели, горбуши). Показано, что снеки являются источником белка (30%), пищевых волокон (24%), минеральных веществ (11%), в том числе йода (0,021%), витаминов  $D_3$  и С. Снеки не требуют дополнительной кулинарной обработки и могут использоваться в пищу всеми группами населения в качестве полезного «перекуса». Разработана технологическая схема производства и проект технической документации по их изготовлению: ТУ «Снеки морские с водорослями» и ТИ к ним.

**Благодарность:** выражаем благодарность сотрудникам РОСБИОТЕХ (ранее МГУПП) д. т.н, профессору Семенову Г.В. и Красновой И.С. за проведение работ, связанных с сублимационной сушкой продуктов на установке ЛС-1000 (Проинтех-Био).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зотова Л.В., Касьянов Г.И., Шубина Л.Н. Технологии снеков и пастилы на основе растительного и животного сырья: монография. Краснодар: Экоинвест, 2017.— 129 с.
2. Информационные сведения о пищевой ценности и калорийности рыбы и рыбной продукции / Составители Вафина Л.Х., Бахштанский Э.Л., Копыленко Л.Р., Рубцова Т.Е. // Научно-технические и методические документы. Выпуск 4. М.: Изд-во ВНИРО. 2013.— 97 с.
3. Подкорытова А.В. Морские водоросли-макрофиты и травы. — М.: Изд-во ВНИРО, 2005.— 175 с.
4. Подкорытова А.В., Кадникова И.А. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. Вып. 3 / Руководство по современным методам исследований морских водорослей, трав и продуктов их переработки.— 2009. — М.: ВНИРО,— 108 с.
5. Подкорытова А.В., Рощина А.Н. Морские бурые водоросли — перспективный источник БАВ для медицинского, фармацевтического и пищевого применения // Труды ВНИРО / Изд-во ВНИРО.— 2021. -Т.186. — С. 156–172.
6. Рощина А.Н., Подкорытова А.В. Лиофилизация продукции при комплексной переработке бурых водорослей семейства Laminariaceae / Мат-лы XII Междун. научно-практ. конф. — Калининград: АтлантНИРО, 2019. — С. 121–124.
7. Семенов Г.В., Краснова И.С. Сублимационная сушка пищевых продуктов. — М.: ДеЛи плюс, 2018.— 292 с.
8. N. Yu. Zarubin, N.G. Strokovа, A.N. Roshchina, O.V. Bredikhina, T.A. Ignatova. High-protein sublimated fish and vegetable based snacks // III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. — P. 82095. — DOI 10.1088/1755-1315/548/8/082095.

## **Технологические свойства сельди долгинской волжско-каспийского рыбохозяйственного бассейна**

*А.П. Стрелкова, М.Е. Цибизова*

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»  
E-mail: m. e.zibizova@mail.ru

**Аннотация.** Проведено исследование технологического потенциала сельди долгинской, как перспективного сырья для получения пресервной продукции. Изучен массовый состав сельди долгинской и установлен выход съедобной части — филе обесшкуренного, который составил до 47%. Изучены химический состав, рассчитаны энергетическая ценность и коэффициенты, характеризующие технологические свойства сельди долгинской. Установлена возможность направления сельди долгинской на производство пресервных паст. Высокая способность к созреванию объектов исследования подтверждена динамикой изменения формольно-титруемого азота. Доказана рациональность разделки сельди долгинской на филе обесшкуренное. Для обесшкуривания сельди возможно использование биохимического способа удаления кожного покрова.

**Ключевые слова:** сельдь долгинская, технологические свойства.

### **ВВЕДЕНИЕ**

По данным ихтиологических наблюдений специалистов «КаспНИРХа» в 1970–2018 гг., после зарегулирования р. Волга нерестовая часть популяции проходной сельди на рыболовных участках Астраханской области представлена, к сожалению, одним видом (подвидом) — сельдью-черноспинкой [5]. Но в настоящее время ситуация меняется в лучшую сторону, что обусловлено улучшением условий воспроизводства сельди из-за подъема уровня Каспия, питания — из-за сокращения интенсивности промысла килек [3].

Несмотря на существующие проблемы с добычей промысловых объектов ценным объектом морского промысла каспийская сельдь остается. Промысловый запас для России по морским рыбам на 2022 г. составлял 638,9 тыс. т, в том числе морских сельдей — 52,0 тыс. т. В 2022 году рекомендованный вылов промысловых ресурсов составлял 131,97 тыс. т, в том числе долгинской сельди — 7,1 тыс. т, каспийского пузанка — 5,7 тыс. т, большеглазого пузанка — 2,7 тыс. т. Таким образом, из группы сельдей каспийских наиболее перспективным для переработки на производство продукции, способной к созреванию, является сельдь долгинская.

Перспективность данного объекта для промысла подтверждается тем, что долгинская сельдь имеет высокий темп линейно-весового роста, особенно на ранних этапах развития. Их отличает от других видов сельдей высокая адаптационная пластичность, высокоэффективное воспроизводство [3]. Современное

освоение рекомендованного вылова долгинской сельди находится на уровне 16,3%, что, безусловно, является недостаточным и связано с используемыми в настоящее время способами лова [4]. Несмотря на сложности вылова, разработка технологии ее промышленной переработки с использованием принципов глубокого фракционирования остается актуальной. Поэтому исследования в области ее технологических свойств являлись целью данной работы.

В ранее проведенных нами исследованиях были изучены технологические свойства сельди долгинской: размерно-массовые характеристики, химический состав, технологические свойства. Установлено, что сельдь долгинская имеет размеры от 20 см и массу от 500 г, что позволяет направлять ее на получение продукции из разделанного рыбного сырья. Наиболее перспективным продуктом, на производство которого используются сельдевые — это получение пресервной продукции. Наличие легко снимаемой чешуи, высокое содержание жира и активная ферментная система являются факторами, на основании которых определяются эффективные и рациональные способы ее переработки.

В соответствии с целью работы сформулированы следующие задачи: изучение массового состава сельди долгинской и изучение химического состава продуктов разделки сельди долгинской.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования была использована неразделанная мороженая сельдь долгинская весеннего вылова 2023 г. При проведении исследований отбор проб был проведен по ГОСТ 31339–2006 [1]. Сельдь долгинскую после размораживания в воде температурой не выше 15°C разделявали на филе с кожей и обесшкуренное филе.

Содержание воды, золы, жира, общего азота, азота концевых аминогрупп в объектах исследования определено стандартным методом [2]. Оценку энергетической ценности проводили расчетным способом. Для оценки технологических свойств сельди, как перспективного объекта промышленной переработки по данным химического состава, проводился расчет следующих показателей: белково-водный коэффициент (БВК), представляющий собой отношение содержания белка в % к массовой доли воды в %, и липидно-белковый коэффициент (коэффициент созревания  $K_{\text{созр}}$ ), как отношение содержания жира в % к содержанию белка в % [7].

Для обеспечения надежности экспериментальных данных, полученных в результате проведенных исследований, принимались доверительная вероятность  $P = 0,95$  и доверительный интервал  $\Delta \pm 5\%$ . Математическую обработку данных проводили с помощью прикладных программ «Microsoft Office — 2016» (MS Word, MS Excel).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изученный нами массовый состав сельди долгинской представлен в табл. 1.

**Таблица 1.** Массовый состав сельди долгинской

Объект исследования	Составные части рыбного сырья, %					Потери при разделке, %	Выход филе обесшкуреного, %
	внутренние органы	кости	голова, плавники	кожа, чешуя	молоки, икра		
Сельдь долгинская	3,8±0,8	6,8±0,3	21,5±0,4	8,1±0,2	4,8±0,2/ 4,5±0,3	1,9±0,8	46,1±0,8

Согласно данным, представленным в табл. 1, выход филе обесшкуреного достаточно высок, что позволяет направлять сельдь долгинскую на получение продукции из разделанного сырья. Молоки и икра сельди также могут быть использованы на пищевые цели и включаться в состав пресервной продукции. На наш взгляд, рациональным технологическим решением включения молок и икры сельди долгинской в состав пресервной продукции является получение рыбных паст.

Нами изучены химический состав, рассчитаны энергетическая ценность и коэффициенты, характеризующие технологические свойства пищевых ресурсов из сельди долгинской (табл. 2).

Изучение химического состава филе обесшкуреного и с кожей сельди долгинской показало (табл. 2), что наличие кожи не влияет на содержание белка, повышает содержание жира в среднем на 12% и массовую долю ми-

**Таблица 2.** Химический состав, энергетическая ценность и коэффициенты, характеризующие технологические свойства сельди долгинской

Объекты исследования	Содержание, %				Энергетическая ценность, ккал	БВК	К <sub>с</sub>
	воды	белка	жира	минеральных веществ			
Филе обесшкуреного сельди долгинской	69,3±0,7	16,1±0,3	13,5±0,2	1,1±0,1	187,4±5,9	0,23	0,85
Филе с кожей сельди долгинской	64,7±0,6	17,5±0,3	16,3±0,3	1,5±0,1	216,7±4,6	0,27	0,93
Икра сельди долгинской	65,8±0,6	25,5±0,2	7,4±0,2	1,3±0,1	168,8±4,7	0,39	0,29
Молоки сельди долгинской	78,4±0,4	14,8±0,3	5,5±0,2	1,3±0,1	108,8±3,8	0,19	0,37

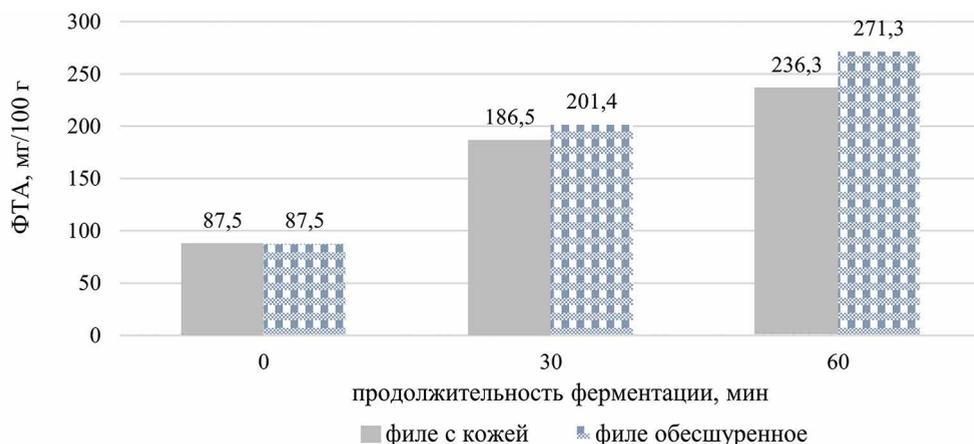
неральных веществ — в среднем на 28%. Взаимосвязь массовой доли воды и жира общеизвестна, как и преобладание в составе жиров ненасыщенных жирных кислот и наличие среди них высоконепредельных с четырьмя — шестью двойными связями [6].

Безусловно, высокое содержание жира в филе с кожей будет активизировать окислительные процессы, приводящие к появлению неприятного вкуса и запаха, что окажет негативное влияние на органолептические показатели качества готового продукта. Наличие кожи на филе незначительно повышает БВК, что повышает плотность мышечной ткани, влагоудерживающую способность и липкость фарша и это является положительным фактором. Но более высокий коэффициент созревания (Кс) прогнозирует рост окислительных процессов, что исключает направление на получение пресервных паст филе с кожей.

Икра сельди (табл. 2) является ценным компонентом пищевого продукта, что обусловлено более высоким содержанием в ней солерастворимых белков — ихтулина и альбумина, и отличается более низким содержанием жира, половину из которого по данным ученых [8] составляют лецитин и холестерин. Молоки по своей пищевой ценности уступают икре и мышечной ткани сельди долгинской и отличаются более низким содержанием белка и жира. Но по данным ученых [7] азотистые вещества молок представлены в основном нуклеопротеидами, состоящими из нуклеиновых кислот и простейших белков — протаминов (клубеин) и гистонов и содержат незаменимые аминокислоты: аргинин, лизин, гистидин, тирозин, валин, фенилаланин, что также подтверждает их биологическую ценность и возможность использовать в технологии пресервных паст.

При производстве пресервной продукции играет роль способность сырья к созреванию и содержание жира, что, в свою очередь, интенсифицирует окислительные процессы в сырье и в готовой продукции. Поваренная соль оказывает небольшое каталитическое действие, поэтому в соленой рыбе окислительные процессы жира ускоряются. Ускоряются они также и в результате гидролиза жира липолитическими ферментами рыбы. Продукты расщепления белков, наоборот, задерживают окисление, но они появляются позже, когда начинают протекать процессы созревания. Для ускорения протекания ферментативных процессов для сдерживания процессов окисления жира рыбного сырья используются процессы ферментации, которые могут быть реализованы как с применением ферментных препаратов, так и под действием собственных ферментов [8].

Поэтому нами проведено исследование активности ферментов мышечной ткани в фарше, полученном из сельди долгинской с кожей и обесшкуреного филе по динамике изменения формольно-титруемого азота (ФТА). Динамика изменения ФТА в фаршах из филе сельди долгинской с кожей и обесшкуреного филе в процессе термостатирования при температуре 40°C в течение 60 мин. представлена на рисунке.



**Рисунок.** Динамика изменения ФТА в фаршах из филе сельди долгинской с кожей и обесшкуренного филе при термостатировании

По представленным данным можно сделать вывод (рисунок), что более активно протекает действие протеолитических ферментов мышечной ткани — катепсинов в фаршах, полученных из филе сельди долгинской обесшкуренного. Через 60 мин. термостатирования при температуре 40°C в фаршах из филе сельди долгинской обесшкуренного увеличилось значение ФТА в 3 раза. Изменение динамики накопления азота концевых аминок групп в фаршах из филе с кожей не такое интенсивное, как в фаршах из филе обесшкуренного. В данном фарше значение ФТА через 60 мин. термостатирования ниже на 13%, чем в фаршах из филе сельди долгинской обесшкуренного.

Таким образом, при получении пресервной продукции из сельди долгинской рекомендуемым способом разделки является разделка с удалением кожного покрова. Для данного типа разделки может быть порекомендовано использование традиционного в рыбной отрасли технологического оборудования — неопресса. Возможно применение биохимического способа удаления кожного покрова, разработка которого проводилась учеными.

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали, что сельди долгинская является перспективным сырьем для получения пресервной продукции. Рациональным способом разделки сельди является разделка на филе обесшкуренное, выход которого составил 47%. Изучение химического состава филе и пищевых отходов от разделки сельди (икры и молоко), коэффициентов обводнения и созревания подтвердило высокий технологический потенциал сельди долгинской. Исследование динамики накопления азота концевых аминок групп в мышечной ткани сельди подтвердило перспективность разделки сельди на филе обесшкуренное или использование биохимического способа удаления кожного покрова. Исследования в данной области будут продолжены.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 31339–2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. Введ. 2008–07–01. М: Стандартинформ, 2007. 15 с.
2. ГОСТ 7636–85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 1986–01–01. М: Стандартинформ, 1985. 121 с.
3. Зубкова Т.С. Каспийские сельди — перспективные объекты промысла / Т.С. Зубкова, С.В. Канатъев // Рыбное хозяйство. 2016. № 3. С. 67–71.
4. Зубкова Т.С. Морские мигрирующие сельди Каспийского моря / Т.С. Зубкова, В.П. Разинкова // Вопросы рыболовства. Т. 23. № 2. 2022. — С. 51–62.
5. Макарова Е.Г. Генетические исследования проходной сельди Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна / Е.Г. Макарова, Н.В. Козлова, М.А. Барегамян, Т.В. Войнова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 4. С. 116–123.
6. Мезенова О.Я. Биотехнология рационального использования гидробионтов: учебник / О.Я. Мезенова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — ISBN 978–5–8114–1438–3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211325>.
7. Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник для вузов / Под ред. Ершова — М.: Колос, 2010.— 1064 с.
8. Чернышова О.В. Технология ферментированного фарша из карася серебряного / О.В. Чернышова, М.Е. Цибизова // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2015. № 3. С. 136–144.

## Биотестирование копчёной рыбной продукции с использованием *Tetrahymena pyriformis*

А.Д. Сушина, О.Я. Мезенова

Калининградский государственный технический университет  
E-mail: mezenova@klgtu.ru

**Аннотация.** Представлены результаты сравнительной оценки относительной биологической ценности рыбы горячего копчения, приготовленной дымовым и бездымным способом с применением коптильно-водорослевой композиции. В качестве тест-организма использовали культуру ресничных инфузорий *Tetrahymena pyriformis*. Установлена высокая чувствительность *T.pyriformis* к коптильным веществам, присутствующим в копчёной рыбе дымовой обработки. В рыбе бездымного копчения определен более высокий показатель относительной биологической ценности (68%), в то время как его значение в рыбе дымового копчения составило 18%.

**Ключевые слова:** биотестирование, *Tetrahymena pyriformis*, относительная пищевая ценность, рыба горячего копчения, коптильно-водорослевая композиция.

### ВВЕДЕНИЕ

Копчение является одним из древнейших методов консервации рыбной продукции, который придает продукту характерный вкус и аромат, а также обеспечивает консервирующее действие. Однако в процессе приготовления копченой рыбы традиционным дымовым способом могут образовываться различные токсичные соединения, негативно сказывающиеся на качестве и безопасности продукции [1]. В связи с этим важно совершенствовать способы копчения, заменяя дымовую обработку на экологически безопасные технологии бездымного копчения. Для оценки качества и безопасности копченых продуктов рекомендуется применять эффективные методы контроля, основанные на биологических экспериментах [1].

Биотестирование, основанное на использовании живых организмов для оценки относительной биологической ценности продуктов, является удобным экспресс-инструментом в области контроля качества копченой рыбы. В данном исследовании использовали инфузорию *Tetrahymena pyriformis* в качестве модельного организма для биотестирования копчёной рыбной продукции различных способов приготовления.

*Tetrahymena pyriformis* — одноклеточный организм из класса простейших, широко используется в биологических исследованиях благодаря своей высокой чувствительности к пищевым ингредиентам и токсинам. Способность к быстрому размножению и простота в культивировании делают его идеаль-

ным объектом для оценки всех показателей, характеризующих пищевую ценность, включая токсичность [2].

Применение данного тест-организма позволяет выявить сравнительное действие компонентов копченого продукта на генетический аппарат клетки, так как смена поколений происходит 4–6 раз за сутки.

Целью данного исследования является сравнительная оценка относительной биологической ценности рыбы бездымного горячего копчения, обработанной коптильно-водорослевой композицией, и рыбы дымовой обработки, при помощи тест-организма *Tetrahymena pyriformis*.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования служила скумбрия атлантическая бездымного горячего копчения, обработанная коптильно-водорослевой композицией по новой разработанной технологии [3] и скумбрия атлантическая горячего копчения, выкопченнная традиционным методом (дымовым).

Образцы скумбрии, приготовленные по бездымной технологии, первоначально разделялись обезглавливанием и потрошением, а затем подвергались тузлучному посолу с последующей подсушкой. Далее образцы обрабатывались гелеобразной коптильно-водорослевой композицией, приготовленной путем смешивания коптильного ароматизатора «Жидкий дым» и экстракта красной водоросли фуцеллярии. Обработанный полуфабрикат подсушивался при температуре 60 °С для исключения стекания коптильно-водорослевой композиции и образования, на поверхности рыбы «ламинированной коптильной пленки». Заключительной операцией являлась термическая обработка рыбы, проводимая в среде горячего воздуха с температурой 110–130 °С до полной кулинарной готовности изделия [3]. Охлажденные экспериментальные образцы рыбы направлялись на биотестирование вместе с контрольными (дымовыми) экземплярами.

Основные исследования проводились на базе кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ».

В процессе исследования образцы копченой рыбы (200 г) тонко измельчались и гомогенизировались. Далее отбиралась масса навески исследуемого образца в количестве 0,6 мг по азоту и смешивалась с 2 мл углеводно-солевой дрожжевой средой. Опытные и контрольные образцы рыбы прогревались на водяной бане при температуре 80 °С в течение 20 мин. Охлажденные образцы подвергали биотестированию. В качестве индикатора выступали инфузории *Tetrahymena pyriformis*, выращенные на пептонной среде. Контрольным образцом служил яичный белок. Посевы оставляли в термостате при 25°С на 4–6 суток [2].

Относительную биологическую ценность (ОБЦ) исследуемых образцов определяли, как отношение числа клеток инфузорий, культивированных в средах с исследуемым продуктом, к количеству инфузорий, выросших в контрольной среде (среда с яичным белком), выраженное в процентах.

Коэффициент биологической активности (КБА) рассчитывали, как отношение числа клеток индикаторного организма при переходе в стационарную фазу роста к продолжительности инкубации до перехода в стационарную фазу [2, 4].

Коэффициент эффективности белка (КЭБ) определяли отношением числа инфузорий в 1 мл среды культивирования, содержащей исследуемый продукт, к количеству белка (мг/мл) в пробе, выраженном в процентах [5].

Статистическую обработку результатов исследования осуществляли на основе подсчета средних значений величин и стандартной средней ошибки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Биологическая доступность пищевого продукта определяется скоростью, с которой происходят жизненно важные процессы у индикаторного организма под воздействием качества и количества исследуемого продукта. Эта доступность может быть измерена по изменению числа инфузорий в течение определенного времени эксперимента. Чем выше биологическая доступность продукта, тем эффективнее он усваивается, что проявляется в более интенсивном росте инфузорий в исследуемых условиях.

На рис. 1 представлена динамика численности популяции *T. Pyriformis* в среде культивирования, содержащей исследуемые образцы копченой различными способами скумбрии.

Как следует из полученных данных, представленных на рис. 1, на протяжении 3-х суток (72 ч) в средах, содержащих исследуемые образцы, наблюдается рост числа клеток инфузорий. На 4-е сутки фиксируется гибель клеток микроорганизма в образце скумбрии, выкопченной дымовым методом. Это объясняется тем, что рыба, приготовленная данным способом, содержит повышенное количество коптильных компонентов фенольной, карбонильной и кислотной природы, которые неблагоприятно влияют на физиологические процессы индикаторного организма [6].

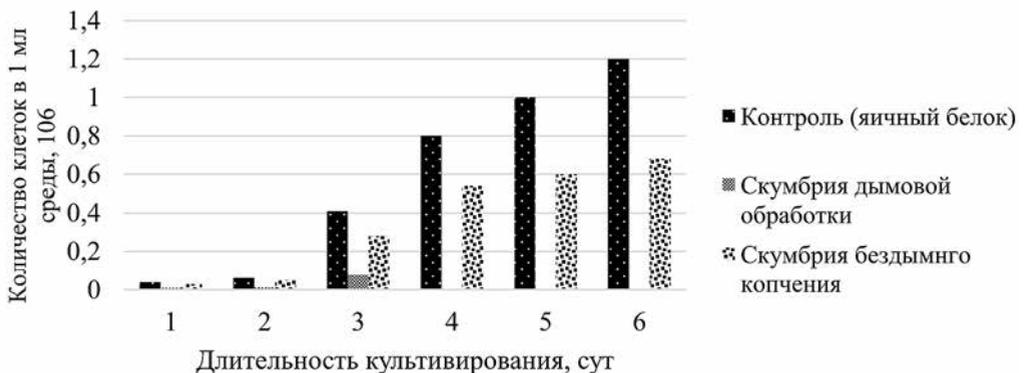


Рис. 1. Динамика изменения численности популяции *Tetrahymena pyriformis*

Следует отметить, что образец скумбрии, выкопченный бездымным методом с применением коптильно-водорослевой композиции, показал высокое значение роста числа клеток. Это связано с тем, что в рыбе, приготовленной таким способом, значительно снижено количество коптильных компонентов, отрицательно влияющих на развитие *T. Pyriformis*, и повышено содержание биологически активных веществ за счет обогащения водорослевым экстрактом, благотворно воздействующим на организм инфузории.

Результаты определения показателей относительной биологической ценности исследуемых рыбных образцов представлены в табл. 1.

**Таблица 1.** Сравнительная характеристика относительной биологической ценности образцов скумбрии горячего копчения, выкопченных различными способами

Объект исследования	Показатели биологической ценности		
	ОБЦ, % к контролю*	КБА**	КЭБ, %***
Контроль (яичный белок)	100	2,58	24,85
Скумбрия бездымного копчения	68	0,54	11,18
Скумбрия дымовой обработки	18,78	0,23	5,21

Примечания: \* — относительная биологическая ценность; \*\* — коэффициент биологической активности; \*\*\* — коэффициент эффективности белка.

Сравнительный анализ показателей экспресс-оценки биологической ценности образцов скумбрии показал (рис. 1 и табл. 1), что технология приготовления рыбы горячего копчения с применением коптильно-водорослевой композиции позволяет наилучшим образом повышать физиологическую усвояемость белковой части рыбы, чем при дымовой обработке, в результате которой в продукт попадают нежелательные компоненты, а доступность и усвояемость белка падает.

## ВЫВОДЫ

В ходе сравнительного биотестирования рыбы горячего копчения традиционной дымовой обработки и бездымного копчения, обработанной с применением коптильно-водорослевой композиции, с использованием инфузории *Tetrahymena pyriformis* было обнаружено повышенное значение относительной биологической ценности в продукте новой бездымной технологии. Этот результат объясняется как минимизацией содержания коптильных компонентов при бездымном копчении, так и наличием в ней биологически активных веществ красных водорослей фуцеллярии. Результаты биотестирования свидетельствуют о перспективности разработанной технологии, позволяющей повысить экологическую безопасность и пищевую ценность копченой рыбы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мезенова, О.Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов / О.Я. Мезенова. — Санкт-Петербург, изд-во «Перспектив Науки», 2018.— 288 с.
2. Шульгин Ю.П. Ускоренная биологическая оценка питательной ценности сырья и продуктов из гидробионтов // Гигиена и санитария.— 2005.— № 4. — С. 34–38.
3. Сушина А.Д., Мезенова О.Я. Технология экологически безопасной копченой рыбы повышенной биологической ценности // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2023. Т. 9. № 1. С. 27–36.
4. Богдан А.С., Бондарук А.М., Цыганков В.Г. Методические подходы к оценке на *Tetrahymena pyriformis* биологической ценности и безвредности пищевой продукции // Здоровье и окружающая среда. 2013. № 22. С. 247–252.
5. Лаженцева Л.Ю., Шульгина Л.В., Загородная Г.И., Зимина О.В. Биотестирование рыбных продуктов с пищевыми добавками // Изв. вузов. Пищевая технология. 2009. № 1. С. 108–110.
6. Ren S. Determining the mechanisms of toxic action of phenols to *Tetrahymena pyriformis* // Environ Toxicol. 2002.— 17(2). P. 119–27.

## **Прослеживаемость пищевой рыбной продукции (икры и икорных продуктов) на современном этапе**

*М.В. Сытова*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: m\_sitova@vniro.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются современные подходы к обязательной маркировке и идентификации икорной продукции из осетровых и лососевых рыб на основании принятия ряда законодательных актов Российской Федерации, обеспечение на системном уровне прослеживаемости для действенных решений по борьбе с нелегальной и контрафактной икорной продукцией.

**Ключевые слова:** прослеживаемость, икра осетровая, икра лососевая, икорные продукты, качество, безопасность, продукция.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Стратегией повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года установлено, что на российском потребительском рынке пищевой продукции, вследствие несовершенства правовых и организационных механизмов в отношении ее качества, имеет место оборот продуктов, не отвечающих потребностям большинства населения, а также фальсифицированной пищевой продукции. Необходим системный подход, позволяющий определить происхождение пищевой продукции, идентифицировать организации, ответственные за каждый этап в цепи ее производства и логистики [Стратегия повышения качества..., 2016].

При проверке (оценке) потребительских свойств пищевой продукции, в том числе икорной продукции, необходимо устанавливать аутентичность, то есть совокупность физико-химических и микробиологических показателей, их абсолютные количественные значения и интервалы, а также их изменения, обусловленные природными свойствами сырья и допустимым технологическим воздействием при получении готовой продукции, которые позволяют идентифицировать пищевую продукцию [Стратегия повышения качества..., 2016].

Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.2021 г. № 1108 утверждено положение о Национальной системе прослеживаемости товаров. Изначально данный документ распространялся только на импортные изделия. Но в последующем постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 2021 г. № 1110 был утвержден перечень товаров, подлежащих прослеживаемости, который ежегодно актуализировался и попол-

нялся рядом промышленных и продовольственных товаров, включающим также и российскую продукцию. С 01.01.2023 г. для товаров, подлежащих прослеживаемости, установлено ведение операций через документы (регистрационный номер партии товаров, универсальный передаточный документ, уведомления, отчеты, счета-фактуры, декларации по НДС и др.) для ФНС России.

В рамках реализации Национальной системы прослеживаемости товаров в 2024 г. должна заработать единая система маркировки промышленной продукции.

Проведенный анализ рынка икорной продукции показал, что на сегодняшний день кроме производства и реализации легальной стандартизированной икорной продукции (из выращенных в условиях аквакультуры осетровых, веслоногих и лососевых рыб; добываемых в естественной среде обитания лососевых рыб и некоторых осетровых рыб (например, сибирского осетра (река Лена, Якутия) и стерляди в ряде регионов России), прочей икорной продукции из морских и пресноводных рыб и водных беспозвоночных, имеют место многочисленные случаи выявления браконьерской и фальсифицированной икры осетровых и лососевых рыб.

Высокая стоимость икры осетровых рыб (так называемая «черная» икра) и ее исключительные пищевые свойства формируют устойчивый спрос как у нас в стране, так и за рубежом, что вызывает, особенно в последние годы после введения запрета на коммерческий вылов осетровых из природной среды, волну значительно участившейся фальсификации.

Икра лососевых рыб (так называемая «красная» икра), являющаяся наиболее востребованной на российском рынке икорной продукцией массового сегмента, также в последнее время стала предметом проверок соответствующими контролирующими структурами на предмет фальсификации и установления нелегального происхождения и оборота. По экспертным оценкам теневой оборот лососевой икры в 2023 г. превысил 4 млрд руб.

По некоторым данным нелегальная икорная продукция может достигать 70–80% от общего объема производства.

Установлены случаи различных видов фальсификации икры осетровых видов (пород / гибридов) рыб и лососевых рыб, такие как: видовая, информационная, ассортиментная, квалиметрическая, количественная. Под видом «черной» икры реализуется крашеная икра частиковых рыб, недорогая имитированная или структурированная продукция, натуральная икра с добавлением 15–25% искусственной. Нарушаются при производстве продукции требования нормативных и технических документов. Реализуется нелегальная (браконьерская) продукция [Харченко, Игонина, Дунченко, 2020; Методические основы системы ..., 2016; Калюжная, Орлова, Родак, 2021].

Для выявления фальсифицированной, контрафактной и теневой (серый импорт) продукции используются органолептические, физико-химические, гистологические и молекулярно-генетические методы исследования. Послед-

ние при довольно высокой стоимости являются наиболее достоверными, особенно при выявлении видовой фальсификации.

В 2023 г постановлением Правительства Российской Федерации от 29.11.2023 г. № 2028 «Об утверждении правил маркировки икры осетровых и икры лососевых (красной икры) средствами идентификации и особенно-стях внедрения государственной информационной системы мониторинга за оборотом товаров, подлежащих обязательной маркировке средствами идентификации, в отношении икры осетровых и икры лососевых (красной икры)» утверждены правила маркировки икры осетровых и лососевых рыб для идентификации данной продукции и внедрения государственной информационной системы (ГИС) мониторинга ее оборота, которые вступили в силу с 1 марта 2024 г.

Целью исследования является анализ действующего законодательства в области технического регулирования, стандартизации, идентификации икорной продукции из осетровых, лососевых и других видов рыб для предупреждения и принятия действенных мер для борьбы с контрафактной и браконьерской продукцией.

## **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

В работе использованы описательно-аналитический метод исследования, методы статистического анализа (сводка и группировка статистического наблюдения и ряды динамики), проведен теоретический анализ научной и методической литературы, нормативных документов в области производства икры и икорной продукции, идентификации, маркирования и прослеживаемости рыбной продукции. Проведенный анализ осуществлен на основе современных данных и требований к маркировке, идентификации и прослеживаемости икорной продукции из осетровых, лососевых и других видов рыб (пресноводных, морских, аквакультурных), а также моллюсков и иглокожих.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Из икры рыб и нерыбных объектов промысла производится разнообразная пищевая продукция: икра зернистая, ястычная, паюсная, пастеризованная, икорные рыбные изделия, также на рынке в продаже есть замороженные и соленые ястыки икры, пресервы и консервы из икры или с ее добавлением и иная икорная продукция. Кроме того, производятся икорные рыбные изделия, которые икрой не являются, — аналоги икры (имитированная, структурированная).

Требования к икорной рыбной продукции установлены в Техническом регламенте «О безопасности рыбы и рыбной продукции» ТР ЕАЭС 040/2016, а также в многочисленных стандартах различного уровня (межгосударственных, национальных, международных) и иных технических документах. В них нормируются показатели качества и безопасности, органолептические показатели, устанавливаются требования к особенностям производственного

процесса, расфасовке (перешфасовке), упаковке, маркировке, как в транспортную, так и в потребительскую тару, хранению и транспортировке.

Согласно «Статистическим сведениям по рыбной промышленности России за 2021–2022 гг.», подготовленным ФГБНУ «ВНИРО» (по форме Росстата № 1-натура БМ и стандартной классификации ФАО), выпуск в указанные годы икры осетровых рыб составил 65 и 69 тонн, икры лососевых рыб — 23,2 и 10,5 тыс. тонн, прочих рыб — 42,6 и 44,3 тыс. тонн соответственно. Заменителей икры выпущено в 2021 и 2022 гг. 5,2 и 4,4 тыс. тонн соответственно [Статистические сведения по ..., 2023].

При этом уловы ряда видов (включая товарное выращивание), икра которых идет на производство икорной продукции, в 2021–2022 гг. составили по годам:

– осетровые — 5044 тонн (5008 тонн или 99,8% товарная рыба) и 5616 тонн (5580 тонн или 99,4% товарная рыба) соответственно;

– веслоногие (товарная рыба) — 39 тонн и 20 тонн соответственно;

– лососевые, форелевые — 685784 тонн (126946 тонн или 18,5% товарная рыба) и 435129 тонн (142632 тонн или 32,8% товарная рыба) соответственно;

– щука — 21207 тонн (811 тонн или 3,8% товарная рыба) и 23253 тонн (897 тонн или 3,9% товарная рыба) соответственно [Статистические сведения по ..., 2023].

Распределение экспорта и импорта икорной продукции Российской Федерации по странам и видам обработки в 2021–2022 гг. указаны в таблице 1, динамика экспорта и импорта икорной продукции за 2018–2022 гг. (в натуральном и стоимостном выражении) — в табл. 2.

**Таблица 1.** Распределение экспорта и импорта Российской Федерации икорной продукции по странам и видам обработки в 2021–2022 гг., тонн

Вид продукции, обработки, страны	Распределение экспорта		Вид продукции, обработки, страны	Распределение импорта	
	2021	2022		2021	2022
<b>Икра, ВСЕГО,</b>	<b>1634</b>	<b>901</b>	<b>Икра, ВСЕГО,</b>	<b>17074</b>	<b>92196</b>
в том числе:			в том числе:		
<b>Икра осетровая,</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>Икра осетровая,</b>	<b>25</b>	<b>26</b>
в том числе по странам:			в том числе по странам:		
Малайзия	–	0,219	Китай	18	22
Беларусь	0,377	0,21	Армения	3	1
Казахстан	0,781	0,153	Киргизия	–	1
Республика Корея	0,336	0,111	Беларусь	1	1
ОАЭ	0,291	0,106	Прочие	3	1
Прочие	10,174	2,201			

Вид продукции, обработки, страны	Распределение экспорта		Вид продукции, обработки, страны	Распределение импорта	
	2021	2022		2021	2022
<b>Икра прочих рыб,</b>	<b>1622</b>	<b>898</b>	<b>Икра прочих рыб</b>	<b>17050</b>	<b>16054</b>
в том числе по странам:					
Казахстан	126	155			
Беларусь	428	148			
ДНР	–	131			
ЛНР	–	116			
Узбекистан	61	78			
Украина	595	52			
Прочие	412	218			

Анализ данных показал, что икра осетровых рыб производится в основном (более чем 99%) из аквакультурных особей. Ввозится в Россию осетровой икры в 2–8 раз больше, чем экспортируется, основным импортером является Китай. И экспорт, и импорт икры прочих рыб значительно опережает показатели по икре осетровых рыб.

**Таблица 2.** Динамика экспорта и импорта икорной продукции Российской Федерации за 2018–2022 гг. (в натуральном и стоимостном выражении)

Товарная группа	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
	количество, тонн					стоимость, тыс. \$ США				
<b>ЭКСПОРТ</b>										
<b>Икра, ВСЕГО</b>	<b>935</b>	<b>1038</b>	<b>1204</b>	<b>1634</b>	<b>901</b>	<b>14807</b>	<b>15348</b>	<b>14115</b>	<b>28062</b>	<b>17553</b>
Икра осетровая	8	8	3	12	3	2329	2500	702	1529	1090
Икра лососевая	417	499	541	828	335	9940	10335	10473	22363	12457
Икра прочих видов рыб	509	532	660	790	563	2538	2512	2941	4170	4006
<b>ИМПОРТ</b>										
<b>Икра, ВСЕГО</b>	<b>12213</b>	<b>18930</b>	<b>17426</b>	<b>17074</b>	<b>16081</b>	<b>74365</b>	<b>66427</b>	<b>74278</b>	<b>82795</b>	<b>77990</b>
Икра осетровая	22	10	13	25	26	4987	2430	2294	4210	5297
Икра лососевая	445	187	350	232	154	11449	2766	6824	6021	5019
Икра прочих видов рыб	11745	18733	17062	16878	15901	57929	61231	65160	72564	67675

Динамика экспорта и импорта икорной продукции Российской Федерации за последние 5 лет, по сравнению с данными 2018 г., показывает относительную нестабильность как в натуральном, так и в стоимостном выражении, что обусловлено особенностями экономической и геополитической обстановки в стране и в мире (COVID-19, санкционный режим и др.).

Нелегальная добыча водных биологических ресурсов наносит значительный ущерб национальным запасам, а продукция, произведенная из них без соблюдения установленных санитарно-ветеринарных норм и правил, может нанести вред здоровью и жизни потребителей. Прослеживаемость продукции, обеспеченная обязательной маркировкой и учетом, и соответственно возможностью проследить движение товара от сырья и производства до покупателей, позволит защитить рынок от опасной продукции, а также защитить интересы легальных предприятий от недобросовестной конкуренции.

Рассмотрим более подробно ряд других нормативных документов, принятых в последние годы для обеспечения идентификации и прослеживаемости продукции в нашей стране.

Маркировка пищевой рыбной продукции, помещенной в транспортную упаковку, осуществляется в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011).

В 2022 г. принят Федеральный закон от 28.06.2022 г. № 221-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О ветеринарии», который вступил в силу с 01.09.2023 г. и устанавливает обязательность маркировки и учета сельскохозяйственных животных.

В 2023 г. в развитие вышеуказанного Федерального закона приняты постановление Правительства Российской Федерации от 05.04.2023 г. № 550 и приказ Минсельхоза России от 03.11.2023 г. № 832, данными документами устанавливаются ветеринарные правила маркировки и учета сельскохозяйственных животных. Под действие вводимых с 01.03.2024 г. по 01.03.2030 гг. ветеринарных правил попадают рыбы и объекты животного происхождения, выращенные в аквакультуре. Они подлежат групповому маркированию и учету, племенные объекты подлежат индивидуальному маркированию и учету. Из-под действия данных правил выведены выращиваемые рыбы и иные животные (гидробионты), содержащиеся в личных подсобных хозяйствах аквакультуры.

В 2023 г. согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 14.04.2023 г. № 598 был начат эксперимент по маркировке средствами идентификации икры осетровых и лососевых рыб, упакованных в потребительскую тару. Данный эксперимент по маркировке икры средствами идентификации при вводе икры в оборот, в котором принимали участие производители, представители рыболовных предприятий и розничной торговли, оператор Национальной системы цифровой маркировки «Честный знак» (далее — система «Честный знак»), иные участники, в том числе представители государственных органов власти, показал свою состоятельность.

Как было сказано ранее, с 01.03.2024 г. вступило в силу постановление Правительства Российской Федерации от 29.11.2023 г. № 2028. Положения данного документа (пункт 3) распространяются на икру осетровых и лососевых рыб, производимую (поставляемую) по кодам ОКПД 2 (110.20.26.111 и 10.20.26.112) и по ТН ВЭД ЕАЭС (1604 31 000 0; 1604 32 001 0; 0302 91 000 0; 0303 91 100 0; 0303 91 900 0; 0305 20 000 0). Кроме того, данным пунктом установлены поэтапные сроки введения положений документа с учетом ряда особенностей (сроки производства продукции, внутреннее потребление, немаркированные остатки и иное). Так, в системе «Честный знак» с 01.04.2024 г. начата регистрация в системе и вводится обязательная маркировка, с 01.05.2024 г. — ввод в оборот товаров и предоставление сведений в систему о нанесении средств идентификации, а с 01.04.2025 г. предстоит передавать сведения об обороте указанной продукции и выводе ее из оборота при розничной продаже, то есть контролирование полного оборота икорной продукции.

В целях практической реализации цифровой маркировки икры осетровых и лососевых рыб Минпромторг России утвердил своим приказом от 29.01.2024 г. типовую форму договора для получения кодов маркировки на икру участниками оборота. Оператором назначена компания «Центр развития перспективных технологий» (ООО «Оператор — ЦРПТ»), функционал которой заключен в обеспечении работы системы «Честный знак», предоставлении кодов Data Matrix, формировании и выдаче средств идентификации, контроле ввода — вывода штрихкодов при обороте продукции.

При этом регистрация выпуска производителем икорной продукции в системе «Меркурий» для получения электронных ветеринарных сопроводительных документов (ВСД) и уникального идентификатора сохраняется. Получение ВСД в системе «Меркурий» является обязательным и гарантирует качество и безопасность продукции животного происхождения.

Необходимо также отметить, что икра осетровых и веслоногих рыб попадает под действие СИТЕС (Конвенция о Международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения, резолюция № 12.7), в рамках которой установлена универсальная система маркировки в торговле и при идентификации икры, когда одноразовая маркировка (маркировочный знак) применяются для всей икорной продукции, изготовленной как из дикой, так и аквакультурной рыбы, для коммерческих и некоммерческих целей.

## **ВЫВОДЫ**

Принятые на государственном уровне важнейшие документы для осуществления прослеживаемости продукции позволяют эффективно выстроить процессы ее маркирования и идентификации при повсеместном внедрении системы не только для борьбы с нелегальным выловом и с так называемым «черным» рынком ценных водных биоресурсов, но и гарантировать покупателям легальность приобретаемой продукции высокого качества, с полной историей продукта от сырья, переработки и до продажи в розничной сети.

Внедрение, начиная с 2024 г., новых подходов к обязательной маркировке и обеспечение прослеживаемости икорной продукции из осетровых и лососевых рыб безусловно является действенным решением борьбы с нелегальной и контрафактной продукцией, начатой системно в 2021 г. с принятием ряда законодательных актов Российской Федерации.

При этом необходимо отметить постоянно растущее число государственных информационных систем (ГИС) различного уровня для внесения отчетности, а так же тот факт, что ряд федеральных органов исполнительной власти (ФНС России, ФНС, России, Минсельхоз России, Роспотребнадзор, Россельхознадзор и иные) подзаконными актами включаются в процедуру прослеживаемости пищевой продукции, в том числе в отношении икры, что привносит некоторую избыточную зарегулированность, которая, в свою очередь, может привести к росту продукции в «серой» зоне, особенно среди мелких предприятий, или значительному росту стоимости икорной продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» [Режим доступа: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 г. № 1364-р <Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года> {КонсультантПлюс}]
2. Калюжная Т.В., Орлова Д.А., Родак Г.Н. Идентификация икры лососевых пород рыб с помощью полимеразной цепной реакции с наблюдением в реальном времени // Международный вестник ветеринарии, № 4, 2021. — С. 88–92. DOI: 10.52419/issn2027-2419.2021.4.88 [Режим доступа: <https://vetjournal.spbguvm.ru/jour/article/view/773/746>]
3. Методические основы системы прослеживаемости продукции из осетровых рыб, выращенных в аквакультуре (на базе экспериментального рыбоводного комплекса ФГБНУ «ВНИРО») / М.В. Сытова, Л.С. Абрамова, Л.Х. Вафина [и др.]. — Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2016.— 88 с. [Режим доступа: [http://vniro.ru/files/publish/metod\\_osnovy\\_proslejev\\_2016.pdf](http://vniro.ru/files/publish/metod_osnovy_proslejev_2016.pdf)]
4. Статистические сведения по рыбной промышленности России за 2021–2022 гг. // М.: ВНИРО, 2023.— 94 с.
5. Харченко Н.Н., Игонина И.Н., Дунченко Н.И. Современные методы идентификации «черной» икры // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 183–188. doi: 10.20914/2310-1202-2020-3-183-188

## Перспективы использования горохового протеина в комбикормах для радужной форели

*В.А. Толмачев, М.В. Арнаутов, Т.Н. Усков, В.В. Гершунская*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

E-mail: [tolmachev@vniro.ru](mailto:tolmachev@vniro.ru)

**Аннотация.** В работе рассмотрена возможность использования в кормах для радужной форели растительных белковых компонентов: горохового концентрата и изолята. Изучен их химический и аминокислотный состав. Отмечено высокое содержание сырого протеина и незаменимых аминокислот, за исключением метионина. Установлено, что гороховый протеин может быть включен в рецепты комбикормов в качестве альтернативы кормовой рыбной муки.

**Ключевые слова:** комбикорма, радужная форель, гороховый протеин, аминокислотный состав.

### ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей в Российской Федерации. Объемы производства товарной аквакультуры за последние 6 лет увеличились на 74,6% и в 2022 году составили 383,5 тыс. тонн. В прошлом году количество выращенных лососевых рыб (форели и семги) впервые превысило объемы традиционно выращиваемых в нашей стране карповых рыб [2].

Успешное развитие аквакультуры напрямую связано с применением специализированных комбикормов. Зависимость от импортных кормов снижается, однако объемов отечественного производства недостаточно (рис. 1).



**Рис. 1.** Объемы производства и импорта комбикормов для объектов аквакультуры

По экспертной оценке, потребности российской аквакультуры оцениваются на уровне 170–200 тыс. тонн.

Ключевой проблемой в наращивании производственного потенциала является дефицит основного компонента комбикормов — высокопротеиновой рыбной муки. Соответственно, возникает необходимость в поиске и исследовании альтернативных белковых компонентов. Особый интерес представляют концентраты белков растительного происхождения. Для частичной замены рыбной муки в комбикормах для аквакультуры российскими компаниями широко используется соя, но рост мировых цен на этот белковый компонент приводит к его активному импорту и удорожанию на внутреннем рынке. Кроме того, соевые продукты могут содержать ряд антипитательных веществ, которые отрицательно влияют на показатели состояния рыбы [1].

Перспективными в качестве кормовых компонентов являются концентраты и изоляты горохового белка [4,6]. Стоит отметить, что посевные площади и валовые сборы гороха имеют устойчивую тенденцию роста [3]. Гороховый протеин получают промышленным способом в процессе сухой очистки, сверхтонкого размола растительного сырья и последующего разделения продукта в псевдооживленном слое по удельному весу на белковую и углеводную фракции. Производственный процесс происходит с применением экологически чистого метода основанного на механическом разрушении белковой матрицы и получения ее частиц свободных от крахмала без использования ферментов, химических агентов и процессов денатурации белка [7].

По мнению научного сообщества, применение гороховых белковых компонентов в качестве компонентов комбикормов для выращивания лососевых рыб является целесообразным и перспективным. Так, специалисты отмечают, что замена до 20% рыбной муки на концентрат горохового белка не оказывает негативного влияния на показатели роста, состав мышечной ткани и гистологию кишечника семги [8].

Таким образом, целью исследования является оценка возможности использования концентратов и изолятов горохового белка в качестве компонентов рыбных комбикормов для аквакультуры.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в Департаменте прикладных исследований комбикормов и научного сопровождения производств ФГБНУ «ВНИРО».

Объектами исследования являлись кормовая рыбная мука, концентрат горохового протеина и изолят горохового протеина. Массовую долю белка в представленных образцах определяли согласно ГОСТ 32044.1–2012 на автоматическом анализаторе Velp UDK 159. Массовую долю жира определяли по ГОСТ 13496.15–2016. Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 31640–2012. Содержание золы — в соответствии с ГОСТ 32045–2012. Содержание клетчатки в образцах устанавливали по ГОСТ 31675–2012 с помощью автоматического анализатора клетчатки Nanon F800. Сумму безазотистых экстрактивных ве-

ществ (БЭВ) вычисляли расчетным путем. Аминокислотный состав определяли согласно ГОСТ 32195–2013 (ISO 13903:2005) и руководству по эксплуатации аминокислотного анализатора Agacus (membraPure, Германия).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки перспективности использования концентрата и изолята горохового протеина в качестве альтернативы рыбной муки в составе комбикормов для радужной форели были исследованы их питательная и биологическая ценность. Для характеристики питательной ценности гороховых протеинов в сравнении с рыбной мукой анализировали их химический состав (табл. 1).

**Таблица 1.** Химический состав кормовых компонентов, %

Наименование компонента	Содержание, %					
	влаги	сырого протеина	сырого жира	БЭВ	золы	клетчатки
Мука рыбная	4,63±0,12	70,82±1,13	9,56±1,05	–	15,14±0,08	–
Концентрат горохового белка	6,16±0,24	55,10±0,66	2,40±0,10	28,49±0,24	1,29±0,08	2,51±0,13
Изолят горохового белка	6,14±0,08	75,56±0,15	0,28±0,01	11,59±0,05	6,40±0,03	0,03±0,01

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что продукты переработки гороха можно отнести к высокобелковым. В изоляте содержится на 6,7% больше сырого протеина, чем в рыбной муке, а в концентрате на 22,2% меньше. Массовая доля жира и золы в исследованных компонентах значительно ниже, чем у рыбной муки, что позволяет их рассматривать в качестве источника протеина в комбикормах для рыб.

Биологическую ценность белков горохового концентрата и изолята исследовали путем анализа их аминокислотного состава (табл. 2).

Согласно полученным данным, в обоих образцах горохового протеина содержится полный набор незаменимых аминокислот (НАК). Стоит подчеркнуть, что в концентрате горохового протеина содержится 72,9% суммарного содержания НАК и 80,2% суммарного содержания заменимых аминокислот от данных показателей в рыбной муке, а в изоляте — 98,6% и 111,5% соответственно.

Важнейшую роль среди незаменимых аминокислот играет лизин, который участвует в различных биохимических процессах в организме [5]. В концентрате горохового протеина содержится 68,1% лизина от его содержания в рыбной муке, а в изоляте — 90,9%. При этом, метионина и цистина (в сумме) в концентрате содержится в 3,4 раза меньше, чем в рыбной муке, а в изоляте — в 2,8 раз. Указанные лимитирующие аминокислоты являются критически важными в питании рыб, их недостаток в комбикормах может оказать

**Таблица 2.** Аминокислотный состав белков кормовых компонентов, %

Наименование аминокислоты	Рыбная мука	Концентрат горохового белка	Изолят горохового белка
Лизин	6,23	4,24	5,66
Аргинин	4,26	4,91	6,30
Гистидин	2,33	1,26	1,67
Валин	3,76	2,60	3,45
Лейцин	5,55	4,12	5,98
Изолейцин	3,15	2,38	3,51
Метионин	2,15	0,36	0,34
Цистин+цистеин	0,52	0,44	0,62
Треонин	3,16	1,85	2,24
Фенилаланин	2,97	2,71	3,83
Сумма незаменимых аминокислот	34,08	24,86	33,60
Пролин	3,21	2,52	4,05
Тирозин	2,26	1,63	2,55
Аспарагиновая кислота	7,00	6,36	8,31
Серин	2,97	2,68	3,64
Глутаминовая кислота	11,28	10,79	15,11
Глицин	4,31	2,24	2,88
Аланин	4,48	2,26	3,08
Сумма заменимых аминокислот	35,52	28,49	39,61

негативное влияние на показатели роста и качество мышечной ткани товарной рыбы. Это накладывает определенные ограничения при включении гороховых белков в рецептуры комбикормов вместо рыбной муки.

Таким образом, концентрат и изолят горохового протеина являются высокобелковыми сбалансированными компонентами и могут быть использованы для частичной замены рыбной муки в комбикормах для радужной форели.

### **ВЫВОДЫ**

Таким образом, согласно результатам анализа химического состава и аминокислотного профиля концентрата и изолята горохового протеина, они могут быть использованы для частичной замены кормовой рыбной муки в комбикормах для форели. Для определения норм ввода данных компонентов

требуется моделирование рецептов комбикормов, выпуск опытных партий и проведение рыбоводно-биологических испытаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Артемов Р.В., Гершунская В.В., Арнаутов М.В., Усков Т.Н., Кырова И.А. Альтернативные источники протеина в комбикормах для объектов аквакультуры // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы VI национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 06–07 сентября 2021 года. — Саратов: Амирит, 2021. — С. 18–22.
2. Артемов Р.В., Мышкин А.В., Гершунская В.В., Арнаутов М.В. Основные направления деятельности ФГБНУ «ВНИРО» в области научного обеспечения современного кормопроизводства для объектов аквакультуры // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: Сборник научных трудов. Том Выпуск 93. — Астрахань: Индивидуальный предприниматель Сорокин Роман Васильевич (Издатель: Сорокин Роман Васильевич), 2022. — С. 81–88.
3. Горох не плох: в России рекордная урожайность и есть перспективы экспорта в Китай [Электронный ресурс]. URL: <https://agrobook.ru/blog/user/katerina-shapovalova/goroh-ne-ploh-v-rossii-rekordnaya-urozhaynost-i-est-perspektivy>
4. Колпакова В.В., Куликов Д.С., Уланова Р.В., Чумикина Л.В. Пищевые и кормовые белковые препараты из гороха и нута: производство, свойства, применение // Техника и технология пищевых производств.— 2021. — Т. 51, № 2. — С. 333–348. — DOI 10.21603/2074-9414-2021-2-333-348.
5. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. — СПб.: ГосНИОРХ, 2012.— 564 с.
6. Пахомов В. И., Хлыстунов В.Ф., Брагинец С.В., Бахчевников О.Н. Состояние и перспективы использования растительного сырья в кормах для аквакультуры (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока.— 2022. — Т. 23, № 3. — С. 281–294. — DOI 10.30766/2072-9081.2022.23.3.281-294.
7. Первый российский завод по глубокой переработке гороха // Комбикорма.— 2019.— № 2. — С. 32–33.
8. Øverland M., Sørensen M., Storebakken T., Penn M., Krogdahl Å., Skrede A. Pea protein concentrate substituting fish meal or soybean meal in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*)—Effect on growth performance, nutrient digestibility, carcass composition, gut health, and physical feed quality. — *Aquaculture*.— 2009. — Volume 288, Issues 3–4, pp. 305–311.

## Технохимическая характеристика и показатели безопасности *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), основные направления ее переработки

З.Е. Ушакова<sup>1</sup>, О.В. Бредихина<sup>2</sup>, Л.М. Есина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

<sup>2</sup> ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: ushakovaze@azniirkh.vniro.ru

**Аннотация.** Целью исследования являлась оценка показателей безопасности, технохимических характеристик и установление основных направлений переработки двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis*, общий запас которого в Азовском море составляет 23 млн т. Показана безопасность мышечной ткани анадары и гемолимфы по содержанию токсичных элементов, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов. Установлено, что азовская анадара отличается незначительными размерами; 38,5% в исследуемой выборке приходилось на долю моллюсков свыше 30 мм. В мышечной ткани анадары содержание белка составило около 11%, что характеризует данный вид сырья как среднебелковый с незначительным содержанием жира и углеводов. Полученные данные позволяют рекомендовать анадару в качестве сырья для продуктов диетического направления, а из-за наличия железа в мышечной ткани и гемолимфе — в качестве источника функциональных продуктов, содержащих биогенный микроэлемент железо. В статье представлена схема основных направлений переработки анадары.

**Ключевые слова:** анадара *Anadara kagoshimensis*, размерно-массовый состав, токсичные элементы, химический состав, гемолимфа.

### ВЕДЕНИЕ

В настоящее время многие исследования посвящены малоиспользуемым или неиспользуемым водным биоресурсам, к числу которых относятся зарывающиеся двустворчатые моллюски (клемы). Привлекательность клем для промысла и переработки заключается в том, что это относительно дешевый самовоспроизводящийся биоресурс с уникальным химическим составом и высокой пищевой ценностью [4, 10].

Среди зарывающихся моллюсков Азовского моря наиболее перспективным объектом промысла является *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). В Азовском море *A. kagoshimensis* впервые была обнаружена в 1989 г. в северной части Казантипского залива. Анализ многолетней динамики количественного развития анадары показал, что процесс освоения Азовского моря продолжается, она замечена уже по всей территории Азовского моря. В 2018 г. запас анадары в Азовском море оценивался в 15 млн т [11], на 2019–2021 гг. по данным «АзНИИРХ» суммарная биомасса анадары составила 23 млн т. При

этом в мире отмечается снижение мирового промысла клем, и, как следствие этого, появляется интерес к их культивированию [3]. В настоящее время анадара *A. kagoshimensis* является неиспользуемым источником сырья в Азовском море. В связи с этим исследования по технологии переработки азовской анадары являются актуальными.

Цель настоящей работы — оценка *A. kagoshimensis* Азовского моря по показателям безопасности и технoхимическим свойствам для установления основных направлений ее рационального использования.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлась живая анадара, выловленная в мае-октябре 2023 г. в южной части Азовского моря.

Массовую долю белка, воды, золы, определяли по ГОСТ 7636–85, углеводы — расчетным методом. Длину раковины определяли путем измерения наибольшей длины створки. Определение массовых долей железа, мышьяка, свинца, кадмия проводили методом беспламенной атомной абсорбции с электротермической атомизацией [5, 9], общей ртути — методом беспламенной атомной абсорбции в «холодном паре» [7], ДДТ и метаболитов, ГХЦГ (альфа-, бета-, гамма-изомеров) — методом газожидкостной хроматографии [6], полихлорированных бифенилов (ПХБ) — методом хроматомасс-спектрометрии [8]. Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили с использованием Microsoft Excel, 2007. Все данные представляют собой среднее из трех независимых повторов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Возможность использования азовской анадары на пищевые цели зависит, прежде всего, от безопасности сырья. Следует отметить, что до настоящего времени *A. kagoshimensis*, обитающая в Азовском море, не исследовалась по показателям безопасности на ее соответствие требованиям технических регламентов ТР ТС 021/2011, ТР ЕАЭС 040/2016. Полученные данные свидетельствуют о безопасности мышечной ткани и гемолимфы *A. kagoshimensis* по содержанию токсичных элементов (табл. 1).

**Таблица 1.** Содержание токсичных элементов в мышечной ткани и гемолимфе *A. kagoshimensis*

Наименование токсичного элемента	Содержание, мг/кг		Допустимый уровень по ТР ТС 021/2011 для моллюсков, мг/кг
	в сырой ткани	в гемолимфе	
Свинец	0,05	<0,05	10,0
Мышьяк	0,89	0,05	5,0
Кадмий	0,9	0,21	2,0
Ртуть	0,027	0,005	0,2

Мышечная ткань и гемолимфа анадары также безопасны по хлорорганическим пестицидам и ПХБ. Изомеры ГХЦГ ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) и ПХБ в образцах ткани и гемолимфе анадары не были зафиксированы (контроль ПХБ был проведен по 19 конгенерам). Из стойких пестицидов группы ДДТ только в мышечной ткани анадары идентифицирован о, п-ДДЕ в низкой концентрации (следовые количества), в гемолимфе анадары пестициды группы ДДТ не обнаружены.

Данные размерно-массового состава анадары (n=184) представлены на рис. 1.

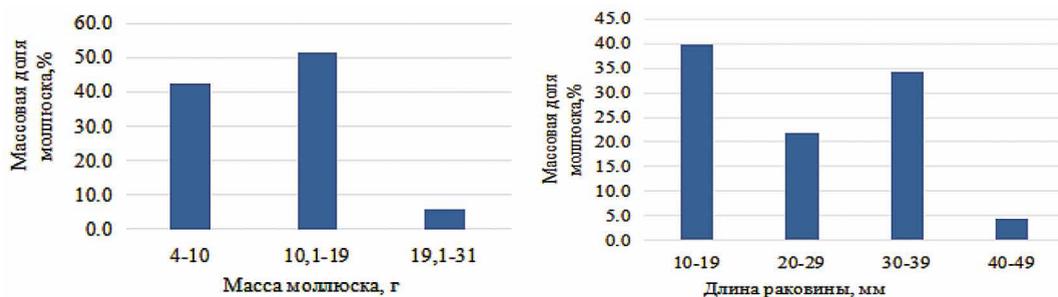


Рис. 1. Данные размерно-массового состава *A. kagoshimensis*

Исследуемую выборку анадары условно по длине раковин классифицировали на следующие размерные группы: очень мелкая (10–19 мм), мелкая (20–29 мм), средняя (30–39 мм) и крупная (св. 40 мм). Самую большую группу составляли очень мелкие моллюски (39,7%), на долю средних и крупных моллюсков пришлось 38,5%, средняя длина моллюсков составила 27,3 мм; 57,6% моллюсков характеризовались массой свыше 10 г.

На сегодняшний день Правилами рыболовства Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна промысловый размер анадары (скафарки — в соответствии с Правилами рыболовства) составляет 30 мм. Полученные данные о размерно-массовом составе свидетельствуют о необходимости особого подхода в переработке азовской анадары в отличие от дальневосточной анадары Броутона *Anadara broughtonii*, промысловый размер которой составляет 80 мм.

Для исследования химического состава и выхода мяса анадары при разделке использовалась выборка моллюсков среднего и крупного размера (n=71). Данные об отходах и потерях при разделке анадары представлены в табл. 2, химический состав — в табл. 3.

В соответствии с классификацией И.В. Кизеветтера [2] сырье относится к среднебелковому. Белково-водный коэффициент (БВК), определенный как соотношение содержания белка к воде, составляет 12,7%.

Учитывая достаточно высокий выход мышечной ткани анадары ( $\approx 19\%$ ), данные по содержанию белка и жира, а также низкую калорийность, мясо анадары можно рассматривать как сырье для диетических продуктов, а с учетом низкого содержания жира — для сушено-вяленых снеков.

**Таблица 2.** Данные отходов и потерь при разделке анадары *A. kagoshimensis*

Наименование показателя	Значение
Средняя длина раковины, мм	34,3
Средняя масса экземпляра, г	13,6
Массовая доля, % от общей массы моллюска:	
- раковины	61,4
- мышечной ткани	18,9
- полостной жидкости (гемолимфа)	12,3
- безвозвратных потерь при разделке	7,4

**Таблица 3.** Химический состав и энергетическая ценность тканей *A. kagoshimensis*

Наименование показателя	Массовая доля, %
Вода	84,8±0,3
Белок	10,8±0,5
Жир	0,7±0,06
Углеводы	2,1±0,2
Минеральные вещества	1,6±0,2
Энергетическая ценность, ккал	60*

Примечание: \* — в соответствии с правилами округления, установленными ТР ТС 022/2011

Из исследованных биогенных микроэлементов следует выделить железо. Было установлено, что содержание железа в мясе анадары составило 28,4 мг/кг сырой массы, в гемолимфе — 9,5 мг/кг. В связи с этим анадара может рассматриваться как перспективное сырье для разработки функциональных продуктов питания, оказывающих из-за наличия железа благоприятный эффект для нормализации энергетического обмена, синтеза гемоглобина и миоглобина, транспорта кислорода в организме [1].

Комплексная переработка азовской анадары может быть не только в направлении пищевой продукции из мышечной ткани, но и в направлении использования гемолимфы в качестве функционального продукта, раковин — в качестве кормовой кальциевой добавки. Схема основных направлений переработки *A. kagoshimensis* представлена на рис. 2.

## ВЫВОДЫ

Распространение анадары *A. kagoshimensis* по всей территории Азовского моря обуславливает ее потенциальное промышленное значение. По содержанию токсичных элементов, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов *A. kagoshimensis* является безопасным объектом промысла,



**Рис. 2.** Схема основных направлений переработки анадара

соответствует требованиям ТР ТС 021/2011, ТР ЕАЭС 040/2016. Анадара относится к среднебелковому сырью с низким содержанием жира, что предполагает ее использование для производства диетической продукции. Кроме мышечной ткани возможна переработка гемолимфы с целью получения функционального продукта — источника железа, а также раковин — в качестве кормовой кальциевой добавки.

### **Благодарность**

Авторы выражают искреннюю признательность заведующей лабораторией аналитического контроля водных экосистем Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» Кораблиной Ирине Владимировне за помощь в исследовании показателей безопасности изучаемого сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 55577–2013. Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности (с Изменением № 1) — Введ. 2015–01–01. — М: Стандартиформ. 2014.— 24 с.
2. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения: монография / Кизеветтер И.В. — М: Пищевая промышленность, 1973.— 424 с.
3. Мировой опыт и перспективы промышленного выращивания клем / Булли Л.И., Битютская О.Е., Мазалова Н.Ф. // Вестник Керченского государственного морского технологического университета.— 2023.— № 4. — С. 38–59. DOI: 10.26296/2619–0605.2023.4.4.004.
4. Табакаева О.В., Табакаев А.В. Пищевая и биологическая ценность пищевых частей промыслового двустворчатого моллюска *Anadara broughtoni* // Вопросы питания.— 2015. — Т. 84, № 4. — С. 112–118.
5. ФР.1.31.2007.04014. Методика выполнения измерений массовых долей алюминия, бария, кадмия, кобальта, лития, мышьяка, свинца, серебра, стронция и таллия в пробах гидробионтов методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией. Ростов-н/Д.: Виразж, 2007. 14 с.
6. ФР.1.31.2008.04701. Методика выполнения измерений массовых долей хлорорганических пестицидов в пробах биологического материала пресных и морских водных объектов методом газожидкостной хроматографии. Ростов-н/Д.: Виразж, 2008. 13 с.
7. ФР.1.31.2015.21649. Методика выполнения измерений массовой доли ртути в пробах гидробионтов методом беспламенной атомной абсорбции. Ростов-н/Д.: Виразж, 2014. 14 с.
8. ФР.1.31.2016.22944. Методика измерений массовых долей индивидуальных конгенов полихлорбифенилов в пробах биологического материала пресных и морских водных объектов методом хроматомасс-спектрометрии. Ростов-н/Д.: Виразж, 2016. 13 с.
9. ФР.1.31.2019.32870. Методика выполнения измерений массовых долей железа, марганца, мышьяка, никеля и хрома в пробах гидробионтов методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией. Ростов-н/Д.: Виразж, 2019. 14 с.
10. Характеристика двустворчатого моллюска серрипеса гренландского (*Serripes groenlandicus*) в связи с его рациональным использованием / Шульгина Л.В., Соколенко Д.А., Давлетшина Т.А. [и др.] // Известия ТИНРО.— 2015. — Т. 181. — С. 263–272.
11. Экспансия двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) в Азовском море / Живоглядова Л.А., Ревков Н.К., Фроленко Л.Н., Афанасьев Д.Ф. // Российский журнал биологических инвазий.— 2021. — Т. 14, № 1. — С. 83–94. — DOI: 10.35885/1996–1499–2021–14–1–83–94.

## **Актуальные вопросы стандартизации качества и безопасности паюсной икры осетровых рыб**

*Н.Н. Харченко, Ю.Р. Герлова*

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)  
E-mail: kharchenkonn@kaspnirh.vniro.ru

**Аннотация.** В статье представлено обоснование разработки межгосударственного стандарта, регламентирующего требования качества и безопасности икры паюсной осетровых видов рыб. Установлена возможность изготовления паюсной икры по традиционной технологии из рыб аквакультуры. Приведен сравнительный ретроспективный анализ документов по стандартизации на данный вид продукции с целью выявления особенностей изменения традиционной технологии. Указаны современные направления и особенности технологии производства, которые необходимо учесть при проведении работ по актуализации требований межгосударственного стандарта.

**Ключевые слова:** икра паюсная, осетровые рыбы, стандартизация, техническое регулирование.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Осведомленность потребителей в отношении здорового питания в значительной степени смещает интерес к натуральным и полезным продуктам. В данном сегменте особая роль принадлежит продукции из икры осетровых рыб, поскольку она обладает высокой пищевой и биологической ценностью, содержит практически полный комплекс незаменимых и заменимых аминокислот, витамины и другие важные для здоровья человека биологически активные вещества [10].

В целом, объем рынка черной икры в 2024 г. оценивается экспертами в 372,99 млн долларов США и, как ожидается к 2029 г., достигнет 547,03 млн долларов. Одним из ключевых поставщиков икры осетровых рыб является Китай [2].

Российскими предприятиями в 2023 году было выпущено 69 т осетровой икры, что на 12,7% выше по сравнению с результатами 2022 года. Лидерами производства черной икры являются южные регионы России, в частности, Астраханская область, где в 2022 году было произведено 20 т икры. Товарная аквакультура осетровых также развита в Центральной России, Сибири, на Урале и Дальнем Востоке [1].

Ассортимент продукции из икры осетровых видов рыб представлен зернистой пастеризованной икрой, или зернистой икрой с добавлением консервантов (сорбиновой и аскорбиновой кислот), а также возобновилось производство паюсной икры.

Паюсная икра осетровых рыб производится в соответствии с ГОСТ 7368–2013 «Икра паюсная осетровых рыб» [5]. Вместе с тем, данный документ вышел до введения в действие требований ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [8]. В связи с этим, работы по пересмотру действующего в настоящее время ГОСТ 7368–2013 были включены в план Перспективной программы работ по стандартизации ТК 300 «Рыбные продукты пищевые, кормовые, технические и упаковка» на 2023–2026 гг.

Целью данной работы является обоснование разработки стандарта, регламентирующего качество и безопасность паюсной икры осетровых рыб с учетом требований технических регламентов и современного состояния сырьевой базы.

Паюсная икра осетровых видов рыб является деликатесной и дорогостоящей продукцией, при этом спрос потребителей на данный ассортимент продукции всегда остается высоким. Паюсная икра изготавливается только с применением пищевой поваренной соли без использования пищевых добавок и представляет собой прессованную соленую массу из икры-зерна осетровых рыб с массовой долей воды не более 40% [8]. Активность воды ( $a_w$ ) в продукте составляет 0,93–0,94, что позволяет продукту быть устойчивым к микробиологической порче, а патогенная микрофлора не развивается даже при положительных температурах хранения [3].

Ранее для изготовления паюсной икры, в соответствии с требованиями межгосударственного стандарта и технологической инструкции, использовали икру-сырец из ястыков, извлекаемых из «диких» осетровых рыб (белуги, калуги, осетра, севрюги и шипа). В связи с сокращением численности «диких» осетровых рыб и прекращением Россией их промысла на Каспийском бассейне с 2002 г., производство икорной продукции по традиционным технологиям заметно сократилось.

В настоящее время утверждать об увеличении запасов осетровых рыб естественной популяции практически не приходится. Например, открытие промысла русского осетра в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне при самых благоприятных условиях воспроизводства рассчитано не ранее чем через 30 лет [4].

Развивающееся в последние годы товарное осетроводство и его новое икорно-товарное направление позволило частично компенсировать снижение выпуска икорной продукции. Перспективы развития икорно-товарного направления связаны с выпуском пищевой продукции из икры-сырца традиционно используемых видов осетровых рыб, а также новых объектов, таких как веслонос, стерлядь или гибриды осетровых рыб. В последние годы во многих регионах Российской Федерации создаются или уже созданы маточные стада осетровых рыб, в том числе стерляди. Это позволяет получать от них сырье для производства пищевой продукции — икры осетровых рыб [1].

При изготовлении икры осетровых рыб применяют различные способы заготовки икры-сырца: прижизненный, позволяющий многократно ис-

пользовать живую рыбу для получения овулировавшей икры и традиционный [6,9]. Идеология икорного производства прошлых лет была нацелена на выпуск зернистой икры осетровых рыб. В связи с этим, мало уделялось внимания изготовлению традиционных видов продукции таких, как паюсная и ястычная икра, обладающих уникальными вкусовыми качествами и питательной ценностью и имеющих своего потребителя. Мировая тенденция по интенсивному развитию икорно-товарного направления аквакультуры осетровых рыб нашла свое отражение в решении Комиссии «Кодекс Алиментариус», включившей по предложению российской стороны в международный кодекс стандарт требование по использованию икры-сырца, заготавливаемой от осетровых рыб аквакультуры. В Российской Федерации аналогичное требование к сырью включено в национальный стандарт на ястычную икру осетровых рыб, а информация о происхождении сырья включена в требования по маркировке. Следует также отметить, что паюсная икра остается традиционным для России продуктом, производство которой в середине прошлого века составляло более 98% мирового выпуска [1]. Стратегические цели развития аквакультуры осетровых рыб в странах СНГ, безусловно, позволят расширить сырьевую базу для производства икры и, в частности, для паюсной икры, в том числе за счет использования в качестве сырья ястыков стерляди и гибридов осетровых рыб, а также овулировавшей икры.

Отмечается также тенденция к освоению выпуска нового ассортимента икорной продукции из осетровых рыб аквакультуры, с использованием ястыков различной стадии зрелости. Впервые начат выпуск паюсной икры с использованием овулировавшей икры. Ставка при этом делается не на использование непригодного для изготовления зернистой икры сырья, а на выпуск паюсной икры из икры-сырца высокого качества. Цена за паюсную икру превышает цену зернистой, т. к. на ее производство расходуется больше икры-сырца, чем на производство зернистой икры.

Анализ научно-исследовательских работ, проведенных в последнее время в области технологии приготовления паюсной икры показывает, что это направление остается на сегодняшний день актуальным. Новые технологии изготовления паюсной икры позволяют получить из традиционного сырья оригинальный и безопасный продукт, например, для использования в автономных условиях существования (космонавтами). Так, паюсная икра осетровых рыб пастеризованная «Специальная», изготовленная по технологии получения продукта с промежуточной влажностью, была одобрена космонавтами на дегустационном совещании, а затем побывала на орбите [3,7]. Проводятся также работы по технологии изготовления паюсной икры осетровых рыб с использованием в качестве сырья овулировавшей икры [6].

В отечественной практике аквакультуры последних лет отмечается тенденция к освоению выпуска из осетрового более широкого ассортимента икорной продукции, в том числе с использованием жировых ястыков.

Паюсную икру изготавливают из ястыков (гонад) осетровых рыб, достигших IV стадии зрелости, но имеющих ослабленную оболочку у икринок [7,9]. Технология изготовления паюсной икры по традиционной технологии предусматривает обработку по двум схемам: непрерывному, когда заготовка икры-сырца (ястыков) от живых осетровых рыб совмещена с последующими технологическими операциями и прерывном, когда заготовка ястыков, охлаждение и хранение производятся в местах первичной обработки, а остальные технологические операции — в производственных цехах предприятий [9]. При обеих схемах производства главным условием для обеспечения безопасности продукции, особенно при заготовке икры-сырца от «диких» рыб, с точки зрения поражения ботулизмом, является извлечение ястыков только от живых осетровых рыб. Те же требования относятся и при заготовке икры-сырца от осетровых рыб аквакультуры. Икра-сырец, заготавливаемая в ястыках должна охлаждаться и транспортироваться в места обработки в соответствии с требованиями технологической инструкции. Изменения в технологиях изготовления паюсной икры нашли свое отражение в нормативных документах, регламентирующих качество продукции (см. таблицу).

С начала введения в действие ОСТ 5407–1939 и до вступления в силу ГОСТ 7368–79 технология изготовления паюсной икры не претерпевала особых изменений, за исключением используемой упаковки. Изначально паюсная икра осетровых рыб реализовывалась из деревянных бочек емкостью 50 литров, что свидетельствует о значительных объёмах изготавливаемой продукции. Позже, икру паюсную осетровых рыб стали реализовывать в потребительской упаковке вместимостью не более 2,0 кг. В настоящее время в основном паюсная икра изготавливается в потребительской упаковке массой не более 250 грамм.

С течением времени произошли изменения в сырье, которое может быть направлено для изготовления паюсной икры. Возможность использования икры рыб, выращенной в условиях аквакультуры была установлена в ГОСТ 7368–2013 «Икра паюсная осетровых рыб». При этом не учтен такой вид как веслонос и различные гибриды осетровых.

Исходя из вышеизложенного, при пересмотре ГОСТ 7368–2013 «Икра паюсная осетровых рыб» необходимо:

- структуру изложения документа гармонизировать с современными требованиями оформления ГОСТ 1.5–2001;

- исключить избыточные и устаревшие требования. Например, поскольку в качестве сырья применяется икра осетровых рыб, полученная прижизненным методом, необходимо исключение из проекта стандарта пороков свойственных для икры осетровых рыб естественной популяции (горечь, травка);

- установить показатели безопасности в соответствии с требованиями нормативных правовых актов участников таможенного союза и стран СНГ;

- актуализировать органолептические и физические показатели качества в целях установления современных идентификационных признаков;

**Таблица. Редакции ГОСТ, регламентирующих качество икры паюсной осетровых видов рыб**

<b>Наименование документа</b>	<b>Сырье</b>	<b>Содержание поваренной соли (Na Cl), в% не более</b>	<b>Консервирующие вещества</b>	<b>Вид упаковок</b>
ОСТ 5407–1939 Икра паюсная осетровых рыб	Икра-сырец («зерно») белуги, калуги, осетра, шипа, севрюги. Допускается смешивание икры-сырца перечисленных рыб	Высший сорт – 5,0 Первый сорт – 5,0 Второй сорт – 7,0	Не допускаются	Жестяные банки, деревянные бочки емкостью до 50 л.
ГОСТ 7386–55 Икра паюсная осетровых рыб	Икра-сырец («зерно») белуги, калуги, осетра, шипа, севрюги. Допускается смешивание икры-сырца перечисленных рыб	Высший сорт – 4,5 Первый сорт – 5,0 Второй сорт – 7,0	Не допускаются	а) Бочки дубовые, емкостью до 50 л. б) банки из белой жести с надвигающимися крышками, весом нетто до 2 кг. в) банки стеклянные весом нетто 60 г и 120 г.(только по заказам потребителей)
ГОСТ 5.1705–72 Икра паюсная осетровых рыб баночная	Икра-сырец белуги, осетра и севрюги. Зерно может быть со слабой оболочкой, перерезшее или недозревшее, неравномерное по величине, без привкуса ила	На сорта не подразделяется-4,5%	Не допускаются	Жестяные банки с надвигающимися крышками емкостью не более 0,5 кг
ГОСТ 7368–79 Икра паюсная осетровых рыб	Икра-сырец белуги, калуги, осетра, шипа, севрюги. Допускается смешивание икры-сырца перечисленных рыб	Высший сорт – 4,5 Первый сорт – 5,0 Второй сорт – 7,0	Не допускаются	Металлические банки с надвигающимися крышками предельной массой продукта 0,6 кг или 2,0 кг
ГОСТ 7368–2013 Икра паюсная осетровых рыб	Икра-зерно осетровых рыб и их гибридов. Допускается смешивание икры-зерна различных видов осетровых и их гибридов	Высший сорт – 4,5 Первый сорт – 5,0	Не допускаются	Металлические банки с надвигающимися крышками предельной массой продукта 0,6 кг или 2,0 кг Металлических банках предельной вместительности 0,12 кг.

– включить современные требования к маркировке, упаковке, правилам и методам контроля, транспортированию и хранению.

Разработка актуализированного документа будет способствовать установлению единых согласованных требований, обеспечивающих качество и безопасность паюсной икры осетровых рыб, устранению технических барьеров в производстве и реализации данного вида продукции. Вместе с тем, актуализация положений ГОСТ необходима для совершенствования нормативной базы отрасли.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.varpe.org/news> [Электронный ресурс]. (дата обращения: 28.02.2024).
2. Russo, G. L., Langellotti, A. L., Torrieri, E., & Masi, P. (2024). Emerging technologies in seafood processing an overview of innovations reshaping the aquatic food industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23, 1–30. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13281>
3. Брусованский Р.Б. и др. Разработка технологии получения продукта с промежуточной влажностью из икры осетровых рыб. Исследования по технологии рыбных продуктов: Сборник трудов. М., ВНИРО. 1986
4. Вилкова О.Ю. Анадромные осетры России: перспективы промысла / О.Ю. Вилкова // Труды ВНИРО.— 2022. — Т. 190. — С. 14–21. — DOI 10.36038/2307–3497–2022–190–14–21
5. ГОСТ 7368–2013 «Икра паюсная осетровых рыб» Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014 г.— 7 с.
6. Заявка на изобретение RU 2009104888 А. МПК А23L1/328. Способ производства паюсной икры
7. Лунеев Д.Е., Брусованский Р.Б. Создание технологий продуктов питания для употребления в автономных условиях существования (космонавтами). Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов. Вторая Международная научно-практическая конференция: Материалы конференции. М., Изд-во ВНИРО. 2008
8. Технический регламент Евразийского экономического союза 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10. 2016 г. № 162 [Электронный ресурс].— 360 с. Режим доступа: [https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01417575/cncd\\_20032017](https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01417575/cncd_20032017) (дата обращения: 28.02.2024).
9. Технологическая инструкция по изготовлению икры осетровых рыб № 79. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. М.: Колос.1994.
10. Химический состав российских продуктов питания. Справочник. М.: ДеЛи принт, 2002.

## Установление норм выхода мороженой потрошенной обезглавленной нерки Восточной Камчатки при машинной разделке

Е.С. Чупикова, Т.А. Саяпина, А.Ю. Антосюк, Е.В. Якуш

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

E-mail: elena.chupikova@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Эффективность промысла тихоокеанских лососей во многом определяется количеством и качеством произведённой продукции. Нерка является третьим по промысловой значимости видом среди тихоокеанских лососей. С целью определения норм отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве мороженой продукции из нерки (*Oncorhynchus nerka*) района вылова Восточная Камчатка были проведены опытно-контрольные работы. В результате установлен выход готовой продукции при производстве нерки мороженой потрошенной обезглавленной фигурным срезом при машинном способе разделки. Выход разделанной рыбы составил 73,7%; коэффициент расхода сырья на 1 единицу готовой продукции: при замораживании в блок-форме с крышкой — 1,364; в блок-форме без крышки — 1,370; при стеллажном поштучном — 1,377.

**Ключевые слова:** тихоокеанские лососи, потрошенная обезглавленная нерка, фигурный срез, машинная разделка, выход готовой продукции.

### ВВЕДЕНИЕ

В Доктрине Продовольственной безопасности РФ рыбная отрасль занимает важное место в обеспечении населения страны отечественной рыбной продукцией, удельный вес которой должен составлять не менее 85% [3]. Поиск путей повышения эффективности производства — актуальная задача рыбохозяйственных исследований, решение которой залог стабильного развития отрасли и снабжения населения страны качественной рыбной продукцией. Один из действенных инструментов, отвечающих за эффективность использования водных биоресурсов — выход готовой продукции.

На Дальневосточном бассейне тихоокеанские лососи являются важнейшим объектом промысла, занимая в общем вылове рыбы третье место после минтая и тихоокеанской сельди, а в отдельные годы, превосходя вылов тихоокеанской сельди. Нерка занимает особое положение среди тихоокеанских лососей, являясь третьим по промысловой значимости и самым ценным по потребительским свойствам и пищевой ценности видом. Основными промысловыми районами нерки являются реки и прилегающие к побережью Камчатки морские акватории. Порядка сорока процентов от общего вылова нерки добывается на Восточной Камчатке. Промысловый запас нерки северо-восточной Камчатки складывается из стад, воспроизводящихся в реках Западно-Беринговоморской зоны и Карагинской подзоны Восточно-

Камчатской зоны. В Олюторском районе Карагинской подзоны основную группу рек формируют Вывенка, Култушная, Пахача, Апука и Ананापильгын; в Карагинском районе — Озерная (восточная), Хайлюля, Русакова, Ивашка, Дранка, Ука–Начики. В Петропавловско-Командорской подзоне основу запасов нерки формирует стадо р. Камчатка, на долю ее вылова приходится порядка 90% региональной добычи вида [1]. Исследования по установлению выхода готовой продукции из тихоокеанских лососей проводятся на регулярной основе и в свете реализации стратегических целей продовольственной безопасности государства и эффективной эксплуатации водных биоресурсов не теряют своей актуальности [5, 6, 7]. Цель работы состояла в определении выхода готовой продукции — нерки потрошенной обезглавленной фигурным срезом при машинном способе разделки разных способов замораживания.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования служила нерка (*Oncorhynchus nerka*), добытая в Олюторском, Карагинском и Усть-Камчатском районах Восточной Камчатки. Определение норм выхода разделанной рыбы проводили согласно действующим и утвержденным в установленном порядке методикам и руководящим документам по технологическому нормированию водных биоресурсов [2, 4]. Опытно-контрольные работы проводились на 23-х предприятиях, использующих в технологическом процессе разные способы замораживания: в блок-форме с крышкой, блок-форме без крышки и стеллажное поштучное.

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программ Excel и Statistica. Для показателей нормирования были установлены стандартные требования надёжности, при выборке данных больших объёмов доверительная вероятность  $\beta=0,95$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Размерно-массовый состав рыбы — это один из нормообразующих критериев, оказывающих влияние на выход продукции. Результаты определения размерного состава и массы нерки за период 2020–2022 гг. района вылова Восточная Камчатка в опытном-контрольных работах представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Данные размерно-массового состава нерки в опытном-контрольных работах

Наименование	Масса нерки, кг				Количество ОКР, шт.	Количество измеренных рыб, шт.	Общий вес рыбы-сырца, кг
	среднее значение	минимум	максимум	стандартное отклонение			
Масса, кг	2,879	2,000	3,254	0,275	224	13078	37 838,21
Длина, см	54,9	45,0	64,0	4,9	15	530	1 249,60

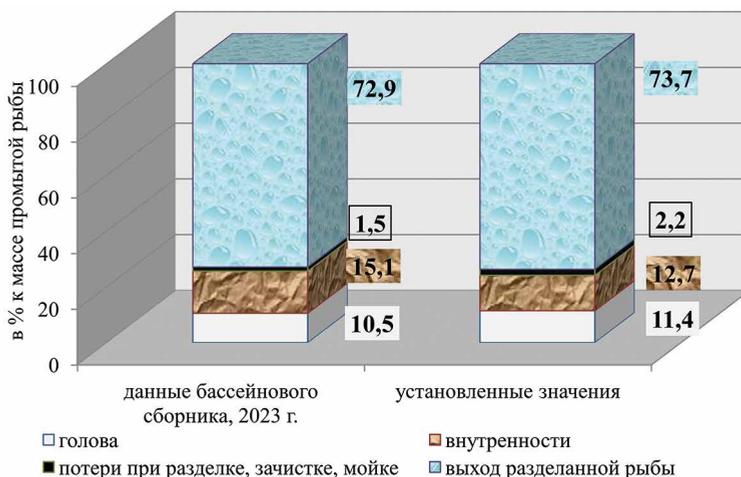
При производстве мороженой рыбной продукции основные изменения массы сырья происходят на операции «разделка». Данные по количеству проведённых опытно-контрольных работ, массе переработанного сырья и выходу разделанной рыбы при производстве нерки потрошеной обезглавленной фигурным срезом при машинном способе разделке на автоматической линии фирмы NIKKO (NAG 501 и NAG 601), приведены в табл. 2.

**Таблица 2.** Выход разделанной рыбы при производстве нерки потрошеной обезглавленной фигурным срезом при машинном способе разделке

Масса нерки-сырца, направленной в обработку	Выход разделанной рыбы		Количество ОКР	Количество предприятий
	кг	%	шт.	шт.
47 859,69	35 250,46	73,7	396	23

Процентное соотношение основных структурных элементов к направленной рыбе-сырец (свежей): норм выхода разделанной рыбы, величин технологических отходов и потерь при машинном и ручном способе разделки нерки на потрошеную обезглавленную фигурным срезом рыбу приведено на рис. 1.

В результате проведённых исследований установлено, что использование машинного способа разделки нерки на автоматической линии, включающей установку для потрошения рыбы, обеспечивающую надрез брюшка с извлечением целых ястыков, зачистку и мойку брюшной полости, без повреждения целостности мышечной ткани, и аппарат с конвейерной подачей рыбы



**Рис. 1.** Выход разделанной рыбы, технологические отходы и потери при машинном и ручном способе разделки нерки на потрошеную обезглавленную фигурным срезом рыбу

для V-образного отсекания головы, позволяет увеличить выход разделанной рыбы на 0,8%. Экономичный срез рыбы обеспечивается наличием лазерного указателя для выравнивания рыбы и обеспечения точного среза.

По результатам проведенных исследований установлены значения норм выхода мороженой продукции и коэффициенты расхода сырья на единицу готовой продукции при разных способах замораживания:

- при замораживании в блок-форме с крышкой — 73,3%, КРС 1,364;
- при замораживании в блок-форме без крышки — 73,0%, КРС 1,370;
- при замораживании стеллажном поштучном — 72,6%, КРС 1,377.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, использование современного технологического оборудования, позволяет на 0,8% увеличить выход мороженой продукции из нерки Восточного побережья Камчатки, что с пересчетом на объём добычи нерки в 2022 г. могло составить почти 130 т готовой продукции.

Увеличение выхода пищевой продукции из наиболее массовых объектов промысла и потребления этой продукции жителями России является важным условием решения задач продовольственной безопасности государства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лососи-2022 (путинный прогноз). — Владивосток: ТИПРО, 2022.— 107 с.
2. Методики определения норм расхода сырья при производстве продукции из гидробионтов/ Под ред. Е.Н. Харенко. — М.: Изд-во ВНИРО, 2002.— 270 с.
3. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности российской Федерации: Указ Президента РФ № 20 [Электронный ресурс]: указ Президента РФ: [принят Президентом Российской Федерации 21 января 2020 г.]— // Официальный интернет-портал правовой информации. — Режим доступа: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru), свободный.
4. Руководство по технологическому нормированию выхода продуктов переработки водных биоресурсов и объектов аквакультуры с целью их рационального использования. — М.: Изд-во ВНИРО, 2019. — Выпуск 9.— 73 с.
5. Чупикова Е.С., Саяпина Т.А., Антосюк А.Ю., Якуш Е.В. Установление норм выхода зернистой лососевой икры из кеты охотского района при машинном способе пробивки. Рыбное хозяйство. 2022. № 6. С. 82–86. DOI: 10.37663/0131-6184-2022-6-82-86
6. Чупикова Е.С., Саяпина Т.А., Якуш Е.В. Увеличение выхода пищевой продукции как один из способов эффективной эксплуатации тихоокеанских лососей. Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 10. С. 79–82. DOI: 10.32651/2210-79
7. Чупикова Е.С., Саяпина Т.А., Якуш Е.В. Особенности разработки нормообразующих показателей верификации уловов тихоокеанских лососей. Рыбное хозяйство. 2023. № 1. С. 38–43. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-1-38-43

## **Пересмотр межгосударственного стандарта на консервы из копченой рыбы в масле как необходимое условие совершенствования доказательной базы отраслевого технического регламента**

*Л.А. Шаповалова, М.В. Федотова*

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича)  
E-mail: shapoval@pinro.vniro.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты анализа отечественного выпуска рыбных консервов за период с 2018 по 2022 гг. и маркетингового исследования регионального рынка рыбных консервов из копченой рыбы в масле. Приведены сведения о действующих в Российской Федерации межгосударственных стандартах, устанавливающих требования к консервам «Шпроты в масле» и «Рыба копченая в масле». Проанализированы и выявлены основные положения стандарта на консервы из копченой рыбы в масле, подлежащие пересмотру, с учетом требований технических регламентов Евразийского экономического союза, межгосударственной стандартизации и наилучшей производственной практики.

**Ключевые слова:** консервы рыбные, копченая рыба в масле, стандарты, технический регламент, актуализация.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Консервы из копченой рыбы в масле, входящие в группу рыбных консервов в масле, представлены на потребительском рынке рыбных товаров достаточно широко. Консервы из копченой рыбы в масле являются популярным продуктом в России, который, как правило, употребляют в качестве холодной закуски или используют для бутербродов. Из копченой рыбы изготавливают консервы двух типов: «Шпроты в масле», выпускаемые из мелкой рыбы семейства Сельдевые (шпрот балтийский, североморский, черноморский; сельдь балтийская (салака); килька обыкновенная), и «Рыба копченая в масле», для производства которых используют рыбу других видов (ряпушка, треска, пикша, камбала, мойва, скумбрия и др.). И в том, и другом случае консервы изготавливают из предварительно подвергнутой горячему копчению дымовым способом рыбу, которую после разделяют (при необходимости), укладывают в банки и заливают растительным маслом или смесью растительных масел.

Требования к указанным консервам стандартизированы на межгосударственном уровне и являются частью доказательной базы отраслевого технического регламента ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (далее — ТР ЕАЭС 040/2016). При этом ГОСТ 7144–2006 «Консервы из копченой рыбы в масле. Технические условия» требует своего обновления в целях соблюдения положений и норм технического регулирования, повы-

шения уровня качества продукции и приведения в соответствие с действующей нормативной базой.

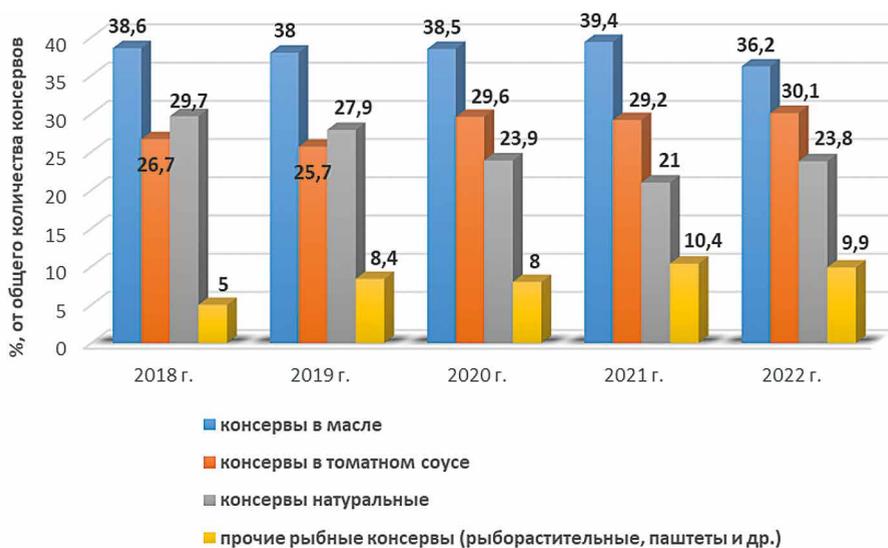
## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен анализ отечественного выпуска рыбных консервов за период с 2018 г. по 2022 г. на основе статистических сведений по рыбной промышленности России. Проведено маркетинговое исследование потребительского рынка рыбных консервов г. Мурманска с целью изучения ассортимента консервов из копченой рыбы в масле. Проанализированы действующие стандарты, устанавливающие требования к консервам из копченой рыбы в масле, и технологические инструкции, определяющие порядок их изготовления [2]. Выявлены основные положения ГОСТ 7144–2006 «Консервы из копченой рыбы в масле. Технические условия», которые требуют обновления с учетом действующего законодательства в сфере технического регулирования пищевой рыбной продукции, межгосударственной стандартизации и наилучшей производственной практики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно статистическим сведениям по рыбной промышленности России за 2018–2022 гг., приведенным на рисунке 1, отечественный выпуск рыбных консервов учитывают в рамках четырех групп: в масле, в томатном соусе, натуральные и прочие (рыборастительные, паштеты и др.) [4–6]. Консервы из копченой рыбы в масле входят в первую группу, количество которых по отношению к общему объему рыбных консервов в течение пяти лет находилось на достаточно стабильном уровне, составляя более 1/3 всех консервов. При этом следует учитывать, что в эту группу входят и другие виды консервов — из обжаренной, бланшированной, подсушенной или подвяленной рыбы в масле. В условиях отсутствия статистических данных по подгруппам консервов определить фактический объем выпускаемых консервов из копченой рыбы в масле не представляется возможным.

В целях изучения рынка консервов из копченой рыбы в масле проведено маркетинговое исследование потребительского рынка г. Мурманска, представленного торговой сетью магазинов: «О Кей», «Лента», «Сити Гурмэ», «Магнит», «Пятерочка». По результатам исследования выявлено, что ассортимент данных консервов представлен преимущественно консервами «Шпроты в масле», изготовленными из копченых шпрота балтийского (балтийской кильки) и сельди балтийской (салаки). Помимо указанной продукции сегмент консервов из копченой рыбы в масле представлен следующими наименованиями: «Осетр копченый в масле», «Сардина иваси копченая в масле», «Скумбрия атлантическая филе копченая в масле», «Мойва копченая в масле» и «Корюшка копченая в масле» при том, что только в Реестре ассортиментных знаков консервов и пресервов присутствует 59 наименований консервов данной группы [1].



**Рис. 1.** Динамика производства рыбных консервов по видам за период с 2018 по 2022 гг.

Отсутствие разнообразия ассортимента консервов в заполярной столице, очевидно, связано с нехваткой местных изготовителей, проявляющих интерес к выпуску такого вида консервов, и потерянного с советского периода значительного производственно-технологического потенциала в регионе. При этом практически все упомянутые консервы выпущены по межгосударственным стандартам.

В настоящее время требования к консервам из копченой рыбы в масле установлены в двух межгосударственных стандартах: ГОСТ 280–2021 «Консервы рыбные. «Шпроты в масле». Технические условия» и ГОСТ 7144–2006 «Консервы из копченой рыбы в масле. Технические условия». Безусловно, консервы «Шпроты в масле» являются одними из самых узнаваемых и любимых потребителями рыбных продуктов, их выпускает множество рыбоконсервных предприятий страны. Межгосударственный стандарт, регламентирующий требования к шпротам в масле, не так давно был пересмотрен и введен в действие в 2022 г., в то время как с момента утверждения стандарта ГОСТ 7144–2006 прошло около двадцати лет. Указанный стандарт был разработан и введен в действие до утверждения ТР ЕАЭС 040/2016, поэтому он требует актуализации в целях приведения в соответствие с данным техническим регламентом, а также иными взаимосвязанными с ним техническими регламентами: ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (далее — ТР ТС 021/2011), ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки».

Область применения действующего стандарта исключает возможность изготовления консервов из таких видов рыб как илиша, карп, маринка, осман,

толстолобик, форель и хрящевые рыбы. При пересмотре межгосударственного стандарта данное ограничение целесообразно исключить, поскольку в качестве сырья можно использовать любую безопасную для получения пищевой продукции рыбу, кроме той, которая не подходит для изготовления данного вида консервов по технологическим свойствам. Существующее в стандарте ограничение по видовому составу рыб не связано с обеспечением безопасности консервов, а продиктовано отсутствием производственной практики их изготовления, что подтверждается, в частности, требованиями обновленного стандарта ГОСТ 6065–2012 «Консервы из обжаренной рыбы в масле. Технические условия», в котором аналогичный запрет исключен. В настоящее время потребительский рынок пищевых продуктов направлен на расширение ассортимента, в том числе за счет ранее неиспользуемого продовольственного сырья для их изготовления. Примером может служить форель, которую сейчас очень активно используют в технологии консервов из копченой рыбы в масле. В любом случае выбор рыбного сырья для консервов остается за изготовителем.

Придерживаясь существующего принципа классификации рыбных консервов и представления их ассортимента в стандартах, а также учитывая требования, предъявляемые ТР ЕАЭС 040/2016 в части формирования наименования пищевой рыбной продукции, требует актуализации представленный в документе перечень консервов. Наименования консервов следует составлять в зависимости от вида используемого рыбного сырья, при этом для рыб с разнообразным видовым составом, таких как сельдь, скумбрия, треска, уместно будет не указывать конкретные наименования видов, что позволит расширить спектр рыбного сырья. Для этих же целей необходимо исключить ассортиментные знаки консервов. Кроме того, необходимо внести допуск по изготовлению другого ассортимента консервов с использованием предусмотренного стандартом сырья для расширения возможностей изготовителя.

Следует предусмотреть возможность изготовления консервов не только из копченой разделанной рыбы, как это предписано действующим стандартом, но и из целой (неразделанной) копченой рыбы с последующей ее разделкой, что характерно для производства продукции из мелкой рыбы — корюшки, мойвы, ряпушки европейской и др. Необходима корректировка описаний видов разделки и расширение их перечня с учетом включения вида разделки на филе-кусочек [филе-кусочки], предусмотренного существующими технологиями изготовления консервов из копченой рыбы в масле. Разделка на тушку в действующем стандарте регламентирует удаление плавников и черной пленки, что противоречит основополагающему стандарту на термины и определения в области продукции из рыбы — ГОСТ 34884–2022 «Рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли и продукция из них. Термины и определения». В соответствии с терминологией, представленной в вышеуказанном стандарте, а также справочнике по разделке рыбы удаление плавников и черной пленки является обязательным требованием

при разделке рыбы на тушку специальной разделки [3]. В связи с этим в проекте стандарта логично предусмотреть разделку на тушку специальной разделки, а также оставить разделку рыбы на тушку, изложив ее описание в соответствии с ГОСТ 34884–2022.

В действующем стандарте нормы для показателя «Массовая доля отстоя в масле» установлены по отношению к массе рыбы и отстоя согласно методу, изложенному в ГОСТ 20221–90 «Консервы рыбные. Метод определения отстоя в масле». При это указано, что для экспортируемых или импортируемых консервов данный показатель должен определяться с учетом массы нетто, т. е. всего содержимого банки. Связано это с тем, что на момент введения в действие стандарта на консервы из копченой рыбы в масле, не был стандартизирован метод определения массовой доли отстоя в масле к массе нетто рыбных консервов. Позднее был разработан стандарт ГОСТ 32157–2013 «Консервы рыбные. Метод определения массовой доли отстоя в масле», который вступил в действие в 2014 г., и с тех пор изложенный в нем метод применяется при проведении испытаний консервов на соответствие требованиям документов по стандартизации, в том числе ГОСТ 280–2019, ГОСТ 12028–2014 «Консервы из мелких сельдевых рыб в масле. Технические условия». В связи с этим одна из задач обновления ГОСТ 7144–2006 состоит в пересмотре нормы массовой доли отстоя в масле и введения нового метода ее контроля.

В целом актуализация должна затронуть все разделы и подразделы стандарта. Сырье, используемое для изготовления консервов, по показателям безопасности должно соответствовать требованиям ТР ЕАЭС 040/2016, ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию», что, в свою очередь, должно быть отражено в соответствующем разделе стандарта. Одновременно следует привести в соответствие с ТР ЕАЭС 040/2016 и ТР ТС 021/2011 перечень показателей безопасности, контролируемых в консервах как продукции, выпускаемой в обращении на территории Евразийского экономического союза. Необходимо выбрать методы отбора и подготовки проб для проведения испытаний, методы контроля показателей безопасности с включением ссылок на устанавливающие эти методы стандарты, которые входят в Перечни к ТР ЕАЭС 040/2016 и ТР ТС 021/2011. Требования к упаковке, сведения, указываемые в маркировке, должны соответствовать таковым, регламентируемым законодательством в сфере технического регулирования.

## **ВЫВОДЫ**

В результате проведенного анализа показана необходимость пересмотра стандарта ГОСТ 7144–2006, которая тесно связана с реализацией технических регламентов Евразийского экономического союза. В процессе разработки проекта стандарта решаются задачи повышения научно-технического уровня документа, уточнения качественных характеристик продукции, корректировки и унификации требований безопасности, в том числе в части

установления и контроля показателей безопасности, требований к сырью, маркировке и упаковке. Актуализированный стандарт будет применяться на добровольной основе для обеспечения соблюдения требований технического регламента ТР ЕАЭС 040/2016, реализации программ закупок консервов для государственных и муниципальных нужд, отвечая запросам и ожиданиям потребителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Реестр ассортиментных знаков консервов, пресервов и рыбопродукции из рыбы и нерыбных объектов. М.: Изд-во ВНИРО, 2016.— 106 с.
2. Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов. Том 2. СПб.: Судостроение, 2012.— 320 с.
3. Харенко Е.Н., Фомичева Л.Ф., Сытова М.В. Справочник по разделке рыбы М.: ВНИРО, 2016.— 56 с.
4. Яновская Н.В., Павлова А.О., Кононова Л.А. и др. Статистические сведения по рыбной промышленности России: справочник под общей редакцией директора ФГБНУ «ВНИРО» К.В. Колончина. М.: ВНИРО, 2021.— 90 с.
5. Яновская Н.В., Павлова А.О., Кононова Л.А. и др. Статистические сведения по рыбной промышленности России: справочник под общей редакцией директора ФГБНУ «ВНИРО» К.В. Колончина. М.: ВНИРО, 2022.— 86 с.
6. Яновская Н.В., Павлова А.О., Кононова Л.А. и др. Статистические сведения по рыбной промышленности России.: справочник под общей редакцией директора ФГБНУ «ВНИРО» К.В. Колончина. М.: ВНИРО, 2023.— 82 с.

## **Оценка липидкорректирующего воздействия натуральных консервов из сардины иваси при использовании в питании**

*Л.В. Шульгина<sup>1</sup>, М.В. Бобылева<sup>2</sup>, К.Г. Павелъ<sup>1</sup>, Е.В. Якуш<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

<sup>2</sup> ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2 (Владивосток)

E-mail: lvshulgina@mail.ru

**Аннотация.** Проведены клинические испытания эффективности натуральных консервов из сардины иваси как богатого источника ПНЖК омега-3, в том числе эйкозапентаеновой и докозагексаеной кислот. В условиях клиники в диету пациентам с заболеваниями сердечно-сосудистой системы были введены консервы из сардины иваси. До и после приема продукта в крови больных определяли уровни показателей липидного спектра. Результаты исследования показали, что введение в рацион больных консервов из сардины иваси значительно повышало лечебный эффект стандартной терапии. В крови пациентов отмечалось более выраженное снижение уровня общего холестерина и липопротеидов низкой плотности, повышение уровня липопротеидов высокой плотности, что указывает на положительное липидкорректирующие свойства консервированного продукта. Консервы из сардины иваси рекомендованы как специализированные продукты для диетического лечебного и профилактического питания, обуславливающие снижение риска нарушений липидного обмена и развития заболеваний сердечно-сосудистой системы.

**Ключевые слова:** консервы, сардина иваси, ПНЖК омега-3, липидный спектр, пациенты.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) семейства омега-3 и фосфолипиды являются незаменимыми или эссенциальными для человека, так как его организм не синтезирует их в достаточном количестве, а получает только с пищей [1]. Наиболее биологически значимыми среди жирных кислот семейства омега-3 являются эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексаеновая (ДГК). Экспериментально установлены и широко освещены в научной литературе физиологическая роль омега-3 жирных кислот и механизмы их фармакологического действия, обуславливающие широкий спектр положительного действия на организм человека при заболеваниях сердечно-сосудистой и других систем [2–7]. Для снижения риска развития и при лечении их показано применение рыбного жира, БАД к пище и фармацевтических препаратов ПНЖК омега-3. Отдельные массовые пищевые продукты также способны обеспечить организм человека эссенциальными липидами в необходимой профилактической и лечебной дозе, однако они остаются за пределами внимания и не

востребованы как специализированные для диетического профилактического и лечебного питания.

Целью настоящей работы являлось оценка эффективности натуральных консервов из сардины иваси *S. melanostictus* при введении в рационы питания лицам с нарушениями липидного обмена.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Натуральные консервы из сардины иваси были изготовлены из свежеморозовленной рыбы в условиях крабо-рыбоконсервной плавбазы (КРКПБ) «Всеволод Сибирцев» (АО «Южморрыбфлот»). Партия консервов в количестве 480 банок была передана в ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2 (г. Владивосток) для клинических испытаний в рационе питания больных.

Исследование по оценке положительного воздействия консервов из сардины иваси на организм человека проведено в условиях кардиологического отделения с учетом Методических указаний по определению эффективности специализированной диетической лечебной и диетической профилактической пищевой продукции [8].

Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили общепринятыми математическими методами с использованием компьютерных программ «Microsoft Excel» — 2014 и «Statistica 7.0». При этом устанавливались средние значения ( $M$ ) показателей и средние ошибки ( $\pm m$ ), а также показатель достоверности различий ( $t$ ) полученных значений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор натуральных консервов из сардины иваси для оценки эффективности обусловлен тем, что жир данной рыбы характеризуются высоким содержанием фосфолипидов (2,9–4,1 г/100 г мышечной ткани) и ПНЖК (5,5–8,4 г/100 г), в том числе омега-3 жирных кислот — 3,3–4,8 г/100 г [9].

Консервы были расфасованы в банках № 6, масса нетто составляла 245 г. В 100 г консервов содержание белков составляло 17,0 г; жира — 18,1 г. Доля фосфолипидов составляла 7,7% от общей суммы липидов. В 100 г консервов их содержание достигало  $1,4 \pm 0,2$  г, что составляет не менее 20,0% от рекомендуемого уровня суточного потребления их для взрослого человека [10]. Известно, что фосфолипиды оказывают значительное влияние на липидный обмен, на факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний и печени, используются в клинической практике при их лечении. В этой связи, консервы из сардины иваси представляют собой дополнительный источник фосфолипидов.

Состав жирных кислот липидов и содержание их в консервах показаны в табл. 1.

Рекомендуемый уровень для человека суточного потребления омега-3 жирных кислот, включая ЭПК и ДГК, составляет 1–3 г [10]. Согласно клинических рекомендаций по диагностике и лечению хронической ишемической болезни сердца, разработанных по поручению Минздрава России Обществом

**Таблица 1.** Состав жирных кислот в липидах натуральных консервов из сардины иваси натуральных

Жирные кислоты	Содержание	
	% от суммы жирных кислот	г/100 г консервов
Сумма насыщенных	28,19	4,75
Сумма мононенасыщенных	31,51	5,32
Сумма ПНЖК	39,02	6,67
Сумма ПНЖК $\omega$ -3	32,75	5,92
Сумма ПНЖК $\omega$ -6	2,62	0,47
Эйкозапентаеновая (ЭПК)	18,84	3,22
Докозагексаеновая (ДГК)	6,51	1,11
Сумма ЭПК и ДГК	25,35	4,43

специалистов по неотложной кардиологии и профильной комиссией по кардиологии «...ПНЖК семейства омега-3 в дозе 4,0–6,0 г обладают выраженным лечебным (гиполипидемическим) действием и являются средством второй линии для коррекции хронической ишемической болезни сердца» [11]. С учетом этого, в натуральных консервах из сардины иваси содержание ПНЖК омега-3 соответствовало лечебной их дозе.

Проведение клинических испытаний эффективности консервов из сардины иваси в составе диеты для пациентов с диагнозом хроническая ишемическая болезнь сердца было одобрено Этическим комитетом ФГУЗ ККБ № 2. Для проведения клинических испытаний были выбраны контрольная и основная группы пациентов с диагнозом ХИБС, которые получали стандартную гиполипидемическую терапию, включающую прием лекарственных препаратов (статинов). Рационы питания у пациентов контрольной и опытной групп по пищевой и энергетической ценности (1900–2000 ккал) были идентичны. Пациенты основной группы дополнительно в течение 30 дней получали ежедневно по 100 г консервов из сардины иваси за счет замены в составе стандартной диеты продукта из животного сырья. Для соответствия рационов питания по энергетической ценности при замене консервами из сардины иваси мясного продукта с низким содержанием жира (телятина, индейка, минтай, треска и др.) у пациентов основной группы было снижено содержание растительного масла на 7–10 г. До и после окончания исследования в лабораторном отделении ККБ № 2 проводились анализы крови пациентов на липидный спектр: общий холестерин (ОХ), триглицериды (ТГ), фракции холестерина: липопротеины высокой плотности (ЛПВП), липопротеины низкой плотности (ЛПНП), липопротеины очень низкой плотности (ЛПОНП), а также липопротеин А1 (Аро А1) и липопротеин В (Аро В), рассчитан коэффициент атеросклероза или коэффициент атерогенности (КА).

Результаты проведенных исследований показали, что в обеих клинических группах наблюдались положительное изменение показателей липидного

обмена (табл. 2). Однако, у пациентов основной группы отмечена более выраженная коррекция показателей липидного обмена, чем у пациентов контрольной группы. Установлено, что на фоне снижения уровня ОХС (общего холестерина), происходит достоверное снижение холестерина липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), а также повышение холестерина липопротеинов высокой плотности (ЛПВП), достоверность различий (t) этих значений составила 92–95%.

**Таблица 2.** Изменения показателей липидного обмена у участников обследования после получения стандартной терапии и диеты, обогащенной ПНЖК семейства омега-3

Показатели	Группы участников обследования					
	контрольная			основная, получавшая дополнительно консервы из сардины иваси		
	до лечения	после лечения	t, %	до лечения	после лечения	t, %
ОХС, ммоль/л	5,98±0,74	4,97±0,44	95	5,71±0,4	4,69±0,39	95
ЛПВП, ммоль/л	1,12±0,26	1,27±0,28	90	1,05±0,23	1,33±0,20	95
ЛПНП, ммоль/л	3,57±1,05	3,1±0,74	71	3,72±0,54	2,93±0,37	92
ЛПОНП, ммоль/л	0,89±0,24	0,76±0,23	74	0,92±0,19	0,64±0,14	86
ТГ, ммоль/л	2,48±0,87	2,36±0,84	54	2,62±0,75	2,12±0,46	72
КА, ед	4,59±1,42	3,12±1,13	88	4,61±0,74	2,75±0,38	95
Апо А1, г/л	1,10±0,34	1,23±0,44	86	1,25±0,09	1,54±0,12	95
Апо В, г/л	1,36±0,46	1,28±0,28	64	1,40±0,14	1,07±0,18	90
АСТ, мЕ/л	36,07±12,2	34,67±10,57	53	38,23±10,35	30,86±6,49	61
АЛТ, мЕ/л	33,20±9,6	32,54±8,24	52	38,87±9,7	31,68±6,6	73

Также в основной группе пациентов после терапевтических мероприятий отмечена тенденция к снижению в крови уровня «плохого холестерина» — липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП) и количества триглицеридов (достоверность различий 86% и 72%, соответственно). Эти показатели были более близки к нормальным значениям, а достоверность их различий выше, чем у пациентов контрольной группы, что обусловлено положительным влиянием на липидный спектр крови ПНЖК омега-3.

Установлено достоверное повышение количества липопротеина Апо А1, способствующего удалению холестерина из стенок сосудов. Отмечена заметная тенденция снижения значений липопротеина Апо В, представляющего собой фактор развития атеросклероза, что указывает на снижение риска заболевания. Достоверность различий показателей Апо А1 и Апо В в крови участников обследования основной группы до и после терапевтических ме-

роприятий (стандартной терапии и обогащение диеты консервами с повышенным содержанием ПНЖК омега-3) выше, чем в контрольной группе.

У пациентов обеих группах отмечена положительная тенденция в динамике изменений печеночных ферментов крови, но у пациентов, рацион которых был обогащен консервами из сардины иваси с повышенным содержанием ПНЖК омега-3 и фосфолипидов, достоверность различий была выше, чем у пациентов, получавших только стандартную терапию.

## ВЫВОДЫ

Включение в рацион питания натуральных консервов из сардины иваси оказывает положительное влияние на липидный спектр крови людей с нарушением липидного обмена, способствует снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, повышает гиполипидемический эффект стандартной терапии.

Полученные результаты исследования позволяют заключить, что натуральные консервы из сардины иваси как источник ПНЖК омега-3 и фосфолипидов соответствуют требованиям, предъявляемым к специализированной продукции для диетического профилактического и диетического лечебного питания. Они рекомендованы в комплексе терапевтических мероприятий для профилактики и лечения хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рождественский Д.А., Бокий В.А. 2014. Клиническая фармакология омега-3 полиненасыщенных жирных кислот // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. № 3. С. 121–134.
2. Плотнокова Е. Ю., Синькова М.Н., Исаков Л.К. 2018. Роль омега-3 ненасыщенных кислот в профилактике и лечении различных заболеваний // Лечащий врач.— № 7. С. 63–67.
3. Пристром М.С., Семенов И.И., Олихвер Ю.А. 2017. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты: механизмы действия, доказательства пользы и новые перспективы применения в клинической практике // Медицинские новости. № 3. С. 13–16.
4. Pinelopi S.S., Eleni A., George A., Marios P., Melina L., Ioannis P.S., Christoforos G.D. 2020. The effects of a 6-month high dose omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids and antioxidant vitamins supplementation on cognitive function and functional capacity in older adults with mild cognitive impairment // *Nutrients*. Vol.12, № . 325. P.1–17.
5. Gómez-Limia L., Noemí C., Inmaculada F., Sidonia M. 2020. Fatty acid profiles and lipid quality indices in canned European eels: Effects of processing steps, filling medium and storage // *Food Research International*. Vol. 136. P. 1–10.
6. Matos Â.P., Matos A.C., Moecke E.H.S. 2019. Polyunsaturated fatty acids and nutritional quality of five freshwater fish species cultivated in the western region of Santa Catarina, Brazil // *Brazilian Journal of Food Technology*. V. 22. P. 1–11.
7. Mocellin M.C., Fernandes R., Chagas R.T., Trindade B.E. 2018. A meta-analysis of n-3 polyunsaturated fatty acids effects on circulating acute-phase protein and cytokines in gastric cancer // *Clinical Nutrition*. Vol. 37, № .3. P. 840–850.
8. Порядок проведения исследований эффективности специализированной диетиче-

ской лечебной и диетической профилактической пищевой продукции: Методические указания. 2016. М.: Федеральное государственное научное бюджетное учреждение «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 31с.

9. Shulgina L.V, Davletshina T.A., Pavlovskii A.M., Pavel K.G. 2020. Lipid and Fatty-Acid Compositions of Muscle Tissue from *Sardinops melanostictus* // *Chemistry of Natural Compounds Springer*. Vol. 56, N 2. P. 305–308.
10. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации. МР 2.3.1.0253–21. 2021. М.: Роспотребнадзор. 72 с.
11. Клинические рекомендации. Диагностика и лечение хронической ишемической болезни сердца. Разработаны по поручению Минздрава России, утверждены Обществом специалистов по неотложной кардиологии и профильной комиссией по кардиологии. 2013. М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации. 69 с.

# **ЭКОНОМИКА**



## **Тренд-сезонное прогнозирование улова рыбы и добычи других водных биоресурсов в Крыму**

*Л.В. Алексахина, Н.А. Логунова, Н.Н. Яркина*

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»  
e-mail: natalya\_logunova@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемы развития рыбохозяйственного комплекса Крыма (РХК); выявлены тенденции развития РХК Республики Крым и г. Севастополь; проведено трендсезонное прогнозирование улова рыбы и добычи других водных биоресурсов в Крыму на основе построения уравнений регрессии. Установлено, что к 2025 г. возможно доведение объемов улова рыбы и добычи других водных биоресурсов до катастрофически низких уровней, что поставит под угрозу осуществление рыбохозяйственной деятельности и существенно усилит степень импортозависимости региона. Обоснована необходимость принятия срочных мер по осуществлению государственной поддержки предприятий, осуществляющих вылов рыбы и добычу других водных биоресурсов; предложен ряд организационно-управленческих решений для возрождения рыбной отрасли в Крыму.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный комплекс, тренд, прогнозирование, улов рыбы, импортозависимость.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Рыбохозяйственный комплекс Крыма, ранее вносивший весомый вклад в региональное развитие как бюджетообразующий и социально значимый сектор экономики, решающий проблему продовольственной безопасности и обеспечивающий высокий уровень занятости населения региона с достойным доходом, на сегодняшний день находится в весьма «плачевном» состоянии: частичное разрушение объектов водной и береговой инфраструктуры; слабая материально-техническая база; потеря океанического рыболовства; недостаточно реализованный потенциал аква- и марикультуры и т. п. — всё это привело к неэффективному функционированию предприятий рыбной отрасли и утрате конкурентных преимуществ региона. Кроме того, произошло оскудение запасов гидробионтов в Азово-Черноморском бассейне, где большую роль сыграли бесконтрольность со стороны государства, коррупционность, равнодушие, некомпетентность в вопросах рыбохозяйствования на государственном и локальном уровнях управления в 90-е годы прошлого столетия и позже.

Следует отметить, что утвержденные целевые федеральные программы и проекты развития региона позволили Республике Крым добиться соответствующих экономических результатов в части роста ВРП (с 266 млрд руб. в 2015 г. до 615 млрд руб. в 2022 г., более чем в 2,3 раза); увеличения инве-

стиций в основной капитал с 47,6 млрд руб. в 2015 г. до 214,1 млрд в 2022 г. и количества предприятий (организаций) на 10% за аналогичный период.

Однако, в рыбохозяйственном комплексе региона, как было отмечено ранее, несмотря на положительную динамику ряда показателей, сохраняются негативные тенденции отраслевого развития, что предопределяет необходимость в поиске новых идей по достижению эффективного функционирования РХК Крыма, базирующихся на ретроспективном анализе основных количественных показателей отрасли.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Проблема неэффективного развития рыбохозяйственного комплекса Крыма неоднократно поднималась на разных иерархических уровнях власти; обсуждалась на научно-практических конференциях и круглых столах; по данной тематике ведущими учеными было подготовлено множество публикаций в высорейтинговых научных журналах [1–5]. Кроме того, в рамках реализации государственной политики импортозамещения и снижения негативного воздействия санкций со стороны целого ряда зарубежных стран разрабатывается программа стратегического развития рыбохозяйственного комплекса, базирующаяся на применении современных информационных технологий в отрасли, получивших развитие в контексте реализации ключевых направлений цифровой трансформации экономики.

Исследование базировалось на использовании методов прогнозирования, сравнительного анализа, трендового и регрессионного анализа, системного и комплексного подходов.

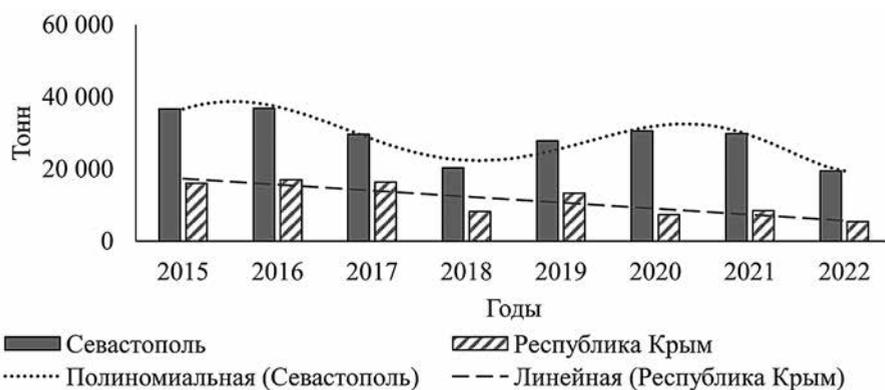
## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выявления тенденций развития РХК и поиска путей решения обозначенной проблемной ситуации рассмотрим динамику улова рыбы и добычи других водных биоресурсов (рис. 1, табл. 1, 2).

Согласно представленным данным, в рыбохозяйственной сфере города федерального значения Севастополь и Республики Крым сложились тенденции к снижению улова рыбы и объёмов добычи других водных биоресурсов, которые характеризовались ежегодными темпами снижения 8,68% и 14,42% соответственно. При этом в 2022 г. вылов водных биологических ресурсов в Крыму снизился более чем на 35% по сравнению с 2021 г., что обусловлено временным закрытием в Черном море основных районов промысла в связи с проведением СВО, что, безусловно, не смогло не повлиять на финансовые результаты деятельности рыбодобывающих предприятий, большинство из которых на сегодняшний день находятся на грани банкротства.

Следует отметить, что тенденции развития РХК в Крыму не согласуются с динамикой развития отрасли в целом по России, которая характеризовалась среднегодовым темпом прироста 1,43%.

Полиномиальные функции описали ретроспективные данные с максимальным значением  $R^2$ , что, однако, не позволило использовать их для полу-



**Рис. 1.** Динамика улова рыбы и добычи других водных биоресурсов в Крыму за период 2015–2022 гг.

**Таблица 1.** Уравнения регрессии, описывающие динамику улова рыбы и добычи других водных биоресурсов в Республике Крым и г. Севастополь за 2015–2022 гг.

Территория по ОКАТО	Вид регрессии	Уравнение регрессии	R <sup>2</sup>
Город федерального значения Севастополь	линейная	$y=36665,85714-1730,107143*x$	0,4296
	логарифмическая	$y = -6380\ln(x) + 37337$	0,4817
	экспоненциальная	$y = 37042e^{-0,061x}$	0,3855
	полиномиальная (5 степень)	$y = 54,427x^5 - 1434x^4 + 13637x^3 - 56565x^2 + 95238x - 14407$	0,9474
	полиномиальная (6 степень)	$y = 17,32x^6 - 413,22x^5 + 3510,2x^4 - 12225x^3 + 12824x^2 + 6782,8x + 26123$	0,9555
Республика Крым	линейная	$y=18999,71429-1662,630952*x$	0,7586
	логарифмическая	$y = -5424\ln(x) + 18708$	0,6657
	экспоненциальная	$y = 21421e^{-0,156x}$	0,756
	полиномиальная (5 степень)	$y = 14,566x^5 - 383,44x^4 + 3763,1x^3 - 16793x^2 + 31062x - 1697,5$	0,8085
	полиномиальная (6 степень)	$y = -0,4854x^6 + 27,673x^5 - 522x^4 + 4488x^3 - 18738x^2 + 33541x - 2833,4$	0,8085

чения прогнозных значений, ввиду их необоснованного завышения против значений предыдущего периода, ибо ожидать резкого роста объемов уловов в Республике Крым и г. Севастополь в условиях ограничений, связанных с необходимостью проведения СВО, необоснованно.

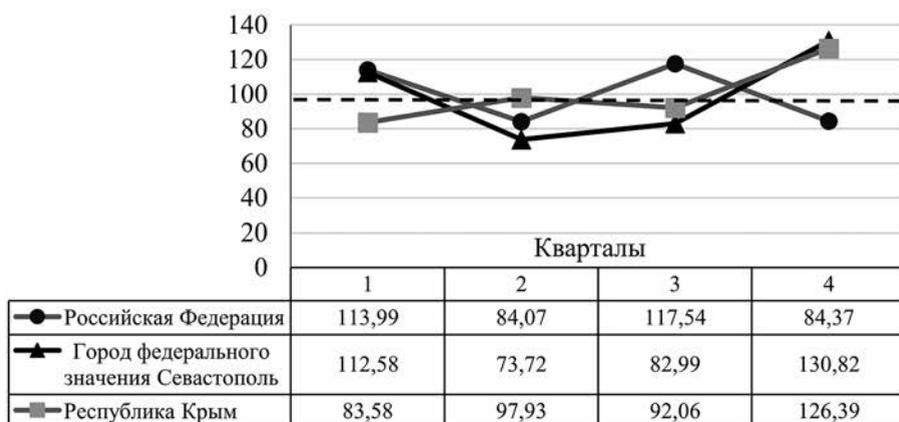
В табл. 2 представлены прогнозы улова рыбы и добычи других водных биоресурсов на основе уравнений регрессии, описывающих динамику улова рыбы и добычи других водных биоресурсов в РФ, Республике Крым и г. Севастополь, с применением линейной, логарифмической и экспоненциальной регрессии.

**Таблица 2. Прогнозы улова рыбы и добычи других водных биоресурсов в РФ, Республике Крым и г. Севастополь, т**

Годы	Кварталы				Итого
	1	2	3	4	
<b>Российская Федерация (линейная регрессия)</b>					
2023	1501828,065	1107624,846	1548588,473	1111568,962	5269610,345
2024	1527159,634	1126307,329	1574708,758	1130317,97	5358493,691
2025	1552491,204	1144989,811	1600829,043	1149066,978	5447377,036
<b>Российская Федерация (логарифмическая регрессия)</b>					
2023	1453074,28	1071668,07	1498316,71	1075484,15	5098543,21
2024	1462319,17	1078486,34	1507849,44	1082326,69	5130981,64
2025	1470878,60	1084799,06	1516675,37	1088661,90	5161014,93
<b>Российская Федерация (экспоненциальная регрессия)</b>					
2023	1511298,59	1114609,53	1558353,87	1118578,52	5302840,51
2024	1540595,88	1136216,80	1588563,35	1140262,73	5405638,76
2025	1570461,11	1158242,94	1619358,46	1162367,30	5510429,80
<b>Город федерального значения Севастополь (линейная регрессия)</b>					
2023	5 935	3 887	4 375	6 897	21 095
2024	5 449	3 568	4 017	6 332	19 365
2025	4 962	3 249	3 658	5 766	17 635
<b>Город федерального значения Севастополь (логарифмическая регрессия)</b>					
2023	6561,14	4296,41	4836,73	7624,42	23318,71
2024	6372,01	4172,56	4697,30	7404,64	22646,51
2025	6200,91	4060,52	4571,18	7205,81	22038,43
<b>Город федерального значения Севастополь (экспоненциальная регрессия)</b>					
2023	6019,24	3941,56	4437,25	6994,70	21392,76
2024	5663,04	3708,31	4174,67	6580,78	20126,80
2025	5327,92	3488,86	3927,63	6191,35	18935,76
<b>Республика Крым (линейная регрессия)</b>					
2023	843	988	929	1 275	4 036
2024	496	581	546	750	2 373
2025	149	174	164	225	711
<b>Республика Крым (логарифмическая регрессия)</b>					
2023	1418,95	1662,58	1563,01	2145,71	6790,25
2024	1299,53	1522,66	1431,46	1965,13	6218,78
2025	1191,50	1396,08	1312,47	1801,77	5701,82
<b>Республика Крым (экспоненциальная регрессия)</b>					
2023	1099,44	1288,22	1211,06	1662,56	5261,27
2024	940,63	1102,14	1036,13	1422,41	4501,32
2025	804,77	942,95	886,47	1216,96	3851,15

Учитывая повышательную тенденцию изменения улова рыбы и добычи других водных биоресурсов в РФ в ретроспективном временном интервале, все полученные прогнозные значения данного показателя с 2023 по 2025 гг. демонстрируют его ежегодный прирост.

В г. Севастополь прогноз улова рыбы и добычи других водных биоресурсов, построенный на основе логарифмической регрессии, является более оптимистичным, однако, также, как динамика показателя в 2015–2022 гг. имеет понижающую тенденцию. По Республике Крым, если не принимать во внимание полиномиальную регрессию, дающую необоснованно высокие прогнозные значения, целесообразно акцентировать внимание на прогнозе, построенном на основе уравнения линейной регрессии. Однако, следует заметить, что данный прогноз весьма пессимистичен и к 2025 г. возможно доведение объемов улова рыбы и добычи других водных биоресурсов до катастрофически низких уровней, что поставит под угрозу осуществление рыбохозяйственной деятельности и существенно усилит степень импортозависимости региона.



*Рис. 2. Индексы сезонности улова рыбы и добычи других водных биоресурсов в РФ, Республике Крым и г. Севастополь, %*

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в Республике Крым и городе федерального значения Севастополь необходимо принятие срочных мер по осуществлению государственной поддержки предприятий, осуществляющих вылов рыбы и добычу других водных биоресурсов, что весьма актуально в сложившихся объективных условиях ограничений в Азово-Черноморском бассейне, в связи с проведением СВО и временной невозможностью осуществления рыбохозяйственной деятельности в прежнем режиме.

Мы считаем, что для возрождения рыбной отрасли в Крыму необходимо принять ряд организационно-управленческих решений, в частности:

1) Инициировать создание рыбохозяйственного кластера, а также разработать действенный механизм государственной поддержки и стимулирования участников кластерного образования с привлечением региональных органов исполнительной власти к реализации данного процесса.

2) Акцентировать внимание на реализации стратегических направлений развития РХК Крыма, в частности, на товарном выращивании гидробионтов, во-первых, как на социально ориентированном виде рыбохозяйственной деятельности, во-вторых, способствующем сохранению целостности экосистемы, в-третьих, выступающем альтернативным источником занятости, который может обеспечить цели РХК во всех трех сферах региональной социо-эколого-экономической системы.

3) Активизировать усилия на привлечении инвестиционных ресурсов для организации рыбоводных хозяйств по товарному выращиванию гидробионтов ценных пород (осетровые, лососевые) в замкнутом цикле и по смешанной технологии (береговые бассейны с прямоточным морским водоснабжением и с установками замкнутого водоснабжения), выращиванию кефалевых (в частности, пиленгаса) и форели (прежде всего, радужной) в садковых комплексах, а также выращивание мидий и устриц на коллекторах.

4) Разработать комплексный план (с обоснованными источниками финансирования) по внедрению инновационных проектов по выращиванию морских и пресноводных макро- и микроводорослей и производство из них ценной пищевой, кормовой, фармакологической и косметической продукции; внедрение глубокой безотходной переработки выращиваемых морепродуктов с целью получения пищевой, кормовой и лечебно-профилактической продукции, в частности, белково-углеводных концентратов из мидий широкого спектра лечебного и профилактического действия.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алексахина Л.В., Трегулова И.П. Основные направления развития рыбохозяйственного комплекса Республики Крым // Проблемы прогнозирования.— 2016.— № 2. — С. 116–124.
- Колончин К.В., Серегин С.Н., Сысоев Г.В. Новая модель социального развития и экономика природосбережения — основной вектор аграрной политики России // Пищевая промышленность. 2021. № 12. — С. 38–50— doi: 10.52653/PPI.2021.12.12.008
- Колончин К.В., Труба М.А., Кузичева Н.Ю. Тенденции развития аквакультуры в России: перспективы качественного улучшения продовольственной безопасности и устойчивого роста экономического потенциала отрасли // Продовольственная политика и безопасность.— 2023. — Том 10.— № 3. — С. 533–546. — doi: 10.18334/ppib.10.3.118265
- Логунова Н.А., Яркина Н.Н., Алексахина Л.В. Функционирование и развитие рыбохозяйственного комплекса Крыма с позиций экосистемного подхода // Труды ВНИРО.— 2022. — Т. 190. — С. 135–142. — doi: 10.36038/2307–3497–2022–190–135–142
- Яркина Н.Н., Логунова Н.А. Устойчивое развитие рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации: факторы и тенденции // Труды ВНИРО.— 2023.— № 192. — С. 192–201. — doi: 10.36038/2307–3497–2023–192–192–201

## **Факторы влияния бизнес-процессов на конкурентоспособность в агропромышленном комплексе**

*К.П. Бугаев, В.П. Черданцев*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: bugaev.kp@gmail.com

**Аннотация.** Развитие и эффективное формирование бизнес-процессов АПК играет важную роль в достижении продовольственной безопасности, экономической эффективности и экологической устойчивости отрасли, обеспечивая агропромышленным предприятиям конкурентные преимущества, необходимые для процветания в современных экономических условиях. Их проектирование, учитывающее технологическую интеграцию, эффективность цепочки поставок, производительность труда и контроль качества напрямую коррелируют с операционной эффективностью. Бизнес-процессы позволяют автоматизировать и улучшить управление ресурсами, тем самым повышая конкурентоспособность и устойчивость отрасли. В статье рассматриваются факторы влияния на операционную эффективность бизнес-процессов продуктовых подкомплексов.

**Ключевые слова:** бизнес-процессы, агропромышленный комплекс, кластерный подход, качество продукции, контроль качества.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Оптимизация бизнес-процессов стала необходимым условием устойчивости и роста в эпоху стремительного технологического прогресса и глобальной конкуренции. В то время как управление бизнес-процессами исторически применялось в таких секторах, как производство, финансы, здравоохранение и информационные технологии, его применение в сельском хозяйстве и рыбоводстве только в последнее время становится все более актуально. Управление бизнес-процессами включает в себя идентификацию, анализ, проектирование и совершенствование бизнес-процессов внутри организации. В сельском хозяйстве и рыбоводстве эти процессы могут включать управление цепочкой поставок, операции от фермы до рынка, мониторинг качества воды и севооборот. Тщательно изучая эти процессы, организации могут повысить эффективность, сократить количество отходов и принимать решения, основанные на данных. [4]

Сельское хозяйство и рыбоводство часто предполагают комплексное использование водных, трудовых и машинных ресурсов. Процессный подход помогает достичь максимальной производительности в отрасли при минимальном потреблении ресурсов. Кроме того, все более строгие руководящие принципы устойчивого ведения сельского хозяйства позволят процессному подходу упростить операции с помощью автоматизированных рабочих мест.

Сельское хозяйство и аквакультура подвержены многочисленным рискам, включающим колебания рыночных цен, стихийные бедствия и болезни, в то же время обеспечение стабильного качества продукции имеет первостепенное значение. [3] Именно поэтому процессный подход помогает стандартизировать процедуры и показатели контроля качества и нивелировать риски, повышая устойчивость и конкурентоспособность. Благодаря этому, организации могут снизить операционные расходы и увеличить норму прибыли за счет устранения неэффективности.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.

Для понимания факторов влияния на результативность операционной деятельности и интеграции бизнес-процессов, а также информационных технологий и аналоговых операций в агропромышленном комплексе можно рассмотреть кластерный подход интеграции сельского хозяйства и цифровизации как методологическую основу стратегического развития в агропромышленном секторе экономики, объединяя производство, инвестиции и различные квалификации, формируя устойчивое развитие на основе эффективного использования ресурсов и повышения производительности. [2] Наиболее важные элементы внешней и внутренней среды, на которых базируются принципы кластеризации проиллюстрируем на рис. 1.

В качестве инновационных систем здесь выступают научные и прикладные компетенции для повышения инновационного потенциала кластера. Техническая и технологическая база проявляются в использовании передовых ресурсов и технологий для расширения производственных возможностей. Многоотраслевая (в контексте трансформации по уровням) направленность рассматривается в различных горизонтальных уровнях управления и видах

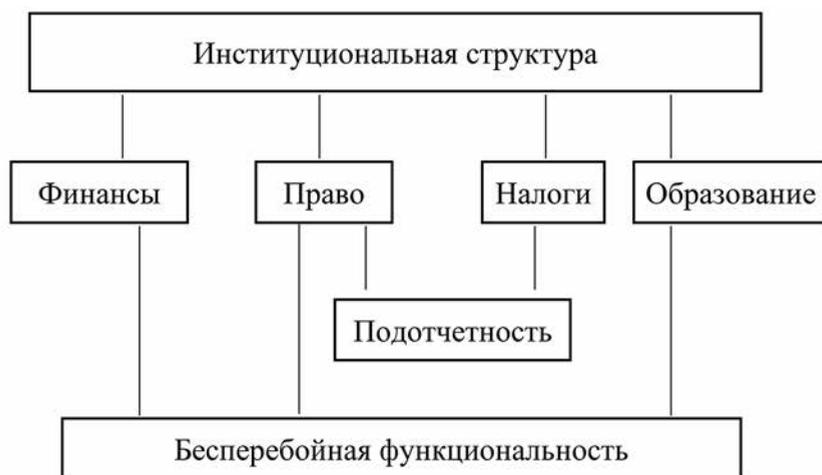


Рис. 1. Интеграция элементов кластерного подхода для устойчивого развития

деятельности. Маркетинг и сбытовая политика являются частной функцией управления, обеспечивающей непрерывную цепочку поставок для устойчивого роста. Оперативная информация выступает в качестве внешнего фактора и рассматривается в контексте предварительного этапа, который охватывает больше организационных мер для согласованных действий и организованной структуры управления, подчеркивая важность более новой и актуальной информации. В этом случае государственное регулирование выступает стимулом рыночного механизма и одобряется активная роль органов власти, что указывает на сочетание рыночных механизмов и регулирования в качестве баланса к развитию кластерного подхода и самих кластеров. [2]

Следует рассмотреть интеграцию технологий в сельскохозяйственном секторе, акцентируя внимание на кластерный подход, в качестве методологии интеграции сельскохозяйственной и технологической инфраструктур, что в результате формирует ценную информацию о микро- и макроэкономическом планировании, необходимом для устойчивого роста и продовольственной безопасности. Рассмотрим компоненты и признаки интеграции, которые являются разрозненными технологическими процессами в АПК и перерабатывающей промышленности для создания комплексной, устойчивой и технологически продвинутой экосистемы. Налоговые, финансовые, юридические и образовательные аспекты существуют в системе управления и нормативно-правовой базы, обеспечивающей подотчетность и бесперебойную функциональность [9] (рис. 2).

Проблема данной концепции заключается в дихотомии свойств, проявляемых как в централизованном управлении (структура управления, способная контролировать сложные взаимодействия между различными под-



*Рис. 2. Концепция взаимодействия субъектов интеграционных структур региональной экономики*

разделениями, оптимизируя процессы и снижая риски), так и в финансовой независимости для каждого участника кластера.

При рассмотрении фактора контроля качества выделяется ее оптимизация через принцип децентрализации и персонификации ответственности, которые хорошо согласуются с современными теориями управления, выступающими за расширение прав и возможностей нижних уровней организационной иерархии. Возлагая ответственность за конкретные области и результаты качества на каждый отдел или должность, система обеспечивает более гибкий механизм поддержания и улучшения стандартов качества. В совокупности это улучшает общую систему управленческого учета и обеспечивает быструю адаптацию к изменяющимся условиям. [1]

Подчеркивая переход к инновационной модели развития для обеспечения высокого уровня экономической эффективности и конкурентоспособности, следует отметить, что инновации заключаются не только в технологиях или продуктах, но и распространяются на все системы менеджмента качества. Это подчеркивает важность переосмысления традиционных подходов и предполагает, что более высокие экономические выгоды связаны с передовым управлением качеством. [7]

В качестве примера можно рассмотреть условную корреляцию между качеством корма и качеством молока — качество кормов определено как определяющий фактор качества и продуктивности конечных продуктов, таких как молоко. Следовательно, сосредоточение внимания на улучшении качества кормов может вызвать цепочку улучшений в различных областях сельского хозяйства. Требуется акцентировать на системах управления процессами, которые включают моделирование и реинжиниринг бизнес-процессов. Такой подход позволяет проводить систематическую оценку и совершенствование процессов, влияющих на качество кормов. В отличие от традиционных систем управления, управление процессами рассматривает операции как взаимосвязанные рабочие процессы, которые могут быть оптимизированы для достижения лучших результатов и вводит концепцию «адаптивной интенсификации», подчеркивая важность экологического баланса в стремлении к повышению качества и экономических выгод.

Ведущую роль в обеспечении качества продукции играют стандарты серии ISO 9000. Эти методологические рекомендации содержат минимальные требования, которым должна соответствовать организация, но сами методы достижения этих требований не описаны. Это значит, что управление может настраивать контроль качества в соответствии с потребностями организации и типами продуктов, приводя к формальному подходу к обеспечению качества, который может не учитывать специфические отраслевые нюансы [6].

Подход к контролю за качеством заключается в том, что, не смотря на различные системы управления качеством и безопасностью, используются надежные основы для различных аспектов производства, включая комплексный подход, сочетающий сильные стороны нескольких систем, наибо-

лее эффективных для обеспечения качества и безопасности продукции. Применяя целостную стратегию, предприятия могут ориентироваться в сложностях сельскохозяйственного производства для выпуска высококачественной и безопасной продукции [8].

Однако следует выделить ряд проблем, связанных с качеством в АПК. Агропромышленный комплекс характеризуется большим вниманием к росту производства и несистемным инвестициям, а не инновациям и устойчивому развитию. Реальной целью должны быть качество, конкурентоспособность и бережливое производство, при этом рост производства и инвестиций должен рассматриваться как средство достижения этих целей, а не как сама цель.

Современный АПК рассматривается как наиболее затратный, поэтому бережливое производство упоминается как защита от потерь и расточительства, а также как средство от долгосрочной экономической стагнации. Именно поэтому переход к инновационному подходу должен фокусироваться на снижении затрат, повышении качества и бережливом производстве.

Концепцию внедрения функции обеспечения качества в сельском хозяйстве можно рассматривать и как учет предпочтений и потребностей потребителей, начиная с выбора культур для выращивания и заканчивая методологиями, используемыми для ведения сельского хозяйства и сбора урожая. Разделяя отзывы потребителей на категории «потребительские требования», сельскохозяйственные предприятия могут расставлять приоритеты в отношении этих потребностей в производственном процессе. Это может включать требования к органическим продуктам, специфическим профилям питательных веществ или экологически чистым методам ведения сельского хозяйства, подтверждая, что в сельском хозяйстве управление качеством является обязательным требованием и частью бизнес-стратегии. [5]

## ВЫВОДЫ

Таким образом, можно констатировать, что качество в сельском хозяйстве — это многогранная концепция, на которую влияет множество факторов, начиная от технических и заканчивая социальными. Важность наличия надежной системы управления качеством АПК невозможно переоценить, особенно в условиях изменчивых природных условий, характерных для сельскохозяйственного производства. Учитывая экономические последствия, сельскохозяйственным предприятиям, независимо от их масштаба, становится крайне важно интегрировать эффективные стратегии управления качеством, возможно при государственной поддержке, для обеспечения долгосрочной устойчивости и конкурентоспособности на рынке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Балашова Н.Н., Мелихов В.А., Носко О.В., Титова В.В. Учетно-контрольные мероприятия по управлению качеством на молокоперерабатывающих предприятиях // Известия НВ АУК. 2013. № 1 (29). — С. 212–217.

2. Гусаков Е. Методологические подходы к созданию кластерных структур в АПК // Наука и инновации. 2019. № 9 (199). — С. 58–62.
3. Кононенко Г.П., Онищенко Д.А., Устюжанина М.И. Риски возникновения микотоксинов рыб в условиях аквакультуры (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2021. № 2. — С. 261–278.
4. Лисовский А.Л. Оптимизация бизнес-процессов для перехода к устойчивому развитию в условиях четвертой промышленной революции // СРРМ. 2018. № 4 (107). — С. 10–18.
5. Подлинова А.М. Анализ методов управления затратами на качество на предприятиях технического сервиса АПК // Наука без границ. 2019. № 11 (39). URL: — С. 30–35.
6. Почтовая И.Г. Концептуальные основы систем управления качеством и безопасностью продукции АПК // Проблемы экономики. 2012. № 1 (14). — С. 165–174.
7. Ситников Н.П. Управление качеством в кормопроизводстве АПК Кировской области // Проблемы современной экономики (Новосибирск). 2010. № 2–2. — С. 375–379.
8. Черданцев В.П., Зотов А.В., Криницын И.В. Управление бизнес-процессами в продуктовых подкомплексах АПК // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2023. № 10. — С. 27–33
9. Шкежев Р.Х. Стратегическое управление взаимодействием субъектов интеграционных структур региональной экономики // РЭиУ. 2012. № 30. — С. 1–9.

## Управление организациями РХК с использованием цифровых сервисов

*А.Р. Ваганова*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: valieva-alsu90@mail.ru

**Аннотация.** В статье анализируется управление организациями РХК с использованием цифровых сервисов. Представлена блок-схема управления РХК с использованием цифровых сервисов. Рассмотрена схема взаимодействия организаций РХК с поставщиками материально-технических ресурсов и участниками рынка.  
**Ключевые слова:** цифровые сервисы, цифровизация, РХК, управление, эффективность, поставщики.

### ВВЕДЕНИЕ

Управление организациями в рыбохозяйственном комплексе стало актуальной темой в современном мире. С постоянным ростом численности населения и повышением его потребностей в пищевых продуктах, в том числе в рыбе, эффективное управление процессами производства в рыбохозяйственных комплексах становится ключевым фактором успешной деятельности. Использование цифровых сервисов в управлении рыбохозяйственными комплексами является актуальной и необходимой мерой для обеспечения эффективной работы и успеха предприятий. Это позволяет повысить качество продукции и снизить затраты, а также обеспечить устойчивое развитие рыбного хозяйства в условиях современного рынка. Цель — рассмотреть управление организациями РХК с использованием цифровых сервисов.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Теоретический анализ литературных и научных исследований.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рыбохозяйственный комплекс (далее — РХК) России — производственно-экономический комплекс с многоотраслевой системой, объединяющей рыболовство, рыболовство, производство кормовой, пищевой и технической продукции, вспомогательные производства, а также международные и межрегиональные связи. Основная роль РХК — обеспечение населения продуктами питания, тем самым обеспечивая продовольственную безопасность страны.

К организациям (компаниям) РХК относятся: рыбопромысловый флот, ремонтные и портовые базы, рыбоперерабатывающие предприятия (заводы), рефрижераторно-складское хозяйство, тарные и сетевязальные пред-

приятия, научно-исследовательские институты рыбного хозяйства, кроме государственных производителей, рыбную промышленность осуществляет и малый бизнес.

Российское законодательство предусматривает такие виды рыболовства как промышленное, прибрежное, спортивное, любительское, традиционное (традиционный вид хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока), а также рыболовство в научных, учебных и культурно-просветительских целях, рыболовство в целях аквакультуры (рыбоводства).

Цифровая трансформация предприятий РХК основывается на использовании современных бизнес-технологий, представляющих собой сложный комплекс междисциплинарных научных знаний, современных технологий и организационных решений с использованием интеллектуальных ресурсов. Цифровые технологии являются естественным следствием общественного развития и перехода к новому технологическому укладу, и обусловлены синергетическим взаимодействием трех ключевых направлений развития современного бизнеса. Эти направления включают: многосторонние научные исследования, охватывающие многие виды человеческой деятельности; набирающая силу концепция открытых инноваций; массовый трансфер передовых производственных и организационных решений в различные сектора экономики, в том числе и в сферу деятельности РХК.

Алгоритм системы управления организациями РХК с использованием цифровых сервисов во всем многообразии связей между основными участниками этого процесса может быть представлен следующим образом.

Предлагаемая нами структура призвана решать ряд основных задач: анализ, планирование, исполнение и контроль. Цифровое управление позволяет проводить анализ и планирование работы конкретной бизнес-структуры с учетом внутренних и внешних условий, в рамках которой осуществляются бизнес-процессы. На данном этапе изучаются бизнес-процессы и продукты (товары, работы и услуги), оцениваются текущие проблемы развития, анализируются производственно-технологические процессы, которые можно совершенствовать и автоматизировать на базе соответствующих цифровых платформ и программных продуктов.

Полученный анализ позволяет наметить стратегию развития организаций РХК, проводить маркетинговые исследования, а также проводить анализ с учетом состояния запасов ВБР. Планирование разных видов деятельности компаний дает возможность определять необходимые виды привлечения ресурсов, в том числе финансовых для обеспечения и развития инфраструктуры хранения и транспортировки готовой продукции.

На последующих этапах технологических процессов осуществляются исполнение и контроль за всей деятельностью, на которую распространяется цифровое управление, с переходом персональной ответственности каждого участника бизнес-процесса.

Цифровое управление РХК базируется на рекомендациях научных организаций, по определению ОДУ, РВ, акваторию вылова, данных ГИС — данных таможенного комитета, данных ФНС, данных Минсельхоза, ФАС.

Отметим, что основными потребителями цифрового управления выступают:

- Минсельхоз России (департамент, Федеральное агентство по рыболовству, Россельхознадзор, отраслевые ВУЗы);
- Минпромторг России;
- Минкомсвязь России;
- Федеральная налоговая служба;
- Федеральная таможенная служба;
- муниципальные образования;
- региональные органы;
- организации (компании) РХК.

Рассмотрим блок-схему управления РХК с использованием цифровых сервисов. Считаем, что достичь цели эффективного использования средств господдержки и оценить их эффективность можно, установив четкие взаимосвязи между всеми участниками на всех уровнях власти и бизнеса на основе достоверных данных.

Управление организациями РХК с использованием цифровых сервисов позволит организовать эффективное взаимодействие между ними и органами государственной власти федерального и регионального уровня за счет следующих действий:

- цифровизация заявок на субсидии;
- уменьшение неэффективных решений;
- автоматизации сбора данных;
- отчетность контрагентов.

Таким образом, взаимодействие организаций РХК и государства позволит в целом повысить эффективность управления отраслью рационального использования всех видов ресурсов за счет достоверных данных и быстрого принятия необходимых рекомендаций для решения проблем.

По нашему мнению, цифровые сервисы позволят выстроить эффективную цепочку взаимодействия за счет следующих факторов:

- уменьшение времени контрагентов на подготовку отчетных документов;
- получение оперативных, достоверных и цифровых данных государством;
- выплата субсидий в установленный срок на основе достоверных данных;
- обоснованные меры поддержки иных участников рынка на основе полученных достоверных данных;
- анализ эффективности субсидий.

Материально-техническими ресурсами организаций РХК выступают:

- суда, оборудования, орудия для лова;
- материально-технические средства;

- посадочный материал;
- ветеринарные препараты для аквакультуры.

РХК, как потребитель широкого спектра материальных и технологических ресурсов, производимых соответствующими отраслями, он должен устанавливать взаимовыгодные отношения в области кредитов, финансов, поставок технологических средств добычи и переработки водных живых ресурсов, ветеринарных препаратов, посадочного материала и так далее, чтобы обеспечить, прежде всего, свои собственные интересы.

Рассмотрим схему взаимодействия организаций РХК с поставщиками материально-технических ресурсов и участниками рынка. В современных условиях (СВО, санкции) возрастает роль государства как координатора всей проводимой работы текущего характера и перспективных направлений.

В составе участников рынка взаимодействия с РХК можно выделить следующие организации, решающие различные задачи:

- банки;
- страховые компании;
- лизинговые компании;
- сервисные компании;
- государственные органы исполнительной власти.

## **ВЫВОДЫ**

Таким образом, можно сделать вывод, что в своей деятельности организации РХК взаимодействуют с большими количеством участников рынка, что в настоящее время требует автоматизированных и цифровых решений, которые позволят повысить эффективность деятельности организации РХК. Внедрение цифровых технологий и веб-платформ в организационные и управленческие системы — необходимое условие для обеспечения конкурентных преимуществ любой бизнес-структуры. Постоянное развитие архитектур цифровых платформ, организаций на базе ИКТ и управленческого программного обеспечения является залогом успешного функционирования российских бизнес-организаций.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Статья 16. Виды рыболовства. Федеральный закон от 20.12.2004 N 166-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.03.2023). КонсультантПлюс. [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).
2. Вагапова А.Р. Цифровые технологии: возможные области применения в рыбохозяйственном комплексе России / А.Р. Вагапова // Московский экономический журнал.— 2023.— № . 2. — С. 224–235.
3. Костенко Л.В. Перспективы цифровых технологий в рыбной отрасли России / Л.В. Костенко // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана.— 2022. — С. 257–263.
4. Бетин О. И., Труба А.С., Мухамедова Т.О. Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура // Труды ВНИРО.— 2022. — Т. 188. — С. 166–173.

5. Курманова А.Х. Учёт и контроль в цифровой среде для обеспечения устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса России / А.Х. Курманова, Е.М. Дусаева, А.С. Труба // Труды ВНИРО.— 2022. — Т. 187. — С. 180–189.
6. Логунова Н.А. Цифровая зрелость рыбохозяйственного комплекса: ожидания и реальность / Н.А. Логунова, В.А. Уманец // Инновационная парадигма экономических механизмов хозяйствования.— 2023. — С. 322–324.

## **Устойчивое развитие рыболовства арктической зоны в системе продовольственной безопасности России**

*Дусаева Е.М.*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: gachok\_muslim@mail.ru

**Аннотация.** Результаты исследования особенностей устойчивого развития рыболовства в Арктической зоне как элемента системы продовольственной безопасности страны и обоснование мер по экологическим требованиям к морским экосистемам в связи с изменением климата.

**Ключевые слова:** Арктика, устойчивое развитие, рыболовство, продовольственная безопасность, КМНС.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Обеспечение устойчивого развития рыболовства в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) — актуальная проблема вследствие важности рыбной продукции в продовольственной безопасности, а геополитическое и экономическое значение циркумполярного макрорегиона в условиях угроз со стороны недружественных стран требует обеспечения всех видов безопасности. Переосвоение минерально-сырьевых ресурсов по новой Программе развития АЗРФ с созданием опорных зон, повышением ответственности за состояние окружающей среды, нарастанием конфликтного потенциала требует правового обоснования мер по укреплению экономического суверенитета и эффективного действия механизмов адаптации к изменениям климата.

Рыболовство в АЗРФ имеет глубокие исторические корни и является основой традиционного образа жизни КМНС. Соблюдение экологических приоритетов и принципа предосторожности в рыболовстве является залогом сохранения водных биологических ресурсов, морских экосистем, выполнения задач продовольственной безопасности. Достижение национальных целей, выполнение задач Стратегии развития АПК и РХК до 2030 года в рамках новых подходов в управлении рыболовством как важного вида экономической деятельности, влияющего на развитие Арктики и сохранение традиционного образа жизни коренных народов, направлено на повышение социально-экономического уровня развития макрорегиона.

**Цель исследования** состоит в изучении особенностей рыболовства в АЗРФ и разработке предложений по обеспечению устойчивого развития, адаптации к изменениям и обеспечению продовольственной безопасности.

**Методика исследования** базируется на системном и междисциплинарном подходах и использовании монографического, абстрактно-логического и статистического методов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

АЗРФ — это северная оконечность Европейской и Азиатской частей России по побережьям Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей Северного Ледовитого океана, территории, определенной решением Государственной комиссии при Совете Министров СССР по делам Арктики от 22 апреля 1989 г., земли и острова, указанные в Постановлении Президиума Центрального Исполнительного Комитета СССР от 15 апреля 1926 г. «Об объявлении территорией СССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане», и прилегающие к этим территориям, землям и островам внутренние морские воды, территориальное море, исключительная экономическая зона и континентальный шельф Российской Федерации, определенные в соответствии с международным правом, а также земли и острова, которые в будущем могут быть открыты [Лексин В.Н. 2021].

Из истории известно, что в X веке норманны открыли Гренландию, русские поморы в XII веке впервые достигли о-вов Колгуев, Вайгач, Новая Земля. Они занимались рыболовством в Белом и Баренцевом морях, на восточном побережье Карского моря и на архипелаге Северного Ледовитого океана Шпицберген, который имел русское название Грумант. С XVI до половины XIX века поморы на плоскодонных судах с мощным противоледным укреплением осуществляли морской промысел [Колончин, 2022].

Исторические факты свидетельствуют о роли Арктики в прошлом. В современном мире изменения климата, факторы технического прогресса приводят к возрастанию экономического интереса к ресурсам циркумполярного макрорегиона. Поэтому важным является обеспечение продовольственной, энергетической, экологической и оборонной безопасности страны. Устойчивое развитие АЗРФ, определяемое научным потенциалом, трудовыми и материальными ресурсами и успешным освоением природных богатств, является приоритетом в государственной политике. Например, навигация по Северному морскому пути сопровождается научно обоснованное навигационное гидрографическое и гидрометеорологическое обеспечение и функционирование различных наукоемких сервисов — необходимое условие эффективной хозяйственной деятельности в Арктике. Геополитическое и народнохозяйственное значение и особенности АЗРФ систематизированы в табл. 1.

В продовольственном обеспечении человечества роль рыболовства и рыбоводства рассмотрено на сессии Комитета по рыбному хозяйству ФАО в 2021 года. На ней была принята Декларация об устойчивости рыболовства и аквакультуры, в которой управление ценными водными ресурсами является необходимыми. Глобальные агропродовольственные системы должны быть преобразованы на принципах большей инклюзивности, устойчивости

**Таблица 1. Характеристика Арктической зоны Российской Федерации**

<b>Геополитические особенности</b>	<b>Экономические и социальные данные</b>	<b>Природные и экологические особенности</b>
<p>Самая протяженная морская граница, открытый доступ в Мировой океан, морские, воздушные коммуникации. Северный морской путь (СМП) соединяет порты европейского и дальневосточного побережий с портами сибирских рек в единую транспортную систему. Из Санкт-Петербурга во Владивосток через Арктику — 14 тыс. км, Суэцкий канал — 23 тыс. км, а вокруг мыса Доброй надежды — 30 тыс. км. Площадь островов составляет 0,2 млн км, площадь шельфовых и внутренних морей — 4 млн км<sup>2</sup>. Генеральная Ассамблея ООН в 2007 г. Декларации о правах коренных народов отразило геополитическое признание прав коренных народов, а также в Международной конвенции МОТ 1989 г., Хартии аборигенных народов мира, ООН объявило Международные десятилетия коренных народов мира (1993 и 2007 гг.). В 2013 г. принята Стратегия развития арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года, ФЗ от 13 июля 2020 г. № 193 «О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации». Указ Президента РФ от 2 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации».</p>	<p>АЗРФ занимает 4,8 млн кв. км или 28% от территории России. Население 2,6 млн чел. Разнообразие культур и этноса, традиционного образа жизни КМНС, низкая плотность населения. Перепись 2010 г. КМНС: 44640 ненцев, 1771саами, 3649 селькупов, 30949 хантов, 1002 чуванцев, 15908 чукчей, 37843 эвенков, 22383 эвенов (ламутов), 2278 енцев, 1738 эскимосов, 1603 юкагиров. Традиционная пища КМНС под угрозой из-за экологии, социальные и правовые гарантии снижены в результате объединения Долгано-Ненецкого, Эвенкийского и Корякского автономных округов с субъектами РФ [Винокурова У.А., Яковец Ю.В...,2013]. Населенные пункты расположены на побережье арктических морей и в низовьях рек, впадающих в СЛО. За Северным полярным кругом расположены города: Мурманск (325 тыс. жителей), Норильск (205 тыс. жителей) и Воркута (85 тыс. жителей). Крупные месторождения углеводородов, не исследованы запасы водных биоресурсов. Очаговое промышленно-хозяйственное освоение арктических территорий. Высокая ресурсоемкость и зависимость от поставок топлива и товаров из регионов. Арктические мегапроекты: газопровод «Северный поток-2», освоение Тимано-Печорской нефтегазовой провинции и месторождений углеводородов на шельфе Баренцева и Печорского морей. Постановление Правительства РФ от 21.04.2014 № 366 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» и Постановление Правительства РФ от 31 августа 2017 г. № 1064 о внесении принципиальных изменений в эту программу.</p>	<p>Экстремальные климатические условия, отрицательная среднегодовая температура, низкий радиационный баланс, постоянный ледовый покров и дрейфующие льды в арктических морях. Ледовитость морских акваторий около 11 млн км<sup>2</sup> зимой и около 8 млн км<sup>2</sup> летом. Низкая способность самовосстановления природных ресурсов. Уязвимость, хрупкость, неустойчивость морских экосистем и суши АЗРФ. Негативное влияние изменения климата на биоразнообразие. Угрозы для жизни населения из-за загрязнения этнической пищи, атмосферы, воды и почвы из-за хозяйственной деятельности предприятий. Чрезвычайные неуправляемые природные факторы: деградация мерзлоты (таяние), обвалы, оползни; снежные лавины; наводнения, ледяные заторы, движение льдов, ландшафтные пожары в тундре и мелколесье, бури, штормы, ураганы. Переосвоение ресурсов по принципам природосбережения, народосбережения. политики патернализма — поддержки самобытности и традиционного хозяйствования КМНС.</p>

и невосприимчивости к внешним воздействиям. В борьбе с нищетой, голодом и неполноценным питанием следует улучшать организацию производства, повышать качество питания, состояние окружающей среды и уровень жизни для всех. В докладе «Состояние мирового рыболовства и аквакультуры — 2020 г.» объемы производства рыбной продукции в 2030 г. прогнозируются до 204 млн т, что на 15% больше по сравнению с 2018 г., увеличение доли продукции аквакультуры с 46 до 53%, обеспеченного ростом в среднем 5,3% в год. Карантинные ограничения поставок и потребление рыбной продукции, доходы от торговли в 2020 г. сократились впервые за несколько лет примерно на 1,3%, в 2021 г. тенденции могут не измениться [ФАО..., 2020].

Оценка ФАО о том, что 34,2% улова всех морских рыбных запасов осуществляется сверх биологически устойчивого уровня и в три раза превышает объем с начала наблюдений (начатого в 1974 г.). Это нацеливает на необходимость анализа потерь в процессах переработки водных биологических ресурсов и принять меры по увеличению добавленной стоимости за счет инновационных технологических решений. Соглашение ФАО о мерах государства порта (СМПГ) по борьбе с незаконным, несообщаемым и нерегулируемым рыбным промыслом (ННН-промыслом) было поддержано и принято Россией [ФАО ..., 2021].

Для полного исключения несообщаемого и нерегулируемого рыбного промысла в АЗРФ необходимо совершенствовать систему регулирования и расширять полномочия органов рыбнадзора для контроля рыбохозяйственной деятельности и доступа в акватории. Термин незаконный в отношении АЗРФ пока не применим, так как правовые аспекты еще только предстоит решать. В настоящее время нерегулируемое рыболовство успешно контролируется пограничными службами. Принятый институт резидентов АЗРФ, ведение реестров, регистрация общин КМНС и цифровая среда должны положительно отразиться на сокращении случаев ННН-промыслов [Международно-правовое управл..., 2013].

ФАО в документах по механизмам обеспечения продовольственной безопасности, сохранения биоразнообразия и устойчивости промышленного рыболовства отражены системы действий. Необходимо разрабатывать общие правила для этой области на национальном и местном уровнях, осуществлять мониторинг совместных целей, предоставлять отчетность по экологической, экономической и социальной устойчивости. Применять инклюзивные комплексные механизмы управления для обеспечения устойчивости экосистем и поощрения ответственного потребления ресурсов. В рекомендациях ФАО важное значение придается информации об экосистемах (в том числе о людях), осуществление ее сбора в информационные системы из социальных, экономических и биологических наук и местных знаний. Следует развивать и укреплять инклюзивные ответственные партнёрства с тем, чтобы обеспечивать эффективное управление экосистемами в интересах сохранения биоразнообразия, обеспечения продовольственной безопасности. Использование рыночных механизмов будет способствовать повышению устойчивости рыболовства [ФАО ..., 2018].

Устойчивое развитие рыболовства в АЗРФ ориентируется на долговременные процессы созидания в деятельности по добыче и переработке водных биологических ресурсов на основе эффективной эксплуатации рыбных запасов в целях выполнения требований продовольственной безопасности, сохранения окружающей среды и биологического разнообразия в океане и внутренних водах без ущерба для их воспроизводства. В табл. 2 представлены основы регулирования рыболовства в АЗРФ.

Результаты регулирования рыболовства в государственном и хозяйственном управлении, восприятие обществом, бизнесом и органами надзора определяются рациональными управленческими решениями. В Мурманской обла-

**Таблица 2** Основные аспекты обеспечения устойчивого рыболовства в АЗРФ

<b>Содержание международных соглашений по рыболовству в Арктике</b>	<b>Меры по обеспечению устойчивости рыболовства</b>
<p>Россия — участник Комиссии по рыболовству в северо-восточной части Атлантического океана (НЕАФК), регулирующей 8% общей площади Северного Ледовитого океана (СЛО). В конвенционном районе НЕАФК Россия имеет квоты на атлантическую сельдь, океанический окунь, скумбрию, в перспективе путассу и глубоководные рыбы.</p> <p>В северо-западной части Атлантического НАФО России наибольшие квоты вылова. Россия как член НПАФК по исследованиям других стран (Канады, США и Японии) прогнозирует подходы лососей.</p> <p>Центральная часть СЛО по правовому статусу — открытое море и управление рыболовством должно быть по Конвенции ООН по морскому праву 1982 г.</p> <p>Девять государств и ЕС приняли запрет коммерческой ловли рыбы в центральной части СЛО на 16 лет. Россия и 9 стран подписали соглашение о противодействии ННН-промыслу.</p> <p>Арктический совет (19,09.1996 г.) В Арктике — территории, континентальные шельфы и исключительные экономические зоны (ИЭЗ) России, Канады, США (Аляска), Норвегии, Дании (Гренландия и Фарерские острова), Финляндии, Швеции и Исландии. Декларации Арктического совета: Оттавская (1996 г.), Барровская (2000 г.), Инарийская (2002 г.), Рейкьявикская (2004 г.), Салехардская (2006 г.), Тромсе (2009 г.), Нуукская (2011 г.) [Международно-правовое управл...2013].</p>	<p>В освоении водных биологических ресурсов АЗРФ для обеспечения устойчивого развития приоритетным действием является их сохранение.</p> <p>Научные суда провели два трансарктических перехода, которые более точно позволяют прогнозировать запасы в Арктике.</p> <p>Результаты научных исследований по рыбным запасам: открыты новые запасы в Чукотском море и введены в промысел. Запасы, открытые в Карском море еще не введены в промысел [Промышл. рыболовству в Арктике..., 2023].</p> <p>Для устойчивого рыболовства в будущем необходимы научные исследования в центральной части СЛО и научное обоснование промысла (виды промысловых рыб, орудия лова, совместное управление ресурсами в открытой части СЛО).</p> <p>Изменения климата влияют на динамику рыбных запасов. Таяние льдов может спровоцировать гибель морских животных, а расширение площади водной глади возможно приведет к обитанию ценных видов водных биологических ресурсов.</p> <p>В случае изменений в отношении промысла в центральной части СЛО возникает необходимость разработки регулирования рыболовства в арктических морях, в которых промысел не велся, в открытом море СЛО и промысел неарктических стран за пределами ИЭЗ арктических государств.</p> <p>Россия не участвует в Арктическом Совете из-за действий недружественных стран. Взносы с 2023 г. не вносятся.</p>

сти опыт обеспечения населения свежей и охлажденной рыбой был осуществлен по программе, внедренной Правительством области и рыбопромышленниками по схеме «борт судна — прилавок — население». Удовлетворение потребительского спроса людей на рыбную продукцию по критериям продовольственной безопасности таких как физическая и экономическая доступность качественной пищи по справедливым ценам составляет социальный компонент устойчивого развития и выгодно всем участникам. В настоящее время потребность рыбоперерабатывающих предприятий удовлетворяется на 50% из-за невыгодных условий для рыболовных судов и требует новых подходов в повышении экономической эффективности прибрежного рыболовства в Западной Арктике. [Васильев... 2021]. В табл. 3 приведена динамика объемов производства рыбной продукции в АЗРФ.

Производство объемов рыбной продукции в субъектах РФ, относящихся к Арктической зоне, характеризуется неустойчивой тенденцией. В 2022 г. по сравнению с 2021 г. объемы сократились на 9,46% из-за снижения объемов производства в Мурманской области, на которую приходится наибольший удельный вес производства 68,0–71,2% от общих объемов. Мурманская область производит более 2/3 объемов рыбной продукции. Менее 1/3 приходится на семь регионов АЗРФ. В то же время следует отметить, что в ЯНАО Красноярском крае и Республике Карелия наблюдается повышательная тенденция

**Таблица 3.** Производство рыбной продукции в субъектах Арктической зоны Российской Федерации, тонн

Субъекты АЗРФ	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 к 2021, %
ВСЕГО	821659,66	737487,68	825210,07	747169,45	90,54
Мурманская область	584821,71	501684,72	578576,77	518587,01	89,63
Ямало-ненецкий автономный округ	19328,98	19788,70	21224,14	23245,61	109,52
Красноярский край	15066,54	14416,37	16755,64	19074,14	113,84
Республика Карелия	85954,05	132207,48	130920,97	120484,83	92,03
Архангельская область	101120,69	55590,54	56621,19	54976,24	97,09
Республика Коми	675,78	601,80	725,84	703,93	96,98
Ненецкий автономный округ	292,43	288,16	401,85	320,36	79,72
Республика Саха (Якутия)	6634,56	6309,52	5733,32	5806,21	101,27

Источник: Форма № 1-Натура БМ «Сведения о производстве и отгрузке продукции и балансе производственных мощностей»

производства рыбной продукции. В остальных регионах Арктической зоны наблюдается тенденция снижения объемов производства рыбной продукции.

Устойчивое развитие рыболовства при повышении всех видов эффективности предполагает максимальный физический улов водных биологических ресурсов с оптимальным уровнем затрат и прибыли, с сохранением здоровья и доходов трудовых ресурсов. Экологический аспект реализуется посредством неперемного соблюдения условий, ненарушения природной среды обитания и естественного воспроизводства рыбных запасов. ОДУ как инструмент регулирования рыбного промысла и экологического компонента устойчивого развития, не нарушающего естественное воспроизводство популяций и эффективную эксплуатацию рыбных запасов в АЗРФ, требует проведения научных исследований высокого уровня. Научное сообщество в комплексных экосистемных исследованиях с использованием цифровых технологий, искусственного интеллекта должно учитывать все последствия изменений климата и переосвоения минерально-сырьевых ресурсов, соблюдения условий ненарушения традиционного образа жизни КМНС. Ученые ВНИРО, исследуя запасы минтая, оценив величину ОДУ, дали рекомендации по организации промысла в Чукотском море. [Промышленному рыболовству в Арктике..., 2023].

**Выводы.** Единство экономических, социальных и экологических аспектов рыболовства в условиях изменения климата, которые больше проявляются в АЗРФ, требуют разработки новых подходов в эксплуатации рыбных запасов и внедрения технологий добычи, исключающих риски и негативные явления в рыбохозяйственной деятельности и полного использования инфраструктуры портов и Северного морского пути. Устойчивое развитие рыболовства в АЗРФ при выполнении требований экономических, экологических и социальных компонентов позволит обеспечить продовольственную безопасность, повышение социально-экономического уровня жизни населения АЗРФ и сохранения традиционного образа жизни КМНС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А.Н., Евенко А.А. Итоги и перспективы развития прибрежного рыболовства в Западной Арктике России // Рыбное хозяйство № 3, 2021
2. Винокурова У.А., Яковец Ю.В./Арктическая циркумполярная цивилизация. Учебник. Москва, Якутск: МИСК — АГИИК, 2013
3. Колончин К.В. Бетин О.И. XXI век — век Арктики // Труды ВНИРО. 2022 г. Т. 188. С. 5–12
4. Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н. Государственная арктическая политика России. // Федерализм, Т. 26 № 1 (101), 2021
5. Международно-правовое управление рыболовством в Арктике. Рыбный промысел в Арктике. Ученые о рыболовстве в Арктике. [Электронный ресурс]. <https://fingernal.ru/materials/mezhdunarodno-pravovoe-upravlenie-rybolovstvom-v-arktike-rybnyi-promysel/>
6. Промышленному рыболовству в Арктике предрекли будущее. [Электронный ресурс]. [pc https://buro.fish/10477/](https://buro.fish/10477/)

7. ФАО: одобрена Декларация об устойчивости рыболовства и аквакультуры // FAO. ORG. URL: fishnet.ru.
8. ФАО. 2018. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 — Достижение целей устойчивого развития. Рим. С. 39
9. ФАО. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры — 2020. Меры по повышению устойчивости. Рим, ФАО, 2020. 223 с.
10. Форма № 1-Натура БМ «Сведения о производстве и отгрузке продукции и балансе производственных мощностей»

## Проблемы управления рыбохозяйственным комплексом: учет перспективы рынка ЕС

*С. М. Ежель*

Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»)  
sergey.ezheliy@klgtu.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемы управления и динамика результатов деятельности рыбохозяйственных комплексов РФ и ЕС, показана экономическая убыточность экосистемного подхода при реализации текущей экономической политики, предложен ряд рекомендаций для совершенствования управления российским РХК.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный комплекс, экосистемный подход, политика управления, Евросоюз, недружественные страны.

### ВВЕДЕНИЕ

Рыбное хозяйство, включающее отрасли рыболовства, рыбоводства и сбережения окружающей среды на современном этапе входит в качестве компонента в большинство сложившихся национальных экономических систем. На основании системного подхода в национальной экономической системе России вычлениют ряд социально-производственных комплексов, включая рыбохозяйственный комплекс (далее — РХК). Выделение РХК именно как комплекса во многом связано с признанием нашим государством стратегического значения рыбодобывающих организаций.<sup>1</sup> Соответственно, управление рыбохозяйственным комплексом требует системного методологического подхода к выработке правовых норм и экономической политики с признанием роли РХК в обеспечении продовольственной безопасности страны.

Целью исследования поставлено изучение актуального опыта и проблем управления рыбохозяйственным комплексом РФ и Евросоюза.

### МЕТОДЫ

В рамках проведённого исследования использовался позитивный и нормативный экономический анализ, монографический анализ, в основе которых находится диалектический подход к изучению общественно-экономических явлений.

---

<sup>1</sup> Федеральный закон от 29.04.2008 N 57-ФЗ «О порядке осуществления иностранных инвестиций в хозяйственные общества, имеющие стратегическое значение для обеспечения обороны страны и безопасности государства»

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В соответствии со сложившимся нормативным определением и используемыми в российском научном дискурсе дефинициями к РХК относят совокупность юридических и физических лиц, занятых экономической, общественно-политической и социально-значимой деятельностью в отношении водных биологических ресурсов (далее — ВБР). ВБР вводятся в экономический оборот, приобретая статус потребительских (пищевые цели) либо промышленных (технические цели) товаров. Моделирование структуры российского РХК отражено в работах многих ученых, включая [2; 6]. В ее схему включены три группы видов деятельности: обеспечение комплекса, включая управление им; рыбное хозяйство (рыболовство и рыбоводство); переработка, транспортировка, хранение, торговля ВБР.

Результаты работы российского РХК в 2023 г.: вылов свыше 5,3 млн т; производство аквакультуры 402 тыс. т; выпуск рыбной продукции свыше 4,4 млн т; положительное внешнеторговое сальдо превысило в натуральном выражении 1,6 млн т. На протяжении ряда лет наша страна является чистым нетто-экспортером рыбной продукции. Если российские аграрные компании стали активнее заниматься развитием собственной инфраструктуры и дистрибуции на территории зарубежных стран с ключевым направлением создания собственных брендов под конкретные рынки, то в РХК такой тенденции нет. В последние годы в диппредставительствах России созданы должности атташе по агропромышленному комплексу, которые оказывают содействие российским поставщикам. По данным Федерального центра развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России «Агроэкспорт», в 2024 г. возможно увеличение российских поставок на рыбные рынки условно дружественных стран: Китай; ОАЭ; Саудовская Аравия; Бразилия; Турция; Алжир; Нигерия; Индия; Чили; Иран.

Управление российским РХК осуществляется в рамках бюджетного процесса, федеральным законом от 05.12.2022 N 466-ФЗ «О федеральном бюджете на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов» запланированы ежегодные субсидии на уровне 17 млрд руб. На протяжении ряда лет показатель самообеспечения рыбой и рыбопродуктами (объем отечественного производства к уровню потребления в живом весе) превышает установленный в 2020 г. Доктриной продовольственной безопасности порог 85%, в т. ч. в 2023 г. он выше 138%. Население страны (148 млн чел.) не испытывает проблем физической доступности рыбопродукции. Средние розничные цены по РФ 1 кг филе наиболее востребованных на рынке тресковых рыб превышают цены 1 кг мясной вырезки свинины или средние цены курятины без костей, что свидетельствует о проблеме экономической доступности морепродуктов в большинстве регионов страны и, косвенно, о стабилизации объемов отечественного рынка ВБР при текущем уровне платежеспособного спроса.

Глобальные политико-экономические изменения, вызванные агрессивным давлением западных центров власти [9] на экономику нашей страны ставят перед российскими властями и собственниками предприятий дополнительные задачи по устойчивости и балансированию в новых условиях. Результатами политических решений стали отказы европейских и иных контрагентов от выполнения обязательств, в т. ч. по поставкам техники, оборудования, запасных частей, сервисного обслуживания. Крайне болезненным является вопрос перевода в российские банки валюты в долларах и евро, вырученной за экспортные поставки ВБР. В складывающихся условиях целесообразно поставить вопрос о смысле продолжения участия российских экономических агентов в торгово-сбытовых цепочках поставки ВБР в недружественные страны.

Подход Евросоюза к управлению хозяйственным использованием ВБР базируется на Общей политике рыболовства (Common Fisheries Policy, далее — ОРП). В европейской терминологии и методологии определение «рыбохозяйственный комплекс» не используется. Власти ЕС субсидируют управление секторов: рыболовство, аквакультура, рыболовный флот, научные исследования, контроль и верификация, изучение рынка, морское наблюдение, безопасность и управление [7], используя механизм фонда European Maritime and Fisheries Fund.

Полные статистические данные Евростата о вылове ВБР и производстве продукции в аквакультуре начиная с 2016 г. переведены в разряд конфиденциальных [8]. Еврокомиссия публикует балансы производства, потребления и запасов основных видов продовольствия, однако данных по рыбопродукции не представлено.

С учетом этого, для оценки ситуации в секторах рыболовства, аквакультуры и рыбной промышленности использованы сведения Ассоциации переработчиков и торговцев рыбой ЕС (табл. 1) [1].

В 2022 г. импорт (без торговли между странами союза и включая пищевые и технические цели) ВБР оценен в 26,3 млрд евро, экспорт около 5,4 млрд евро [11]. В 2022 г. дефицит торгового баланса ЕС по рыбе, ракообразным и водным беспозвоночным составил 20,9 млрд евро (самый большой дефицит среди всех категорий товаров внешней торговли). Значительная часть массы ВБР идет в отходы пищевой промышленности и гастрономии, направляется на переработку, чем снижается нагрузка на окружающую среду.

В ЕС несколько государств способных полностью обеспечивать себя рыбной продукцией, но в целом население в размере 448 млн человек обеспечивается за счет сложившихся цепочек импортных поставок рыбы из Норвегии (в 2022 г. 1851 тыс. т на 8,69 млрд долл.), Китая (810 тыс. т на 1,6 млрд долл.), Исландия (1,24 млрд долл.), США, Великобритании, Индия, Эквадор, Марокко, Россия (454 тыс. т на 0,99 млрд долл.) и др. [1; 3].

Продовольственная безопасность ЕС отдельным документом не постулируется, правовая база, гарантирующая продовольственную безопасность

**Таблица 1.** Балансы использования ВБР, тыс. тонн в живом весе

	ЕС в составе 28 стран		ЕС в составе 27 стран			
	2018	2019	2020	2021	2022	2023 (а)
Вылов	5.337	4.922	3.869	2.987	2.914	2.843
+ Аквакультура	1.319	1.367	1.088	1.083	974 (б)	974 (б)
- Технические цели	1.347	1.331	906	680	652	652
Собственные ресурсы ВБР на пищевые цели	5.309	4.958	4.051	3.390	3.236	3.165
+ Импорт из вне ЕС (в)	9.439	9.469	8.913	8.968	8.856	9.033
Общее снабжение	14.748	14.427	12.964	12.358	12.092	12.198
- Экспорт вне ЕС (в)	2.233	2.233	2.494	2.338	2.241	2.129
Зависимость промышленности от импорта, в %	64	66	69	73	73	74
Самообеспеченность, % (г)	42	41	39	34	33	31

*Примечания:* (а) — предварительные данные; (б) — оценка; (в) — без учета рыбной муки и рыбного масла; (г) — уровень самообеспеченности = собственные ресурсы ВБР на пищевые цели / общее снабжение\*100%

всем проживающим на территории ЕС, обеспечение права на питание и регламентирующая виды поддержки наиболее уязвимым социальным группам населения, отсутствует. Права на обеспечение продовольствием и достаточное питание декларируются, но их наиболее распространенными формами реализации являются локальные инициативы и программы. Речь идет о взаимодействии муниципалитетов с одной стороны, с другой стороны, частные фонды, общественные и религиозные организации, но эти проекты — временное решение проблем нехватки продовольствия [5].

Проводимая ОРП регулярно подвергается критике. В частности, начиная с 2000-х гг. неоднократно предлагалось преобразовать институциональную структуру ОРП в набор фактических стратегий рыболовства для преодоления проблем, вызванных директивностью и оторванностью Еврокомиссии от реального положения дел при реализации ОРП во фрагментированных секторах очень разных экосистем [12]. Показано, что на протяжении 2008–2019 гг. экономическая эффективность и промысловая продуктивность рыболовства колебались с заметным снижением при постоянной зависимости от субсидирования, чрезмерного распределения ресурсов и чрезмерной эксплуатации [14]. За период 2014–2019 гг. продуктивность промысла у 12 государств возросла, но средняя по ЕС экономическая эффективность (рассчитывалась методом анализа сверки данных –DataEnvelopmentAnalysis) не выше 82,2%. Установлена высокая степень неоднородности в уровне эффективности, реализуемая ОРП территориальные различия не изменяет [7].

В конце 1970-х гг. в научный оборот введен экосистемный подход к управлению рыболовством. Он описан как стратегия комплексного управления

земельными, водными и живыми ресурсами, обеспечивающая их сохранение и устойчивое использование на справедливой основе, и признающая, что люди со всем их культурным разнообразием являются неотъемлемой частью экосистем. Экосистема — динамичный комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов, а также их неживой окружающей среды, взаимодействующих как единое функциональное целое [4]. Большой группой зарубежных ученых развиваются идеи осуществления «комплексной оценки экосистем» (integrated ecosystem assessment, далее — IEA) [13]. IEA учитывает интеграцию человеческих аспектов в форме социально-культурных и экономических показателей (например, благосостояния сообщества, удовлетворенности работой и распределения выгод), разработанных на основе исследований социальных и гуманитарных наук, и являются фундаментом разработки моделей обобщенных «социальных экосистем» [10]. Предполагают, что тем самым создаются предпосылки для полной оценки состояния экосистем и рисков. Вместе с тем признается, что только ряд стран подходили к вопросам управления морской деятельностью способами, соответствующими, по крайней мере, части рамок IEA. Это обоснованно отсутствием практической экономической эффективности и убедительных оценок рентабельности хозяйственной деятельности на основе экосистемного подхода и IEA.

В феврале 2023 г. Еврокомиссия предложила изменения в ОРП, которые должны пройти согласование в странах союза и предполагаются к введению в действие в 2024 г. Власти ЕС используют экосистемный подход, убеждены в финансовой эффективности проводимой политики и намерены продолжить управления рыбной отрасли на направлениях:

- увеличение количества видов ВБР, обитающих в морских водах ЕС, числящихся в статусе устойчивого вылова, введение обязательности селективного вылова и рост финансирования на селективный вылов видов ВБР;

- увеличение затрат на защиту морских экосистем с учетом климатических изменений;

- выделение наиболее чувствительных морских видов ВБР и улучшение их защиты от деятельности человека;

- сопряжение экологических мер с компенсацией выпадающих доходов рыбаков;

- отказ от традиционных методов лова (в первую очередь, донного траления) и/или снастей в пользу инновационных, позволяющих молодым определенным видам ВБР спастись и выживать без других негативных воздействий на окружающую среду, например, на чувствительные виды или места обитания;

- повышение энергетической эффективности сектора, чтобы к 2050 году он стал более устойчивым, менее зависимым от ископаемого топлива и климатически нейтральным;

- ввиду продолжающегося старения трудовых ресурсов, занятых в секторе, ставится цель повышения привлекательности профессии рыбака.

Планируемые затраты ЕС на рыбное хозяйство на период 2024–2027 гг. в среднем ежегодно 872 млн евро, из них на рыболовство, аквакультуру и рыболовный флот 757 млн евро. Сокращение зависимости от импорта, увеличения самообеспеченности, развитие аквакультуры, обновление флота, судостроение и судоремонт, образование не входят в цели либо задачи политики ЕС в области рыболовства.

Рыбопромышленники ЕС крайне заинтересованы в импортных поставках из России ввиду очень высокой рентабельности производства и продаж переработанного российского сырья, в первую очередь, белой рыбы, в этой связи в октябре 2023 г. при рассмотрении очередного пакета санкций против России руководство стран ЕС учло позицию местных рыбопромышленников. Вместе с тем, учитывая большую вероятность введения санкций на российское сырье, прогнозируются риски перестройки цепочек поставок. При текущем балансе спроса и предложения ВБР российского происхождения заменить товарами других юрисдикций невозможно. Если сырье перестанет поступать напрямую, оно будет направлено в ЕС через сложившиеся каналы импорта из Китая, Индии и других стран. Ожидается, что цены на рыбную продукцию на рынках ЕС повысятся по аналогии с реакцией рынка США после попытки введения в декабре 2023 г. запрета как на непосредственный импорт из России, так и на импорт с использованием российского сырья. Тем самым следует прогнозировать, что от введения санкций ЕС наибольший выигрыш получат норвежские, исландские и североамериканские экспортеры, также увеличатся доходы китайских, индийских и пр. посредников.

## **ВЫВОДЫ**

Управление российским РХК в целом эффективно, имеет стратегический характер и создает научные и технические заделы. В текущих условиях российские рыбодобывающие компании на общеевропейском рынке рассматриваются как сильные конкуренты, поэтому рынок открыт только для российского сырья. В складывающихся условиях политико-правовые риски возрастают, целесообразно поставить вопрос о приостановке российскими экономическими агентами прямых торговых отношений с недружественными странами. В управлении РХК целесообразно усилить стимулирование развития российскими экономическими агентами собственной инфраструктуры и дистрибуции на территории зарубежных стран с ключевым направлением создания собственных брендов под конкретные рынки. Практическая экономическая эффективность и убедительные оценки рентабельности хозяйственной деятельности на основе экосистемного подхода и комплексной оценки экосистем в настоящее время отсутствуют.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ассоциация переработчиков и торговцев рыбой ЕС и Европейская федерация национальных организаций импортеров и экспортеров рыбы. <https://www.aipce-cep.org/finfish-study-2023-edition-published>.

2. Бетин О.И., Труба А.С., Мухамедова Т.О. Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура / О.И. Бетин, А.С. Труба, Т.О. Мухамедова // Труды ВНИРО. 2022. Т. 188. С. 166–173.
3. Глобальные тенденции в области рыболовства и аквакультуры. Комитет по рыбному хозяйству Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН. 2023. COFI: FT/XIX/2023/2.
4. Конвенция о биологическом разнообразии [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/biodiv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml).
5. Кудинов В.В., Мухина Е.Г. Продовольственная безопасность в Европе: отправка на обеспечение продовольствием до реализации права на достаточное питание (особенности экономико-правового обеспечения) // Правопорядок: история, теория, практика. 2021. № 4 (31). С. 122–131.
6. Побегайло М.Г., Ежелый С.М. Перспективы развития и укрепления экономической безопасности регионального рыбохозяйственного комплекса / М.Г. Побегайло, С.М. Ежелый // Балтийский экономический журнал.— 2020.— № 2(30). — С. 85–92.
7. Blanco M., Bares L. and Ferasso M. 2022. Analysis of Regional Efficiency in the Use of the European Maritime and Fisheries Fund (FEMP) in the Eurozone Countries. *Fishes*, 7. 53.
8. Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/fish\\_aq2a/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/fish_aq2a/default/table?lang=en).
9. G7 Leaders' Statement. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/12/06/g7-leaders-statement-6>.
10. ICES. 2020. Workshop on Challenges, Opportunities, Need and Successes for Including Human Dimensions in Integrated Ecosystem Assessments. *ICESSci*, 2: 30.
11. Key figures on the European food chain. 2023 edition. Eurostat.
12. Raakjær, J. 2009. A Fisheries Management System in Crisis — the EU Common Fisheries Policy. ICES CM 2009/R: 01 Environmental Science, Political Science.
13. Tam J.C., Parlee C.E., Campbell-Miller J., Bellanger M., Bentley J., Pourfaraj V., Andrews E.J. et al. 2024. Expanding the scope and roles of social sciences and humanities to support integrated ecosystem assessments and ecosystem-based management. *ICES Journal of Marine Science*, 2024, 81, 22–42.
14. Tunca S. 2023. Comparative analysis of first and second stage data envelopment approaches: Performance of marine capture fisheries in the European Union. *Fisheries Management and Ecology*.

## **Развитие маломасштабного рыболовства в России: социально-экономический аспект**

*Ю.В. Коновалов*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: konovalov-y@bk.ru

**Аннотация.** Для формирования стабильной социально-экономической системы регионов Российской Федерации, располагающих прибрежными территориями, необходимо эффективное развитие маломасштабного рыболовства. При этом возникает необходимость решения сопутствующих задач на государственном уровне, к числу которых можно отнести: рациональное использование водных биоресурсов, развитие систем управления и научного обеспечения деятельности рыбохозяйственного комплекса, совершенствование законодательства в области регулирования рыболовства и т. д.

**Ключевые слова:** маломасштабное рыболовство, продовольственная безопасность, рыбохозяйственный комплекс, социально-экономическое развитие регионов.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В мировой практике маломасштабное рыболовство рассматривается как один из важнейших компонентов развития экономики. К маломасштабному рыболовству традиционно относят такие виды деятельности как коммерческое рыболовство в малых объемах, рыболовство общин (артелей), социальных групп, объединенных либо территориальной, либо этнической принадлежностью. Во многих странах мира народы, селившиеся вдоль побережья озер и рек, получали доступ к соответствующим природным ресурсам.

В ходе подготовки данного материала использовались: графический, монографический, экономико-статистический методы исследования.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Благодаря деятельности рыбацких кооперативов, артелей, мелких семейных предприятий традиционно развивается маломасштабное рыболовство в регионах Латинской Америки, Африки, Юго-Восточной Азии и т. д., располагающих прибрежными территориями. Многие из тех, кто занимается данным видом рыболовства, являются самозанятыми и обеспечивают рыбой и рыбной продукцией не только свои нужды, но и частично нужды местного населения. В табл. 1 приведены сведения о водосборных и речных бассейнах, на которые приходится самая высокая доля в глобальном вылове рыбы во внутренних водоемах. Данные свидетельствуют о том, что самые высокие показатели по вылову приходятся на реки Меконг, Нил, Иравади с долей вы-

лова более 7% от общего вылова. Самый низкий показатель по уровню вылова приходится на северо-восточное побережье Индии, реки Махакам, Дунай, Обь и т. д. (не более 0,2%).

**Таблица 1.** Доля глобального вылова рыбы в разбивке по основным водосборным/речным бассейнам

<b>Бассейн</b>	<b>Доля от общего вылова, %</b>	<b>Бассейн</b>	<b>Доля от общего вылова, %</b>
Меконг (включая озеро Тонлесап)	15,18	Ориноко	0,59
Нил (включая озеро Виктория)	9,7	Замбези (без суббассейнов озера Малави/Шире)	0,57
Иравади	7,82	Маханади (Индия)	0,52
Янцзы	6,83	Вольта	0,5
Река Брахмапутра и ее зоны затопления	5,52	Гвинейский залив	0,5
Амазонка	4,26	Амур	0,49
Ганг	3,51	Сабармати (Индия)	0,46
Река Чжуцзян (Жемчужная река)	3,27	Шри-Ланка (все бассейны)	0,44
Побережье Китая	2,75	Бассейн Ла-Платы (включая реку Парана)	0,42
Хонгха (Красная река)	2,46	Индия — южное побережье	0,41
Чаупхрая	2,37	Ява — Тимор (Индонезия, Тимор-Лешти)	0,38
Нигер	2,13	Южный Таиланд (суббассейны)	0,34
Ясаи (Индия)	1,64	Кавери (Индия)	0,29
Инд	1,56	Волга	0,28
Суматра (Индонезия)	1,42	Ангола — побережье	0,25
Филиппинский архипелаг	1,33	Индия — западное побережье	0,23
Салуин	1,27	Бенгальский залив — северо-западное побережье	0,23
Кришна (Индия)	1,23	Финляндия (все бассейны)	0,23
Годавари (Индия)	1,2	Брахмани	0,22
Озеро Танганьика	1,09	Япония (все бассейны)	0,21
Бассейны Мексики	0,99	Лимпопо	0,2
Озеро Чад	0,96	Сенегал	0,2

Бассейн	Доля от общего вылова, %	Бассейн	Доля от общего вылова, %
Конго (без озера Танганьика)	0,94	Мадагаскар (все бассейны)	0,17
Пенна (Индия)	0,94	Дунай	0,16
Калимантан (Индонезия)	0,92	Обь	0,14
Озеро Малави/Ньяса	0,92	Великие озера	0,13
Каспийское море	0,76	Сулавеси (Индонезия)	0,13
Хуанхэ (Желтая река)	0,71	Токантинс	0,11
Цзыхэ	0,71	Река Махакам	0,1
Индия — восточное побережье	0,68	Индия — северо-восточное побережье	0,1

Источник: [7].

На сегодняшний день пристальное внимание проблеме устойчивого развития маломасштабного рыбного промысла уделяется Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (ФАО). По данным ФАО, в настоящее время рыболовные производственно-сбытовые цепи или кустарное рыболовство обеспечивают занятость или задействуют свыше 120 млн человек, из них на долю маломасштабного рыболовства приходится более 90% занятости [5]. В 2015 г. ФАО выпустила «Добровольные руководящие принципы обеспечения устойчивого маломасштабного рыболовства в контексте продовольственной безопасности и искоренения бедности» (Принципы УМР) [6], представляющие собой первый в истории международный правовой документ, полностью посвященный такой важной, хотя и зачастую выпадающей из поля зрения темы как маломасштабное рыболовство.

В настоящее время Российская Федерация входит в состав десяти лидирующих стран по объему продукции промышленного рыболовства. По официальным данным Федерального агентства по рыболовству объем вылова водных биоресурсов в период с 2020 по 2023 гг. составил 20,2 млн т: 2020 год — 4,97 млн т; 2021 год — 5,06 млн т; 2022 год — 4,88 млн т; 2023 год — 5,30 млн т.

При этом основная часть вылова приходится на морское рыболовство. Так, по опубликованным Всероссийской ассоциации рыбохозяйственных предприятий, предпринимателей и экспортёров данным за пределами таможенной территории было выловлено более 95% всех объемов. По большей части промысел (более 75%) ведется в экспедиционной форме, что предполагает долговременный переход до районов осуществления добычи водных биоресурсов и приводит к увеличению прямых расходов и стоимости товарной продукции [2]. Существенным показателем при формировании себестоимости рыбной продукции выступает стоимость топлива, доля содержания ко-

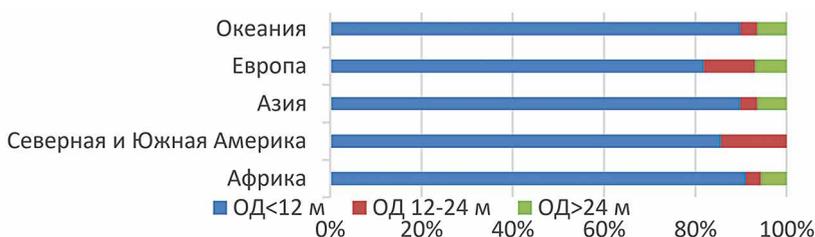
торого в конечной стоимости может достигать 30%. Соответственно, развитие маломасштабного рыболовства в прибрежных морских территориях и во внутренних водоемах может способствовать удешевлению стоимости рыбной продукции, что окажет положительный эффект на покупательную способность населения, увеличение спроса и потребления рыбных продуктов [3].

Одним из немаловажных факторов развития маломасштабного рыболовства на внутренних пресноводных водоемах и морских прибрежных территориях является относительная доступность в оснащении рыболовов. Добычу водных биологических ресурсов возможно осуществлять при помощи небольших судов вплоть до маломерных плавательных средств, а также при использовании разнообразных орудий и способов лова. По данным ФАО более 80% судов, использующихся при рыболовстве, имеют общую длину не более 12 метров, а суда с длиной более 24 метров составляют менее 10% (рис. 1).

Промысел маломерным флотом сможет обеспечить необходимые экономические условия для получения постоянного дохода в долгосрочной перспективе, так как при его использовании расходуется намного меньше ресурсов по сравнению с ведением промысла крупнотоннажными судами.

Развитие маломасштабного рыболовства будет способствовать формированию и увеличению количества рыболовецких общин, артелей и объединений, что в свою очередь обеспечит населения новыми рабочими местами. В береговых, приозерных и прибрежных районах маломасштабное рыболовство и связанные с ним виды деятельности смогут поддерживать местную экономику, оказывать воздействие на смежные отрасли (логистика, переработка, хранение и т. д.) [4].

В то же время маломасштабное рыболовство требует ответственного управления. Для более эффективного и рационального использования водных биоресурсов необходимо совершенствование российского законодательства в области рыболовства, разработка нормативно-правовых документов, определяющих положение и возможности маломасштабного рыболовства, учитывающих специфику добычи водных биологических ресурсов в зависимости от региона вылова, климатических факторов, которые оказывают значительное влияние на вылов водных биологических ресурсов,



Источник: [5].

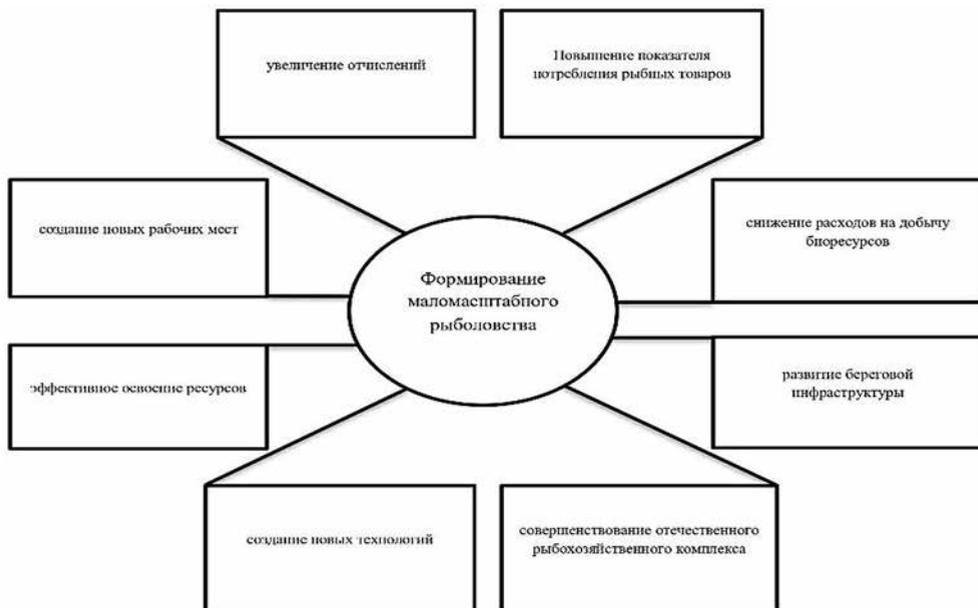
**Рис. 1.** Распределение моторных рыболовных судов по регионам  
Источник: [5].

ужесточение механизма контроля за ННН-промыслом, переловом водных биоресурсов [1].

При правильной постановке ряда задач и эффективном управлении маломасштабное рыболовство может способствовать повышению качества жизни, обеспечению продовольственной безопасности граждан нашей страны, удовлетворению внутреннего спроса на рыбную продукцию, что положительно повлияет на развитие как отдельных регионов, так и страны в целом. Потенциально возможные социально-экономические эффекты от развития маломасштабного рыболовства в стране схематично представлены на рис. 2:

Так, в случае динамичного развития данного направления рыболовства возможно:

- увеличение среднедушевого потребления рыбных товаров населением страны;
- сокращение затрат на добычу, переработку и реализацию водных биоресурсов;
- развитие береговой инфраструктуры, создание в прибрежных зонах судоремонтных предприятий, мест переработки и реализации рыбной продукции;
- снижение зависимости отечественного рыбохозяйственного комплекса от импорта технологий, машин, рыболовного оборудования и других ресурсов;



**Рис. 2.** Ожидаемые социально-экономические эффекты от развития маломасштабного рыболовства

Источник: составлено автором.

- создание новых технологий комплексной переработки водных биоресурсов при малых объемах вылова, методов хранения и транспортировки рыбной продукции;
- более эффективное освоение ресурсов во внутренних пресных водоемах, регулярные поставки свежих рыбных продуктов в российские регионы;
- развитие в регионах рыбацких кооперативов (артелей), мелкого предпринимательства, создание новых рабочих мест;
- увеличение отчислений в региональные и федеральные бюджеты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, маломасштабное рыболовство требует формирования качественно нового организационно-экономического механизма его дальнейшего функционирования как составной части всего хозяйственного механизма рыбохозяйственного комплекса России. Данный механизм может быть определен как совокупность организационно-экономических структур, уровней управления, включающих законодательные, экономические и организационно-административные методы воздействия, обеспечивающие устойчивое и стабильное его развитие на основе принципов комплексной реализации потенциала данного вида деятельности и согласованности интересов хозяйствующих субъектов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Макоедов, А.Н. Основы рыбохозяйственной политики России / А.Н. Макоедов, О.Н. Кожемяко; А.Н. Макоедов, О.Н. Кожемяко. — Москва: Нац. рыбные ресурсы, 2007.— 477 с. — ISBN 5-94793-012-9. — EDN QSFNBV
2. Колончин, К.В. На пути к устойчивому развитию морского промышленного рыболовства / К.В. Колончин // Вопросы рыболовства.— 2022. — Т. 23, № 1. — С. 5–15. — DOI 10.36038/0234-2774-2022-23-1-5-15. — EDN YPERDS.
3. Колончин, К.В. Возможные направления решения проблемы обеспечения новых требований потребления рыбной продукции / К.В. Колончин, С.Н. Серегин, М.А. Горбунова // Труды ВНИРО.— 2022. — Т. 187. — С. 170–179. — DOI 10.36038/2307-3497-2022-187-170-179. — EDN XLQAAN.
4. Сергеев, А.С. Проблемы внедрения Концепции развития прибрежного рыболовства на Дальнем Востоке России / А.С. Сергеев, М.Г. Челядина // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета.— 2006.— № 3(39). — С. 10–16. — EDN JXUIDL.
5. ФАО. 2022. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры — 2022. На пути к “голубой” трансформации. Рим, ФАО <https://doi.org/10.4060/cc0461ru>
6. ФАО. Добровольные руководящие принципы обеспечения устойчивого маломасштабного рыболовства в контексте продовольственной безопасности и искоренения нищеты. 2015 г. Рим, ФАО. <https://www.fao.org/voluntary-guidelines-small-scale-fisheries/ru>
7. ФАО. 2020. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры — 2020. Меры по повышению устойчивости. Рим, ФАО. <https://doi.org/10.4060/ca9229ru>

## **Развитие рыбохозяйственного комплекса как балансовой эколого-социально-экономической системы**

*К. С. Королева*

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)  
E-mail: ks.korolewa@yandex.ru

**Аннотация.** Актуальность исследования заключается в том, что традиционно рыбохозяйственный комплекс функционирует для целей максимизации прибыли для рыбаков через оптимальное использование ресурсов, но концепция устойчивого развития предполагает оценку рыбохозяйственного комплекса, в которой уделяется особое внимание экономическим и социальным структурным связям в рыболовстве и их влиянию на региональное развитие, что реализуется через интеграцию экологического, социального и экономического пространства. Цель исследования — сформулировать теоретически и инструментально интеграцию экономического, социального и экологического компонентов в рамках функционирования рыбохозяйственного комплекса как балансовой системы.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный комплекс, экологическое равновесие, устойчивое развитие.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Рыбохозяйственный комплекс Российской Федерации считается ключевым сектором экономики страны, который обеспечивает устойчивый процент поступлений в бюджет страны и занятость населения. Развитие рассматриваемого комплекса связано с рядом сложностей, вызовов и факторов. Все это необходимо учитывать при построении стратегии обеспечения его устойчивого развития. Ведущей целью в рамках этой задачи является переход к инновационному развитию на основе рационализации и сохранения водных биологических ресурсов. Для обеспечения эффективности функционирования рыбной отрасли наиболее важным, по нашему мнению, являются эколого-экономические аспекты.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

В работе использованы общенаучные методы исследования: анализ, комплексный системный анализ, сравнение и обобщение. Методологической основой исследования являются нормативные акты Российской Федерации, регулирующие отношения по вопросам деятельности и управления конкурентоспособностью рыбохозяйственного комплекса, Стратегии развития рыбной отрасли до 2030 года.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Потенциал рыбной отрасли нашей страны является одним из самых крупных в мире, благодаря большой площади пресноводных и морских водоемов. Россия обладает богатыми рыбными ресурсами, такими как лосось, семга, треска, кета, камбала, щука и другие, также в настоящее время происходит активное развитие аквакультуры. Существует значительный потенциал для развития рыбохозяйственного сектора России, включая увеличение вылова, модернизацию оборудования и технологий, развитие рыбоперерабатывающей промышленности и увеличение экспорта рыбной продукции. Вместе с тем, важно сохранять экологическое равновесие и заботиться о сохранении и восстановлении рыбных запасов для будущих поколений.

Рассматривая этапы развития рыбной отрасли важно отметить, что рыбная отрасль на большинстве этапов оказывала активное влияние на жизнь населения, формируя уклад, систему расселения и пищевую культуру потребления. Так, например, до 17 века рыба служила средством натурального обмена, а в 20 веке рост спроса на рыбную продукцию повлиял на технико-технические уклады промысла. Развитие механизированного лова, активное применение моторно-рыболовецких станций, основной целью которых был поиск новых мест промысла, оказали большое влияние на повышение объемов улова. Позднее, в годы войны, были отменены все требования в сфере охраны водных ресурсов, что привело к сокращению популяции водных биологических видов. Активное снижение вылова отдельных видов рыбы в последующие годы принято связывать с кризисными факторами экологического и социального характера. В конце 20 века в рамках развития рыбохозяйственного комплекса был взят курс на активизацию природопользования, что продолжило оказывать негативное воздействие. В первую очередь, при этом выделился некоторый перечень антропогенных факторов, среди которых:

- Повышение сброса сточных вод из-за роста прибрежного строительства;
- Активное освоение земель и вырубка лесов, что привело к обмелению рек, пригодных для нерестилищ;
- Нарушение водных экосистем.

Вводимые ограничения для снижения негативного влияния на экосистемы не снизили нагрузку на водный комплекс, что не помешало развитию комплекса в целом.

По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), рыбохозяйственный комплекс России продолжает развиваться. Вот несколько ключевых статистических показателей за период с 2017 по 2023 гг.:

1. Объем вылова рыбы и морепродуктов увеличился с 4,1 млн тонн в 2017 году до 4,7 млн тонн в 2023 году.

2. Производство аквакультуры также продолжает расти. В 2017 году объем производства составил 1,3 млн тонн, а в 2023 году ожидается достижение отметки в 1,8 млн тонн.

3. Экспорт рыбы и морепродуктов из России увеличился с 2,1 млн тонн в 2017 году до 2,5 млн тонн в 2023 году.

4. Импорт рыбы и морепродуктов также увеличился за период с 2017 по 2023 гг., с 1,7 млн тонн до 2,0 млн тонн.

5. Инвестиции в развитие рыбохозяйственного комплекса растут, что способствует модернизации производства и увеличению объемов вылова и производства.

Рыбохозяйственный комплекс России, взявший вектор устойчивого развития, продолжает развиваться, что способствует увеличению его вклада в экономику страны и удовлетворению потребностей в рыбе и морепродуктах как на внутреннем, так и на внешних рынках. Однако по-прежнему сильным остается антропогенное воздействие таких факторов, как:

1. Отравление водоемов химическими веществами, такими как пестициды, гербициды, нефтепродукты и другие промышленные отходы.

2. Изменение водоемов для нужд промышленности и городского строительства, что приводит к уменьшению животного мира и ухудшению условий для разведения рыб.

3. Перенаселение водоемов из-за избыточного вылова, что может привести к исчезновению некоторых видов рыб.

4. Загрязнение воды органическими и минеральными веществами, вызванное сельским хозяйством, промышленностью и бытовыми стоками, что ухудшает качество воды и влияет на рост и размножение рыб.

5. Воздействие на водоемы антропогенными шумами, вибрацией и светом, что может нарушать поведение и здоровье рыб.

6. Введение интродуцированных видов рыб в естественные водоемы, что может привести к снижению биоразнообразия и дезорганизации местной экосистемы.

7. Повышение температуры воды из-за изменения климата и теплового загрязнения, что может привести к снижению продуктивности рыбохозяйственных комплексов и изменению состава видов рыб.

Борьба с антропогенными факторами, влияющими на рыбохозяйственный комплекс, предполагает принятие ряда мер для улучшения экологической ситуации в водоемах и обеспечения устойчивого развития рыбной отрасли.

Одной из основных задач в этой борьбе является минимизация загрязнения водоемов химическими и промышленными отходами. Для этого необходимо разработать строгие экологические стандарты для предприятий, выпускающих вредные вещества, и контролировать их выполнение.

Также важно учитывать влияние строительства гидротехнических сооружений на рыбные ресурсы. При планировании таких работ необходимо

проводить оценку их воздействия на природную среду и принимать меры по снижению негативных последствий для рыб.

Другим аспектом борьбы с антропогенными факторами является контроль за незаконным промыслом и недобросовестным использованием природных ресурсов. Проведение регулярных проверок и введение строгих санкций в отношении нарушителей позволит минимизировать ущерб для рыбного фонда.

В настоящее время необходимо уделять внимание мониторингу состояния водных ресурсов и рыбного фонда, а также развивать программы по восстановлению и охране природной среды. Только комплексное воздействие на проблему антропогенных факторов позволит сохранить и развивать рыбохозяйственный комплекс в экологически устойчивой среде.

Для достижения этой цели используется множество междисциплинарных подходов стратегий управления с социальным и экологическим пространством, способствуя поддержанию структуры и функционирования экологического пространства. Некоторые из данных подходов включают управление на основе экосистем, «социально-экологические системы» [1], «социально-экологическое согласование» [2], «совместное управление (партнёрство)» [2] и другие. Общей чертой всех подобных подходов является необходимость понимания внутренних взаимосвязей между экологическими и социальными элементами, что способствует улучшению эффективности управления. Методологические барьеры включают в себя сложность природных и социальных систем, необходимость использования междисциплинарных исследовательских инструментов для оценки и сравнения, сопоставления пространственных и временных масштабов измерения.

Метод концептуализации социально-экологических связей через представление их в виде сетей является многообещающим подходом. При использовании этого подхода сети состоят из узлов, представляющих социальные или экологические компоненты, а также связей, отражающих их взаимодействие. Социальные и экологические системы могут быть представлены как отдельные, но взаимосвязанные уровни в многоуровневой сети [4]. Преимущество сетевых моделей заключается в их гибкости для представления разнообразных данных, начиная от отношений внутри и между группами людей или организациями до перемещений личинок рыбы через океанские течения, также они способны выявлять взаимозависимость и обратные связи между компонентами системы, а также помогают выявить ключевые узлы в ее структуре. Социально-экологическое соответствие достигается, когда связи между социальными субъектами сочетаются со связями в экологической сети и обычно связано с одним или несколькими показателями устойчивости и определяется контекстуальными атрибутами, способствующими успеху. Подобный тип сетевой структуры может повысить доверие, обучение, обмен информацией и помочь установить правила.

Представленная модель не может развиваться без экономической составляющей, характеризующей уровень устойчивого балансового развития РХК.

Концептуально данная сетевая модель представлена на рис. 1.

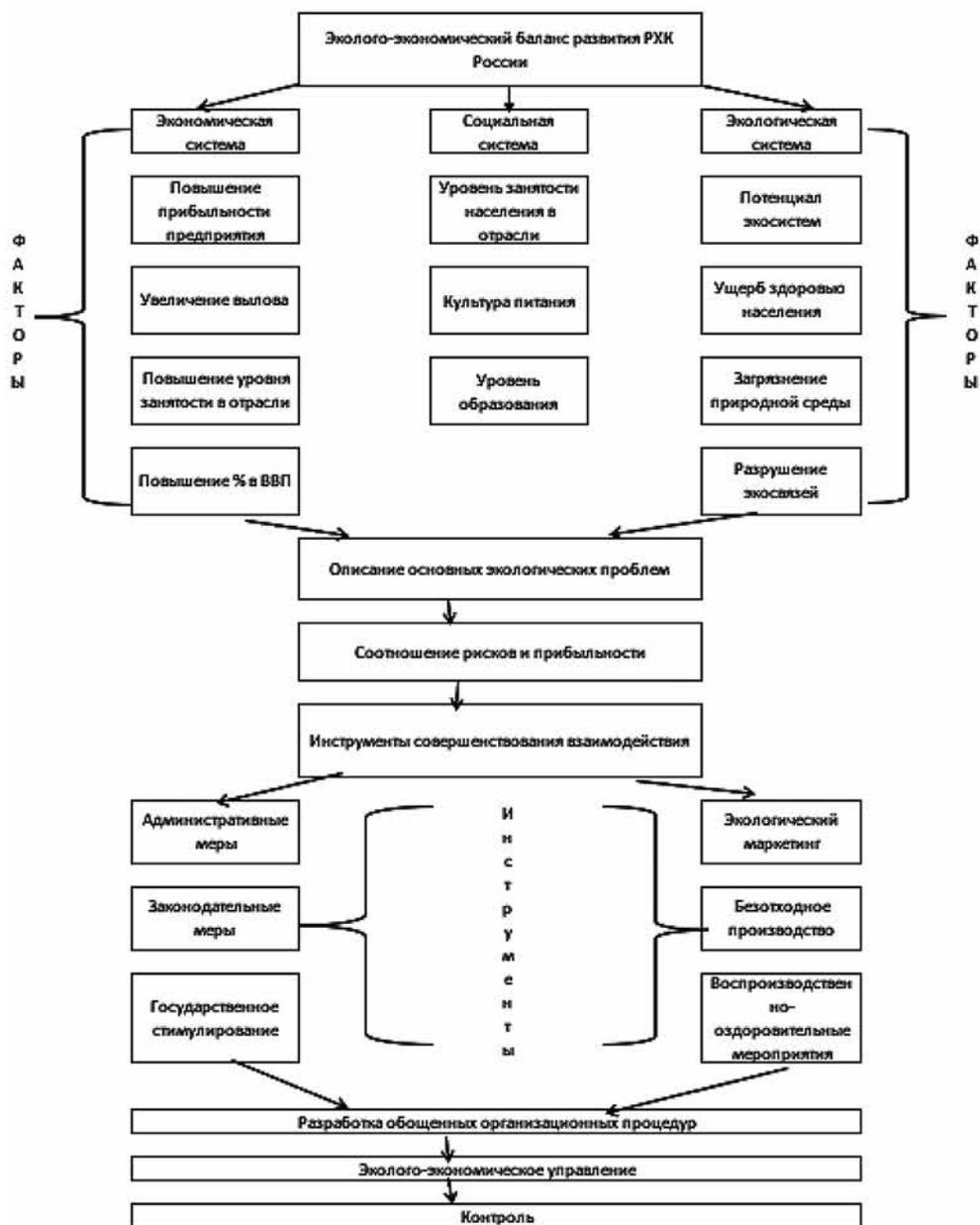


Рис. 1. Схема концептуальной сетевой модели

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Раскрывая содержание вопроса развития рыбохозяйственного комплекса под влияние эколого-экономических можно выделить два ключевых направления, включающие экономические, социальные и биологические структур-

ные отношения в данной отрасли. Первое фокусируется на биоэкономических аспектах рыболовства с целью максимизации прибыли для рыбаков через оптимальное использование ресурсов. В классической биоэкономической модели рыболовства выделяется функция производства рыбы, отражающая улов, рыболовные усилия и запасы биомассы, в устойчивом состоянии рыболовное усилие определяется балансом между выловом и ростом биомассы. Второе направление сосредоточено на оценке общего фактического воздействия рыбной отрасли, уделяя особое внимание экономическим и социальным структурным связям в рыболовстве и их влиянию на региональное развитие.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л. Интегрированное управление природопользованием в шельфовых морях // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2007. № 3. С. 27–40.
2. Мнацаканян Р.А. Развитие финансово-экономических механизмов государственно-частного партнерства в рыбном хозяйстве // V международный Балтийский морской форум: материалы форума, Калининград, 21–27 мая 2017 года / Составитель Кострикова Н.А. Калининград: Обособленное структурное подразделение «Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет», 2017. С. 1010–1015. EDN YRSQPF.
3. Савицкая М.Т. Экологизация сельского хозяйства как предмет философского анализа // Право и практика. 2017. № 1. С. 203–208. EDN YGWDFJ.
4. Woods P. J. et al. A review of adaptation options in fisheries management to support resilience and transition under socio-ecological change // ICES Journal of Marine Science. 2022. Т. 79. № 2. С. 463–479.

## **Человеческий капитал рыбохозяйственного комплекса России: проблемы формирования и перспективы развития**

*А.А. Лобанов, О.Ю. Дудина*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

E-mail: dudina@vniro.ru

E-mail: lobanov@vniro.ru

**Аннотация.** Статья посвящена проблематике формирования и развития отраслевого человеческого капитала рыбохозяйственного комплекса России. В ходе исследования определены ключевые этапы его формирования, выявлены некоторые его специфические отраслевые особенности. Проанализировано текущее состояние трудовых ресурсов рыбохозяйственного комплекса России, определен вектор дальнейшего развития человеческого капитала отрасли.

**Ключевые слова:** человеческий капитал, рыбохозяйственный комплекс, человеческие ресурсы, трудовые ресурсы, человеческий потенциал, рыболовство, рыбобоводство.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Особенность постиндустриальной экономики заключается в том, что ее главные ресурсы — информация и знания — в отличие от прочих ресурсов бесконечны и неиссякаемы. Обязательным условием функционирования данных ресурсов является специфическое качество индивида — его интеллектуальная деятельность как форма переработки, накопления, генерации информации и транслирования новых знаний в общей системе функционирования и воспроизводства человеческого капитала. По данным опубликованного Всемирным банком отчета о глобальном благосостоянии за 2021 г. именно человеческий капитал представляет собой основной компонент глобального благосостояния, на который приходится до 64% мирового богатства, оцененного в 1152 трлн \$ [1]. С развитием мировой экономики доля человеческого капитала в общем богатстве имеет тенденцию к увеличению. Однако из-за таких процессов, как старение населения, нединамичный рост заработной платы, а также использование технологий, при которых отдается предпочтение произведенному капиталу, а не труду, доля человеческого капитала некоторых стран в общем богатстве может снижаться.

Человеческий капитал — это не сами живые люди, а принадлежащие им производительные способности, профессиональные навыки, трудовой опыт, творческие способности, талант, позволяющие человеку создавать доход и иные полезные эффекты как для себя, так и для общества в целом. Начиная с 50–60-х гг. XX в. ученые периодически актуализируют и дополняют

характеристики экономической категории «человеческий капитал», а также анализируют и критически оценивают их вклад в личное благосостояние индивида и социально-экономическое развитие общества в целом. На сегодняшний день данная экономическая категория является одной из наиболее подвижных, неопределенных и противоречивых, а проблемы формирования человеческого капитала, его развития и использования подразумевают продолжение дальнейших исследований в этой области.

Человеческий капитал выступает источником инновационного развития и экономического роста аграрной сферы, и в том числе рыбохозяйственного комплекса России. Данный капитал способствует приращению новых знаний, профессиональных навыков и трудового опыта, обеспечивая их капитализацию. Цель настоящего исследования — выявить проблемы формирования человеческого капитала рыбохозяйственного комплекса России, провести анализ текущего состояния его трудовых ресурсов, определить имеющиеся перспективы развития человеческого капитала отрасли в современной экономике.

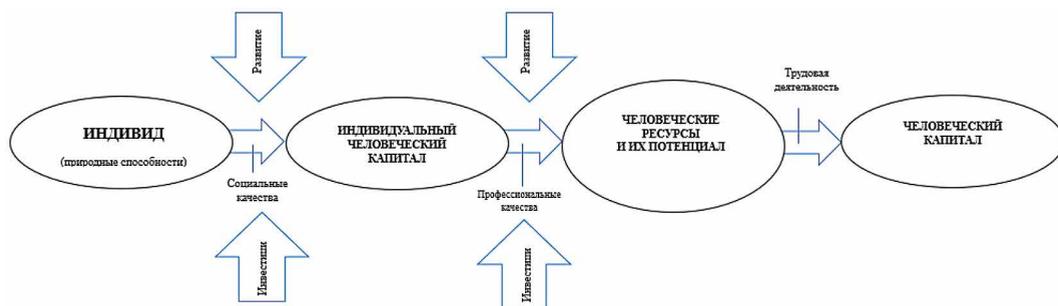
В ходе исследования использовались следующие методы: экономико-статистический, анализ, синтез, сбор и обработка информации, графический.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Говоря о процессе формирования человеческого капитала, обратим особое внимание на то, что он начинается с самого рождения человека и поэтапно продолжается в течение всей его жизни согласно основным фазам его развития, а также физической, интеллектуальной, психологической, социальной компонентам. На рис. 1 представлены основные этапы процесса формирования человеческого капитала.

«Ядром» человеческого капитала выступает индивид, сущность которого, проявляется в физической и социальной формах. Изначально индивид (также как природный и физический капиталы) не формирует никакого экономического эффекта. В процессе развития своих индивидуальных природных способностей человек приобретает набор социальных качеств, происходит формирование индивидуального человеческого капитала. В результате инвестирования в образование и профессиональное развитие происходит формирование человеческих ресурсов и накопление человеческого потенциала, эффективное использование которых может приносить доход аналогично природному и физическому капиталу. Следует отметить, что категории «человеческие ресурсы» и «человеческий капитал» не тождественны. Человеческие ресурсы трансформируются в капитал исключительно в процессе трудовой деятельности. В результате преобразования человеческих ресурсов в капитал происходит реализация человеческого потенциала в конечный результат трудовой деятельности, выраженный в товарно-денежной форме в виде дохода или вклада отрасли в создание национального богатства.

Человек как ключевой экономический ресурс определяет возможности социально-экономического развития и роста страны, ее отдельных регио-



**Рис. 1.** Этапы процесса формирования человеческого капитала

нов и отраслей народного хозяйства. Различные компоненты человеческого капитала (физические, интеллектуальные, профессиональные и т. д.) на современном этапе экономического развития становятся драйверами инновационных преобразований, что крайне важно для рыбохозяйственного комплекса России в свете поставленных задач обеспечения продовольственной безопасности и независимости страны и повышения качества жизни ее населения. Неоценимый вклад работников в развитие отрасли в своей речи отметил Президент Российской Федерации В.В. Путин: «...Рыбохозяйственный комплекс играет важную роль в отечественной экономике, обладает значительным технологическим потенциалом, вносит значимый вклад в укрепление продовольственной безопасности, в развитие регионов и их социальной инфраструктуры. Все это — результат труда многих поколений промышленников, ученых, инженеров, представителей разных специальностей, которые закладывали традиции отрасли и совершенствовали ее работу, подавали пример рачительного отношения к природным богатствам нашей страны...» [2].

Исследование процессов формирования и развития человеческого капитала предопределяет необходимость изучения сущности основных элементов данной категории с учетом отраслевой специфики рыбохозяйственного комплекса России. По нашему мнению, человеческий капитал рыбохозяйственного комплекса России — это накопленный запас здоровья, профессиональных знаний, способностей, трудового опыта, эффективно используемый в хозяйственной деятельности и увеличивающий доходы отдельного индивида, хозяйствующего субъекта отрасли и всего общества в целом. От качества и уровня развития человеческого капитала в значительной мере зависит эффективность рыбохозяйственной отрасли и жизненный уровень его работников. Человеческий капитал рыбохозяйственного комплекса России имеет свои особенности, зависящие от специфики отрасли, организационно-технологического уклада, стадий производственного процесса и т. д. (рис. 2). Главные особенности процессов формирования и развития человеческого капитала рыбохозяйственного комплекса России, обусловлены, прежде всего, существенным воздействием на все условия жизнедеятельности природно-климатического фактора, взаимосвязи биологических, экологических и эко-



*Рис. 2. Особенности человеческого капитала рыбохозяйственного комплекса России*

номических процессов, многолетним отставанием хозяйственного развития рыбной отрасли.

Вплотением человеческого капитала на уровне организаций рыбохозяйственного комплекса России можно считать их трудовые ресурсы. По данным Федеральной службы государственной статистики в целом по виду деятельности «рыболовство и рыбоводство» в 2022 г. было занято 126,8 тыс. человек или 2,84% от всех занятых в «Сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве» и 0,18% от общей численности занятых в экономике России (71216,9 тыс. чел. — в 2022 г.) (табл. 1).

Среднесписочная численность работников организаций рыболовства и рыбоводства в 2022 г. составила 64,4 тыс. человек, при этом большинство (78,6% или 50,6 тыс. чел.) было занято в сфере рыболовства. Численность занятых в сфере рыбоводства в 2022 г. составила 21,4% или 13,8 тыс. человек.

За период с 2017 по 2022 гг. среднесписочная численность работников организаций рыболовства и рыбоводства увеличилась с 60,9 до 64,4 тыс. чел. (на 5,8%). Причем, в данный период увеличение занятости происходило в основном за счет предприятий рыбоводства при некотором росте численности работников рыбодобывающих компаний. Что касается производства основных видов рыбной продукции, то количество занятых в данной сфере сократилось — с 43,7 до 42,2 тыс. человек (на 3,4%).

Отметим, что занятые в рыбохозяйственном комплексе страны распределены по территории Российской Федерации крайне неравномерно, в соответствии с местоположением основных рыбохозяйственных бассейнов и рыбоперерабатывающих производств. Так, более 90% занятых в рыболовстве и рыбоводстве находятся на территориях Дальневосточного (51,9%), Северо-Западного (20,8%), Южного (18,8%) и Центрального (10,8%) федеральных округов. Основная доля занятых на предприятиях по переработке основных видов рыбной продукции приходится на Дальневосточный (34,1%), Центральный (10,6%) и Северо-Западный (23,7%) федеральные округа.

**Таблица 1.** Динамика среднегодовой численности работников в ВЭД «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство», тыс. чел.

		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2017 г.
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	5 074,5	4 936,6	4 781,0	4 553,6	4 490,6	4 465,7	88,0
	Рыболовство и рыбоводство	135,1	134,1	129,7	124,3	129,8	126,8	93,9
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	954,0	937,3	911,7	881,7	863,1	854,8	89,6
	Рыболовство и рыбоводство	9,5	9,7	10,1	10,7	10,9	10,8	113,7
СЕВЕРО- ЗАПАДНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	289,6	278,5	266,8	253,5	248,6	246,4	85,1
	Рыболовство и рыбоводство	23,7	23,8	22,5	21,2	21,4	20,8	87,8
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	844,1	817,3	795,8	761,6	761,1	757,3	89,7
	Рыболовство и рыбоводство	21,9	21,6	20,7	19,3	19,2	18,8	85,8
СЕВЕРО- КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	707,7	719,6	684,1	664,4	647,8	675,5	95,5
	Рыболовство и рыбоводство	6,3	6,4	6,1	4,7	4,6	4,8	76,2
ПРИВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	1 123,2	1 059,2	1 017,3	960,7	940,7	923,1	82,2
	Рыболовство и рыбоводство	8,3	7,8	7,0	6,7	6,6	6,7	80,7
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	262,8	251,1	243,7	228,4	229,6	219,9	83,7
	Рыболовство и рыбоводство	6,2	6,3	6,2	6,0	6,0	6,0	96,8

		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2017 г.
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	668,6	581,1	583,4	537,3	540,6	536,2	80,2
	Рыболовство и рыбоводство	7,4	6,8	6,9	6,7	7,0	7,5	101,4
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	224,5	292,5	278,2	2656,0	259,2	252,6	112,5
	Рыболовство и рыбоводство	51,8	51,8	50,1	49,1	54,0	51,9	100,2

Источник: составлено авторами по данным [3]

Отличительной чертой отрасли является то, что наибольшая доля занятых являются работниками неформального сектора. Структура занятости меняется в зависимости от размера предприятий. Так, на крупных предприятиях постоянная занятость растет, что связано с их развитием производственного комплекса, созданием смежных перерабатывающих производств и круглогодичным производственным циклом. При этом крупные предприятия ориентированы на закрепление персонала и сокращение текучести кадров. Полагаем, что в связи с модернизацией рыбохозяйственного комплекса России постоянная занятость на предприятиях рыбохозяйственного комплекса России будет возрастать.

На малых и средних предприятиях сохраняется тенденция привлечения персонала на время промысловой путины с последующим высвобождением. Как правило, для выполнения сезонных работ привлекают береговой персонал, задействованный в переработке и эксплуатации технических средств.

В связи с проводимой технико-технологической модернизацией рыбохозяйственного комплекса России возникают серьезные проблемы, связанные с формированием и последующим развитием его человеческого капитала. В настоящее время идет строительство нового флота, возводятся современные рыбоперерабатывающие заводы. Рыбохозяйственный комплекс России особенно испытывает потребность в молодых квалифицированных кадрах и в связи с его масштабной реформой эта потребность будет только нарастать. В частности, существует потребность в привлечении технологов в сфере рыбоводства, требуются кадры в области мореводства, ввиду того,

что рыболовство в России осуществляется преимущественно на пресноводных, а не морских участках. Существует кадровый «голод» в сфере добычи и первичной переработки ВБР на судах, управлении и обслуживании судов и оборудования — настройщиков машин первичной переработки ВБР, электромехаников и матросов. Особенно не хватает специалистов рабочих профессий (слесари-закатчики, автоклавщики, механики технологического оборудования). Согласно проведенному в 2023 г. РСХБ исследованию рынка труда в рыбохозяйственном комплексе России «...наиболее востребованы в РХК профессии рыболова разного уровня (35% вакансий), обработчика рыбы (28%), рыбаков прибрежного лова (10%), остальные вакансии пришлось на административный персонал разного уровня... Интерес к работе в рыбопромышленном комплексе вырос на 80% с начала 2023 года. Самыми популярными профессиями стали обработчик рыбы, рыболов и рыбак прибрежного лова ... лидерами по количеству открытых вакансий являются традиционные рыбные регионы России: Астраханская область, Камчатский край, Мурманская область, Дальний Восток». [4]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трудовые ресурсы в рыбохозяйственном комплексе России ограничены, в то время как возможности роста производительности труда, по существу, безграничны. Для успешного решения социально-экономических задач, стоящих перед отраслью, требуется ускоренный рост производительности труда, повышение эффективности производства. Это ключевой вопрос развития рыбохозяйственной отрасли в целом. В свою очередь, повышение производительности труда напрямую тесно связано с достижениями научно-технического прогресса, а, следовательно, и с человеческим капиталом, являющимся драйвером его развития.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/e1399ed3-ebe2-51fb-b2bc-b18a7f1aaaed>
2. <https://www.pnp.ru/social/putin-otmetil-vazhnost-rybokhozyaystvennogo-kompleksa-v-ekonomike-rossii.html>
3. <https://www.fedstat.ru/>
4. <https://www.rshb.ru/news/premium-ultra/13072023-000002>

## **Влияние отрасли рыбоводства на продовольственную безопасность и развитие сельских территорий**

*Ф.В. Маханьков<sup>1</sup>, И.В. Креницын<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Уральский НИИ экономической безопасности и развития сельских территорий

<sup>2</sup> Инжиниринговый центр Кировской области Вятского государственного университета

E-mail: mfvsayt@gmail.com

**Аннотация.** Развитие сельскохозяйственной отрасли необходимо для обеспечения продовольственной безопасности и здоровья нации за счет качественного продовольствия. Рыбоводство в агропромышленном комплексе является перспективным развивающимся направлением, которое имеет государственную поддержку и открывает новые направления развития экономики сельских территорий. В статье рассмотрены аспекты развития рыбоводства и его влияние на экономические процессы, дана оценка государственного регулирования рыбоводческого производства, предложены меры по развитию сельских территорий на основе внедрения рыбоводческой деятельности и воспроизведения водно-биологических ресурсов.

**Ключевые слова:** рыбоводство, развитие сельских территорий, водно-биологический ресурс, государственное регулирование.

Рыбоводство занимает малую долю в экономике страны, при этом создается впечатление о слабом имеющегося потенциала, способного повлиять на развитие сельских территорий, общества и государства.

Развитие аквакультуры можно рассматривать как продуктовое наполнение потребительской корзины в обществе. С другой стороны, данное направление влияет на ментальное и физическое здоровье человека, необходимого трудового ресурса и, как следствие, на эффективность производственных процессов в целом.

Создание экосистем с воспроизводством аквакультуры позволит бережно относиться к экологии и использовать ранее незадействованные в экономике скрытые ресурсы. Комплексный, концептуальный подход к управлению этим сегментом экономики позволит развивать данное направление в гармоничном взаимодействии с другими отраслями и направлениями. Развитие одного направления во вред или ущерб другому не позволит достичь стратегических целей.

Для реализации скрытого потенциала в рыбоводстве государственная экономическая политика должна использовать новейшие подходы к созданию экосистем, которые обеспечивают благоприятные условия для развития процессов рыборазведения, рыбопереработки и доставки рыбной продукции

населению. Проблемы программ государственного развития, инициированных органами власти, заключаются в неэффективном расходовании государственных средств, что препятствует их выполнению. К таким проблемам можно отнести:

- недостаточное финансирование: выделенных средств порой не хватает для реализации всех запланированных мероприятий, это приводит к тому, что многие проекты остаются незавершенными или реализуются с задержкой;

- отсутствие квалифицированных кадров: в сельской местности наблюдается нехватка квалифицированных кадров, среди которых можно выделить специалистов в сфере сельского хозяйства, здравоохранения и образования, поскольку молодежь предпочитает переезжать в города в поисках более высоких заработков и лучших условий жизни;

- устаревшая инфраструктура: инфраструктура в сельских территориях часто находится в плохом состоянии. Дороги, трубопроводы, электрические сети нуждаются в ремонте или реконструкции, что создает дополнительные трудности для жителей и препятствует экономическому развитию села;

- слабое развитие социальной сферы: социальная сфера в сельских территориях зачастую имеет недостаточное развитие. В селах и деревнях отсутствуют или работают нерегулярно учреждения культуры, спортивные залы и места для проведения досуга. Это приводит к тому, что жители сельских территорий испытывают недостаток в социальных услугах и чувствуют себя оторванными от цивилизации;

- неэффективное управление: управление сельскими территориями часто осуществляется неэффективно. Местные власти не всегда могут разработать и реализовать такие стратегии развития, которые бы учитывали потребности и интересы жителей. Это приводит к тому, что многие проблемы сельских территорий остаются нерешенными.

История показывает множество интересных сценариев развития пресноводного рыбоводства на территории России и трансляции зарубежного опыта эффективного использования данной отрасли на благо общества. Например, в Бангладеш рыбоводство является одним из основных источников дохода для сельских жителей. В стране насчитывается более 1 млн рыбоводных хозяйств, которые производят около 4 млн тонн рыбы в год. В Индии рыбоводство является важным источником дохода для сельских жителей штатов Андхра-Прадеш, Тамилнад и Керала. Там насчитывается более двух млн рыбоводных хозяйств, производящих в год порядка 6 млн тонн рыбы. Рыбоводство является одним из основных источников дохода для сельских жителей Китая. В стране насчитывается более 10 млн рыбоводных хозяйств, которые производят около 50 млн тонн рыбы в год.

Эти примеры показывают, что рыбоводство может быть очень эффективным способом улучшения экономического и социального благосостояния сельских жителей.

Для развития отрасли рыбоводства на территории сельских поселений целесообразно развивать сопутствующие ей производства. Они могут быть связанными как прямо, так и косвенно с самим процессом рыбоводства или оказывать влияние на его развитие.

К такому производству можно отнести выпуск специализированных кормов для рыб. Кормопроизводство является ключевым аспектом успешного разведения рыб и может быть организовано на селе с минимальными издержками и конкурентными преимуществами для местных рыбоводов. Изготовление специализированного оборудования так же является перспективным направлением, развивающим рыбоводство. Продукция аквакультуры имеет ограниченный срок хранения и реализации, поэтому важно развивать предприятия или кооперативы, занимающиеся переработкой и реализацией выпускаемой продукции. Переработка морепродуктов, производство рыбных консервов, рыбных масел и рыбной муки на сегодняшний день является перспективным направлением, способным решать задачи по удовлетворению возрастающего спроса на продукцию рыбоводов и выполнению программы по импортозамещению рыбной продукции. С продукцией отрасли рыбоводством тесно связано и производство лекарственных препаратов и добавок для рыбы.

Увеличению производства пресноводной рыбы может способствовать внедрение инноваций в области технологий разведения рыбы, кормления, управления водными ресурсами и других аспектов производства.

Параллельно возникает потребность в решении экологических вопросов. К ним относятся: мониторинг качества воды, оценка воздействия на окружающую среду, реставрация водных экосистем и другие виды экологической поддержки. Следует обратить внимание на развитие туристической инфраструктуры в районах рыбоводства: создание рыболовных баз, рыбацких деревень, предприятий общественного питания с рыбным меню, привлекающих туристов.

Для повышения качественного уровня рыбоводства и связанной с ним деятельностью, требуется разработка и проведение образовательных программ, семинаров, обучение специалистов в смежных областях деятельности. Повышение уровня знаний и навыков в области технологий разведения пресноводных биоресурсов через образовательные программы и обучение специалистов дает сельским жителям новый уровень профессионального развития. Это играет важную роль в развитии рыбоводства, обеспечивая его грамотными специалистами для успешного функционирования и продвижения отрасли.

Проведем анализ целей, поставленных перед отраслью, по направлению разведения пресноводной рыбы. Это направление связано с экономическими, экологическими и социальными аспектами.

На первом месте по приоритетности стоит обеспечение продовольственной и экономической безопасности. Направление деятельности заключается в увеличении производства пресноводной рыбы для обеспечения продоволь-

ственной безопасности населения, поскольку рыба является важным источником белка и питательных веществ и, кроме того, способствует созданию новых рабочих мест и увеличению доходов сельскохозяйственных предприятий, оказывая тем самым положительное влияние на состояние экономики региона.

Многие регионы рассматривают рыболовство как одну из перспективных отраслей для развития своей экономики. Так, например, в Пермском крае, уже существуют предпосылки развития пресноводного рыбоводства. Государственная поддержка сельхозпроизводителей региона на производство и реализацию товарной рыбы предусмотрена в виде компенсации части затрат на ее производство. Такая поддержка, запущенная в начале 2023 года, планировалась осуществляться за счет средств краевого бюджета [6]. Однако, воспользоваться данной мерой поддержки могут не все, а только сельскохозяйственные товаропроизводители, для которых рыбоводство является дополнительным направлением для основного вида деятельности. Граждане, ведущие личное подсобное хозяйство, а также сельскохозяйственные потребительские кооперативы не учитываются при субсидировании данного вида деятельности.

Кроме того, для получения субсидирования по данной программе существуют два ограничения. Это необходимость иметь в собственности или в другом имущественном праве рыбоводный или земельный участок, используемый для производства аквакультуры, и второе — предприятием должна осуществляться реализация товарной рыбы собственного производства с оформлением ветеринарного сопроводительного документа в электронной форме с использованием ФГИС «Меркурий» за отчетный финансовый год. То есть, о создании новых хозяйств речь не идет, субсидирование рассчитано только на дальнейшее развитие крупных рыбоводческих хозяйств, которые в Пермском крае отсутствуют. Такая неоднозначная ситуация получилась из-за формального подхода к развитию данного направления. Рыбоводство было добавлено к программе развития животноводческих хозяйств, однако не было обращено внимание на то, что рыбоводство в крае не имеет крупных хозяйств, способных выполнить поставленные условия.

Эта ситуация показывает на недостаточность мер поддержки рыбоводства в Пермском крае, так как его объекты представлены в единичных хозяйствах и выглядят как мелкий бизнес, не имеющий возможности влиять на развитие региона. Для развития данного направления необходимо объективно оценивать ресурсные и производственные условия края и разработать целевые меры его поддержки. В противном случае, действующие государственные программы развития не смогут гарантировать выполнение поставленных задач.

Государственное регулирование в рыбоводстве должно обеспечить благоприятные условия для развития отрасли, а развитие отрасли должно непосредственно отвечать интересам общества. Навязывание в этой отрасли

волевых решений, не ведет к развитию, а создает противоречия, которые препятствуют достижению целей.

Развитие отрасли рыбоводства, на базе водно-биологического ресурса, расположенного на сельских территориях, сочетается с государственной политикой. Данное совпадение интересов может быть эффективным и способствовать улучшению экономического и социального благосостояния местного населения.

Организация рыбоводства в сельских территориях решает проблемы занятости населения, создавая новые рабочие места, обеспечивающие доход местному населению. Особенно это актуально там, где сельское хозяйство является основным видом деятельности. Использование водных ресурсов, как среды для выращивания аквакультуры, улучшает продовольственную безопасность и обеспечивает доступ к органической продукции.

Помимо этого, рыбоводство играет большую роль в сохранении окружающей среды. Экосистемные проекты — перспективное развитие безотходного аграрного производства, способного заинтересовать людей в работе и проживании на сельских территориях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 31 мая 2019 г. N 696 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий» и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://base.garant.ru/72260516/?ysclid=lt5jkee0kd599319920> (дата обращения 27.02.2024)
2. Распоряжение Правительства РФ от 25.01.2017 № 79-р «Об утверждении перечня сельскохозяйственной продукции, производство, первичную и последующую (промышленную) переработку которой осуществляют сельскохозяйственные товаропроизводители, а также научные организации, профессиональные образовательные организации, образовательные организации высшего образования в процессе своей научной, научно-технической и (или) образовательной деятельности» [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=458282&ysclid=lt5jtz8dgv99200311> (дата обращения 27.02.2024)
3. Федеральный закон от 29 декабря 2006 г. N 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» (с изменениями и дополнениями) [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://base.garant.ru/12151309/?ysclid=lt5jxsgy6814570853> (дата обращения 27.02.2024)
4. Федеральный закон от 8 декабря 1995 г. N 193-ФЗ «О сельскохозяйственной кооперации» (с изменениями и дополнениями) [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://base.garant.ru/10105638/?ysclid=lt5k22jcqc366552401> (дата обращения 27.02.2024)
5. Федеральный закон «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» от 11.06.2003 N 74-ФЗ (последняя редакция) [электронный ресурс] — Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_42662/?ysclid=lt5k9atbla806005816](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42662/?ysclid=lt5k9atbla806005816) (дата обращения 27.02.2024)
6. Федеральный закон «О личном подсобном хозяйстве» от 07.07.2003 N 112-ФЗ (последняя редакция) [электронный ресурс] — Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_43127/?ysclid=lt5kqcqt6d3589605274](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43127/?ysclid=lt5kqcqt6d3589605274) (дата обращения 27.02.2024)
7. Постановление правительства Пермского края от 26.05.2023 года № 399-п «Об утверждении Порядка предоставления субсидии на возмещение части затрат на производ-

- ство и реализацию рыбы» [электронный ресурс] — Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/5900202305290017?ysclid=lt5khf4msx304767201> (дата обращения 27.02.2024)
8. Никитин А.И., Валетова Н.К., Чумичев В.Б. и др. Натурные исследования радиоактивного загрязнения морской среды северо-восточной части Черного моря (1997–2000 гг.) // Тез. докл. Междунар. науч. конф. Ростов-на-Дону, 2001. С. 51–53.
  9. Курилов А.В. Инфузории планктона прибрежной зоны и лиманов северо-западной части Черного моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь: ИнБюм, 2005. 26 с.
  10. Матлин А. В Прикамье поддерживают развитие рыбоводства [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.perm.kp.ru/daily/27583.5/4852958/> (дата обращения 27.02.2024)
  11. Черданцев В.П., Маханьков Ф.В. Эффективное управление отраслью рыбоводства — потенциал экономического развития сельских территорий// *International agricultural journal* — № 6/2022 — Ссылка: <https://iacj.eu/index.php/iacj/article/view/701>
  12. Семин А.Н., Черданцев В.П. Экономически значимые проблемы развития отечественного рыболовства // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета.*— 2022. № 3 (70) с. 133–139.

## Технико-экономические проблемы рыбной промышленности

*А.А. Медведев, А.А. Малыш*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

**Аннотация.** Рыбная промышленность как отдельная отрасль — это сложный и многогранный сектор, который включает в себя добычу, переработку и дистрибуцию рыбы и производных продуктов. Разнообразный характер этой отрасли позволил разработать несколько теоретических подходов к ее классификации, в том числе технологические и экономические проблемы. В статье проведен сравнительный анализ отраслей агропромышленного комплекса и обобщены теоретические подходы к рыбной промышленности. Рассмотрены технико-экономические проблемы, характерные для данного сектора экономики, решение которых сможет помочь в достижении долгосрочной жизнеспособности рыбной промышленности. **Ключевые слова:** рыбная промышленность, рыбное хозяйство, экономические проблемы, технологические проблемы, затраты, прибыль, экономические факторы.

### ВВЕДЕНИЕ

Рыбная промышленность часто считается частью сельского хозяйства, поскольку она включает в себя выращивание и сбор урожая природных ресурсов для производства продовольствия и других целей. Как и сельское хозяйство, рыбная промышленность зависит от природных ресурсов и подвержена различным экологическим, экономическим и социальным факторам, влияющим на ее устойчивость и прибыльность.

Сельское хозяйство полагается на плодородную землю, воду и питательные вещества для выращивания сельскохозяйственных культур, а рыбная промышленность полагается на здоровые морские экосистемы и устойчивые популяции рыб, чтобы обеспечить надежный источник продовольствия. Таким образом, оба сектора подвержены воздействию экологических факторов, например, изменению климата, которое может повлиять на доступность и качество природных ресурсов. Их общее заключается также в обеспечении основными продуктами питания, которые потребляют люди во всем мире и поддерживают средства к существованию миллионов людей, особенно в сельских районах. Рыбная промышленность, как и сельское хозяйство, может предоставить значительные возможности трудоустройства мелким рыбакам и рыболовецким хозяйствам, внося вклад в местную экономику и социальное развитие. Однако между этими отраслями существуют некоторые ключевые различия — сельское хозяйство предполагает выращивание наземных культур, в то время как рыбная промышленность предпо-

лагают сбор морских ресурсов. Это может усложнить управление и регулирование рыбной промышленности, поскольку популяции рыб подвержены воздействию сложных экологических факторов, которые затрудняют прогнозирование и контроль объемов вылова. [2, 4]

Другим различием между сельским хозяйством и рыбной промышленностью является уровень требуемых инвестиций, где первое требует значительных инвестиций в землю, оборудование и инфраструктуру, чтобы быть успешным, в то время как вторая отрасль может потребовать меньших капиталовложений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Подход межотраслевого баланса («затраты-выпуск») к классификации рыбной промышленности основан на производственном процессе, затратах и результатах отрасли и классифицирует ее на основе затрат, необходимых для производства, таких как рабочая сила и сырье для производства продукции (рыба, морепродукты). Такой подход обеспечивает детальное понимание производственного процесса и того, какой вклад рыбная промышленность вносит в экономику в целом. [7]

Подход к предприятиям рыбной промышленности, как к промышленной организации, фокусируется на ее структуре и на том, как она функционирует в конкурентной среде. Прежде всего, это связано со структурой отраслевого рынка, поведением предприятий и ролью правительства в регулировании отрасли и понимании конкурентной динамики рыбной отрасли и стратегии, используемых предприятием для получения конкурентного преимущества.

Подход к цепочке создания стоимости — это теоретическая основа, которая описывает различные этапы производственного процесса, от добычи сырья до распределения конечной продукции и участников, задействованных в каждом этапе, таким образом, учитывая взаимосвязь различных участников производственно-сбытовой цепочки [3]. В данном подходе подчеркивается важность сотрудничества и координации между участниками производственно-сбытовой цепочки для достижения эффективного и устойчивого производства.

Рыбная промышленность сталкивается с различными техническими проблемами, которые существенно влияют на устойчивость, эффективность и прибыльность сектора. Некоторые из наиболее насущных технологических проблем рыбной промышленности включают чрезмерный вылов рыбы, нерациональные методы осуществления рыболовства и использование устаревших технологий и оборудования. [1]

Чрезмерный вылов рыбы, одна из основных проблем отрасли, происходит, в том случае, когда рыболовные суда осуществляют вылов рыбы со скоростью, превышающей скорость размножения ее популяции за счет донного траления и ярусного лова. Это приводит к сокращению популяции многих

рыб и снижению показателей вылова, что приводит к сокращению прибыли рыболовцевских компаний.

Прилов — еще одна технологическая проблема, которая затрагивает рыбную промышленность. Она проявляется в непреднамеренном вылове нецелевых видов рыб. Прилов представляет собой серьезную проблему, поскольку нерациональные методы рыболовства, такие как чрезмерный вылов рыбы, донное траление и ярусная ловля, могут нанести ущерб морским экосистемам и сократить популяции рыб. Спутниковые системы мониторинга и акустического слежения, а также другие современные технологии могут помочь рыбакам с внедрением более устойчивых методов рыболовства, предоставляя информацию о популяциях рыб и местоположении рыболовных судов в режиме реального времени. [6]

Многие рыболовные суда нуждаются в оснащении новейшим технологическим оборудованием, так как использование ручного труда для сортировки и обработки рыбы отнимает много времени и является достаточно дорогостоящим, что приводит к неэффективности деятельности и снижению прибыли. Использование современных технологий поможет снизить затраты и повысить эффективность работы предприятий рыбной промышленности.

Помимо перечисленного, рыбная промышленность сталкивается и с другими экономическими проблемами, существенно влияющими на устойчивость, прибыльность и конкурентоспособность сектора через избыточные мощности, сокращение рыбных запасов, низкую прибыльность и неравномерное распределение выгод. [5]

Избыточные мощности — это серьезная экономическая проблема, которая возникает, когда рыболовных судов и промысловых усилий больше, чем количество устойчиво поддерживаемых рыбных запасов. Соответственно, это приводит к сокращению популяции рыбы и снижению прибыльности рыболовцевских компаний. Избыточные мощности часто вызваны государственными субсидиями, которые поощряют расширение рыболовцевских флотов, что может привести к избытку промысловых мощностей и перелову рыбы.

Сокращение рыбных запасов — еще одна экономическая проблема, с которой сталкивается рыбная промышленность. Популяции многих рыб во всем мире сократились из-за их чрезмерного вылова, разрушения среды обитания и изменения климата. Это приводит к снижению показателей вылова, сокращению прибыли и экономическим потерям для рыболовцевских компаний. В свою очередь, сокращение рыбных запасов также может иметь социальные и экологические последствия, поскольку рыба является важнейшим источником питания и средств существования для миллионов людей во всем мире.

Низкая рентабельность является серьезной экономической проблемой, с которой сталкивается рыбная промышленность. Этому способствует на-

личие следующих факторов: сокращение рыбных запасов, высокие цены на топливо и конкуренция за импорт. Сокращение прибыли приводит к уменьшению инвестиционной привлекательности отрасли, что влечет за собой снижение качества рыболовных судов и оборудования и сокращение возможностей трудоустройства.

Неравномерное распределение выгод является еще одной экономической проблемой, с которой сталкивается рыбная промышленность. Выгоды от рыболовства, такие как прибыль и возможности трудоустройства, часто сосредоточены в руках нескольких крупных компаний и частных лиц. В то же время мелкие рыболовецкие артели и индивидуальные предприниматели маргинализированы, что приводит к социальному и экономическому неравенству и недостатку инвестиций в устойчивые и ответственные методы рыболовства.

## ВЫВОДЫ

Понимание теоретических подходов к классификации рыбной промышленности имеет важное значение для разработки эффективных стратегий и директивных указаний по обеспечению устойчивости и эффективности отрасли.

Рыбная промышленность сталкивается с различными технологическими и экономическими проблемами, поэтому правительству, рыболовецким компаниям и исследователям необходимо совместно осуществлять разработку и внедрение инновационных технологий, устойчивых методов рыболовства, осуществлять экономическую политику и использовать существующие практики, способствующие устойчивому рыболовству, сокращению избыточных мощностей и обеспечению справедливого распределения выгод, которые могут помочь с решением этих проблем и обеспечением долгосрочной жизнеспособности данного сектора экономики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н. Технологические особенности содержания ремонтных групп осетровых рыб в условиях рыбоводных заводов юга России // Известия Самарского научного центра Российской академии наук.— 2010. — Т. 12.— № 1-5. — С. 1264–1266.
2. Борисов А.С. Прудовое рыбоводство как перспективное направление развития сельского хозяйства // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: Сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции / Под ред. Е.Б. Дудниковой. Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, ООО «ЦеСАин», 2020. –278 с.— 2020. — С. 33.
3. Дементьев В.Е., Новикова Е.С., Устюжанина Е.В. Место России в глобальных цепочках создания стоимости // Национальные интересы: приоритеты и безопасность.— 2016.— № 1 (334). — С. 17–30.
4. Киселев В.К. Товарное рыбоводство в системе сельского хозяйства // Рыбное хозяйство.— 2007.— № 1. — С. 83–85.

5. Корнейко О.В., Покорменюк М.Д. Аквакультура в России: состояние и проблемы развития //Азимут научных исследований: экономика и управление.— 2017. — Т. 6.— № 4 (21). — С. 202–204.
6. Микодина Е.В., Микулин А.Е., Микулина Ю.А. Аномальная икра у тихоокеанских лососей на рыбоводных заводах Сахалина: биотехнические, технологические и нормативные проблемы //Рыбное хозяйство.— 2007.— № 1. — С. 61–63.
7. Халиков М.А., Бабаян Э.А., Расулов Р.М. Динамические модели «затраты-выпуск» // Экономика природопользования.— 2013.— № 2. — С. 3–16.
8. Черданцев В.П., Труба А.С., Черданцев П.В., Кузьменко А.М. Рыбная отрасль России и ее технический потенциал: проблемы и пути укрепления // Вопросы рыболовства, 2023.— № 1 (24). — С. 179–187.

## **Развитие подходов к оценке регионального рыбохозяйственного комплекса в аспекте обеспечения продовольственной безопасности**

*А.Г. Мнацаканян, М.Г. Побегайло*

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»  
E-mail: marina.pobegajlo@kltu.ru

**Аннотация.** Рыбохозяйственный комплекс в настоящее время можно отнести к одной из наиболее динамично развивающихся отраслей, нацеленный на обеспечение продовольственной безопасности страны и регионов. Рыбное хозяйство представляет собой сложный взаимосвязанный производственно-хозяйственный комплекс с развитой многоотраслевой кооперацией, глубоко интегрированный как в экономику России, так и в мировое рыболовство. В рамках настоящей статьи нами представлены отдельные результаты исследования состояния РХК Калининградского региона. В основе полученных результатов лежат предложенные и апробированные система показателей оценки устойчивого развития РХК, включающая в себя как общие, так и специфичные для отдельных отраслей группы показателей, дополненная оценкой перечня индикаторов экономической безопасности. Это позволило выявить возможности дальнейшего развития, а также определить негативные тенденции, способные стать источниками угроз экономической безопасности региона.

**Ключевые слова:** продовольственная безопасность, рыбохозяйственный комплекс, индикаторы экономической безопасности, отраслевые показатели.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Исторически определена роль России как ведущей морской державы исходя из ее пространственных, геофизических особенностей, места и роли в глобальных и региональных международных отношениях. Состояние и тенденции развития мирового рыбного хозяйства в настоящее время характеризуются усилением соперничества среди стран, осуществляющих рыболовство, за право использования водных биологических ресурсов, особенно наиболее ценных видов рыб и ракообразных, а также за рынки сбыта рыбопродукции. Ситуация осложняется существующими противоречиями в международной экономической и политической сферах, включая действие введенных против страны санкций.

Многие страны рассматривают рыбное хозяйство как компонент стратегического значения, обеспечивающий национальную безопасность. Рыбохозяйственный комплекс (РХК) традиционно играет значительную роль в обеспечении продовольственной безопасности государства.

Кроме того, рыболовство способствует заселенности отдельных прибрежных регионов, приводя к их социально-экономическому развитию. В этом аспекте РХК становится объектом протекционистской политики, проводимой многими странами по отношению к рыболовству. Актуальным стано-

вится также развитие существующего правового поля, которое бы позволяло рыбному хозяйству эффективно функционировать и быть защищенным от внешней конкуренции, а также от новых, возникших в последнее время угроз национальной безопасности. Таким образом, многогранность и разнообразие задач, решению которых способствует развитие РХК, определяет необходимость развития подходов к диагностике и мониторингу его состояния, что легло в основу постановки цели настоящей статьи.

**Целью** нашего исследования является совершенствование методических подходов к оценке РХК региона в аспекте обеспечения его продовольственной безопасности как элемента системы экономической безопасности.

**Основными методами исследования** являются: индикативный, метод анализа и синтеза, каузальный метод. Важным является расширение степени применения отдельных инструментов проводимой оценки, включая формирование набора показателей — индикаторов экономической безопасности, которые способны в полном объеме описать состояние, охарактеризовать основные составляющие продовольственного сектора региона, при этом принимая во внимание и учет такие характеристики, как системность, динамичность, сложность и неопределенность.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Продовольственная безопасность государства в последнее десятилетие стала одним из важнейших векторов обеспечения экономической независимости нашей страны, составляющей национальной безопасности. Ее уровень формируется исходя из имеющихся возможностей отдельных регионов, определяемых их экономическим потенциалом, который обладает своей спецификой в каждом конкретном регионе. Отраслевой уровень продовольственной безопасности фокусируется на поддержке требуемого технико-технологического уровня производителей первичного сырья, а также производств, осуществляющих его переработку и выпуск готовой пищевой продукции. При оценке уровня обеспечения продовольственной безопасности следует провести анализ продовольственного сектора, под которым мы понимаем «сложный социально-экономический, технологический и информационный комплекс, который включает совокупность отраслей и сфер, находящихся в состоянии непрерывного развития» [9]. При проведении диагностики уровня региональной экономической безопасности «одной из главных задач, связанной с выполнением условия обеспечения региона необходимым объемом продовольственных продуктов, является анализ состояния регионального производства продукции сельского, лесного, рыбного, охотничьего хозяйств, а также продукции пищевой промышленности» [4].

В рамках данной статьи более подробно мы остановимся на анализе рыбохозяйственного комплекса, который «включает широкий спектр видов деятельности — от прогнозирования сырьевой базы до организации торговли рыбной продукцией в России и за рубежом. В общем объеме промышленного

производства рыболовство и переработка рыбы составляют порядка 15–17%» [5]. В период с 2020 по 2022 гг. в России впервые отмечен стабильный рост потребления рыбной продукции на душу населения свыше рекомендованной Министерством здравоохранения нормы в 22 кг/чел. в год (так, в 2022 г. этот показатель достиг 22,6 кг/чел. в год). Уровень самообеспечения рыбой по итогам 2022 года составил 153,3% [2]. Таким образом, отмечено превышение порогового значения данного показателя, определенного доктриной продовольственной безопасности 85% [1]. Это подтверждает тот факт, что уровень обеспечения рыбой населения России является достаточным.

Вместе с тем, эта информация не является достаточной для того, чтобы назвать уровень продовольственной безопасности страны высоким, необходим учет и других аспектов экономической безопасности. Так, в этом отношении анализа факторов внешней среды, оказывающих влияние на деятельность предприятий РХК, которые в то же время являются источниками угроз экономической безопасности, представляется актуальным как с научной, так и с практической точки зрения. События, происходящие в окружающей среде, такие как закрытие сложившихся потребительских рынков, изменения в правовых нормах отраслевого права существенно повлияли на деятельность предприятий РХК страны. Несмотря на имеющиеся опасности и риски, рыбная отрасль продолжает стабильно работать. Но мониторинг экономической безопасности продовольственного сектора необходим для того, чтобы своевременно выявить угрозы устойчивому функционированию отдельных отраслей, прогнозировать негативное воздействие на отраслевые экономические процессы, препятствующие его дальнейшему развитию.

Рыбохозяйственный комплекс имеет сложный состав и многоотраслевую структуру, которая представлена на рис. 1.

Кроме собственно рыбопромышленных подотраслей и производств (рыбодобыча, рыбопереработка, охрана и воспроизводство рыбных ресурсов), он включает целый ряд вспомогательных и обслуживающих отраслей и производств, а также элементы производственной и социальной инфраструктуры. Наиболее важными из них являются судоремонт, строительство, транспорт, портовое хозяйство, тарное и сетевязальное производство.

Разнообразие включенных в рыбохозяйственный комплекс отраслей подчеркивает актуальность существующей проблемы выбора методики оценки их состояния. Например, к общим направлениям отраслевой политики, относятся амортизационная, налоговая, кредитная, таможенная, внешнеэкономическая политика; действующая нормативно-правовая база; наличие в отрасли инновационных разработок и др. К специфическим факторам, которые необходимо оценить, относятся состояние сырьевой базы, уровень добычи, производства и переработки готовой продукции, технико-технологическое состояние и др. К уже перечисленным факторам следует также добавить вопросы, связанные с влиянием экологических аспектов на рыболовство, в том числе на состояние сырьевой базы, возобновляемость отдельных видов рыбы



Рис. 1. Структура РХК России

и других водных биоресурсов. Так, проведенные исследования в области изменения климата подчеркивают тот факт, что «оптимальное решение сложнейшей задачи согласования масштабов промысла с возможностями меняющейся экосистемы Балтийского моря невозможно без ясного понимания как отдельных элементов этой экосистемы, так и всей ее структуры в целом, что, в свою очередь, требует проведения комплексного мониторинга» [8]. Тем самым подчеркиваем, что состав факторов, влияющих на сложную экосистему, которой является рыбное хозяйство, является достаточно большим и разнообразным. Анализ их состояния осложняется характерной для современного этапа времени высокой скоростью изменения составляющих отдельных подсистем, например, экономической, социальной, экологической (в соответствии с ESG-концепцией).

В связи с этим проблема диагностики РХК становится еще более актуальной, а проблема поиска решений, направленных на совершенствование применяемого методического инструментария оценки — своевременной. В качестве одной из задач, способствующей достижению поставленных выше целей предлагается провести уточнение системы показателей отраслевого анализа, в которую целесообразно включить две группы: общие показатели, которые могут быть применены для любой из отраслей, и специфичные, отражающие характерные особенности конкретных отраслей, составляющих основу продовольственного сектора.

**Таблица 1.** Примерный перечень показателей для оценки устойчивого развития РХК

№ п/п	Блок 1 — общие (универсальные) показатели	Блок 2 — специфичные для РХК показатели	Блок 3 — индикаторы ЭБ (дополняющие показатели)
1.	Показатели, характеризующие роль отрасли в экономике региона	- удельный вес вида экономической деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» в структуре валовой добавленной стоимости региона; - доля рыбного хозяйства в экономике региона	- темп роста (индекс) производства продукции, в том числе по отраслям; - доля отрасли в ВРП; - темп роста в АПК, в том числе по отраслям, а также доля АПК в ВРП
2.	Показатели, характеризующие сырьевые ресурсы отрасли	- объемы добычи рыбы и других водных биоресурсов (ВБР); - показатели возобновляемости ВБР; - общий допустимый улов (ОДУ); - размер квот по районам промысла и др.	- степень износа основных фондов (не выше 35–40%); - коэффициент обновления основных фондов; - использование производственных мощностей (85–90%); - доля инновационной
3.	Показатели, характеризующие производство продукции	- производство рыбной продукции в регионе; - производство рыбных консервов; - объемы ввоза и вывоза рыбы и рыбных продуктов; - импорт, экспорт рыбы и рыбных продуктов, сальдо экспорта и импорта и др.	продукции во всей отгруженной продукции; - количество созданных и использованных передовых производственных технологий; - темпы роста инвестиций в основной капитал; - коэффициент импортной зависимости; - индикаторы кадровой безопасности отрасли;
4.	Показатели, характеризующие состояние материально-технической базы	- наличие и состояние рыбопромыслового флота; - состояние и использование основных производственных фондов; - объем инвестиций в основной капитал организаций видов деятельности «рыболовство и рыбоводство», «переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков» и др.	- индикаторы экологической безопасности и др.
5.	Показатели, отражающие тренды потребления продукции	- объемы потребления рыбы и рыбных продуктов населением (общие, средние годовые на душу населения и т. п.); - цены на рыбную продукцию (потребительские индексы и индексы производителей рыбной продукции и т. п.); - покупательная способность населения региона	- индикаторы продовольственной безопасности (физическая и экономическая доступность, самообеспеченность населения региона продовольствием, импортная зависимость и др.); - уровень жизни населения региона; - качество рынка труда; - демографическая безопасность и др.

Применительно к анализу РХК в качестве методического инструментария может быть использован приведенный в табл. 1 примерный перечень показателей, которые характеризуют состояние в аспекте устойчивого развития РХК. Перечисленные показатели предлагается разделить на 3 блока: общие (универсальные), специфичные (в целом для РХК), отдельные индикаторы экономической безопасности (которые дополняют обе группы показателей, позволяя выявить возможные рисковые зоны).

При проведении оценки устойчивого развития РХК целесообразным, по нашему мнению, является придерживаться следующей последовательности: первоначально проанализировать показатели блока 1 и 2, затем дополнить их анализом индикаторов экономической безопасности (блок 3). На наш взгляд, интерпретация полученных результатов анализа РХК возможна только при условии комплексной оценки всех трех блоков показателей. Далее представим фрагмент проведенного анализа с применением перечисленных в таблице выше показателей, характеризующих эффективность функционирования РХК Калининградского региона.

Удельный вес по виду экономической деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» в структуре валовой добавленной стоимости региона остается на уровне 6,5% в среднем за последние 4 года, при этом рыбная отрасль традиционно является одной из ведущих в экономике региона. За последние пять лет объем добычи (вылова) водных биологических ресурсов рыбодобывающими предприятиями региона в среднем составил 240 тыс. тонн. В 2022 году вылов составил 204 тыс. тонн водных биологических ресурсов, из них на промысле в Атлантическом океане — 159 тыс. тонн, на промысле в Балтийском море, Калининградском и Куршском заливах — 46 тыс. тонн. Основу улова составили шпрот (килька), балтийская сельдь (салака), речная камбала, лещ и судак.

По данным статистической отчетности [3], «оборот организаций с основным видом деятельности «Рыболовство и рыбоводство» в 2023 году составил 21628,5 млн руб., что в действующих ценах на 35,5% больше, чем в 2022 году». Производство отдельных видов рыбной продукции характеризует следующая динамика (табл. 2).

В качестве положительной тенденции отметим наибольшие темпы увеличения объема производства в 2023 г. по следующим видам продукции: пресервы рыбные (на 41,1% по сравнению с 2022 г.), рыбы мороженой (на 6,9%). Вместе с тем произошло незначительное сокращение производства консервов рыбных на 0,3%. Выловленной и переработанной рыбы и рыбной продукции достаточно для покрытия потребности населения региона (соответствие требованиям физической доступности продовольствия для населения).

Калининградский регион продолжает реализовывать экспортоориентированную политику, поставляя часть выловленной рыбной продукции в другие страны. Традиционно из года в год часть продукции поставляется в другие регионы страны, а также Армению, Белоруссию, Казахстан, Киргизию, Узбе-

**Таблица 2.** Производство отдельных видов рыбной продукции

Наименование	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2023 г. в % к 2022 г.
Рыба, переработанная и консервированная, ракообразные и моллюски, тыс. тонн	352,3	342,5	341,9	281,5	298,8	106,0
Рыба мороженая, тыс. тонн	217,2	213,2	212,8	174,2	181,9	106,9
Консервы рыбные, млн усл. банок	162,7	150,8	125	105,4	119,4	99,7
Пресервы рыбные, млн усл. банок	6,6	6,5	5,8	6,1	8,7	141,1

кистан, Азербайджан, Молдавию, Таджикистан, Туркмению, Грузию, Монголию и Тайвань. По данным [10], «в 2023 году экспорт пока составил 47 тыс. тонн рыбной продукции, в том числе более 9 млн банок консервов. Часть рыбы (путассу, сельдь, сардина, сардинелла, ставрида и скумбрия), вылавливаемой региональными компаниями, ведущими промысел в Атлантическом океане, поставляется на Африканский континент: в Гану, Нигерию, Камерун, Марокко, Мавританию»).

Как отмечалось выше, одним из аспектов обеспечения продовольственной безопасности является обеспечение достаточного уровня технико-технологической составляющей отраслей продовольственного сектора. Рыболовственный флот в настоящее время насчитывает около 114 единиц судов, при этом производственные мощности, рассчитанные на ежегодный объем добычи в 280 тыс. тонн рыбы, задействованы в среднем на 85%, что соответствует пороговым значениям индикаторов, характеризующих экономическую безопасность (степень использования производственных мощностей 85–90%). Степень износа основных фондов по виду экономической деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» также соответствует индикатору экономической безопасности и находится в пределах пороговых значений (41,1% в 2022 г. при рекомендуемом диапазоне 35–40%).

Вместе с определенными позитивными моментами, следует отметить и некоторые опасения, которые можно увидеть в результате анализа перспективных направлений развития продовольственного сектора. Например, по данным региональной статистики [3], по виду деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» удельный вес инвестиций в основной капитал составляет в 2022 г. всего 6,6% в структуре от общего объема инвестиций. По сравнению с предыдущим годом наблюдается снижение на 4,1%, что свидетельствует о возможном перерастании данного факта из потенциальной опасности в реальную угрозу устойчивому развитию в будущем.

Анализ уровня потребления рыбы и рыбопродукции населением региона также демонстрирует тенденцию роста (в 2022 г. отмечено значение в 19 кг/чел. в год), однако данный показатель ниже, чем по России (рис. 2). По данным авторов статьи [7], «... за 2017–2022 гг. потребление рыбы и рыбных продуктов в домашних хозяйствах в среднем по РФ колебалось в пределах 21,5–22,6 кг на человека в год в живом весе».



**Рис. 2.** Динамика потребления рыбы и рыбопродуктов в регионе (в среднем на 1 члена домохозяйства в год, кг), индекс потребительских цен (в % к предыдущему году)

Представленная на рисунке выше динамика индекса потребительских цен на рыбную продукцию наряду с другими факторами сказывается на потреблении данного вида продовольствия населением области. Отметим, что в 2022 г. в сравнении с индексом цен на рыбную продукцию (119,9%) индекс потребительских цен на мясо и птицу составил за аналогичный период времени 105,1%, колбасные изделия и продукты из мяса и птицы — 112,8%, молоко и молочную продукцию — 117,6% [3]. Отдельного внимания заслуживает анализ структуры затрат производителей рыбной продукции. Как отмечают авторы, исследовавшие более подробно данные вопросы, «...наряду с производственно-заготовительными затратами, не менее существенную роль играют издержки обращения. В то время как доля этих издержек в цене товаров-субститутов — мясопродуктов в среднем составляет 24%, у рыбопродуктов она достигает 44%» [6]. Данная тенденция определяет структуру потребления продовольственных товаров жителями региона, в большей степени подчеркивает значимость фактора экономической доступности в аспекте обеспечения продовольственной безопасности региона.

## ВЫВОДЫ

Представленные результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

– наряду с известными методами оценки уровня продовольственной безопасности, на наш взгляд, необходимым является расширение системы применяемых показателей путем дополнения показателями, отражающими специфику отдельных отраслей, составляющих основу продовольственного сектора региона. Это позволит совершенствовать процедуру проводимой диагностики с учетом отраслевых аспектов региональной экономической безопасности как по отдельным видам, например, продовольственной, инновационной, кадровой безопасности и др., так и в целом при определении уровня социально-экономического развития региона;

– при проведении анализа рыбохозяйственного комплекса Калининградского региона мы предлагаем применять не только общепромышленные показатели, но также делать акцент на специфических показателях, позволяющих учесть особенности каждой из отраслей, составляющих основу РХК, добавляя к ним индикаторы (и их пороговые значения), характеризующие отдельные сферы и подсистемы экономической безопасности в рамках уровня хозяйствующих субъектов и уровня региона в целом, которые отражают и корреспондируются одновременно с составляющими элементами РХК;

– по результатам анализа уровня продовольственной безопасности Калининградского региона в части обеспеченности населения рыбной продукцией было установлено, что при существующем допустимом уровне физической доступности рыбы и рыбопродуктов в регионе наблюдается напряженность в части экономической доступности, что позволяет сделать вывод о наличии опасностей и угроз в сфере продовольственной безопасности. Необходимо обратить пристальное внимание на отмеченное в регионе снижение объема инвестиций в основные фонды организаций и предприятий по экономическому виду деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство», что в будущем может перерасти в угрозу продовольственной безопасности, препятствуя достижению намеченных стратегических целей развития региона;

– полученные результаты исследования могут быть дополнены проведенным анализом отдельных отраслей, составляющих основу РХК, при этом перечень показателей может быть сформирован исходя из специфических особенностей каждой из них.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».
2. Информация для анализа показателей состояния экономической безопасности Российской Федерации <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/pok-bezopasn.htm>
3. Калининградская область в цифрах. 2023. Статистический сборник в 2 т. /

- Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области (Калининградстат). — Калининград, 2023. — Т. 2—189 с.
4. Мнацаканян, А.Г. Оценка уровня самообеспечения региона продовольствием / А.Г. Мнацаканян, М.Г. Побегайло // АПК: экономика, управление.— 2022.— № 3. — С. 74–82. — DOI 10.33305/223–74. — EDN SUUBTL.
  5. Мнацаканян, А.Г. Экономическая оценка влияния изменения климата на рыболовство с позиций экосистемного подхода / А.Г. Мнацаканян, В.И. Кузин, А.Г. Харин // Балтийский экономический журнал.— 2022.— № 2(38). — С. 21–34. — DOI 10.46845/2073–3364–2022–0–2–21–34. — EDN UWFTRP.
  6. Мнацаканян, А.Г. Моделирование динамики цен на рыбопродукты в России / А.Г. Мнацаканян, Р.А. Мнацаканян, А.Г. Харин // Балтийский экономический журнал.— 2023.— № 3 (43). — С. 81–98. — ISSN — 2073–3364.
  7. Мнацаканян, А.Г., Харин, А.Г. Исследование внутренних факторов цен на рыбопродукты в России / А.Г. Мнацаканян, А.Г. Харин // Балтийский экономический журнал.— 2023.— № 4(44). — С. 102–113. — ISSN — 2073–3364.
  8. Побегайло, М.Г. Особенности обеспечения технико-технологической составляющей экономической безопасности рыбохозяйственного комплекса Калининградского региона / М.Г. Побегайло, С.М. Ежелый // Балтийский экономический журнал.— 2019.— № 4(28). — С. 74–84. — EDN FZZKRE.
  9. Побегайло, М. Г., Дибурис, К.М. Особенности продовольственного сектора и его функции в экономике страны / М.Г. Побегайло, К.М. Дибурис // Балтийский экономический журнал.— 2021.— № 4(36). — С. 33–39. — EDN MLAVLY.
  10. <https://tass.ru/ekonomika/19496875>

# Модель свойств актора для задач нейросетевого прогнозирования трудового потенциала рыбохозяйственного комплекса

*О.Г. Огий*

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»  
E-mail: oksana.ogij@klgtu.ru

**Аннотация.** Волатильность и нелинейность процессов современной экономики стимулируют поиск стратегически надежных технологий управления развитием отраслей и хозяйственных комплексов. Предлагаемый подход позволит эффективно решать эти задачи. Предложена многокомпонентная комплексная акторная модель оценки трудового потенциала. Она основана на поликомпонентном и многоуровневом анализе характеристик и свойств на макро-, мезо- и микроуровнях отраслевой экономической системы. Задачи оценки такого сложного, динамического объекта предлагается решать с использованием интеллектуальной нейросетевой поддержки. Представленная модель обладает большим прогностическим ресурсом для оценки состояния трудового потенциала. Она может эффективно использоваться для информационного обеспечения стратегических управленческих решений на мезо- и макроуровнях отраслевой экономики.

**Ключевые слова:** прогнозирование, трудовой потенциал, свойства актора, нейронные сети.

## ВВЕДЕНИЕ

Современные индустриальные рыболовство и рыбоводство представляют собой технологически емкие отрасли промышленности, требующие высокопродуктивного рыбопромыслового флота; технологичных воспроизводственных и перерабатывающих мощностей с высокой степенью автоматизации; современной портовой, холодильной, складской инфраструктуры; продуктивных систем управления промыслом, товарной аквакультурой, переработкой [2]. Кроме того, рыбохозяйственная деятельность является наукоемкой, поскольку напрямую зависит от научных прогнозов промысловых перспектив, оценки и методологии управления запасами водных биологических ресурсов (ВБР), а также разработки эффективных мер их воспроизводства.

В постсоветский период рыбная отрасль развивалась по ресурсному типу, ориентируясь на изъятие ВБР с крайне низкой долей глубокой переработки. Рыбопромысловый флот, техника и технологии переработки, портовая инфраструктура не только физически, но и морально устарели. Низкий уровень диверсификации отраслевой экономики, доминирование сырьевой стратегии, слабое участие в глобальных цепочках добавленной стоимости и технологическая стагнация сформировали ограниченный спрос на человеческий капитал, причем, не количественный (рабочая сила), а качественный (знания, навыки, компетентность, вовлеченность).

Институциональные изменения, происходящие последнее десятилетие в рыбохозяйственном комплексе (обновление законодательства о рыболовстве; политика «квоты под киль», «квоты под переработку»; расширение и активизация мер государственной поддержки) стимулировали обновление рыболовецкого флота, ввод в эксплуатацию новых перерабатывающих береговых мощностей, холодильных комплексов [3]. Интенсивно развивается и товарная аквакультура, объем производства которой вырос в 3,5 раза за последние 8 лет [1].

Эти перемены обуславливают повышение технологической сложности и диверсификации рыбохозяйственной деятельности, формирование запроса на инновации. Политика «технологического суверенитета» и «импортозамещения» еще более усилили эти процессы.

Сценарий трансформации и интенсивного развития отраслевой экономики предъясвляет повышенный спрос на трудовой потенциал, который будет нарастать в ближайшие десятилетия. В этой связи возникает ряд принципиальных вопросов:

- достаточны ли накопленные отраслью знания и навыки для решения задач «прорывного» развития;
- трансформируются ли они в высокую производительность;
- насколько предложение и спрос рыбохозяйственного рынка труда соответствуют друг другу и как обеспечить баланс.

Поиск ответов на эти вопросы ставит следующие исследовательские задачи: 1) глубокий и комплексный анализ человеческого потенциала РХК; 2) оценка внутрисистемных и средовых факторов развития РХК; 3) разработка методологии оценки, прогнозирования и управления трудовым потенциалом РХК, ориентированной на результативность отрасли.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ опубликованных работ, посвященных трудовому потенциалу (ТП), позволяет сделать вывод о том, что большинство из них выполнены в рамках ресурсного подхода. Он предполагает анализ количественных и качественных показателей рабочей силы с последующим сопоставлением с одним или несколькими индикаторами деятельности объектных экономических систем. Результаты таких исследований весьма полезны для оценки взаимовлияния факторов человеческих ресурсов и их воздействия на различные аспекты эффективности организаций. Однако за рамками остается проблема оценки потенциальных возможностей актора с учетом внутренних и внешних условий его трудовой деятельности, то есть «потенциала» как такового. Отметим, что в качестве актора может рассматриваться отдельный работник, экипаж рыбопромыслового судна, организация, группа компаний, отрасль как действующая экономическая система [4].

Потенциальные возможности человека в процессе труда — это мультиаспектный феномен, который включает три укрупненных группы характери-

стик: 1) способности как наличные психофизиологические ресурсы человека; 2) компетентность как комплекс навыков, опыта и склонности к саморазвитию, определяющий возможность выполнять трудовые функции; 3) поведение, выраженное в мотивации и ценностных ориентациях, определяющих уровень и характер деятельностной активности в процессе труда.

Сложный комплекс динамического взаимодействия этих характеристик определяет потенциал актора только исходя из свойств, присущих человеку или социальной группе. Однако выполнение трудовой функции зависит и от внешних по отношению к работнику факторов, которые обобщенно мы называем «условия труда». Есть достаточное количество исследований, которые убедительно доказывают влияние условий труда на значимые характеристики работников и результативность труда [7, 10, 15].

Наибольшей значимостью в оценке трудового потенциала обладают не столько сами комплексы свойств актора и условий труда, сколько взаимовлияние их потенциалов. Поэтому трудовой потенциал нужно рассматривать как композицию факторов и оценивать, как результат их взаимодействия (рис. 1).

Применяя искусственные нейронные сети, интегрируя взвешенные свойства элементов трудового потенциала и выстраивая их иерархию с учетом важности задач, которые они способны решать, можно получать интересующие нейросетевые модели для его глубокой оценки. При этом можно сводить проявления трудового потенциала, закрепленного за первичными трудовыми коллективами, экипажами судов, предприятиями, учреждениями к своим, легко объединяемым однородным нейросетевым моделям. На основе этих моделей можно обосновывать целесообразность принимаемых стратегических решений.

Для сужения пространства входных данных о трудовом потенциале, а также о предметах и средствах производства, при предобработке информации могут использоваться нейросетевые (рис. 2) и другие свертки.

В качестве данных более высокого уровня, по которым можно определять состояния трудового потенциала, на практике выступают сведения о способностях и возможностях акторов выполнять трудовые функции по видам работ или должностям. С учетом этого, состояния трудового потенциала на текущие моменты времени при фиксированных условиях труда могут быть определены распределениями акторов по трудовым функциям (должностям) с весовыми коэффициентами. Исходные данные для формирования таких распределений могут формироваться автоматически [5]. Мониторинг возможен с использованием различных методов и алгоритмов. В случаях, когда осуществимо получение обезличенной цифровой информации о возможностях акторов по решению задач в соответствии с текущими и перспективными должностными обязанностями, то все может сводиться к статистической обработке. Однако открытым остается вопрос о периодичности оценки. С учетом специфики деятельности актора возможен сезонный, полугодовой, годовой, пятилетний контроль.

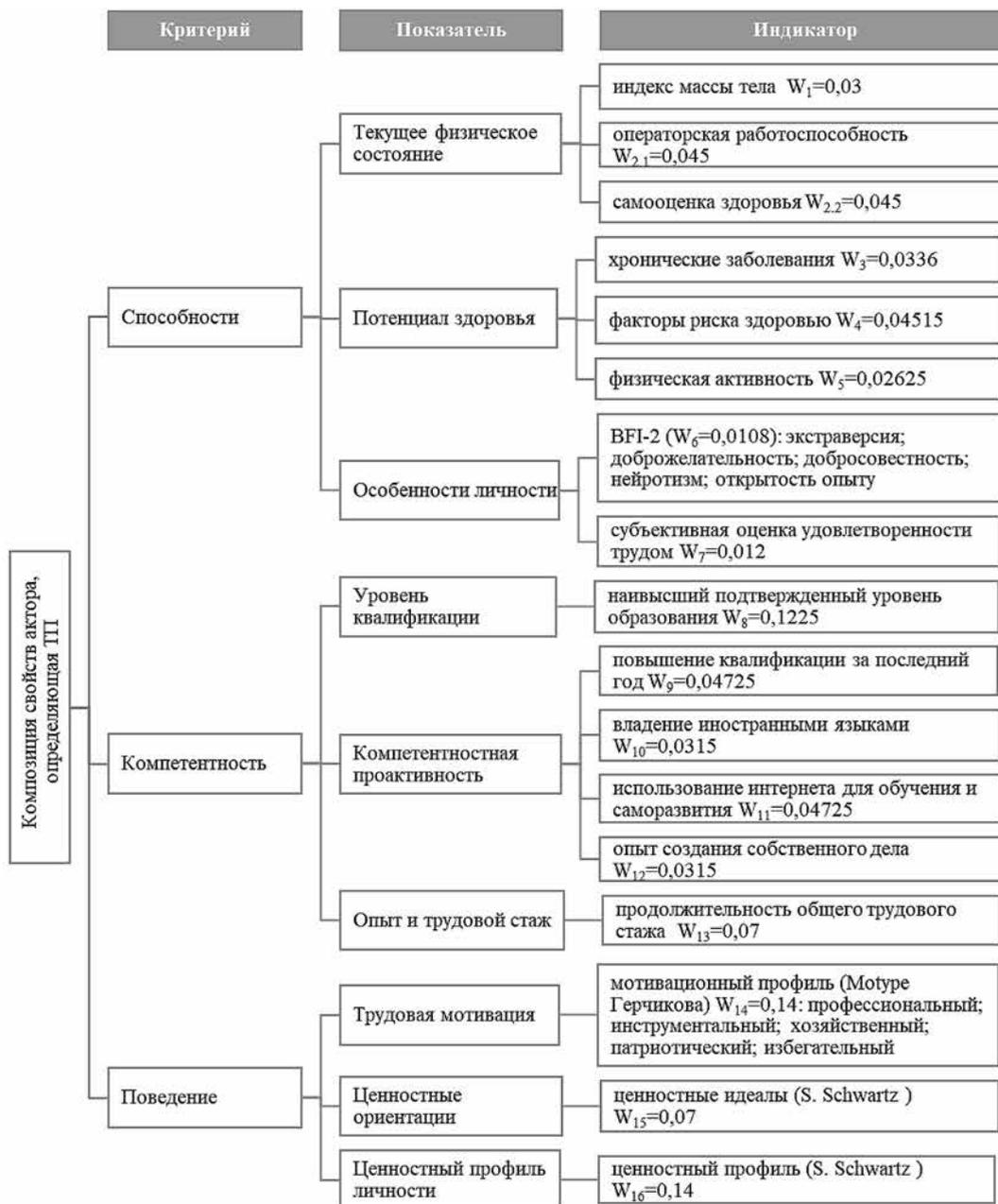
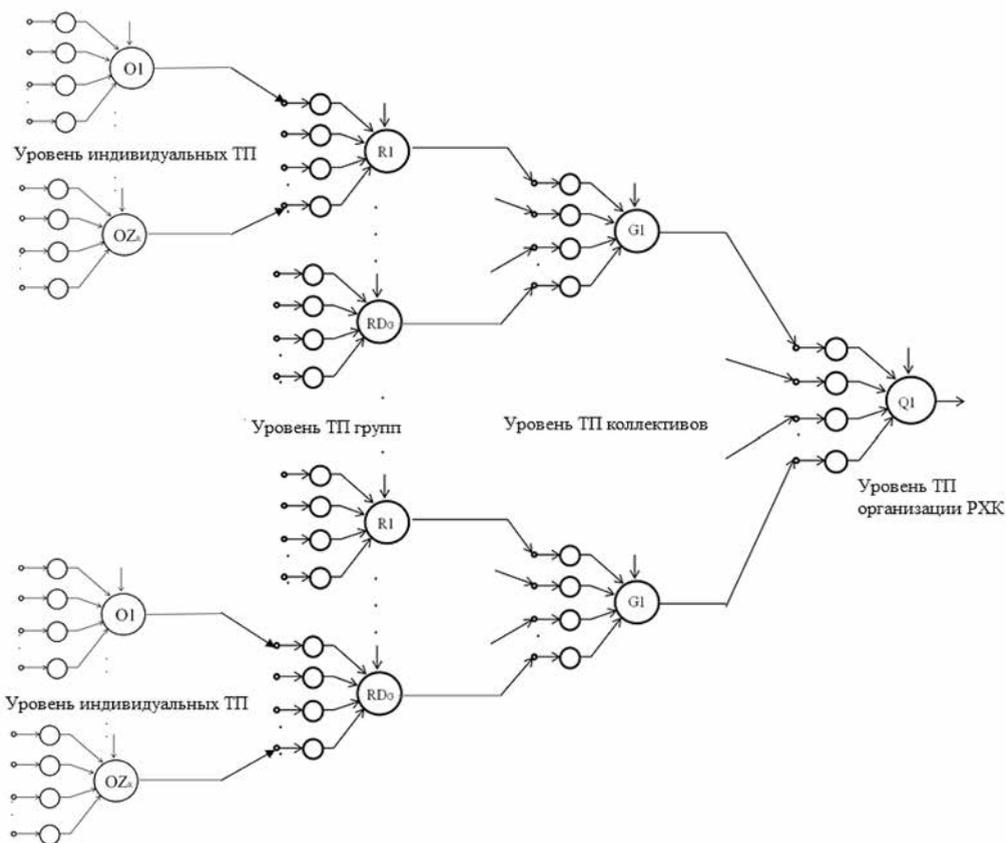


Рис. 1. Композиция свойств актора, определяющих ТП с учетом значимости

Обобщенно структура процесса управления трудовым потенциалом включает следующие этапы: 1) мониторинг потенциалов акторов и условий труда, 2) нейросетевое прогнозирование трудового потенциала и разработка управленческих решений; 3) реализация управленческих решений. Этот



*Рис. 2. Нейросетевая свертка показателей ТП*

процесс циклический. На основе данных мониторинга, а также возможных корректирующих воздействий осуществимо прогнозирование будущих состояний трудового потенциала с применением нейросетевых систем. Для решения этой задачи применимы как нейронные сети прямого распространения, так и рекуррентные нейросетевые модели. Обзор некоторых из них дан в [6, 11, 13, 14].

Несмотря на значительное число известных работ по нейросетевому прогнозированию различных событий [8], применительно к определению будущих состояний трудового потенциала, многие вопросы остаются открытыми. Они связаны с необходимостью учета большого числа взаимосвязанных факторов, выявления законов изменения этого потенциала, определения влияния на него управляющих воздействий, снижения вычислительной сложности самой задачи. Также это относится к необходимости разработки специальных методов кодирования исходных данных для обеспечения обработки их искусственными нейронными сетями, применения специальных методов обучения этих сетей. Управление может осуществляться с целью максимизации

ции использования трудового потенциала при решении стоящих и перспективных задач актора при ограничениях на затраты ресурсов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения пространства трудового потенциала в практических целях предлагается исходить из конечного множества различных трудовых функций, характерных для соответствующих должностей (профессий, работ). Успешное исполнение трудовой функции требует определенного набора и сочетания качеств актора. Иначе говоря, трудовой потенциал должен характеризоваться потенциалом актора, соответствующим этой трудовой функции (должности) на заданном временном интервале при определенных условиях труда. Если ориентироваться на целесообразное распределение индивидуальных потенциалов сотрудников организации, то по сумме этих потенциалов с учетом относительной важности трудовых функций можно определять трудовой потенциал организации. На практике одни и те же трудовые функции выполняются работниками с различными индивидуальными потенциалами. В этом случае для определения суммарного потенциала организации требуется учитывать также относительный вес индивидуальных потенциалов.

Для учета динамики изменения потенциалов при большой численности сотрудников предлагается использовать группировку по возрастам и ставить им в соответствие распределения по реализуемым или перспективным трудовым функциям (занимаемым должностям). Тогда трудовой потенциал  $C_{ij}$   $i$ -й возрастной группы по отношению к  $j$ -ой трудовой функции (должности) определяется как сумма потенциалов сотрудников, назначенных на должности  $j$ -го вида,

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^{K_j} C_{ijk}, \quad (1)$$

где  $C_{ijk}$  — потенциал  $k$ -го актора из  $i$ -й возрастной группы по отношению к  $j$ -му виду должности. Потенциал  $C_{ijk}$  зависит от эталонного трудового потенциала  $C_{ij0}$  для рассматриваемой трудовой функции (должности) и относительного веса  $V_{ijk}$  актора по отношению к ней.

$$C_{ijk} = V_{ijk} \cdot C_{ij0}. \quad (2)$$

С учетом этого суммарный трудовой потенциал каждой возрастной группы равен

$$C_i = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_j} C_{ijk}, \quad (3)$$

а всех групп —

$$C = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_j} C_{ijk}. \quad (4)$$

Следует отметить, что потенциал определяется для фиксированных моментов времени  $t_s$  и условий труда  $G_s$ . Принимая это во внимание, его можно выразить как

$$C(t_s, G_s) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_j} C_{ijk}(t_s, G_s). \quad (5)$$

В результате интервала времени  $T$  характерен ряд значений трудовых потенциалов

$$C = \{C(t_0, G_0), C(t_1, G_1), C(t_2, G_2), C(t_3, G_3), \dots, C(t_s, G_s), \dots, C(t_{T-1}, G_{T-1})\} \quad (6)$$

со своими условиями труда.

На каждый момент времени условия труда могут характеризоваться конечной совокупностью закодированных данных.

С учетом вышесказанного расход энергии трудового потенциала на заданном интервале времени  $T$  равен

$$W(T) = \sum_{s=0}^{T-1} C(t_s, G_s) \cdot \Delta t_s, \quad (7)$$

где  $\Delta t_s$  — промежуток времени, к которому привязан  $s$ -й трудовой потенциал  $C(t_s, G_s)$ .

Учитывая случайный характер трудового потенциала вероятность выполнения трудовой функции (достижения им заданных целевых показателей) за время  $T$  может рассчитываться как

$$P(T) = 1 - \exp(-W(T)/\bar{W}), \quad (8)$$

где  $\bar{W}$  — среднее значение энергии трудового потенциала, необходимой для получения результата или выполнения заданного целевого показателя. Экспоненциальный характер изменения  $P(T)$  обусловлен суммарным потоком этого потенциала и его многофакторностью.

Для определения значений трудового потенциала на будущие моменты времени необходимо анализировать его состояния в прошлом и прогнозировать события. Следует учитывать, что элементы трудового потенциала не только сильно зависят от условий труда, но и связаны друг с другом. Такие зависимости, трудно выявляемые, могут проявляться лишь при статистической или ассоциативной обработке результатов реализации потенциала. Выявление и использование этих зависимостей позволяет более точно прогнозировать изменения трудового потенциала. В интересах этого необходимо осуществлять мониторинг состояний потенциалов акторов и условий труда.

Основным методом мониторинга потенциала актора выступает периодическое обследование, включающее структурированный опрос и тестирование, а также анализ статистики, доступной любой кадровой службе (сведения о стаже работы, уровне образования, карьерной траектории). Отметим, что мониторинг трудового потенциала в интересах прогнозирования возможных событий должен осуществляться с такой периодичностью, при которой ошибки, связанные с пропуском возможных событий, не будут превышать заданных значений. Учитывая инерционность изменения параметров трудового потенциала, рекомендуемая максимальная частота сбора и обработки данных не должна превышать одного раза в полугодие.

## ВЫВОДЫ

Из-за сложностей формализации трудового потенциала традиционными подходами существенно ограничены возможности по созданию эффективных методов, алгоритмов оценки и прогнозирования его состояний в будущем.

Однако, для моделирования трудового потенциала на микро-, мезо- и макроуровнях экономики в многокомпонентном конструкте ранее искусственные нейронные сети не применялись. Открытыми остаются вопросы связывания разнородных многоуровневых трудовых потенциалов отраслей и комплексов, получения объективных оценок их состояний на текущие и будущие моменты времени с учетом факторов трудовой среды. Необходимы нейросетевые методы, которые позволят оценивать многоуровневые состояния трудового потенциала и прогнозировать по ним будущие события в зависимости от планируемых управленческих решений.

На основе данных мониторинга свойств актора и условий труда, а также возможных корректирующих воздействий на эти потенциалы осуществимо прогнозирование будущих его состояний с применением нейросетевых систем. В интересах этого применимы как нейронные сети прямого распространения, так и рекуррентные нейросетевые модели.

Управление трудовым потенциалом осуществимо различными методами и алгоритмами как посредством воздействия на акторов, так и изменением условий труда. Оно возможно путем специальных информационных воздействий на сотрудников, стимулированием, перераспределением усилий, изменением квалификационных требований, введением новых компетенций, оптимизацией трудовых функций, обновлением техники и технологий и другими путями. В качестве интегрального показателя трудового потенциала предложено использовать его энергию.

Преимущество композиционного подхода в возможности оценивать и управлять трудовым потенциалом как энергией и в то же время производить операции декомпозиции, оценивая отдельные параметры или их группы для решения различных управленческих задач.

Предложенный метод обоснования целесообразных способов управления трудовым потенциалом с использованием нейросетевого прогнозирования

опирается на следующие исходные данные и средства: 1) рекуррентная нейронная сеть с управляемыми элементами; 2) временные ряды, характеризующие потенциалы для выделенных возрастных групп акторов; 3) временной ряд условий проявления трудовых потенциалов, привязанный к временным рядам; 4) конечное множество возможных условий проявления трудовых потенциалов; 5) средства кодирования исходных данных и декодирования результатов прогнозирования; 6) требования к горизонту прогноза; 7) требования к точности прогноза с учетом горизонта прогнозирования.

Снижение сложности нейросетевой обработки достижимо декомпозицией трудных задач на простые задачи с учетом конкретной специфики выполняемой трудовой функции, проекта или сферы деятельности организации. Во всех случаях необходимо опираться на реальные временные ряды. Для получения практически значимых прогнозов трудовых потенциалов акторов в различных профессиональных сферах с применением предложенных моделей, методов и алгоритмов необходимо проведение предварительных исследований. Их цель — описание трудовых функций и сбор данных о факторах условий труда, значимых для конкретной сферы профессиональной деятельности. Такая аналитическая работа позволит осуществить наилучшим образом нейросетевую обработку данных и прогноз, а затем обосновать целесообразные решения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатов А.В., Богачев А.И., Колончин К.В., Ставцев А.Н. Аквакультура: мировой и российский рынок // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве.— 2020.— № 11(68). — С. 131–139.
2. Бегин О.И., Труба А.С., Мухамедова Т.О. Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура // Труды ВНИРО.— 2022. —Т.188. — С. 166–173.
3. Колончин К.В. Концептуальные особенности и основные параметры отраслевой экосистемы // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве.— 2021.— № 12. — Т. 2. — С. 80–89.
4. Огий О.Г., Осипов В.Ю. Нейросетевое прогнозирование трудового потенциала экипажей рыбопромысловых судов, Морские интеллектуальные технологии. 2023. № 4 часть 1, С. 214–223. doi: 10.37220/МИТ.2023.62.4.026
5. Огий О.Г., Егоров И.О., Коляда А.В. Система управления трудовым потенциалом рыбохозяйственного комплекса. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ N 2023617705. Дата регистрации в реестре ФС ИП РФ: 12.04.2023
6. Akinyede, R.O., Daramola, O.A.: Neural Network Web-Based Human Resource Management System Model (NNWBHRMSM). International Journal of Computer Networks and Communications Security 1(3), 75–87 (2013).
7. Conway, P., Rose, U., Formazin, M., Schoellgen, I., d’Errico, A., Balducci, C., Burr, H.: Long term associations of psychosocial working conditions with depressive symptoms and work related emotional exhaustion: comparing effects in a 5 year prospective study of 1949 workers in Germany. International Archives of Occupational and Environmental Health, Springer (2023). doi:10.1007/s00420-023-01959-8.
8. Haykin, S.: Neural networks and learning machines. Third Ed. New York, Prentice Hall (2008).
9. Kraus, M., Feuerriegel, S., Oztekin, A.: Deep learning in business analytics and operations research: Models, applications and managerial implications. European Journal of Operational Research 281. Issue 3, 628–641 (2020).

10. Lima Hostensky, E., Blanch, J., Ochoa Pacheco, P., Roesler, V.: Working conditions and meanings of working experience: The case of the justice workers. *Psicologia — Teoria e Prática* 24 (3) (2022). doi:10.5935/1980-6906/ePTPSS15512.en.
11. Nunes da Silva, I., Spatti, D. H., Flauzino, R. A., Bartocci Liboni, L. H., Silas Franco dos Reis Alves: *Artificial Neural Networks: A Practical Course*. Springer International Publishing, Switzerland (2017).
12. Ogiy O.G., Osipov V. A Compositional Approach to Labor Potential Evaluation and a Neural Network Model for Its Forecasting In: Polyakov R. (eds) *Ecosystems Without Borders 2023. EcoSystConfKlgtu 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 705. Springer, Cham. pp 140-153. doi: 10.1007/978-3-031-34329-2\_15
13. Perez-Campdesuner, R., De-Miguel-Guzman, M., Sanchez-Rodriguez, A., Garcia-Vidal, G., Martinez-Viva, R.: Exploring neural networks in the analysis of variables that affect the employee turnover in the organization. *International Journal of Engineering Business Management* 10, 1-11 (2018).
14. Sapna Singh, Shukla, H. K., Singh, A. P., Rohit Srivastava, Mohit Gangwar: Comparative Analysis of Neuro-Fuzzy Model for Human Resources. *International Journal of Scientific & Technology Research* 9, 246-254 (2020).
15. Watanabe, K., Kawakami, N.: Effects of a multicomponent workplace intervention programme with environmental changes on physical activity among Japanese white col-lar employees: a protocol for a cluster randomised controlled trial. *BMJ Open* 7(10), 1-10 (2017).

## **Место рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации в мировом рыбном хозяйстве**

*А. О. Павлова*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: pavlova@vniro.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается место рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации в мировом рыбном хозяйстве и его значение, как для внутреннего, так и для международного рынка. Проанализированы общемировые данные по вылову, товарному выращиванию, производству, экспорту и импорту рыбной продукции (в натуральном и стоимостном выражении), а также среднечеловеческому потреблению. Обозначена позиция Российской Федерации в общемировом рейтинге перечисленных показателей. Сделан вывод о стабильном положении рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации и важности его значения для международного рынка.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный комплекс, водные биологические ресурсы, вылов, рыбная продукция, экспорт, импорт, душевое потребление.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Рыбохозяйственный комплекс России представляет собой производственно-хозяйственный комплекс с многоотраслевой системой и объединяет: рыболовство, рыбоводство, производство пищевой, кормовой и технической продукции, обеспечивающие отрасли, межрегиональные и международные связи. Первостепенной же задачей комплекса является снабжение населения продуктами питания, обеспечивая тем самым продовольственную безопасность страны [2].

Цель исследования проанализировать общемировые данные по вылову, товарному выращиванию, производству, экспорту и импорту рыбной продукции (в натуральном и стоимостном выражении), а также среднечеловеческому потреблению и обозначить позицию Российской Федерации в общемировом рейтинге перечисленных показателей.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

В рамках проведённого исследования использовался широкий спектр методов, среди которых следует выделить аналитический, экономико-статистический и другие, в основе которых находится диалектический подход к изучению общественно-экономических явлений. Приведенный анализ сделан на основе последних актуальных данных в базе продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) — *Fishstatj*.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По итогам 2021 года Россия занимает четвертое место в мире по объему вылова водных биологических ресурсов (рис. 1), уступая Китаю, Индонезии и Перу. Основными видами промысла являются минтай, треска, сельдь, скумбрия, дальневосточные лососи и др.

Объем вылова рыбы и прочих водных биоресурсов в 2021 г. составил 5,17 млн т, что на 1,7% выше показателя предыдущего года. Значительно сократились объемы добычи камбалы дальневосточной — на 21,5% и сардины иваси — на 18,9%. При этом выросли объемы вылова сельдевых, скумбриевых, лососевых. Уже на протяжении долгого времени основу российского рыбного промысла составляют тресковые виды рыб, такие как минтай, треска, пикша, путассу (северная) и другие. Ежегодно на эти виды приходится больше половины всего улова. В 2022 г. объем добычи (вылова) водных биологических ресурсов составил около 5,0 млн т, или 96,6% к уровню 2021 г.

При этом по уровню товарного выращивания Россия находится лишь на 22 месте, и пока не может конкурировать с лидерами в этой области — Китаем, Индонезией, Индией, Вьетнамом и другими (табл. 1). Существует несколько проблем, тормозящих развитие товарного выращивания в России: сохраняющаяся зависимость от поставок импортного посадочного материала, отсутствие качественных отечественных комбикормов и медикаментов, а также

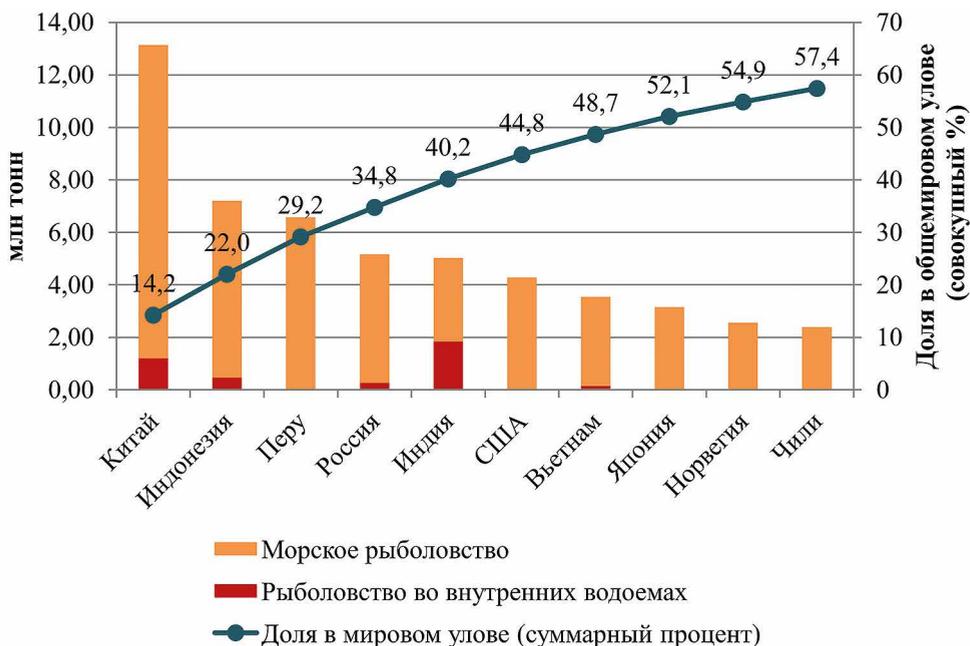


Рис. 1. Десять стран с самым высоким объемом промышленного рыболовства в 2021 г.

Источник: Fishstatj © UN FAO, 2024

необходимого оборудования. Основными объектами товарного выращивания в России являются форель, карп, толстолобик, семга, а также водоросли и морской гребешок.

Несмотря на то, что в последние годы согласно официальным статистическим данным производство товарной аквакультуры растет, в масштабах страны эти объемы по-прежнему недостаточны и составляют незначительную долю в общем объеме продукции рыбохозяйственного комплекса.

По результатам 2021 г. объем товарного выращивания составил 319,3 тыс. т, что выше показателя 2020 г. на 9,7%. Развитие рыбоводства, и в частности лососеводства, является одним из приоритетных направлений развития всего рыбохозяйственного комплекса. В 2022 г. объем товарного выращивания рыбы в Российской Федерации составил 348,2 тыс. т, увеличив результат предыдущего 2021 г. на 28,8 тыс. т (9,0%), а за последние 10 лет более чем на 238%.

Россия обладает невероятным фондом водных объектов, что позволяет рассчитывать на достаточно высокий уровень их использования для цели продовольственного обеспечения населения страны и даже заметного участия в реализации внешнеторговой политики. Тем не менее, разнообразие потребляемой рыбной продукции остаётся довольно скудным: из вылавливаемых Россией, (разумеется, в разных объёмах) по данным ФАО, более 330

**Таблица 1.** Рейтинг стран мира в товарном выращивании водных биоресурсов по уровню 2021 г. (в натуральном выражении, все виды биоресурсов), т

№ п/п	Страна	2019	2020	2021
	<b>ВСЕ СТРАНЫ</b>	119 808 846	122 711 837	126 035 297
1	Китай	68 423 859	70 483 538	72 805 297
2	Индонезия	15 425 627	14 845 014	14 606 533
3	Индия	7 933 000	8 641 286	9 408 300
4	Вьетнам	4 500 719	4 681 435	4 749 274
5	Бангладеш	2 488 600	2 583 866	2 638 745
6	Корея, Республика	2 399 720	2 334 232	2 427 677
7	Филиппины	2 358 238	2 322 831	2 272 527
8	Норвегия	1 453 042	1 490 412	1 665 112
9	Египет	1 641 949	1 591 896	1 576 189
10	Чили	1 407 289	1 505 486	1 443 520
...				
<b>22</b>	<b>Россия</b>	<b>248 293</b>	<b>291 194</b>	<b>319 342</b>
...				

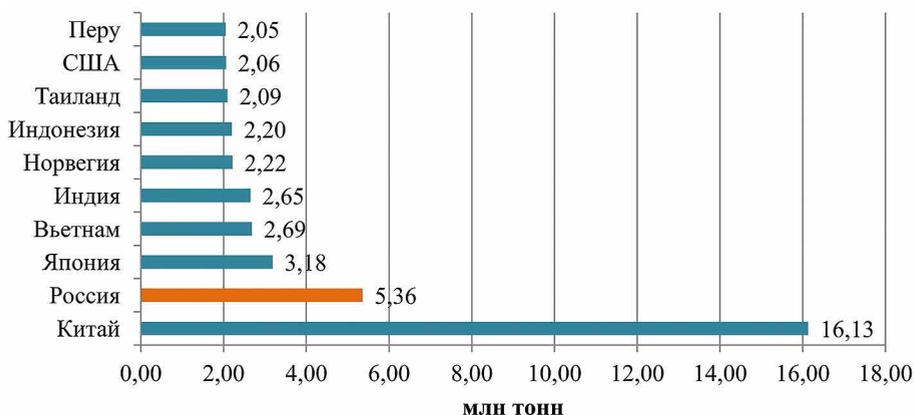
Источник: Fishstatj © UN FAO, 2024

видов рыб и моллюсков на прилавках торговых сетей находится, как правило, набор не более десятка видов (треска, сельдь, пикша, минтай, скумбрия, карп, кальмары). Гораздо реже на прилавок поступают анадромные виды. Спрос на рыбу и морепродукты снижается из-за их постоянно растущей стоимости. На сегодняшний день рыба и морепродукты в России остаются менее востребованными среди потребителей по сравнению с мясными продуктами.

Россия занимает стабильное второе место по производству рыбной продукции в мире (рис. 2). Мороженая рыба и рыбное филе составляют около 62,0% в общем объеме пищевой рыбной продукции. На долю рыбных консервов и пресервов приходится 6,3%, на сушеную, соленую, копченую рыбу — 3,7%, на икру и ее заменители — 1,4%. Основными регионами производства рыбной продукции являются Дальневосточный и Северо-Западный федеральные округа, где традиционно располагаются крупнейшие предприятия отрасли, так как это одновременно и основные районы промысла.

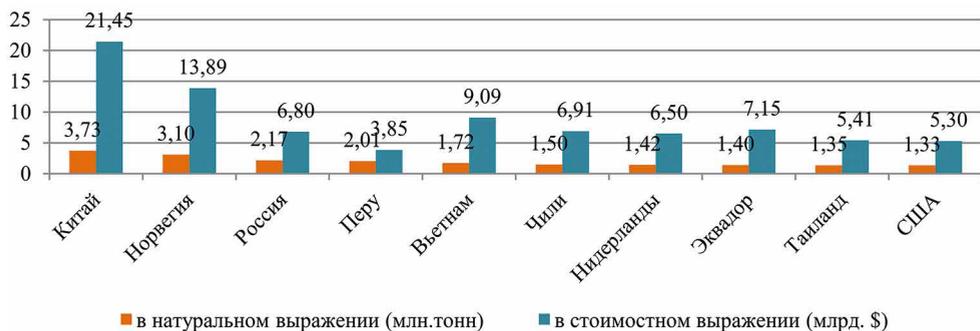
В 2022 г. производство пищевой рыбной продукции в России уменьшилось на 5,6%. Основную долю все еще составляет мороженая рыба (57%), выпуск мороженого рыбного филе увеличился на 8,3% — до 265,7 тыс. т; мяса рыбы (включая фарш) на 40,2% — до 88,9 тыс. т; консервов рыбных всех видов — на 3,3%, до 216,3 тыс. т. Производство соленой, сушеной, копченой рыбы уменьшилось на 5%, икры и ее заменителей на 16,6%.

Российская Федерация является одним из основных экспортёров рыбной продукции в мире, уступая только Китаю и Норвегии (рис. 3). Основными странами-импортерами российской рыбы и рыбной продукции в 2021–2022 гг. были Республика Корея, Китай, Нидерланды, Нигерия, Соединенное Королевство и Беларусь. На эти страны приходится около 80% экспорта в натуральном выражении и более 78% в стоимостном выражении [3].



**Рис. 2.** Рейтинг стран мира в производстве рыбопродукции по уровню 2021 года (в натуральном выражении, все виды продукции)

Источник: Fishstatj © UN FAO, 2024



**Рис. 3.** Десять стран с самым высоким объемом экспорта рыбопродукции по уровню 2021 года (все виды продукции)

Источник: Fishstatj © UN FAO, 2024

До 2021 г. основным рынком сбыта для российской рыбы и рыбопродукции был Китай. Ежегодные поставки рыбы в Китай составляли около 1 млн т, или 20% от всего российского улова. Из них больше половины приходилось на долю мороженого минтая. В связи с распространением вируса COVID-19 в декабре 2020 г. Китай закрыл свои порты, которые были основным способом доставки российской рыбы в страну. Это привело к обвалу цен на минтай и вызвало много проблем для всего рыбохозяйственного комплекса России. Однако довольно быстро были найдены альтернативные каналы сбыта, в связи с чем в 2021 г. Республика Корея вышла на первое место по объемам поставок рыбы из Российской Федерации.

По стоимости экспортируемой продукции Россия находится лишь на 9 месте, это говорит о том, что доля продукции высокой степени переработки в общем объеме экспорта небольшая, и основную массу составляет обычная мороженая рыба (рис. 3). В 2022 году экспорт рыбы и рыбопродукции в денежном выражении составил 6,1 млрд долл. США, что на 10,2% (на 0,7 млрд долл. США) ниже, чем в 2021 г.

Как одна из основных рыболовных держав, Россия не нуждается в иностранной рыбной продукции, однако из-за дальности перевозок с Дальнего Востока, Центральной части России все же приходится закупать рыбную продукцию за рубежом. В основном импорт идет из Беларуси, Фарерских островов, Чили, Турции и Китая. В рейтинге стран Россия занимает 14 место по импорту рыбной продукции в натуральном выражении и 17 место в стоимостном (табл. 2).

По среднему потреблению рыбы и рыбной продукции в сравнении с ведущими мировыми рыболовными державами Российская Федерация находится на восьмом месте (табл. 3). По официальным данным Росстата среднее потребление рыбы и рыбной продукции в 2022 г. составило 19,2 кг (в весе сырца) [1]. Удельный вес отечественной рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов и продовольствия в общем объеме ее товар-

**Таблица 2.** Рейтинг стран мира по импорту рыбопродукции по уровню 2021 г.  
(в натуральном и стоимостном выражении, все виды продукции)

№ п/п	Страна	В натуральном выражении, тонн	№ п/п	Страна	В стоимостном выражении, тыс. \$
ВСЕ СТРАНЫ		39850 568	ВСЕ СТРАНЫ		174964 717
1	Китай	5 735 075	1	Соединенные Штаты (США)	30 171 279
2	Соединенные Штаты (США)	3 284 445	2	Китай	17 664 764
3	Япония	2 192 694	3	Япония	14 368 856
4	Таиланд	2 102 164	4	Испания	8 869 864
5	Испания	1 814 182	5	Франция	7 816 985
6	Корея, Республика	1 643 727	6	Италия	7 557 387
7	Франция	1 339 831	7	Германия	5 982 168
8	Дания	1 334 571	8	Корея, Республика	5 928 186
9	Нидерланды	1 173 641	9	Швеция	5 614 991
10	Италия	1 140 175	10	Нидерланды	5 166 017
...			...		
17	Россия	710 756	18	Россия	2 714 896
...			...		

Источник: Fishstatj © UN FAO, 2024

**Таблица 3.** Рейтинг душевого потребления рыбной продукции ведущих рыболовных стран мира по уровню 2021 г., кг на душу населения в год (в весе сырца)

№ п/п	Страна/ годы	2019	2020	2021
ВСЕ СТРАНЫ		20,53	20,33	20,16
1	Норвегия	50,67	50,38	50,16
2	Япония	44,69	44,89	45,12
3	Индонезия	45,09	44,71	44,40
4	Китай	39,98	39,89	39,87
5	Вьетнам	40,20	39,84	39,50
6	Перу	27,22	26,83	26,50
7	Соединенные Штаты (США)	22,54	22,43	22,36
<b>8</b>	<b>Россия</b>	<b>21,74</b>	<b>21,76</b>	<b>21,84</b>
9	Чили	14,83	14,63	14,48
10	Индия	8,10	8,03	7,96

Источник: Fishstatj © UN FAO, 2024

ных ресурсов (с учетом переходящих запасов) внутреннего рынка в 2022 г. соответствует установленному Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации порогу 85%. Уровень самообеспечения рыбой и рыбопродуктами (в живом весе — весе сырца) по данным Росстата в 2022 г. составил 165,3% [4, 5].

## ВЫВОДЫ

Подводя итог можно сказать, что в настоящее время рыбохозяйственный комплекс характеризуется стабильными показателями. В условиях имеющейся природоресурсной базы и опыта ее рационального использования, накопленного в советский период, рыбохозяйственный комплекс может и должен занимать лидирующие позиции в мире и обеспечивать граждан Российской Федерации отечественной рыбной продукцией высокого качества, а Стратегией развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов должна предусматривать необходимые показатели и инструменты для его максимально эффективной реализации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Росстата от 16.07.2020 № 389 (ред. от 09.10.2020) «Об утверждении Методики составления баланса рыбы и рыбопродуктов для определения среднедушевого уровня их потребления» [Электронный ресурс] / <https://docs.cntd.ru/document/565385803> (дата обращения 10.11.2023 г.)
2. Бетин О. И., Труба А.С., Мухамедова Т.О. Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура // Труды ВНИРО.— 2022. — Т. 188. — С. 166–173.
3. Бетин О.И., Мухамедова Т.О., Павлова А.О. Состояние и тенденции развития экспорта рыбы и рыбных продуктов в российской Федерации // Вопросы рыболовства.— 2023. — Т. 24, № 3. — С. 213–220.
4. Павлова А.О. Современное состояние и тенденции развития мирового и российского душевого потребления рыбы и рыбопродукции // Теория и практика мировой науки.— 2023.— № 11. — С. 35–38.
5. Колмаков А.Н., Павлова А.О. Анализ доступности рыбных продуктов населению Российской Федерации // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы XI международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов, Санкт-Петербург, 25–26 сентября 2023 года. — Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2023. — С. 185–188.

## **Методика комплексной оценки эффективности вариантов пилотного проекта сети предприятий промысла и переработки недоосваиваемых ресурсов прибрежного промысла и рек бассейна Уссури и Амура**

*Б.И. Покровский<sup>1</sup>, А.М. Кайко<sup>2</sup>, Д.Л. Шабельский<sup>1</sup>, М.Е. Шаповалов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

<sup>2</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет

E-mail: boris.pokrovskii@tinro.vniro.ru

**Аннотация.** Разработана методика и выполнены расчеты эффективности различных вариантов эксплуатации водных биоресурсов объектов прибрежного промысла и пресноводных водоемов. Для решения поставленных задач на первом этапе выполняется содержательный анализ основных сценариев деятельности предприятия промысла и переработки ресурсов пресноводных рыб, на втором этапе производится количественная оценка эффективности рассматриваемых сценариев рациональной эксплуатации недоосваиваемых ресурсов. Результаты расчетов показывают, что переход к производству качественной конкурентоспособной продукции с добавленной стоимостью является высокорентабельным проектом со сроком окупаемости порядка 3–4 лет, полностью основанный на использовании отечественного производства.

**Ключевые слова:** методика, ситуационный анализ, содержательный анализ.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Недоосваиваемые ресурсы пресноводных водоемов и ресурсы пресноводного промысла Российской Федерации являются важной составляющей продовольственной безопасности РФ по следующим причинам:

– объемы недоосваиваемых ресурсов пресных водоемов, составляющие от 500 тыс. т до 1 млн т (1) вполне соизмеримы с ресурсами морского промысла, осуществляемого обычно за пределами территориальных вод России. Экспертная оценка освоения ресурсов составляет величину порядка 50% (2);

– организация эффективного промысла и переработки недоосваиваемых ресурсов пресноводных водоемов и прибрежного промысла защищена от санкционных воздействий, при этом, кроме экономического эффекта высокорентабельного производства, данная форма деятельности создает значимый социальный эффект — участие в решении задач развития удаленных районов и создание дополнительных рабочих мест.

Одним из главных факторов повышения эффективности управления использованием ресурсов пресноводных водоемов является развитие интеграционных процессов на уровне отдельных субъектов хозяйственной деятельности (пред-

приятий) путем их объединения и последующего корпоративного управления. Сложившееся в настоящее время состояние функционирования отдельных пользователей рыболовными участками прибрежного промысла и рек бассейна Уссури и Амур выявило ряд проблем, которые невозможно решить в одиночку, без координации совместных усилий предприятий рыбохозяйственной специализации. Оптимальная экономическая интеграция между рыбодобывающими и перерабатывающими предприятиями, а также организациями торговли и общественного питания способствует расширению и углублению производственных связей, совместному использованию водных биологических ресурсов, созданию благоприятных условий для экономической и инвестиционной деятельности. Важным инструментом повышения эффективности эксплуатации недоосваиваемых ресурсов пресноводных водоемов России является применение платформенного подхода (3) для решения задач научного мониторинга процессов рациональной эксплуатации недоосваиваемых ресурсов, задач оперативного мониторинга всех видов производственной деятельности региональной сети предприятий промысла, переработки и реализации продукции. Первым этапом является разработка и реализация пилотного проекта по эксплуатации недоосваиваемых ресурсов Дальневосточного региона для бассейнов рек Уссури и Амура посредством горизонтального объединения малых предприятий в единую сеть. Здесь малые предприятия работают на эксплуатации близких по пищевой ценности видов ресурсов, доступных для продовольственных рынков.

Проектируемый объем допустимого и разрешенного вылова недоосваиваемых рыбных ресурсов находится в пределах общих допустимых и рекомендованных объемов вылова и составляет 7200 т. Создаваемая сеть горизонтально интегрированных предприятий рыбохозяйственной специализации состоит из 120 рыбодобывающих предприятий с годовым объемом добычи 60 т каждого и 10 пунктов приема и переработки. Результатом переработки рыбного сырья является быстрозамороженный фарш, позволяющий обеспечивать на его основе обширный ассортимент формованных изделий с регулируемой структурой. Для создания материальной базы основного производства и вспомогательной инфраструктуры предприятий предлагается использовать стандартные 40-футовые контейнеры и 20-футовые рефрижераторные контейнеры с установкой производственного оборудования в соответствии с технологической схемой изготовления мороженого рыбного фарша.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Авторами разработана методика комплексной оценки эффективности вариантов развития проекта сети предприятий промысла и переработки недоосваиваемых ресурсов рек бассейна Уссури и Амура и прибрежного промысла. Данная методика состоит из двух основных блоков:

– ситуационный анализ текущей проблемной ситуации в области эксплуатации недоосваиваемых ресурсов прибрежного промысла и ресурсов пресноводных водоемов и формирование количественных оценок параметров «образа

желаемого состояния» (4) с определением оптимальных параметров и показателей чувствительности и устойчивости экономики предприятия при изменении значений управляющих воздействий и основных экономических ограничений деятельности предприятия;

– содержательный анализ группой профильных экспертов условий размещения мобильных и стационарных предприятий промысла и переработки недоосваиваемых ресурсов прибрежного промысла и пресноводных объектов и выбор вариантов размещения пунктов промысла и баз хранения и пререработки, в наибольшей степени соответствующих оптимальным параметрам «образа желаемого» по критериям максимального выпуска современной продукции с добавленной стоимостью по допустимым вариантам направления сырца в переработку, ограничениям по объемам располагаемых затрат, объемам допустимого вылова и календарного графика ведения промысла.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки эффективности основных сценариев деятельности предприятий сети рациональной эксплуатации недоосваиваемых ресурсов авторами выполнен содержательный анализ текущей проблемной ситуации, по результатам которого выполнены расчеты основных показателей деятельности предприятий проектируемой сети, результаты решений показывают высокую рентабельность и короткую окупаемость производства качественной конкурентоспособной продукции с добавленной стоимостью, которая хорошо согласуется с «Программой развития внутреннего рынка» и «Законом о торговле». Авторами также был выполнен программный поиск оптимальных производственных параметров (оптимальных параметров образа «желаемого» состояния экономических показателей) сети предприятий промысла и переработки ресурсов пресноводных рыб.

Авторами разработана методика расчета оптимальных производственных параметров предприятия промысла и переработки ресурсов пресноводных рыб по критерию максимизации стоимостной оценки продукции предприятий сети промысла и переработки недоосваиваемых ресурсов при использовании следующих параметров предприятий сети:

– варианты направления сырца в переработку с учетом норм выхода продукции из сырца;

– варианты ценообразования стоимости продукции (руб./кг)

Для решения оптимизационной задачи был сделан расчет экономических показателей работы предприятий сети, добывающих и реализующих рыбу в свежем виде и с формированием продукции с добавленной стоимостью.

Процесс поиска оптимальных решений осуществляется с учетом следующих основных ограничений: общие затраты на вылов по видам ресурсов (руб./кг), допустимые по производительности оборудования объемы направления сырца данного вида ВБР в переработку по вариантам выпускаемой продукции; ограничения допустимого вылова по видам (по лимитированным и не лимитированным объектам промысла).

Исследование устойчивости оптимальной оценки при колебаниях рыночных цен, сезонных значений уловов и располагаемых финансовых ресурсов предприятий производилось на основе процедур постоптимального анализа результатов, также было проведено исследование чувствительности оптимальной оценки при колебаниях значений параметров управления (общие затраты предприятия, спрос рынка на продукцию, суточный вылов. С использованием результатов решения двойственной задачи, построенной на основе данных исходной задачи максимизации стоимостной оценки выпускаемой продукции предприятий, была построена шкала для решения взаимозаменяемости располагаемых сырьевых ресурсов (необходима при анализе проблемных ситуаций, возникающих при сбоях промысла).

Оптимальный план деятельности предприятий сети включил выпуск фарша быстрой заморозки в объеме 4150 т (выход фарша из сырца 50%) по цене 200 руб./кг, при общих объемах вылова 8300 т (величина выбрана с учетом технологических свойств располагаемого сырья). Направление сырца на выпуск фаршевой продукции предусматривает фильтрацию костей из отходов и выпуск на этой основе рыбной муки. Фарш быстрой заморозки может использоваться как самостоятельный продукт, а также как базовый продукт для производства обширного ассортимента полуфабрикатов.

Для дополнительной детализации оптимизационной процедуры выполнен расчет экономических показателей предприятий сети с формированием продукции с добавленной стоимостью в неоптимальном режиме промысла (таблица, вариант 1 — промысел и выпуск продукции без переработки). Переработка 60 т в год сырца в фарш рыбный мороженый одним предприятием (таблица, вариант 2). Работа сети предприятий при общем вылове недоосваиваемых рыбных ресурсов, составляющем 7200 т (таблица, вариант 3 промысел ресурсов бассейна рек Уссури, Амура и прибрежных ресурсов). При этом по результатам расчетов варианта 3 количество малых предприятий сети составит 120 ед., а количество пунктов приема и переработки 10 ед.

Выполненные расчеты показывают, что при эксплуатации недоосваиваемых рыбных ресурсов и переработке мобильными уста-

**Таблица.** Основные экономические показатели деятельности сети предприятий

<b>Численные значения основных показателей деятельности предприятий сети</b>	
1. Вылов рыбы, т	7200,0
2. Выпуск продукции, т	3600,0
3. Выручка от продажи продукции, тыс. руб.	936000,0
4. Численность персонала, чел.	680
5. Производительность труда, тыс. руб.	1376,5
6. Себестоимость продукции, тыс. руб.	636496
7. Затраты на 1 рубль выручки от продаж, руб.	0,68
8. Прибыль от продаж, тыс. руб.	299504
9. Рентабельность продукции, %	47,1
10. Рентабельность продаж, %	32,0
11. Инвестиции, тыс. руб.	1018800,0
12. Период окупаемости инвестиций, лет	4

новками в фаршевую продукцию, показан высокий уровень рентабельности деятельности создаваемой сети предприятий по добыче 7200 т недоосваиваемых рыбных ресурсов и их переработки в рыбный фарш быстрой заморозки стационарными предприятиями, что позволяет получить суммарную прибыль от продажи продукции 299,5 млн руб., рентабельность производства достигнет 47%, а срок окупаемости инвестиций составит 4 года. На основе полученных результатов можно сделать вывод об экономической целесообразности создания интегрированной сети рыбохозяйственных предприятий по вылову и переработке недоосваиваемых рыбных ресурсов рек бассейна Уссури и Амур.

## ВЫВОДЫ

Авторами разработана методика оценки содержательного анализа и количественной оценки эффективности основных сценариев создания проекта сети предприятий промысла и переработки недоосваиваемых ресурсов прибрежного промысла и рек бассейна Уссури и Амур. В соответствии с разработанной методикой выполнены количественные оценки рентабельности и сроков окупаемости рациональной эксплуатации недоосваиваемых ресурсов и выпуска высококачественной продукции с добавленной стоимостью при переработке рыбы-сырца многовидового рыболовства объектов прибрежного промысла и пресноводных водоемов.

В рамках разработанной методики выполнены расчеты исследования режимов работы сети малых предприятий добычи и переработки недоосваиваемых пресноводных ВБР. Показано, что при производстве базового фаршевого продукта, на основе которого может производиться расширенный ассортимент продукции (5), готовой к употреблению, быстрой заморозки, рентабельность может достигать 60%, окупаемость инвестиций около 4 лет. При этом высококачественная современная продукция может иметь хорошую экспортную перспективу: экспорт в страны ближнего зарубежья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Федерального агентства по рыболовству России. Электронный ресурс: <https://fish.gov.ru> Дата обращения 12.12.2023 г.
2. Объявление о подготовке и заключении договоров пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается, на 2023 год. Электронный ресурс: [https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2023/11/obyavlenie\\_zakl\\_dogovorov\\_2023\\_091123.pdf](https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2023/11/obyavlenie_zakl_dogovorov_2023_091123.pdf). Дата обращения 12.12.2023 г.
3. Колончин К.В. Платформенная модель реализации приоритетов мобилизационной экономической политики в рыбохозяйственном комплексе России / К.В. Колончин, О.И. Бетин, В.Д. Рудашевский, Т.О. Мухамедова. — DOI 10.33305/227–31. — Текст: непосредственный // АПК: Экономика, управление.— 2022.— № 7.— (Аграрная политика: проблемы и решения). — С. 31–40.
4. Покровский Б.И., Шабельский Д.Л., Шаповалов М.Е., Кайко А.М. Исследование условий устойчивой деятельности предприятия промысла и переработки недоосваиваемых ресурсов пресноводных водоемов // Вопросы рыболовства. 2023. Т. 24, № 2. С. 196–202.
5. Покровский Б.И., Шабельский Д.Л., Шаповалов М.Е., Кайко А.М. «Оптимальные оценки повышения глубины переработки рыбного сырья ресурсов пресноводных водоемов в целях развития внутреннего рынка рыбопродукции РФ» //International Agricultural Journal. 2022, № 5. С. 223–262.

# **Исследование финансово-экономического положения предприятий рыбохозяйственного комплекса Калининградской области в условиях санкционных ограничений, сравнительный анализ**

*Л.И. Сергеев, А.В. Самсонов*

ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград  
e-mail: 513980@mail.ru, doc\_sergeevli@mail.ru

**Аннотация.** В статье исследуется влияние негативного «эффекта полуэксклава» на фактические финансово-экономические результаты и положение предприятий отрасли рыболовства и рыбоводства Калининградской области в сравнении с Архангельской областью и Хабаровским краем за период с 2011 по 2022 гг., в том числе в условиях широкого круга санкционных ограничений в отношении России с 2022 года. В ходе исследования выявлено, что с 2014 года рыбохозяйственный комплекс Хабаровского края не только демонстрирует опережающий рост стоимости чистых активов предприятий, но и рост выручки, многократно превышающий рост номинального ВВП. При этом в Калининградской области по итогам 2022 года наблюдается существенное ухудшение показателей рентабельности и деловой активности предприятий рыбохозяйственного комплекса в сравнении с другими регионами исследования, что обусловлено в том числе логистической изолированностью региона.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный комплекс, полуэксклав, коммерческая деятельность предприятий, финансовая устойчивость, рентабельность деятельности.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Рыбохозяйственный комплекс (далее РХК) России исторически является одним из важных направлений экономической деятельности государства, включающей в себя не только рыболовство, но и рыбоводство и рыбопереработку, а также косвенно судостроение и другие смежные отрасли. Валовая добавленная стоимость (далее ВДС) отрасли рыболовства и рыбоводства увеличилась (в ценах 2021 года) с 294,7 млрд руб. в 2011 г. до максимальных значений в 433 млрд руб. в 2023 году (доля в совокупной ВДС России составила 0,31%) [6]. При этом санкционные ограничения, введенные в отношении России в 2022 году, оказали косвенный негативный эффект на развитие РХК, обусловленный разрывом логистических цепочек, запретом (либо добровольным отказом отдельных предприятий) на поставки в Россию высокотехнологичного холодильного, судового и иных видов оборудования. Однако эти последствия не оказались чрезмерно негативными, что подтвердил руководитель Федерального агентства по рыболовству Шестаков И.В. в интервью «Российской газете» [5].

Важно подчеркнуть, что косвенный негативный санкционный эффект неодинаково проявляется в регионах России в силу разного вклада отрасли рыболовства и рыбоводства в ВДС субъекта РФ и их географического расположения.

Лидером является Камчатский край, РХК которого в 2023 году продемонстрировал показатели вылова в 1,8 млн т водных биоресурсов, что является лучшим результатом за всю историю РХК региона (по данным Министерства рыбного хозяйства Камчатского края) [4]. Среди других приморских регионов России особенное положение занимает Калининградская область. Это обусловлено отсутствием сухопутной границы с другими регионами РФ и наибольшей протяженностью морских границ с «недружественными» странами.

Целью данного исследования является выявление и оценка негативного «эффекта полуэксклава» Калининградской области, проявляющегося в РХК региона в форме последствий от введения широкого круга санкционных ограничений в отношении России в 2022 году на фактические финансовые результаты и рентабельность деятельности предприятий РХК Калининградской области (являющейся единственным полуэксклавом страны).

Дополнительно отметим, что исследованию вопросов развития РХК России посвящены многочисленные труды российских ученых, в частности, специалистов Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) и Калининградского государственного технического университета (КГТУ). Можно сделать вывод о том, что на современном этапе развития экономики России, в условиях санкционных ограничений, введенных в 2022 году, предприятия рыбохозяйственного комплекса одновременно сталкиваются не только с износом основных фондов и со сложностью их обновления [7], но и с невозможностью существенно увеличить оптовые цены на готовую рыбную продукцию. Это вызвано тем, что с 2015 года индекс потребительских цен на рыбопродукты опережает соответствующий показатель по всем продовольственным товарам в целом [2]. Однако рост инвестиций в основной капитал предприятий РХК не обеспечивает соответствующий рост потребления рыбной продукции населением России (рост предложения не обеспечивает заметного снижения розничных цен) [1]. Данное исследование является продолжением трудов ученых и призвано выявить актуальные тенденции изменения финансово-экономического положения предприятий рыбохозяйственного комплекса России в отдельных регионах.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании с использованием статистических и экономико-математических методов анализа финансового и экономического состояния предприятий проведен сравнительный анализ фактических результатов хозяйственной деятельности отрасли рыболовства и рыбоводства трех регионов: Калининградской и Архангельской областей и Хабаровского края. Рассматривался период с 2011 по 2022 гг. Бухгалтерская (финансовая) отчетность предприятий получена по данным ФНС России [3], в выборку включены организации, имеющие по итогам 2022 года выручку свыше 10 млн руб. либо стоимость активов более 10 млн руб., совокупная выборка составила 147 организаций (Калининградская область — 40 орг., Архангельская область — 19 орг., Хабаровский край — 87 орг.). Выбор Архан-

гельской области (без учета Ненецкого автономного округа) и Хабаровского края в качестве регионов сравнения обусловлен следующими причинами:

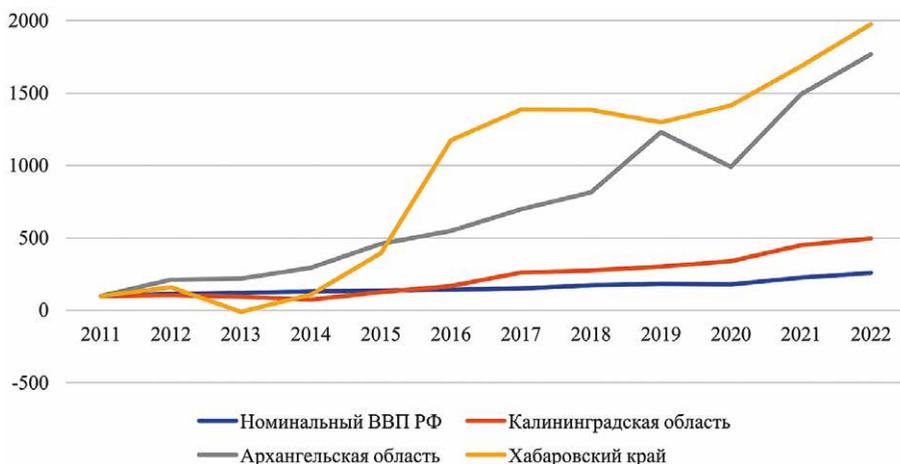
1) вклад отрасли рыболовства и рыбоводства в ВДС во всех трех регионах в 2015 году является сопоставимым, в диапазоне от 1,6% в Калининградской области до 1,9% в Хабаровском крае, согласно данным Росстата. Последние доступные данные по ОКВЭД 2007, по ОКВЭД 2 отдельная расшифровка данных исследуемой отрасли по регионам не представлена. Иные приморские регионы России имеют как экстремально высокий вклад отрасли в ВДС (Камчатский край), так и экстремально низкий (Республика Крым);

2) исследуемые регионы имеют сопоставимую численность населения (на начало 2023 года в Калининградской области проживало 1,032 млн чел., в Архангельской области — 1,006 млн чел., в Хабаровском крае — 1,284 млн чел.). При этом единственный наиболее близкий по первому критерию регион — Республика Карелия — имеет более низкую численность населения (на начало 2023 года — 0,528 млн чел.).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На рис. 1 представим динамику базисного индекса стоимости чистых активов предприятий Калининградской и Архангельской областей, а также Хабаровского края за период 2011–2022 гг.

По данным, представленным на рис. 1, можно сделать общий вывод о том, что в Хабаровском крае и Архангельской области РХК развивается с существенным опережением относительно динамики номинального ВВП России и притока стоимости чистых активов в Калининградской области. При этом значимые изменения наблюдаются с момента введения первых санкций в отношении Рос-



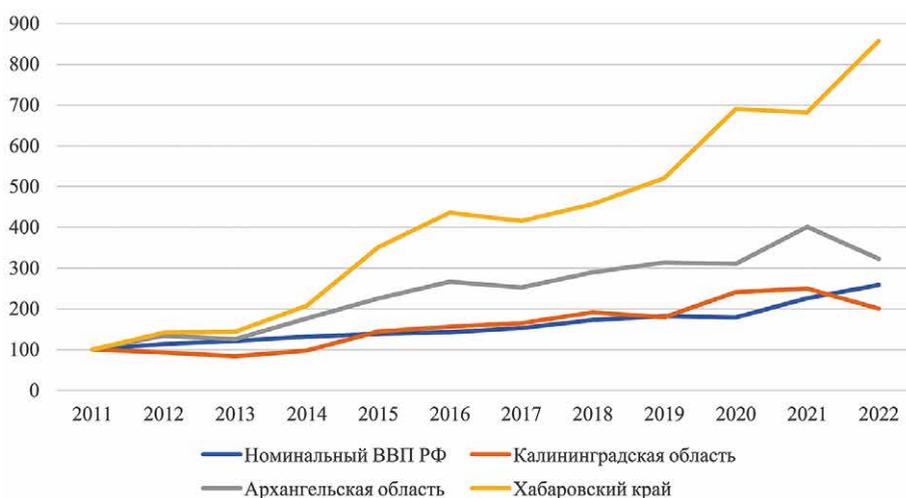
**Рис. 1.** Динамика базисного индекса стоимости чистых активов предприятий исследуемых регионов (в сравнении с номинальным ВВП РФ), за период с 2011 по 2022 гг., базовое значение 100 усл. ед.

сии в 2014 году, и уже по итогам 2015 года рассчитанный индекс для Хабаровского края увеличился в пять раз и сравнялся с соответствующим показателем Архангельской области. В период 2016–2022 гг. Хабаровский край стал лидером по темпам прироста стоимости чистых активов предприятий отрасли «Рыболовство и рыбоводство» (совокупный индекс увеличился почти в двадцать раз, в то время как в Калининградской области — лишь в пять раз).

На рис. 2 представим динамику базисного индекса валовой выручки предприятий Калининградской и Архангельской областей, а также Хабаровского края за период 2011–2022 гг.

По данным, представленным на рис. 2, можно отметить, что в Хабаровском крае наблюдается устойчивая динамика роста валовой выручки предприятий РХК, которая напрямую коррелирует с ростом стоимости чистых активов (рисунок 1). За весь исследуемый период индекс увеличился более чем в восемь раз. Одновременно с этим в Калининградской области данный показатель (в период 2011–2021 годы) увеличился в темпах, сопоставимых с ростом номинального ВВП, однако по итогам 2022 года валовая выручка предприятий РХК Калининградской области снизилась почти на 20% и отстала от динамики номинального ВВП России.

В табл. 1 на основе данных бухгалтерской (финансовой) отчетности 147 предприятий отрасли «Рыболовство и рыбоводство» исследуемых регионов [3] представлен анализ динамики финансовой устойчивости, деловой активности и рентабельности деятельности коммерческих организаций, а также дана оценка косвенного влияния санкционных ограничений, введенных в отношении России в 2022 году, на фактическое финансово-экономическое положение отрасли. В таблице представлены отдельные годы: 2011 год — базисный, 2014 год — пе-



**Рис. 2.** Динамика базисного индекса валовой выручки предприятий исследуемых регионов (в сравнении с номинальным ВВП РФ) за период с 2011 по 2022 гг., базовое значение 100 усл. ед.

**Таблица.** Сравнительная матрица динамики изменения финансовой устойчивости и эффективности деятельности предприятий отрасли рыболовства и рыбоводства исследуемых регионов за период с 2011 по 2022 гг.

№	Показатель	Регион	2011	2014	2020	2021	2022	Абс. отклон. 2022 к 2021 г.	Ср. знач., 2011–2022 г.
1	Коэф. автономии, разы	Калининградская обл.	0,54	0,39	0,62	0,62	0,63	0,01	0,58
		Архангельская обл.	0,34	0,30	0,43	0,52	0,57	0,047	0,45
		Хабаровский край	0,36	0,14	0,37	0,37	0,42	0,046	0,38
2	Коэф. фин. левериджа, разы	Калининградская обл.	0,86	1,56	0,61	0,62	0,59	-0,03	0,76
		Архангельская обл.	1,95	2,28	1,31	0,92	0,76	-0,16	1,31
		Хабаровский край	1,80	5,91	1,72	1,68	1,39	-0,30	-1,80
8	Коэф. покрытия процентов, разы	Калининградская обл.	10,23	4,97	77,84	46,72	3,50	-43,22	29,44
		Архангельская обл.	11,36	7,87	5,95	56,36	19,66	-36,70	12,80
		Хабаровский край	17,78	3,54	5,42	4,73	5,95	1,22	10,01
3	Доля основных средств в активах, разы	Калининградская обл.	0,20	0,32	0,28	0,31	0,29	-0,02	0,28
		Архангельская обл.	0,34	0,13	0,43	0,40	0,37	-0,03	0,243
		Хабаровский край	0,32	0,17	0,25	0,28	0,28	0,01	0,236
4	Оборачиваемость запасов, дни	Калининградская обл.	-	74,10	92,92	69,90	84,84	14,94	68,33
		Архангельская обл.	-	47,17	46,94	46,23	40,86	-5,37	46,72
		Хабаровский край	-	101,67	67,10	61,49	71,53	10,04	83,00
5	Оборачиваемость деб. задолж., дни	Калининградская обл.	-	62,82	30,42	33,00	44,18	11,18	56,98
		Архангельская обл.	-	136,21	165,14	237,24	219,33	-17,91	167,53
		Хабаровский край	-	224,11	164,75	142,55	162,92	20,37	170,42
6	Рентаб. продаж, разы	Калининградская обл.	0,33	0,23	0,38	0,38	0,12	-0,26	0,32
		Архангельская обл.	0,20	0,50	0,50	0,61	0,49	-0,13	0,46
		Хабаровский край	0,16	0,40	0,46	0,42	0,38	-0,05	0,36
7	Рентаб. по чистой прибыли, разы	Калининградская обл.	0,26	0,11	0,33	0,32	0,05	-0,28	0,26
		Архангельская обл.	0,13	0,28	0,23	0,85	0,33	-0,52	0,35
		Хабаровский край	0,08	0,07	0,17	0,21	0,17	-0,04	0,17
9	Рентаб. активов, разы	Калининградская обл.	0,35	0,15	0,36	0,28	0,03	-0,25	0,31
		Архангельская обл.	0,12	0,14	0,087	0,33	0,095	-0,23	0,17
		Хабаровский край	0,08	0,05	0,09	0,09	0,09	-0,001	0,12
10	Рентаб. собств. кап., разы	Калининградская обл.	0,65	0,37	0,58	0,45	0,05	-0,40	0,52
		Архангельская обл.	0,35	0,46	0,20	0,63	0,17	-0,46	0,38
		Хабаровский край	0,23	0,38	0,25	0,25	0,22	-0,03	-0,03
11	Доля кап. затрат в выручке, %	Калининградская обл.	-	3,95	0,72	16,93	2,85	-14,08	8,11
		Архангельская обл.	-	1,65	4,48	5,71	2,61	-3,10	4,93
		Хабаровский край	-	0,66	10,21	5,95	2,96	-2,99	9,13

Окончание табл.

№	Показатель	Регион	2011	2014	2020	2021	2022	Абс. отклон. 2022 к 2021 г.	Ср. знач., 2011–2022 г.
12	Доля дивидендов в выручке, %	Калининградская обл.	-	0,18	0,34	0,17	0,018	-0,16	0,20
		Архангельская обл.	-	0,06	0,21	0,09	0,013	-0,08	0,10
		Хабаровский край	-	0,03	0,12	0,05	0,019	-0,03	0,04

риод введения первых санкций в отношении России, 2020 год — период начала пандемии COVID-19, 2021 год — предсанкционный, 2022 год — период введения широкого круга санкций в отношении России.

На основе данных, представленных в таблице, можно сделать ряд выводов:

1. За исследуемый период предприятия РХК всех трех регионов смогли повысить уровень финансовой устойчивости (несмотря на снижение рентабельности в 2022 году), интегральный коэффициент автономии увеличился с 0,41 в 2011 году до 0,54 в 2022 году, коэффициенты финансового левериджа соответственно снизились. В 2022 году на фоне снижения уровня чистой прибыли и роста долговой нагрузки наблюдается негативная динамика только одного показателя — коэффициента покрытия процентов.

2. Динамика деловой активности неоднозначная. В Калининградской области в период 2011–2021 гг. оборачиваемость как запасов, так и дебиторской задолженности ускорялась, однако в 2022 году тенденция переломилась и срок оборота запасов увеличился с почти 70 до 85 дней, а дебиторской задолженности более чем на 11 дней. Одновременно с этим, санкционный режим не помешал предприятиям Архангельской области снизить срок оборота запасов в 2022 году на более чем 5 дней. В Хабаровском крае срок оборота запасов в совокупности за исследуемый период снизился почти на 30 дней, несмотря на увеличение в 2022 году на 10 дней.

3. Рентабельность хозяйственной деятельности предприятий РХК в Калининградской и Архангельской областях в период 2011–2021 годы интегрально составляла 34% (что является положительным показателем) и обеспечила в том числе высокий уровень дивидендных выплат в пользу собственников в размере 20% и 10% от валовой выручки соответственно. При этом в 2022 году в Калининградской области наблюдается существенное снижение рентабельности деятельности исследуемых предприятий (рентабельность продаж снизилась до 12%, по чистой прибыли до 5%, активов — до 3%), в Архангельской области и Хабаровском крае показатели рентабельности, несмотря на снижение, остаются на высоком уровне.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования можно сделать ряд ключевых выводов:

1. В Калининградской области негативный «эффект полуэксклава» в РХК региона проявляется более выраженной динамикой срока оборачиваемости запасов предприятий и существенном снижении рентабельности хозяйственной деятельности. Показатели рассматриваются в сравнении с Архангельской областью, где отсутствует «эффекта полуэксклава», и Хабаровским краем, у которого более выгодное географическое положение в аспекте роста торгового оборота со странами Юго-Восточной Азии.

2. РХК Калининградской области представляет собой в 2022 году почти 14,7 млрд руб. стоимости чистых активов предприятий (в Архангельской области соответствующий показатель составил 33 млрд руб., в Хабаровском крае — 38,7 млрд руб.). При этом высокая степень финансирования активов организаций за счет собственных средств в Калининградской области обусловила высокие показатели рентабельности операционной деятельности, что стало фактором, смягчившим последствия санкционных ограничений в отношении России в 2022 году. В Архангельской области и Хабаровском крае РХК в абсолютных значениях более чем в два раза выше, чем в Калининградской области, что отчасти обуславливает сложность в поддержании сопоставимого уровня рентабельности деятельности.

3. Динамика, представленная на рис. 2, демонстрирует, что в случае ежегодного увеличения торгового оборота России со странами Юго-Восточной Азии потенциал роста валовой выручки РХК Хабаровского края не исчерпан (в среднем за период 2011–2022 гг. доля капитальных затрат в выручке составляла 9,13%, что выше, чем в других регионах). Схожий эффект возможен и для Архангельской области. В Калининградской области, вследствие наличия логистических ограничений, опережающий рост выручки предприятий представляется маловероятным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Колончин К.В., Горбунова М.А., Серёгин С.Н. Роль инвестиций в развитии рынка рыбной продукции // Пищевая промышленность, 2022. № 7. С. 8–15.
2. Мнацаканян А.Г., Карлов А.М., Харин А.Г. Тенденции и особенности цен на рыбные продукты в Российской Федерации // Вопросы рыболовства, 2023. № 2. С. 189–195.
3. Официальный сайт Государственного информационного ресурса бухгалтерской (финансовой) отчетности ФНС России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://bo.nalog.ru/> (дата обращения: 31.01.2024 г.).
4. Официальный сайт Министерства рыбного хозяйства Камчатского края [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://minfish.kamgov.ru/> (дата обращения: 31.01.2024 г.).
5. Официальный сайт Федерального агентства по рыболовству [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://fish.gov.ru/> (дата обращения: 31.01.2024 г.).
6. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 31.01.2024 г.).
7. Труба А.С., Кузьменко А.М., Черданцев В.П., Черданцев П.В. Рыбная отрасль России и её технический потенциал: проблемы и пути их решения // Вопросы рыболовства, 2023. № 1. С. 179–187.

## Мониторинг результативности Российского внешнеторгового оборота лосося

*К.В. Колончин<sup>1</sup>, Е.Э. Толикова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»  
e-mail: Toleled@bmstu.ru

**Аннотация.** Исследование проводит качественный и количественный анализ российского внешнеторгового оборота лососевых видов рыб. Проанализированы актуальные вопросы, связанные с изменением в структуре экспортных и импортных операций. Расчет показателей: внешнеторгового оборота, внешнеторгового сальдо, коэффициента покрытия импорта экспортом и индекса Грубеля-Ллойда позволил установить количественные характеристики экспортных и импортных операций с лососем и графически иллюстрировать тренды внешнеторговых операций по лососевым видам рыбы. В результате сделаны выводы и представлены прогнозные замечания тенденций во внешней торговле лососем с государствами-членами ЕАЭС.

**Ключевые слова:** лососевые, внешнеторговый оборот, внешнеторговое сальдо, коэффициент покрытия импорта экспортом, индекс Грубеля-Ллойда.

### ВВЕДЕНИЕ

**Цель исследования** — провести качественный и количественный анализ экспортных и импортных операций с лососевыми видами рыбы в российской международной торговле на примере государств-членов ЕАЭС и третьих стран.

Вопросы, связанные с экспортными и импортными операциями лососевых видов рыб актуальны и имеют свои специфические характеристики. Они связаны с тем, что в 2022 году низкое предложение на фоне снижения поставок аквакультурного лосося привело к рекордно высоким ценам на эти виды рыбы в мире. Это, разумеется, затронуло и российскую экономику.

Вначале обратимся к характеристикам внешней торговли всеми видами рыбной продукции.

Анализ показывает, что в 2022 году экспорт рыбной продукции из России вырос на 5%, и составил 2,3 млн тонн. При этом поставки в дружественные страны возросли на 40%. В денежном выражении экспорт снизился на 10% [1].

В 2022 году Росрыболовство совместно с Минсельхозом, Россельхознадзором и МИД России проводило активную работу для открытия новых рынков. Поставки российской рыбы осуществлялись в 80 стран (в 64 страны в преды-

дущем периоде). Основными странами для поставок российской продукции в 2022 году стали: Южная Корея, Китай, Нидерланды, Япония и Германия, в число стран-потребителей вошла Нигерия. Главным экспортным видом российской рыбы стал минтай.

В 2023 году суммарные объемы вывоза российской рыбной продукции увеличились на 12% в сравнении с показателем 2022 [2]. Основная доля экспорта (76%) пришлась на мороженую рыбу. На втором месте оказались поставки рыбного филе и фарша (9%); 6% поставок пришлись на муку и непищевые гранулы из водных биоресурсов, а 5% — на ракообразных, моллюсков и водных беспозвоночных. Востребованностью у иностранных покупателей также пользовались сельдь, сардина иваси и крабы.

В 2023 году основным рынком сбыта для российских экспортеров стал Китай — на долю этой страны пришлось в общей сложности 1,21 млн тонн. В тройку лидеров также вошли Южная Корея (617 тысяч тонн) и Нидерланды (138 тысяч тонн).

Ключевым видом продукции в 2023 году также как и в 2022 стал минтай (750 млн долл.).

Проблемная сфера нашего исследования заключается в том, что лосось не входит в экспортные приоритеты российского внешнеторгового оборота рыбной продукции, а государства-члены ЕАЭС также не являются основными торговыми партнерами России.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения количественно анализа внешнеторгового оборота РФ лососевыми видами рыбы используем 4 формулы:

1. Расчет внешнеторгового сальдо по лососевым видам рыбы (в целом по странам и отдельно по государствам-членам ЕАЭС) (формула 1);
2. Расчет коэффициента покрытия импорта экспортом по лососевым видам рыб (в целом по странам и отдельно по государствам-членам ЕАЭС) (формула 2);
3. Расчет индекса Грубеля-Ллойда, как индикатора интенсивности внутриотраслевой торговли лососевыми между государствами-членами ЕАЭС (формула 3);
4. Расчет внешнеторгового оборота по лососевым видам рыбы (формула 4).

Итак, «внешнеторговое сальдо» понимаем как разность между экспортом и импортом рыбы в стоимостном выражении:

$$ВТС = Э - И, \quad (1)$$

где ВТС — внешнеторговое сальдо; Э — экспорт; И — импорт.

Соответственно, превышение экспорта над импортом называется положительным (активным) сальдо, а импорта над экспортом — отрицательным (пассивным) сальдо.

По второму коэффициенту — покрытия импорта экспортом — Кэи — следует заметить, что он показывает уровень торговой самообеспеченности и выражается отношением экспорта к импорту:

$$\text{Кэи} = \text{Э}/\text{И}. \quad (2)$$

Третий индикатор международной торговли — индекс Грубеля-Ллойда.<sup>1</sup> Благодаря расчету индекса Грубеля-Ллойда можно определить, насколько сильна внутриотраслевая торговля товаром [3]. Значения конечного вычисления будут варьировать от 0 до 1. Если полученное число близко к нулю, то внутриотраслевая торговля расчетным товаром слабая, напротив, число, близкое к единице, означает, что это направление имеет высокую интенсивность:

$$I_{\text{ГЛ}} = (\text{Э}_i + \text{И}_i) - |\text{Э}_i - \text{И}_i| / (\text{Э}_i + \text{И}_i) = 1 - |\text{Э}_i - \text{И}_i| / \text{Э}_i + \text{И}_i, \quad (3)$$

где  $i$  — товарная группа ТН ВЭД; Э — данные по экспорту; И — данные по импорту.

Причем,  $0 \leq I_{\text{ГЛ}} \leq 1$ .

Четвертый показатель рассчитывает непосредственно внешнеторговый оборот:

$$\text{ВТ}_{\text{об}} = \text{Э} + \text{И}, \quad (4)$$

где  $\text{ВТ}_{\text{об}}$  — внешнеторговый оборот; Э — экспорт; И — импорт.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объемы экспорта и импорта по товарной группе «рыба мороженая» 0303 ТН ВЭД в 2021 году в стоимостном выражении составил в тыс. долл. США соответственно: экспорт — 928 859,2; импорт — 298 340,3<sup>2</sup>.

Тогда, в результате расчета по формуле 1 получаем:

$\text{ВТС}_{\text{рыба мороженая итого 2021}} = 630\,518,9$  тыс. долл. США, что является подтверждением положительности (активности) внешнеторгового сальдо РФ по 0303 «рыба мороженая итого».

Расчет по формуле 2  $\text{Кэи}_{\text{рыба мороженая итого 2021}} = 3,11$ , показывает высокий уровень торговой самообеспеченности РФ по товару 0303 «рыба мороженая итого».

$\text{ВТ}_{\text{об рыба мороженая итого 2021}} = 1\,227\,199,5$ .

Применим данную методику расчета к лососевым видам рыб. Тогда по годам, расчет внешнеторгового сальдо будет иметь следующие результаты (табл. 1):

$\text{ВТС}_{\text{лосось 2018}} = 9\,508,17807$ ,

$\text{ВТС}_{\text{лосось 2019}} = -252\,540,7123$  (отрицательное сальдо),

<sup>1</sup> Система расчёта Герберта Грубеля и Питера Ллойда.

<sup>2</sup> Данные ФТС России, Росстата, ВНИРО, формы № 8-ВЭС-рыба.

$ВТС_{\text{лосось } 2020} = -316\,343,33551$  (отрицательное сальдо),  
 $ВТС_{\text{лосось } 2021} = -536\,310,6642713$  (отрицательное сальдо).

Коэффициент покрытия импорта экспортом по лососевым видам рыб рассчитан по формуле 2 и графическое отображен на рис. 1.

$КЭи_{\text{лосось } 2018} = 1,01,$

$КЭи_{\text{лосось } 2019} = 0,62,$

$КЭи_{\text{лосось } 2020} = 0,54,$

$КЭи_{\text{лосось } 2021} = 0,28.$

В итоге, рассчитаем внешнеторговый оборот лососевых видов рыб по формуле 4:

$ВТ_{\text{об лосось } 2018} = 1192\,079,4,$

$ВТ_{\text{об лосось } 2019} = 1092\,169,2,$

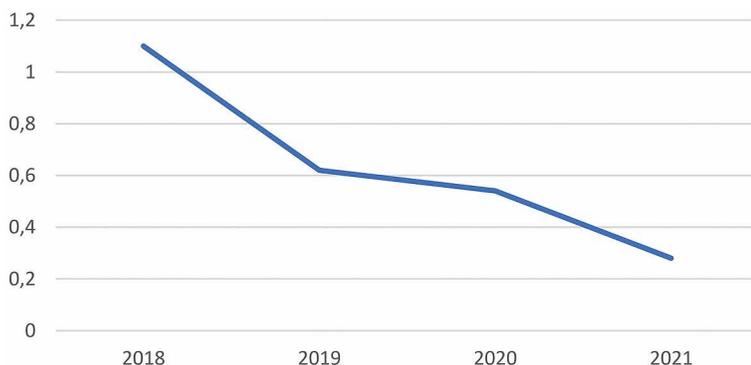
$ВТ_{\text{об лосось } 2020} = 1046\,439,38.$

$ВТ_{\text{об лосось } 2021} = 963\,235,676.$

**Таблица 1.** Мониторинг структуры российского внешнеторгового оборота лососевых видов рыб за 2018–2021 гг. в долл. США

Год	Экспорт лососевых	Импорт лососевых	ВТ <sub>об</sub>	ВТС	КЭи
2018	600793,78719	591285,60912	1192079,4	9508,17807	1,01
2019	419814,2438	672354,9561	1092169,2	-252540,7123	0,62
2020	365048,02078	681391,35629	1046439,38	-316343,33551	0,54
2021	213462,5064077	749773,170679	963235,676	-536310,6642713	0,28

В отличие от результатов расчета двух показателей по всем видам рыбы мороженной в РФ, которые продемонстрировали положительное внешнеторговое сальдо и высокий (3,11) уровень покрытия импорта экспортом, лососевые имеют отрицательное внешнеторговое сальдо и коэффициент покрытия



**Рис. 1.** Коэффициент покрытия импорта экспортом по лососевым видам рыб в 2018–2021 гг.

резко сократился с 1,01 в 2018 году до 0,28 в 2021. Это можно интерпретировать как значительное рост объема импорта рыбной продукции данного вида.

Интересным является тот факт, что объем внешнеторгового оборота практически не изменился, однако существенно трансформировалась его структура: экспорт уменьшился в 2,8 раз; импорт возрос в 1,3 раза.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕАЭС

Отдельно рассчитаем показатели по «лосось + форель» для государств-членов ЕАЭС. По формуле 1:

ВТС ЕАЭС лосось/форель 2018 = -47 876,367 (отрицательное сальдо),

ВТС ЕАЭС лосось/форель 2019 = -40 163,886 (отрицательное сальдо),

ВТС ЕАЭС лосось/форель 2020 = -75 167,324 (отрицательное сальдо),

ВТС ЕАЭС лосось/форель 2021 = -65 609,325 (отрицательное сальдо).

По формуле 2:

Кэи ЕАЭС лосось/форель 2018 = 0,35,

Кэи ЕАЭС лосось/форель 2019 = 0,38,

Кэи ЕАЭС лосось/форель 2020 = 0,21,

Кэи ЕАЭС лосось/форель 2021 = 0,31.

Индекс Грубеля-Ллойда рассчитаем по формуле 3:

И<sub>ГЛ ЕАЭС лосось/форель 2018</sub> = 1 - |47876,367| / 99454,787 = 1 - 0,48 = 0,52,

И<sub>ГЛ ЕАЭС лосось/форель 2019</sub> = 1 - |40163,886| / 90021,276 = 1 - 0,45 = 0,55,

И<sub>ГЛ ЕАЭС лосось/форель 2020</sub> = 1 - |75167,324| / 115048,996 = 1 - 0,65 = 0,35,

И<sub>ГЛ ЕАЭС лосось/форель 2021</sub> = 1 - |65609,325| / 123720,517 = 1 - 0,53 = 0,47.

Внешнеторговый оборот по формуле 4:

ВТ<sub>об ЕАЭС лосось/форель 2018</sub> = 99 454,787,

ВТ<sub>об ЕАЭС лосось/форель 2019</sub> = 90 021,276,

ВТ<sub>об ЕАЭС лосось/форель 2020</sub> = 115 048,996,

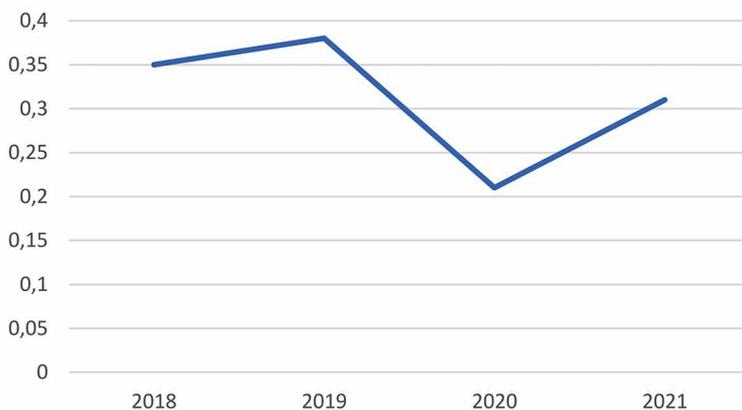
ВТ<sub>об ЕАЭС лосось 2021</sub> = 123 720,517.

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

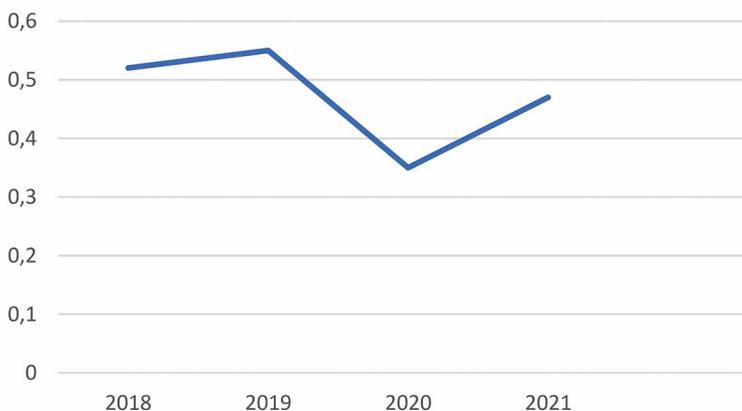
Рис. 2 и 3 графически демонстрируют изменения Кэи и индекса Грубеля-Ллойда, причем, расчет двух показателей показывает минимальные значения в 2020 году и их рост в 2021.

**Таблица 2.** Мониторинг структуры внешнеторгового оборота государств-членов ЕАЭС лосось + форель за 2018–2021 гг. в долл. США

Год	Экспорт ЕАЭС	Импорт ЕАЭС	ВТ <sub>об</sub>	ВТС ЕАЭС	Кэи ЕАЭС	Индекс Грубеля-Ллойда
2018	25 789,210	73 665,577	99 454,787	-47 876,367	0,35	0,52
2019	24 928,695	65 092,581	90 021,276	-40 163,886	0,38	0,55
2020	19 940,836	95 108,160	115 048,996	-75 167,324	0,21	0,35
2021	29 055,596	94 664,921	123 720,517	-65 609,325	0,31	0,47



**Рис. 2.** Коэффициент покрытия импорта экспортом за 2018–2021 гг. в государствах-членах ЕАЭС по лососевым видам рыбы



**Рис. 3.** Индекс Грубеля-Ллойда за 2018–2021 гг. в государствах-членах ЕАЭС по лососевым видам рыбы

## ВЫВОДЫ

Итак, применяя метод экстраполяции к установленным в статье трендам, можно прогнозировать, что объем внешнеторгового оборота рыбной продукции будет расти.

В отношении индекса Грубеля-Ллойда следует заметить, что усилия по интеграции рынков сельскохозяйственной и рыбной продукции государств-членов ЕАЭС дадут интенсификацию товарных потоков, и соответственно данный показатель вырастет.

Кроме того:

- Лососевая рыба продолжит дорожать из-за воздействия нового этапа инвестиционных квот, требующих дополнительных затрат.
- Рост ставок за вылов водных биоресурсов приведет к снижению рентабельности добычи.

Но, для внутреннего рынка, текущий уровень развития рыбохозяйственного комплекса полностью обеспечивает внутренний и внешний спрос на лососевые виды рыбы. Поэтому, необходимо направить больше внимания на рост эффективности производства и рационального использования биоресурсов.

И, важнейшая задача на долгосрочный период, как указывается в Стратегии развития 2030, это наращивание экспорта конкурентоспособной рыбной продукции из лосося и форели с высокой добавленной стоимостью [4] с приоритетом в государства-члены ЕАЭС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Россия в 2022 году нарастила экспорт рыбной продукции в дружественные страны на 40% // [Электронный ресурс] [https:// digital.gov.ru/ru/events/44730/](https://digital.gov.ru/ru/events/44730/). Дата обращения 01.02.2024.
2. Россия нарастила вывоз рыбы // [Электронный ресурс] <https://lenta.ru/news/2024/02/13/rossiya-narastila-vyvoz-ryby/>. Дата обращения 01.02.2024.
3. Grubel Herbert G., Lloyd Peter J. The Empirical Measurement of Intra-Industry Trade // *Economic Record*.— 1971. — Т. 47, № 4. С. 494–517.
4. «Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 года» Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р [Электронный ресурс]. — Доступ из «КонсультантПлюс» [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru). Дата обращения 01.02.2024.

## **Анализ источников данных для исследования возможностей ресурсной части водных биологических ресурсов**

*А. С. Труба<sup>1</sup>, М. А. Труба<sup>1</sup>, Е. В. Баришевский<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup> НИИ гармоничного пространственного развития

E-mail: truby.anatoly@yandex.ru

**Аннотация.** В статье проведен анализ качества, полноты и доступности источников данных для исследования возможностей ресурсной части водных биологических ресурсов, включая их добычу (вылов) по видам водных биоресурсов и территориальному размещению.

**Ключевые слова:** отраслевые производственные мощности, некультивируемые водные биологические ресурсы, объем национальной квоты добычи водных биологических ресурсов, общие допустимые уловы, объем запасов некультивируемых видов водных биологических ресурсов.

Эксплуатация некультивируемых водных биологических ресурсов должна осуществляться в соответствии с принципами устойчивого развития. В целях анализа возможностей устойчивости экономического развития рыбохозяйственного комплекса, необходимо проведение регулярной оценки наличия и состояния запасов водных биологических ресурсов в натуральном и стоимостном измерении.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В качестве информационной базы для анализа источников данных о возможностях ресурсной части водных биологических ресурсов, включая их добычу (вылов) по видам водных биоресурсов и территориальному размещению использовались: база данных ИАС (информационно-аналитическая система) «Водные биоресурсы», данные о рыболовстве в районах действия международных договоров, приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 30 сентября 2022 г. № 648 «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и Каспийском море на 2023 год». Анализ проведен по данным за 2018–2022 годы.

В процессе научного исследования использовались методы: проведение статистических, аналитических и экспертных исследований возможностей ресурсной части водных биологических ресурсов, включая их добычу (вылов) по видам водных биоресурсов и территориальному размещению.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эффективность рыбного хозяйства по своей специфике в значительной степени зависит от оптимального сочетания водного и сухопутного ареалов производственной деятельности, фундаментальные факторы которых в весьма значительной степени принадлежат региональной экономике: от судостроения до поставок продукта на продажу. Федеральная власть, находясь за пределами этой цепочки, тоже участвует в ней, выполняя стартовую функцию в виде распределения квот на вылов водных биоресурсов [1].

Для разработки «Методики построения баланса эксплуатируемых объемов запасов водных биологических ресурсов и отраслевых производственных мощностей с учетом их размещения и конъюнктуры рынка, оценки наличия и объемов запасов некультивируемых водных биологических ресурсов в натуральном измерении и текущих рыночных ценах по Российской Федерации (по видам водных биологических ресурсов) в части исследования возможностей ресурсной части, включая добычу (вылов) водных биоресурсов по видам водных биоресурсов и территориальному размещению необходимо использовать данные:

– база данных ИАС (информационно-аналитическая система) «Водные биоресурсы», в которой аккумулируются данные государственного мониторинга по форме 1 – «Информация о промысловой численности видов водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства, и их краткая характеристика (период обновления подразделением ФГБНУ «ВНИРО» один раз в год).

На основе анализа сведений базы данных ИАС «Водные биоресурсы» были определены объемы промысловых запасов (величина биомассы) основных видов водных биологических ресурсов, обитающих в пределах зоны юрисдикции Российской Федерации в 2018–2022 гг. (табл. 1):

– данные о рыболовстве в районах действия международных договоров – действующие нормативные правовые акты по организации рыболовства российских пользователей в районах действия международных договоров Российской Федерации в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов (приказы Росрыболовства о распределении квот добычи (вылова) водных биоресурсов, предоставленных Российской Федерации в рамках международного сотрудничества Российской Федерации в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов, в соответствии с международными договорами Российской Федерации, по направлениям использования, а также по пользователям Российской Федерации) (обновление данных Росрыболовством один раз в год). Результаты анализа базы данных о рыболовстве в районах действия международных договоров за 2018–2022 гг. приведены в табл. 2, 3.

– приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 30 сентября 2022 г. N 648 «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской

**Таблица 1.** Объемы промысловых запасов (величина биомассы) основных видов ВБР, обитающих в пределах зоны юрисдикции Российской Федерации, за 2018–2022 гг., тыс. тонн

№ п/п	Вид водных биоресурсов	Объем запаса ВБР				
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	Минтай	10745,60	12987,10	13954,90	14677,10	15280,79
2	Треска	2386,00	2230,98	2167,44	1814,14	1545,48
3	Пикша	72,08	92,16	100,35	100,35	75,13
4	Навага	446,95	512,53	527,90	479,85	455,72
5	Макрурусы	551,04	714,16	310,00	340,00	771,80
6	Сельдь	2717,26	2827,61	2726,50	2363,30	3425,08
7	Шпрот (килька)	50,00	30,00	30,00	37,00	20,00
8	Хамса	60,00	60,00	37,00	30,00	30,00
9	Камбалы	819,30	872,71	919,35	824,45	1320,54
10	Палтусы	462,18	525,65	252,48	129,67	176,04
11	Скумбрия	2582,80	457,70	168,60	2203,60	1553,00
12	Сайра	–	–	–	24,00	–
13	Терпуги	293,90	280,87	338,06	236,66	330,32
14	Окуни морские	57,64	38,02	46,49	34,97	38,56
15	Крабы, крабиды	1586,37	1593,21	1531,40	1389,89	1322,00
16	Креветки	577,65	869,13	2526,32	2589,31	2725,68
17	Кальмар	602,40	677,25	481,75	498,42	705,00
18	Гребешки	597,67	540,78	427,78	525,48	423,46
19	Трубачи	102,45	112,03	138,91	145,38	120,60
20	Другие виды ВБР	9265,01	8783,62	10269,82	13129,52	13307,84
Всего		33976,29	34205,48	36955,03	41573,08	27,05

Источник: данные ВНИРО.

**Таблица 2.** Объем национальной квоты добычи (вылова) водных биологических ресурсов, предоставленный Российской Федерации, в районах действия международных договоров для осуществления промышленного рыболовства, в том числе прибрежного рыболовства в 2018–2022 гг., тыс. тонн

№ п/п	Вид водных биоресурсов	Объем запаса ВБР				
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	Минтай	–	–	–	–	–
2	Треска	344,1	322,5	327,8	388,6	311,6
3	Пикша	90,2	76,1	96,2	104,3	79,1

№ п/п	Вид водных биоресурсов	Объем запаса ВБР				
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
4	Навага	–	–	–	–	–
5	Макрурусы	–	–	–	–	–
6	Сельдь	94,6	114,3	105,0	122,6	120,5
7	Шпрот (килька)	42,6	42,3	46,5	45,5	44,2
8	Хамса	59,3	56,0	30,0	32,0	32,0
9	Камбалы	1,7	1,7	1,8	1,5	1,2
10	Палтусы	15,9	15,9	15,8	18,0	14,3
11	Скумбрия	183,2	180,5	196,3	188,4	180,7
12	Сайра	2,0	–	–	–	–
13	Терпуги	–	–	–	–	–
14	Окуни морские	55,0	59,7	60,1	62,2	61,2
15	Крабы, крабиды	–	–	–	–	–
16	Креветки	–	–	–	–	–
17	Кальмар	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008
18	Гребешки	–	–	–	–	–
19	Трубачи	–	–	–	–	–
20	Прочие виды ВБР	405,5	404,1	274,2	340,9	304,9
	Всего:	1 293,8	1 273,0	1 153,7	1 304,1	1 149,9

Источник: данные ВНИРО и Росрыболовства.

**Таблица 3.** Национальная квота Российской Федерации по добыче основных видов водных биологических ресурсов за 2018–2022 гг. (двухсторонние соглашения), тыс. тонн

№ п/п	Вид водных биоресурсов	Объем запаса ВБР				
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	Минтай	–	–	–	–	–
2	Треска	310,2	288,7	294,3	357,6	302,6
3	Пикша	86,2	72,1	92,2	100,3	75,1
4	Навага	–	–	–	–	–
5	Макрурусы	–	–	–	–	–
6	Сельдь	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4
7	Шпрот (килька)	70,0	60,0	60,0	37,0	20,0
8	Хамса	55,5	50,0	30,0	30,0	30,0
9	Камбала	0,002	0,004	0,014	0,3	0,6

№ п/п	Вид водных биоресурсов	Объем запаса ВБР				
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
10	Палтус	11,5	11,5	11,5	11,5	10,3
11	Скумбрия	–	51,5	51,5	51,5	43,0
12	Сайра	2,0	–	–	–	–
13	Терпуг	–	–	–	–	–
14	Окунь морской	7,9	11,7	12,1	13,9	14,1
15	Крабы	–	–	–	–	–
16	Креветки	–	–	–	–	–
17	Кальмар	–	–	–	–	–
18	Гребешки	–	–	–	–	–
19	Трубач, рапана	–	–	–	–	–
20	Прочие виды ВБР	160,6	39,3	48,9	47,5	67,0
Всего:		704,2	585,0	600,9	650,2	563,1

Источник: данные Росрыболовства.

Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и Каспийском море на 2023 год» (обновление данных — один раз в год) [4]. Результаты анализа базы данных распределения общих допустимых уловов по основным видам водных биологических ресурсов за 2018–2022 гг. приведены в табл. 4.

**Таблица 4.** Распределение общих допустимых уловов (ОДУ) по основным видам водных биологических ресурсов за 2018–2022 гг., тыс. тонн

№	Вид водных биоресурсов	Запасы водных биологических ресурсов на начало года				
		ОДУ				
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	Минтай	1 781,3	1 809,8	1 993,9	1 995,9	2 078,3
2	Треска	158,9	184,1	205,8	215,9	188,6
3	Пикша	–	–	–	–	–
4	Навага	55,4	53,1	60,1	54,9	56,0
5	Макрурусы	41,0	42,3	46,5	47,5	49,5
6	Сельдь	354,1	316,2	385,9	382,7	431,4
7	Шпрот (килька)	42,6	42,3	46,5	45,5	44,2
8	Хамса	–	–	–	–	–
9	Камбалы	82,8	78,4	89,3	81,8	88,6

№	Вид водных биоресурсов	Запасы водных биологических ресурсов на начало года				
		ОДУ				
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
10	Палтусы	19,2	18,8	16,2	13,7	8,2
11	Скумбрия	-	-	-	-	-
12	Сайра	-	-	-	-	-
13	Терпуги	23,3	22,5	27,7	27,6	33,8
14	Окуни морские	4,5	4,5	3,4	3,5	3,8
15	Крабы, крабоиды	104,8	101,0	104,6	100,3	104,7
16	Креветки	14,2	13,9	13,4	12,9	39,4
17	Кальмар	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
18	Гребешки	11,7	11,5	11,4	11,1	10,1
19	Трубачи	6,5	6,9	6,6	8,1	7,2
20	Другие	116,4	122,0	121,5	116,7	104,0
Всего		2926,7	2937,3	3242,8	3228,0	357,7

Источник: данные ВНИРО.

Информация об объемах квот на водные биологические ресурсы, общий допустимый улов которых не устанавливается, — требования постановления Правительства Российской Федерации от 25.08.2008 № 643 «О подготовке и заключении договора пользования — водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается» и на основании приказа от 01.06.2022 № 303 «Об организации в Федеральном агентстве по рыболовству работы по реализации постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 643 «О подготовке и заключении договора пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается» (письмо Федерального агентства по рыболовству № 10952-ВС/У05 08.11.2022) [2,3].

Результаты анализа базы данных об объемах квот на водные биологические ресурсы, общий допустимый улов которых не устанавливается по основным видам водных биологических ресурсов за 2018–2022 гг., приведены в табл. 5.

В табл. 6 приведены данные по общему объему запасов основных видов культивируемых видов водных биологических ресурсов (ОДУ и РВ) за 2018–2022 гг.

**Таблица 5.** Объемы квот на основные виды водных биологических ресурсов, общий допустимый улов которых не устанавливается (РВ) за 2018–2022 гг., тыс. тонн

№	Вид водных биоресурсов	Запасы водных биологических ресурсов на начало года				
		РВ				
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	Минтай	–	–	–	–	–
2	Треска	2,0	2,0	2,3	1,4	1,1
3	Пикша	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002
4	Навага	18,6	18,2	18,7	19,2	21,2
5	Макрурусы	–	–	–	–	–
6	Сельдь	145,1	154,8	102,7	106,6	127,9
7	Шпрот (килька)	40,5	34,0	23,6	118,2	19,2
8	Хамса	62,5	57,0	44,0	44,0	44,3
9	Камбалы	49,3	47,7	43,5	43,7	36,4
10	Палтусы	2,1	2,1	1,8	1,8	1,7
11	Скумбрия	170,0	200,0	245,0	260,0	260,0
12	Сайра	193,0	154,0	156,9	141,0	110,0
13	Терпуги	5,1	3,3	1,8	9,0	9,0
14	Окуни морские	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
15	Крабы, крабиды	0,4	0,7	0,8	0,6	0,2
16	Креветки	33,0	54,5	55,3	31,0	4,3
17	Кальмар	180,3	188,4	166,0	150,0	145,0
18	Гребешки	0,03	0,1	0,1	0,1	0,1
19	Трубачи	0,1	0,03	0,1	7,4	0,1
20	Другие	1 820,4	1 731,1	1 607,4	1 867,2	1 788,6
Всего		2 722,4	2 647,9	2 470,1	2 801,2	2 569,1

Источник: данные ВНИРО.

**Таблица 6.** Общий объем запасов некультивируемых видов водных биологических ресурсов (ОДУ и РВ) за 2018–2022 гг., тыс. тонн

№	Вид водных биоресурсов	Запасы водных биологических ресурсов на начало года				
		ОДУ и РВ				
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	Минтай	1 781,3	1 809,8	1 993,9	1 995,9	2 078,3
2	Треска	160,8	186,1	208,0	217,2	189,7
3	Пикша	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002

№	Вид водных биоресурсов	Запасы водных биологических ресурсов на начало года				
		ОДУ и РВ				
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
4	Навага	74,0	71,3	78,9	74,1	77,2
5	Макрурусы	41,0	42,3	46,5	47,5	49,5
6	Сельдь	499,2	471,0	488,6	489,3	559,3
7	Шпрот (килька)	83,1	76,3	70,1	163,7	63,4
8	Хамса	62,5	57,0	44,0	44,0	44,3
9	Камбалы	132,1	126,1	132,8	125,5	125,0
10	Палтусы	21,3	21,0	18,0	15,6	9,9
11	Скумбрия	170,0	200,0	245,0	260,0	260,0
12	Сайра	193,0	154,0	156,9	141,0	110,0
13	Терпуги	28,4	25,8	29,5	36,6	42,8
14	Окуни морские	4,6	4,6	3,5	3,6	3,8
15	Крабы, крабиды	105,2	101,7	105,4	100,9	104,8
16	Креветки	47,2	68,4	68,8	43,8	43,6
17	Кальмар	290,3	298,4	276,0	260,0	255,0
18	Гребешки	11,7	11,6	11,5	11,2	10,2
19	Трубачи	6,6	6,9	6,7	15,4	7,4
20	Другие	1 936,8	1 853,1	1 728,8	1 984,0	1 892,6
	Всего	5 649,1	5 585,2	5 713,0	6 029,3	5 926,8

Источник: данные ВНИРО.

Информация о добыче (вылове) водных биоресурсов по видам водных биоресурсов и территориальному размещению, а также по районам добычи (вылова) — сведения об улове рыбы и добыче других водных биоресурсов (форма № 1-П (рыба)). Периодичность публикации формы отчетности — квартальная, годовая [5].

Утвержденная Федеральной службой государственной статистики форма № 1-П (рыба) не предполагает предоставления данных об объемах добычи (вылова) водных биоресурсов по рыбохозяйственным бассейнам с 2021 года, но требует дополнительной доработки — разбивки по рыбохозяйственным бассейнам. В табл. 7, 8 [Сведения об улове рыбы и добыче других водных биоресурсов (форма № 1-П (рыба)...)] приведены данные об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов в разрезе районов добычи (вылова) за 2021–2022 гг.

**Таблица 7.** Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов по районам добычи (вылова) за 2021 г. (уточненные данные), тыс. тонн

Вид ВБР	Улов рыбы и добыча других водных биоресурсов, в т. ч. по районам добычи (вылова) и водным объектам	Океаническое рыболовство	Исключительная экономическая зона России	Экономические зоны зарубежных государств	Открытая часть районов	Внутриконтинентальные водоемы	Внутренние воды Российской Федерации
Кальмары	82,57	82,561	82,56	–	0,001	–	0,009
Камбала длинная (красная) атлантическая	0,086	0,086	–	–	0,086	–	–
Камбала желтохвостая	0,081	0,081	–	–	0,081	–	–
Камбала лиманда (ершоватка северная)	0,214	0,214	0,214	–	–	–	–
Камбала морская	8,372	8,372	8,371	0,001	–	–	–
Камбала речная	1,25	1,248	1,248	–	–	–	0,002
Камбала-ерш	5,117	5,117	2,393	2,611	0,113	–	–
Камбала-калкан	0,263	0,263	0,263	–	–	–	–
Камбалы дальневосточные	73,36	73,338	73,338	–	–	–	0,022
Камбалы прочие	0,064	0,064	0,064	–	–	–	–
Килька анчоусовидная	0,005	0,005	–	–	–	0,005	–
Килька большеглазая	0,003	0,003	–	–	–	0,003	–
Килька обыкновенная	25,258	25,258	–	–	–	25,258	–
Крабы	96,076	96,054	96,054	–	–	–	0,022
Креветки	22,745	22,745	22,745	–	–	–	–
Макрурусы	27,743	27,743	27,717	0,003	0,023	–	–
Минтай	1739,773	1739,773	1739,773	–	–	–	–
Морские гребешки	10,624	10,624	10,624	–	–	–	–
Навага	43,769	43,516	43,516	–	–	–	0,253
Окунь золотистый	1,673	1,673	0,175	1,497	–	–	–
Окунь морской	8,743	8,74	3,226	0,286	5,228	–	0,002
Окунь-клювач	36,504	36,504	0,024	14,048	22,432	–	–
Палтус белокорый	3,05	3,05	2,874	–	0,176	–	–
Палтус синекорый	0,016	0,016	0,016	–	–	–	–
Палтус стрелозубый	0,596	0,596	0,596	–	–	–	–
Палтус черный	19,888	19,888	4,715	13,618	1,555	–	–
Пикша	97,805	97,805	74,298	23,487	0,02	–	–

Вид ВБР	Улов рыбы и добыча других водных биоресурсов, в т. ч. по районам добычи (вылова) и водным объектам	Океаническое рыболовство	Исключительная экономическая зона России	Экономические зоны зарубежных государств	Открытая часть районов	Внутриконтинентальные водоемы	Внутренние воды Российской Федерации
Сайра	0,615	0,615	0,036	–	0,58	–	–
Сельдь атлантическо-скандинавская	92,843	92,843	0,001	82,027	10,815	–	–
Сельдь балтийская (салака)	23,056	23,056	23,056	–	–	–	–
Сельдь беломорская	0,091	0,09	0,09	–	–	–	0,001
Сельдь долгинская	0,756	0,756	–	–	–	0,756	–
Сельдь прочая	0,001	0,001	–	–	–	0,001	–
Сельдь тихоокеанская	416,005	415,743	415,743	–	–	–	0,262
Сельдь черноморско-азовская (проходная)	0,155	0,117	0,117	–	–	–	0,038
Сельдь-черноспинка	0,195	0,006	0,006	–	–	–	0,189
Скумбрия	271,559	271,559	36,053	111,52	123,985	–	–
Терпуги	26,444	26,444	26,444	–	–	–	–
Треска	521,53	521,53	320,253	201,078	0,199	–	–
Трубачи	6,974	6,974	6,974	–	–	–	–
Хамса	18,108	18,108	18,108	–	–	–	–
Шпрот (килька)	58,492	58,492	58,492	–	–	–	–
Другие виды ВБР	1318,917	1164,568	842,644	205,647	85,049	31,229	154,35
Фактически	5061,389	4906,239	3942,821	655,823	250,343	57,252	155,15

Источник: [5].

**Таблица 8.** Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов по районам добычи (вылова) за 2022 г. (предварительные данные), тыс. тонн

Вид ВБР	Улов рыбы и добыча других водных биоресурсов, в т. ч. по районам добычи (вылова) и водным объектам	Океаническое рыболовство	Исключительная экономическая зона России	Экономические зоны зарубежных государств	Открытая часть районов	Внутриконтинентальные водоемы	Внутренние воды Российской Федерации
Кальмары	70,485	70,479	70,479	–	0,001	–	0,005
Камбала длинная (красная) атлантическая	0,098	0,098	–	–	0,098	–	–
Камбала желтохвостая	0,095	0,095	–	–	0,095	–	–
Камбала лиманда (ершоватка северная)	0,102	0,102	0,102	–	–	–	–
Камбала морская	9,382	9,382	9,382	–	–	–	–
Камбала речная	1,138	1,136	1,136	–	–	–	0,002
Камбала-ерш	6,003	6,003	2,829	3,13	0,043	–	–
Камбала-калкан	0,262	0,262	0,262	–	–	–	–
Камбалы дальневосточные	79,341	79,327	79,327	–	–	–	0,014
Камбалы прочие	0,004	0,004	0,004	–	–	–	–
Килька анчоусовидная	0,027	0,027	–	–	–	0,027	–
Килька большешглазая	0,076	0,076	–	–	–	0,076	–
Килька обыкновенная	27,65	27,65	–	–	–	27,65	–
Крабы	96,801	96,787	96,741	–	0,047	–	0,014
Креветки	15,439	15,439	15,439	–	–	–	–
Макрурусы	28,546	28,546	28,524	0,006	0,016	–	–
Минтай	1921,051	1921,051	1921,051	–	–	–	–
Морские гребешки	9,295	9,295	9,295	–	–	–	–
Навага	42,573	42,396	42,396	–	–	–	0,177
Окунь золотистый	2,595	2,595	0,289	2,306	–	–	–
Окунь морской	6,723	6,715	3,855	0,041	2,819	–	0,008
Окунь-клювач	34,057	34,057	0,052	16,7	17,305	–	–
Палтус белокорый	2,093	2,093	2,003	–	0,09	–	–
Палтус синекорый	1,12	1,12	0,061	0,282	0,777	–	–
Палтус стрелозубый	0,493	0,493	0,493	–	–	–	–
Палтус черный	16,862	16,862	3,544	12,599	0,718	–	–
Пикша	82,323	82,323	59,138	23,022	0,162	–	–

Вид ВБР	Улов рыбы и добыча других водных биоресурсов, в т. ч. по районам добычи (вылова) и водным объектам	Океаническое рыболовство	Исключительная экономическая зона России	Экономические зоны зарубежных государств	Открытая часть районов	Внутриконтинентальные водоемы	Внутренние воды Российской Федерации
Сайра	–	–	–	–	–	–	–
Сельдь атлантическо-скандинавская	85,874	85,874	–	72,511	13,363	–	–
Сельдь балтийская (салака)	25,318	25,318	25,318	–	–	–	–
Сельдь беломорская	0,042	0,038	0,038	–	–	–	0,005
Сельдь долгинская	1,101	1,101	–	–	–	1,101	–
Сельдь прочая	0,003	0,003	0,003	–	–	–	–
Сельдь тихоокеанская	479,176	476,262	476,262	–	–	–	2,914
Сельдь черноморско-азовская (проходная)	0,17	0,106	0,106	–	–	–	0,064
Сельдь-черноспинка	0,177	–	–	–	–	–	0,177
Скумбрия	217,851	217,851	11,603	95,254	110,994	–	–
Терпуги	31,136	31,136	31,136	–	–	–	–
Треска	470,308	470,308	284,066	185,962	0,28	–	–
Трубачи	6,495	6,495	6,495	–	–	–	–
Хамса	14,75	14,75	14,75	–	–	–	–
Шпрот (килька)	50,207	50,207	50,207	–	–	–	–
Другие виды ВБР	1083,05	926,788	617,831	209,093	70,382	29,482	156,262
Фактически	4920,292	4760,65	3864,217	620,906	217,19	58,336	159,642

Источник: [5].

## ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования:

- выполнена оценка наличия и объемов запасов некультивируемых водных биологических ресурсов в натуральном измерении, включая их добычу (вылов) по видам водных биоресурсов и территориальному размещению;
- определены источники информации для разработки методики построения баланса эксплуатируемых объемов запасов водных биологических ресурсов;
- выявлено, что утвержденная Федеральной службой государственной статистики форма № 1 -П (рыба) не предполагает предоставления данных об

объемах добычи (вылова) водных биоресурсов по рыбохозяйственным бассейнам с 2021 года и требует дополнительной доработки — разбивки по рыбохозяйственным бассейнам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Колончин К.В., Бетин О.И., Рудашевский В.Д. Организационное развитие и управление экономикой рыбохозяйственного комплекса / Рыбохозяйственный комплекс: экономика и развитие. М.: ВНИРО.— 2022 — С. 50–68.
2. О подготовке и заключении договора пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается [Постановление Правительства РФ от 25.08.2008 № 643] [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://base.garant.ru/12162113/>(дата обращения 13.02.2024)
3. Об организации в Федеральном агентстве по рыболовству работы по реализации Постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 643 «О подготовке и заключении договора пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается [Приказ Федерального агентства по рыболовству от 01.06.2022 № 303] [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://base.garant.ru/404786571/>(дата обращения 13.02.2024)
4. Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и Каспийском море на 2023 год [Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 30.09.2022 № 648] [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405405245/> / (дата обращения 13.02.2024)
5. Об утверждении формы федерального статистического наблюдения для организации Федеральным агентством по рыболовству федерального статистического наблюдения за уловом рыбы и добычей других водных биоресурсов [Приказ Федеральной службы государственной статистики от 19.07.2022 № 508] [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://base.garant.ru/405095325/#block\\_3/](https://base.garant.ru/405095325/#block_3/)(дата обращения 13.02.2024)

## Научное и кадровое обеспечение технологической модернизации рыбной отрасли на базе инновационных кампусов

*Р.И. Ушаков, А.В. Мышкин, М.Ю. Амелин*

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») E-mail: r.ushakov@bk.ru; vyrezub@rambler.ru; a\_maksim57@mail.ru

**Аннотация.** В статье анализируется состояние научно-технического и кадрового обеспечения российской рыбной отрасли. Для решения выявленных проблем предлагается создание специализированного инновационного научно-образовательного кампуса на базе Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) с применением механизмов государственно-частного партнерства. Рассматривается оптимальная структура и направления деятельности кампуса.

**Ключевые слова:** рыбная отрасль, инновационная инфраструктура, научные исследования, кадровое обеспечение, государственно-частное партнерство.

### ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение продовольственной безопасности является одним из ключевых элементов государственной политики по обеспечению национальной безопасности России. В утвержденной Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации установлены требования по переходу к высокопродуктивному и экологичному агро- и аквахозяйству [1]. В последние годы российский рыбохозяйственный комплекс динамично развивается и является неотъемлемой системообразующей частью экономики отечественного агропромышленного комплекса, обеспечивающей продовольственную и экономическую безопасность России [3; 4]. Согласно информации Продовольственной сельскохозяйственной организации ООН (FAO), представленной в открытых источниках, по объему производства рыбо- и морепродуктов Российская Федерация находится на четвертом месте [2]. В свою очередь, совокупный объем доступных промысловых водных биологических ресурсов страны в настоящее время оценивается в размере 6,0–7,5 млн тонн, в котором основную долю занимают океанические промысловые виды рыб и морепродукты. При этом уровень обеспечения потребности внутреннего рынка РФ рыбной продукцией оценивается примерно на 80%, остальное компенсируется за счет импорта продукции.

На территории Российской Федерации сосредоточены огромные запасы как водных (озера, пруды, реки, моря), так и водных биологических ресурсов (рыба, краб, морепродукты, марикультура, иные биоресурсы). Следовательно, государственная политика должна быть ориентирована на рацио-

нальное и эффективное использование национального богатства и ресурсов. Таким образом для достижения поставленных стратегических целей необходимо обеспечить как повышение общих объемов водных биологических ресурсов и аквакультуры, так и обеспечить их дальнейшую сбалансированную стабильность добычи и наличие соответствующих резервных фондов рыбной и смежной с ней продукции [3].

Однако для обеспечения продовольственной безопасности и эффективного использования водных биоресурсов недостаточно развития только добывающих отраслей. Необходимо укрепление научно-кадрового потенциала, который позволит внедрять передовые технологии, оптимизировать производственные процессы, грамотно управлять запасами. С целью обеспечения развития кадрового и научного потенциала Российской Федерации в рамках исполнения поручения Президента Российской Федерации по вопросу создания в России сети из 25 кампусов мирового уровня к 2030 году (в настоящее время данный показатель увеличен до 40 кампусов) Правительством Российской Федерации утверждено Положение о реализации проекта по созданию инновационной научно-образовательной среды (кампусов) с применением механизмов государственно-частного партнерства [7] и концессионных соглашений [8] в рамках нацпроекта «Наука и университеты» [6].

В данной работе рассматривается текущее функционирование подобных кампусов в Российской Федерации, а также на основе уже существующих инфраструктурных элементов предлагается модель инновационного кампуса, ориентированного на нужды рыбной отрасли.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Данное исследование опирается на методы систематизации информации и теоретического моделирования. Систематизация информации заключалась в сборе и структурировании сведений о существующих в России инновационных научно-образовательных кампусах. Были проанализированы их организационно-правовые формы, структура, источники финансирования, особенности функционирования, научная и образовательная деятельность.

Далее на базе полученных результатов была разработана имитационная модель инновационного кампуса, ориентированного на нужды рыбной отрасли. В ней отражена оптимальная структура такого кампуса, включающая научно-исследовательские институты, опытные производства, учебные корпуса и др., а также прочие инфраструктурные особенности и особенности функционирования.

Таким образом, сочетание систематизации имеющегося опыта и моделирования позволило разработать обоснованное предложение по созданию специализированного высокотехнологичного кампуса для данной стратегически важной отрасли экономики.

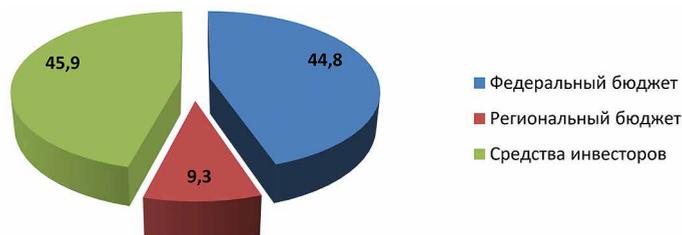
## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе анализа проектных особенностей научно-образовательных кампусов было выявлено, что структура данных объектов будет представлять собой многофункциональные пространства, включающие в себя учебные, научные, лабораторные площади, места для временного размещения обучающихся и сотрудников (общежития, гостиницы), объекты спортивной инфраструктуры, коворкинги, библиотеками, технопарки, бизнес-инкубаторы и т. д. Подчеркивается, что реализация комплексных проектов по созданию кампусов обеспечит создание современных комфортных условий для предоставления образовательных услуг и осуществления научно-исследовательской деятельности, окажет положительное воздействие на развитие прилегающих к кампусу территорий, обеспечит социо-культурное взаимодействие агломерации и научно-образовательной среды.

Среди особенностей функционирования выявлено, что реализация проектов по созданию кампусов будет осуществляться на основе государственно-частного партнерства и концессии, тем самым, инвесторы смогут вернуть свои вложенные инвестиции через участие в управлении созданной кампусной инфраструктурой, а регионы в свою очередь получают необходимые кадровые ресурсы для нужд региональной экономики и повысят свой кадровый потенциал на долгосрочную перспективу. Инициаторами проектов по созданию кампусов выступают субъекты Российской Федерации вместе с организациями, на базе которых планируется реализация указанных масштабных проектов.

Как выявлено, указанные проекты будут реализованы за счет внебюджетных средств инвесторов при поддержке и софинансировании из федерального и региональных бюджетов. Ниже на рисунке приведено примерное соотношение между источниками финансирования строительства кампусов [6] (Рис. 1).

В настоящее время утверждён стандарт оснащения современных кампусов. Научно-образовательные кампусы должны включать три составляющие: образование, науку и инновации, при этом обеспечивать комфортное усло-



**Рис. 1** Распределение по источникам финансирования в рамках реализации инвестиционных проектов по созданию научно-образовательных кампусов

вия для размещения студентов, аспирантов, научных работников и содействовать их активному образу жизни. В частности, в соответствии со стандартом лабораторные комплексы кампусов делятся на несколько категорий: научно-учебные, научно-исследовательские, специализированные научно-исследовательские лаборатории.

В рамках реализации федерального проекта по созданию инновационных кампусов к 2030 году планируется обеспечить достижение следующих показателей:

- общая площадь сформированной инфраструктуры кампусов — более 1,1 млн кв. метров;
- количество новых лабораторий различного типа — более 130 единиц;
- количество дополнительных мест для временного размещения обучающихся, преподавателей и научных сотрудников — более 37 тыс. новых мест.

Сегодня базовой российской научной организацией рыбной отрасли является Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» Росрыболовства. В своем составе научно-исследовательский институт имеет 29 филиалов и 121 научные лаборатории. Спектр научно-исследовательской деятельности института весьма широк и затрагивает исследования в области генетики, молекулярной биологии, развития аква- и марикультуры и технологий ее переработки, проведение оценки влияния на водные биологические ресурсы, а также расчета допустимого объема их вылова в различных акваториях. Безусловно, ВНИРО вносит большой вклад в изучение и рациональное использование биоресурсов морей и внутренних водоемов России. Однако нынешних его возможностей недостаточно для полноценного научного обеспечения инновационного развития всей рыбохозяйственной отрасли. Необходимы на базе научно-исследовательского института дополнительные исследовательские центры, специализирующиеся на актуальных направлениях — биотехнологиях, переработке гидробионтов, IT и цифровизации отрасли. Кроме того, не менее важна задача подготовки высококвалифицированных инженерных и научных кадров для рыбной промышленности.

В связи с этим в рамках данной работы была разработана концепция инновационного научно-образовательного кампуса на базе ВНИРО, ориентированного на нужды рыбной промышленности и водных биологических ресурсов.

По-нашему мнению, модель кампуса должна предполагать расширение научных исследований по приоритетным направлениям — продвинутым биотехнологиям, передовым способам переработки гидробионтов, цифровым решениям для повышения эффективности отрасли. Особый акцент необходим на внедренческой деятельности и коммерциализации разработок. В структуре кампуса должны быть созданы специализированные научно-исследовательские институты, лаборатории мирового уровня, опытные производства. Наряду с этим планируется подготовка профильных кадров, повышение квалификации. В результате кампус должен стать центром генерации

передовых знаний и развития человеческого капитала для инновационного рывка российского рыбного хозяйства.

Для этого необходима реализация следующих системных мер:

1. Создание отраслевого кампуса в области рыбного хозяйства и океанографии на базе Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), расположенному в сельской местности в п. Рыбное Дмитровского городского округа Московской области, путем ремонта, реконструкции и реновации объектов существующей инфраструктуры, а также строительства дополнительных новых объектов и их оснащение необходимым современным оборудованием и программными средствами (научно-исследовательские и специализированные научно-исследовательские лаборатории, учебно-научные корпуса, общежития для иногородних обучающихся, молодых ученых и научных работников, а также спортивные объекты и иные инфраструктурные объекты) с применением механизмов ГЧП и концессии, а также в рамках реализации мероприятий федеральной адресной инвестиционной программы, а также государственных программ Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» и «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельхозпродукции, сырья и продовольствия».

Имущественный комплекс филиала состоит из более 60 различных объектов капитального строительства (административные здания, лабораторные корпуса, здания рыбопитомника, криобанка, инкубационный, гранкормовой и механический цеха, общежитие-гостиница, конференц-зал, складские и иные специализированные помещения, различные гидротехнические сооружения и линейные объекты). При этом большинство объектов находится в хорошем или удовлетворительном состоянии, другая часть объектов нуждается в реконструкции (общежитие-гостиница, конференц-зал, подсобные и гидротехнические сооружения). Также филиал в своей центральной локации располагает необходимыми земельными участками для возможной организации строительства новых объектов, что дает возможность для создания компактного и эргономичного инновационного научно-образовательного пространства.

Филиал располагает 9 научными лабораториями (ихтиопатологии, осетроводства и акклиматизации, криобиологии, генетики и селекции рыб, водных биологических ресурсов, физиологии и кормления рыб, экологической токсикологии, гидробиологии, комплексной интенсификации прудового рыбоводства), а также различными производственно-экспериментальными базами [9].

Также следует отметить, что в территориальной близости и шаговой доступности от места нахождения Филиала ВНИРО в п. Рыбное Дмитровского городского округа Московской области расположено образовательное учреждение Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (далее — ДРТИ АГТУ) [10], обеспечивающий на протяжении более 50 лет подготовку различных высококвалифицированных кадров для нужд рыбохозяйственного и аграрного сектора экономики страны. В настоящее время Филиалом ВНИРО

ведется совместная работа с ДРТИ АГТУ в рамках профориентации и сетевого взаимодействия в рамках подготовки кадров для рыбной отрасли.

2. Создание на базе кампуса ВНИРО совместно с заинтересованными научными и иными учреждениями Государственного научного центра с целью консолидации и развития научного инновационного знания и информации в области развития рыбного хозяйства и АПК;

3. Создание на базе кампуса ВНИРО центра компетенций рыбной отрасли с целью комплексного внедрения инновационных научных разработок в практическую плоскость с целью повышения эффективности деятельности отраслевых организаций и предприятий АПК. Оказание централизованной методической и методологической поддержки их внедрения. Осуществление в кампусе ВНИРО подготовки, переподготовки и повышения квалификации работников рыбохозяйственного комплекса и смежных отраслей по широкому спектру направлений подготовки;

4. Организация и ведение ВНИРО совместно с вузами Росрыболовства консолидированной сетевой научно-образовательной деятельности в рамках подготовки высококвалифицированных кадров для рыболовной отрасли;

5. Создание на базе вузов Росрыболовства предвузовских (профильных общеобразовательных лицеев);

6. Организация и ведение ВНИРО и его филиалами совместно с вузами, в том числе подведомственных Росрыболовству, и региональными органами управления образованием просветительской и профориентационной деятельности с обучающимися общеобразовательных организаций и молодежью.

Предлагаемый комплекс мер в полной мере соответствуют положениям утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2019 г. № 2798-р Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года, в том числе целям и задачам вспомогательных (обеспечивающих) проектов Стратегии «Искусственное воспроизводство «водных биологических ресурсов» и «Отраслевая наука и научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы» [11], и их скорейшая реализация позволит обеспечить значительный консолидированный приток (подготовку) новых и повысит кадровый потенциал существующих кадров для нужд рыбохозяйственного комплекса и АПК, создаст необходимые условия для эффективного ведения инновационных прикладных и научных исследований, обеспечит возможность оказания централизованной методической поддержки организаций АПК по полномасштабному внедрению инновационных разработок в практическую плоскость и производство с целью развития рыбной отрасли и обеспечения продовольственной безопасности и технологического суверенитета России в современных экономических условиях.

## **ВЫВОДЫ**

Развитие рыбохозяйственного комплекса имеет стратегическое значение для обеспечения продовольственной безопасности России. В статье было про-

анализировано текущее состояние отрасли, выявлен ряд проблем в части недостаточности научно-технического и кадрового обеспечения. Для их решения предлагается создание инновационного научно-образовательного кампуса на базе ВНИРО с привлечением механизмов государственно-частного партнерства. Кампус призван стать многофункциональным центром, объединяющим передовые исследования и разработки в области биотехнологий, IT и цифровизации рыбной отрасли, подготовку высококвалифицированных инженерных и научных кадров. Его создание позволит значительно усилить инновационную составляющую российского рыбного хозяйства, обеспечить технологический прорыв важнейшей отрасли АПК.

Таким образом, реализация предложенных в статье мероприятий по формированию специализированного научно-образовательного кластера имеет существенное значение для технологической модернизации и повышения глобальной конкурентоспособности отечественного рыбохозяйственного комплекса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ от 1.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://base.garant.ru/71551998/?ysclid=lp9tgy7b97385915758> (дата обращения 22.11.2023)
2. Аварский Н.Д., Колончин К.В. Рыбохозяйственный комплекс России: приоритеты, цели, задачи, достижение стратегических ориентиров развития // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве.— 2020.— № 7. — с. 17–40.
3. Черданцев В.П., Щеткин Б.Н. Насыщение рынка рыбной продукции — часть государственной политики в решении проблем продовольственной безопасности// Международный правовой курьер (электронный ресурс) — режим доступа: <http://inter-legal.ru/nasyshhenie-rynka-rybnoj-produktsii-chast-gosudarstvennoj-politiki-v-reshenii-problem-prodovolstvennoj-bezopasnosti?ysclid=lq4cххctv7455087509> (дата публикации 23.11.2023)
4. Черданцев В.П. Угрозы экономическим интересам рыбохозяйственной отрасли России // Вопросы региональной экономики.— № 3.— 2022 — с. 145–151
5. Официальный сайт по реализации федерального проекта «Создание сети современных кампусов» [электронный ресурс] — Режим доступа: <http://прокампус.рф> (дата обращения 22.11.2023)
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.07.2021 г. № 1268 «О реализации проекта по созданию инновационной научно-образовательной среды (кампусов) с применением механизмов государственно-частного партнерства и концессионных соглашений в рамках федерального проекта «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты» [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401486710/?ysclid=lqdg8mnr65854626821>
7. Федеральный закон Российской Федерации от 13.07.2015 № 224-ФЗ «О государственно-частном партнёрстве, муниципально-частном партнёрстве в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://base.garant.ru/71129190/?ysclid=lqdg2z03l226895603>

8. Федерального закона Российской Федерации от 21.07.2005 № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях» (с изменениями и дополнениями) [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://base.garant.ru/12141176/?ysclid=lqdgh01hzhf354688515>
9. Официальный сайт Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») [электронный ресурс] — Режим доступа: <http://vniiprh.vniro.ru/>
10. Официальный сайт Дмитровского рыбохозяйственного технологического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет» [электронный ресурс] — Режим доступа: [https://xn — d1aixi.xn — plai/?ysclid=lqe1q9eaet819223940](https://xn--d1aixi.xn--plai/?ysclid=lqe1q9eaet819223940)
11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26.11.2019 г. № 2798-р «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72972854/>

## **Контент-анализ взглядов на развитие рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации**

*В.П. Черданцев, В.В. Токарев*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)  
E-mail: cherdantsev.vadim@yandex.ru

**Аннотация.** Развитие рыбохозяйственного комплекса сопровождается комплексными проблемами, включающими сокращение рыбных запасов и износ производственных мощностей. Исследование направлено на систематизацию и анализ теоретических и практических подходов к решению проблем, связанных с развитием рыбохозяйственного комплекса в России. Для достижения этой цели авторы применяют методы контент-анализа научной литературы, сравнение различных теорий, а также используют структурный анализ для понимания экономических аспектов рыбохозяйственного комплекса. В статье проводится анализ содержания научных работ различных авторов для идентификации концепций и теоретико-методологических основ, а также сравнительный анализ различных концепций, отмеченных в работах, посвященных проблемам экономики рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный комплекс, продовольственная безопасность, стратегия рыбохозяйственного комплекса, методы рыбохозяйственного комплекса.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Развитие, в первую очередь, можно рассматривать как базисное условие при реализации рыбохозяйственным комплексом своих инновационных проектов с учётом всех имеющихся объективных и субъективных факторов. [10]

Актуальность изучения особенностей развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации обусловлена несколькими ключевыми факторами. Во-первых, рыбохозяйственный комплекс играет важную роль в продовольственной безопасности страны [3], обеспечивая население высококачественной белковой продукцией. Во-вторых, развитие рыбохозяйственного комплекса способствует экономическому росту, созданию новых рабочих мест [4] и увеличению экспортного потенциала [6], а устойчивое развитие рыбохозяйственного комплекса важно для сохранения водных биологических ресурсов и защиты водной среды, что актуально в контексте глобальных экологических вызовов [2].

Основные проблемы развития рыбохозяйственных комплексов России включают в себя сокращение объемов рыбных запасов, высокий уровень износа производственных мощностей, недостаточный объем инвестиционных квот, недостаточную доступность высшего образования и подготовки специ-

алистов, а также тенденцию снижения общего допустимого улова. Для борьбы с этими проблемами предлагаются меры, направленные на улучшение естественного размножения рыб и искусственное разведение молоди, обновление флота и инфраструктуры, упрощение процедур утверждения документов для строительства судов, увеличение долей инвестиционных квот для стимулирования производства и реализации продукции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение перспектив развития рыбохозяйственного комплекса России на современном этапе осуществляется ведущими деятелями науки в данной сфере.

В частности, анализ мер государственной поддержки и научные разработки в области устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса страны, а также систематические исследования в обусловленном направлении проводят научно-педагогические работники ВНИРО. Например, К.В. Колончин, Х.Н. Гасанова, С.Н. Серегин обращают пристальное внимание на дальнейшие перспективы осуществления государственных программ, касающихся устойчивого развития рыбохозяйственной отрасли [5]; проработкой вопросов государственного регулирования отрасли занимаются Ю.Ф. Аношина и Т.В. Наумкина [1].

На экономические особенности функционирования рыбохозяйственных комплексов и интенсивности их влияния. Выявлены факторы, влияющие на развитие отрасли, акцентируется внимание. Предложенные меры И.К. Санакowym и Л.И. Кулаковой [6] могут способствовать повышению эффективности отрасли, привлечению квалифицированных специалистов и обеспечению продовольственной безопасности страны.

В исследовании Р.Д. Рудашевского и др. [7] представлен всесторонний анализ программ развития рыбохозяйственного комплекса России в новых экономических условиях, где определяются стратегические цели, которые разделены на задачи и принципы развития применительно к этим новым условиям. Ключевые выводы ориентированы на развитие динамики объемов вылова водных биологических ресурсов, производства пищевой рыбной продукции и обновления основных фондов в соответствии со стратегическими инновациями и фактическим развитием рыбохозяйственного комплекса. В целом их работу можно структурировать путем деления на следующие параметры: объемы вылова водных биоресурсов, выпуск продукции пищевой рыбы, обновление основных фондов (см. табл. 1).

А.М. Васильев [3] в своей работе исследует важность рыбохозяйственного комплекса для обеспечения продовольственной безопасности России, определяя причины недостаточного потребления отечественной рыбопродукции, а также оценивая факторы, сдерживающих рост ее потребления. Он подчеркивает социальную и экономическую значимость рыбохозяйственного комплекса и предлагает ряд мер для стимулирования внутреннего рынка рыбопродукции, включая улучшение условий обслуживания промысловых судов, налоговые стимулы и регулирование торговли (табл. 2).

**Таблица 1.** Основные направления развития рыбохозяйственного комплекса России

<b>Параметр</b>	<b>Стратегические цели</b>	<b>Основные задачи</b>	<b>Принципы развития</b>
Объемы вылова водных биоресурсов	Увеличение производительности и устойчивости	Рациональное использование ресурсов	Инновационный подход
Выпуск продукции пищевой рыбы	Повышение качества продукции	Расширение ассортимента продукции	Соответствие мировым стандартам
Обновление основных фондов	Модернизация оборудования	Внедрение новых технологий	Устойчивое развитие

В первой колонке представлены экономические и административные методы, предложенные А.М. Васильевым, вторая и третья колонки табл. 2 представляют собой наши рассуждения на предмет релевантности задач и методов решения применительно к отмеченным методам из первой колонки.

Табл. 2 представляет структурированный подход к решению ключевых задач, связанных с развитием рыбохозяйственного комплекса РФ, уделяя внимание

**Таблица 2.** Экономические и административные методы развития рыбохозяйственного комплекса РФ

<b>Экономические и административные методы</b>	<b>Задачи</b>	<b>Методы решения</b>
Внедрение методик наделения квотами	1. разработать критерии для квот	Разработка и внедрение цифровой системы учета и контроля
	2. внедрить систему мониторинга	
	3. обеспечить прозрачность процесса	
Создание условий обслуживания в портах	1. модернизация инфраструктуры портов	Инвестиции в портовую инфраструктуру и обучение персонала
	2. создание конкурентных условий	
	3. разработка стимулирующих программ	
Изменения в налогообложении	1. пересмотр налоговых ставок	Реформирование налоговой системы и автоматизация отчетности
	2. введение налоговых льгот	
	3. упрощение налоговой отчетности	
Укрупнение и интеграция организаций	1. содействие созданию холдингов	Разработка государственных программ и предоставление финансовых стимулов
	2. поддержка МСП	
	3. интеграция производственных процессов	
Регулирование торговой деятельности	1. стандартизация продукции	Внедрение стандартов и разработка электронных платформ для торговли
	2. развитие электронной коммерции	
	3. усиление контроля качества	

как стратегическим, так и оперативным аспектам для каждого обозначенного метода.

## ВЫВОДЫ

Для преодоления базовых проблем развития рыбохозяйственных комплексов России необходим комплекс мер, которые включают улучшение процессов естественного размножения рыб, обновление флота и инфраструктуры, упрощение процедур для строительства судов и увеличение инвестиционных квот. Результаты исследования направлены на повышение эффективности рыбохозяйственного комплекса, привлечение квалифицированных специалистов и укрепление продовольственной безопасности страны, отражая систематический подход к решению обозначенных проблем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аношина Ю.Ф., Наумкина Т.В. Государственное регулирование рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации в современных условиях // Государственное и муниципальное управление. Учёные записки. 2020. № 2. С. 102–107.
2. Вагапова А.Р., Кузьменко А.М. Критерии устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса // Вопросы рыболовства. 2023. № 4. — С. 158–166.
3. Васильев А.М. Рыбохозяйственный комплекс в системе обеспечения продовольственной безопасности России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2009. № 7. — С. 66–72.
4. Волкогон В.А. Формирование отраслевой системы подготовки кадров рыбохозяйственного комплекса России // Экономика и управление. 2009. № 9. — С. 49–57.
5. Колончин К.В., Гасанова Х.Н., Серегин С.Н. 2019. Реализация государственной программы РФ «Развитие рыбохозяйственного комплекса»: тенденции и перспективы // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. № 6 (51). С. 54–73.
6. Котилко В.В., Вишнякова В.С. Меры государственной поддержки экспорта продукции агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов // Россия: тенденции и перспективы развития. 2017. № 12–2. — С. 612–615.
7. Рудашевский В.Д., Мухамедова Т.О., Павлова А.О. Анализ программ развития рыбохозяйственного комплекса России в новой экономике // Труды ВНИРО. 2022. № 190. С. 143–153.
8. Санаков И.К., Кулакова Л.И. Актуальные проблемы развития рыбохозяйственных комплексов России // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами. 2021. № 10. — С. 70–73.
9. Черданцев В.П., Маханьков Ф.В. Эффективное управление отраслью рыболовства — потенциал экономического развития сельских территорий // IACJ. 2022. № 6. — С. 941–954.
10. Яркина Н.Н., Логунова Н.А. Устойчивое развитие рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации: факторы и тенденции // Труды ВНИРО. 2023, т. 192. — С. 192–201.

# СОДЕРЖАНИЕ

## БИОЛОГИЯ

Профиль экспрессии гена <i>h-fabr</i> в тканях и его корреляция со структурой мышц карповых рыб ( <i>Cyprinus carpio</i> ) . . . . .	13
<i>Вэйсин Чен (Weixing Chen)1, Сяовэй Мяо (Xiaowei Miao)</i>	
Питание разновозрастных групп европейского сома ( <i>Silurus glanis L.</i> ) в прудовых условиях. . . . .	25
<i>Я.В. Александров, В.В. Кияшко, В.П. Масликов, И.Ю. Домницкий</i>	
Сравнение методов определения возраста малоглазого макруруса ( <i>Coryphaenoides pectoralis</i> ) по чешуе и отолитам . . . . .	31
<i>Алферов А.И., Бадаев О.З., Ерулина А.О.</i>	
Биоресурсы Дальневосточного бассейна и возможности увеличения потребления рыбных продуктов . . . . .	34
<i>Байталюк А.А., Акулин В.Н., Шульгина Л.В., Якуш В.Н.</i>	
Состояние водных биологических ресурсов и перспективы промысла в северо-западной части Тихого океана . . . . .	40
<i>А.А. Байталюк, О.А. Булатов</i>	
Состояние запасов и перспективы промысла дальневосточной сардины <i>Sardinops melanostictus</i> (Temminck & Schlegel, 1846). . . . .	47
<i>Байталюк А.А., Радченко В.И., Антоненко Д.В., Старовойтов А.Н., Новиков Ю.В.</i>	
Запасы и уловы воблы, и ее доступность населению Астраханской области . . . . .	53
<i>В.В. Барабанов, М.Н. Горохов, Ю.М. Зозуленко, Н.Н. Харченко, С.В. Шипулин</i>	
Перспективы вступления Российской Федерации в «скумбриевый клуб» НЕАФК . . . . .	58
<i>Беляев В.А., Винниченко В.И., Педченко А.П.</i>	
Опыт совместных российско-казахстанских исследований популяции каспийского тюленя в Северном Каспии. . . . .	68
<i>В.А. Бизиков, В.В. Рожнов, Ф.В. Климов, В.А. Скольский, С.В. Шипулин, Л.К. Сидоров, М.А. Соловьева</i>	
Популяционно-генетическая характеристика сига <i>Coregonus lavaretus L.</i> , 1758 юго-восточной части Онежского озера (Вологодская область). . . . .	73
<i>М.Я. Борисов, А.А. Игнашев, Е.С. Попета, Д.К. Митрюшкина, М.Н. Киселева, О.В. Апаликова</i>	
Промышленное освоение рыбных ресурсов пресноводных водоемов России в 2014–2023 гг. — характеристика и тенденции . . . . .	78
<i>А.Д. Быков, С.Ю. Бражник, В.С. Боркичев, В.А. Скакун</i>	
Влияние температурных условий в районе зимнего обитания лососей в СЗТО на их промысел . . . . .	85
<i>Г.П. Ванюшин, В.А. Царева, М.Ю. Кружалов, Е.В. Сапунова</i>	
Количественные характеристики и динамика запасов низших промысловых ракообразных в озерах Курганской области (кладоцеры ( <i>Branchiopoda</i> , <i>Cladocera</i> ) и копеподы ( <i>Hexanauplia</i> , <i>Copepoda</i> )) в 2022 и 2023 гг. . . . .	91
<i>А.Г. Герасимов, Е.В. Бражников, К.В. Куцанов, Л.Ф. Разова, А.А. Герасимова, П.В. Бетин, Я.А. Зайцева</i>	
Динамика численности азово-черноморской шемаи на рыбопропускном шлюзе Кочетовского гидроузла в 1995–2023 гг. . . . .	96
<i>О.С. Гуськова</i>	

Комплексная программа по восстановлению байкальского омуля в озере Байкал . . . . .	99
<i>Е.Н. Даринов, Я.А. Капустина, С.В. Кушнарев, А.В. Базов</i>	
Первый опыт выращивания молоди нельмы <i>Stenodus leucichthys nelma</i> (Pallas, 1773) в рыбопитомниках ХМАО-Югры в целях воспроизводства в Обь-Иртышском бассейне (Западная Сибирь) . . . . .	104
<i>Е.Н. Даринов, С.А. Сенник, А.В. Шерышова, А.А. Евсева</i>	
Тресковые рыбы российских вод Берингова моря: запасы и перспективы промысла. . . . .	110
<i>А.В. Датский</i>	
Современная динамика запаса и биологические основания новых мер регулирования промысла камбалы-калкан в Азовском море . . . . .	119
<i>С.И. Дудкин, С.Ю. Леонтьев, С.В. Камшуков, У.Н. Александрова</i>	
Возможности визуального опознавания сообществ сублиторальной растительности в хозяйственных целях . . . . .	125
<i>Дуленин А.А.</i>	
Функциональные особенности и кормовая база лососей в глубоководных районах Охотского моря в осенний период. . . . .	131
<i>Е.П. Дулепова, В.В. Напазаков</i>	
Биологическая характеристика горбуши <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> северо-восточного побережья острова Сахалин в 2023 году . . . . .	139
<i>А.Н. Ельников</i>	
Потенциал удобрений из штормовых выбросов морских водорослей на рост и урожайность сельскохозяйственных культур . . . . .	144
<i>Кадникова И.А., Аминина Н.М.</i>	
Биологические показатели популяций речного рака Нижнекамского и Куйбышевского водохранилищ . . . . .	149
<i>А.Р. Каримова, Ю.А. Северов, Т.А. Дускаева</i>	
Биологическая продуктивность некоторых водоёмов комплексного назначения Юга России . . . . .	155
<i>Г.И. Карнауков</i>	
К вопросу о биологической и экономической эффективности искусственного воспроизводства кеты в бассейне Амура . . . . .	161
<i>Д.В. Коцюк, В.Н. Кошелев</i>	
Применение геоинформационных систем и спутниковых данных при проведении рыбохозяйственной деятельности на водохранилищах Волго-Донского судоходного канала . . . . .	166
<i>А.И. Кочеткова, Е.С. Брызгалина, С.В. Моргунов</i>	
Цифровой геоэкологический подход к исследованию процессов, происходящих в пелагической экосистеме Юго-Восточной части Тихого океана на современном этапе ее развития . . . . .	172
<i>О.Ю. Краснобородец, П.П. Чернышков</i>	
Связь запасов дальневосточной горбуши с термическими условиями в Северотихоокеанском регионе . . . . .	177
<i>А.С. Кровнин, Г.П. Мурый, К.К. Кивва</i>	
Особенности культивирования бурых водорослей пастбищным методом . . . . .	183
<i>Т.Н. Крупнова</i>	
Новая область применения тест-объекта <i>Daphnia magna</i> Straus в условиях города . . . . .	191
<i>Н.С. Курагина, Л.А. Черешнева, А.Г. Туманов, С.В. Латенко</i>	

Гидрохимический анализ реки Волги за 2023 г. ....	196
<i>Н.В. Кучишкина, Н.В. Куценко, Т.А. Афанасенко, Н.Н. Изченко, Е.А. Селиванова, Г.И. Мордвинова, Н.В. Богучарова, А.Г. Туманов, Н.С. Курагина</i>	
Краткие сведения о состоянии белорыбицы <i>Stenodus leucichtys leucichtys</i> в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне ....	199
<i>И.Н. Лепилина, И.А. Сафаралиев, И.В. Коноплева, Т.В. Войнова</i>	
Применение искусственной нейросети для учета рыб на рыбоучетном заграждении ....	205
<i>К.М. Малых, А.В. Сошин, А.Ю. Шабуров, М.Н. Коваленко</i>	
Диагностика основных микроспориidioзов кефалевых и камбалообразных рыб ....	211
<i>В.Н. Мальцев</i>	
Рыбоводно-биологическая оценка показателей роста и массонакопления культивируемой форели ( <i>Parasalmo mykiss Walbaum, 1792</i> ) на озере Имандра и в губе Палкина Белого моря. ....	219
<i>К.С. Марков, С.Б. Купинский</i>	
Инструмент для повышения точности определения возраста рыб (на примере тихоокеанских лососей). ....	224
<i>С.Л. Марченко, Е.В. Подорожнюк, Е.А. Кириллова</i>	
Результаты методических работ на Бормашовом озере по выбору оптимальных орудий учета <i>Gammarus lacustris</i> для оценки его запасов ....	236
<i>Д.В. Матафонов</i>	
Направления развития рыбохозяйственного потенциала внутренних пресноводных водоемов южных регионов Азово-Черноморского бассейна в условиях современных изменений климата ....	241
<i>А.В. Мирзоян, С.И. Дудкин, Г.И. Карнаухов, В.Н. Шевченко</i>	
Современное состояние кормовой базы западной части Северного Каспия и условия нагула сеголеток русского осетра. ....	247
<i>А.В. Михайлова, Э.Ю. Тихонова</i>	
Экология, распределение и динамика численности бычка-кругляка <i>Neogobius melanostomus</i> Чебоксарского водохранилища ....	251
<i>А.В. Мусеев, А.А. Смирнов</i>	
О распространении обыкновенного (европейского) горчака <i>Rhodeus sericeus</i> в Волжском бассейне на северной границе ареала. ....	258
<i>О.А. Морева, А.А. Клевакин, Л.М. Минина</i>	
Влияние природных и антропогенных факторов на размножение азовской хамсы ....	264
<i>Р.В. Надолинский</i>	
Экстремальные гидрометеорологические условия в Японском море в 2023 г. и динамика промысла горбуши ( <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> ) ....	269
<i>А.А. Никитин, А.В. Лысенко, Т.А. Шатилина, Е.И. Барабанщиков</i>	
Подбор комбикормов для культивирования молоди речных раков ....	276
<i>И.Н. Никонова, Р.Р. Борисов, Ю.А. Баскакова, А.В. Артемов</i>	
О встречаемости микропластика в желудочно-кишечном тракте рыб Дальневосточных морей ....	282
<i>А.П. Педченко, А.В. Согрина, Е.В. Ведищева, И.И. Гордеев, А.Н. Старовойтов, С.В. Новокрепленных, Г.А. Кантаков, П.С. Беляев</i>	
Выживаемость личинок нематод рода <i>Anisakis</i> из мышц тихоокеанских лососей при воздействии различных температур и концентрации соли. ....	291
<i>С.Е. Поздняков, Л.С. Швецова, З.И. Мотора</i>	

Оперативное прогнозирование промысла хамсы на крымско-кавказском шельфе Чёрного моря при помощи методов искусственного интеллекта . . . . .	296
<i>М.М. Пятинский, С.Н. Кульба, В.Н. Белоусов</i>	
Динамика запаса раков ( <i>pontastacus subanicus</i> ) в р. Дон, включая водоемы поймы Ростовской области . . . . .	301
<i>Е.М. Саенко, М.М. Пятинский, С.В. Котов</i>	
Анализ конструктивных параметров траллирующих орудий лова . . . . .	307
<i>Л.М. Симкин</i>	
Состояние запасов и перспективы промысла сельдей Дальнего Востока. . . . .	313
<i>А.А. Смирнов, А.В. Датский</i>	
Аномальная гидрометеорологическая ситуация летом 2023 года и ее влияние на поселения, воспроизводство и культивирование морских гидробионтов в Амурском заливе Японского моря . . . . .	320
<i>Д.А. Соколенко, В.И. Матвеев, И.Ю. Сухин, С.А. Ляшенко</i>	
Способы снижения негативного влияния медузы на ставные невода в Азово- Черноморском бассейне . . . . .	325
<i>А.М. Стафикопуло, В.А. Андронов, Я.И. Горбатюк</i>	
Современное состояние промысловых запасов леща <i>Abramis brama</i> озера Чаны . . . . .	333
<i>Д.Л. Сукнев, Т.А. Кабиев, Е.А. Интересова</i>	
Атлантический лосось реки Мезень: мониторинг популяции и любительского рыболовства. . .	337
<i>А.М. Торцев, И.И. Студёнов</i>	
Промысел миноги ( <i>Lampetra fluviatilis japonica</i> ) на реке Мезень. . . . .	342
<i>А.В. Трапезников, А.М. Торцев</i>	
Предварительные результаты рекогносцировочных исследований водоёмов, потенциально пригодных для промысла артемии в 2022–23 гг. . . . .	346
<i>Д.В. Тырин, А.В. Паршин-Чудин</i>	
Оценка снижения качества рыбной продукции вследствие поражения паразитарным рачком ( <i>Lereophtheirus salmonis</i> ) горбуши во время анадромной миграции у о. Парамушир . .	355
<i>Т.Ю. Углова</i>	
Диагностика индуцированной триплоидии на ранних этапах эмбриогенеза на примере <i>Stenodus leucichthys nelma</i> . . . . .	359
<i>Т.А. Филатова, А.А. Лютиков, В.А. Голотин</i>	
Гистологическая характеристика межвидовых гибридов осетровых рыб разной плоидности . . . . .	365
<i>О.П. Филиппова, С.Е. Зуевский, А.С. Сафронов, М.А. Ёжкин, К.В. Суховер</i>	
Оценка воздействия любительского рыболовства на водные биоресурсы реки Обь в границах Алтайского края . . . . .	374
<i>О.А. Черенков, С.А. Осипов, В.И. Щербаков</i>	
Динамика запасов водных биологических ресурсов Курганской области . . . . .	380
<i>А.В. Черногубов, А.Г. Минеев</i>	
Оценка безопасности объектов рыболовства Волгоградского водохранилища в 2021– 2022 гг. . . . .	385
<i>Е.А. Шашуловская</i>	
Оценка гидробиологических показателей Веселовского водохранилища в весенний период 2022 г. . . . .	390
<i>Н.А. Шляхова, В.В. Кан, Е.К. Канаканиди, Д.В. Хренкин, Д.Ф. Афанасьев</i>	

Влияние пастбищного содержания крупного рогатого скота на экологическое состояние природных водоемов Камского бассейнового округа . . . . .	396
<i>А. С. Шумилова, Э. В. Тимофеев, В. П. Черданцев</i>	
Научное сопровождение рыбохозяйственной отрасли Республики Беларусь . . . . .	400
<i>К. Л. Шумский</i>	
Межгоддовая изменчивость пелагического периода и интенсивности оседания приморского гребешка в проливе Старка (залив Петра Великого) . . . . .	403
<i>Н. В. Щербакова, И. С. Турабжанова</i>	

## ТЕХНОЛОГИИ

Определение энергоемкости лова орудием добычи (вылова) водных биологических ресурсов . . . . .	411
<i>В. А. Акишин, С. Э. Астафьев, И. Г. Истомин, В. А. Татарников</i>	
Использование экстрактов морских водорослей в качестве биостимуляторов в сельском хозяйстве . . . . .	416
<i>Н. М. Аминина</i>	
Высшие водные растения Каспийского моря — перспективный источник бав адсорбционного действия . . . . .	420
<i>А. Р. Аппазова, Н. Н. Харченко, Ж. М. Шамсудинов, С. Д. Мирзоева</i>	
Разработка высокобелкового пищевого продукта из мышечной ткани осетровых рыб аквакультуры . . . . .	426
<i>А. В. Артемов, Е. Н. Харенко, С. В. Биндюков, Ю. А. Баскакова</i>	
Данные о возможности и условиях возникновения переохлаждения рыбы, его степени и продолжительности при применении субкриоскопических режимов хранения . . . . .	431
<i>Л. О. Архипов, А. И. Гриневич, Е. В. Лаврухина, Н. Ю. Зарубин</i>	
Обоснование компонентного состава рыбных колбасных изделий повышенной пищевой ценности . . . . .	436
<i>А. В. Буклешова, М. Е. Цибизова</i>	
Формирование единой технологической инструкции по изготовлению соленой пищевой рыбной продукции . . . . .	442
<i>А. И. Гриневич, Л. О. Архипов, О. В. Бредихина, А. В. Межонов, Е. В. Лаврухина, Н. Ю. Зарубин</i>	
Актуализация технологической инструкции по производству живых двустворчатых моллюсков с учетом технических регламентов ЕАЭС и Кодекса Алиментариус . . . . .	447
<i>Л. М. Есина, Л. А. Горбенко</i>	
Проектирование сублимированных пробиотических рыбных продуктов . . . . .	453
<i>Н. Ю. Зарубин, Е. В. Лаврухина, А. И. Гриневич, И. С. Краснова, О. В. Бредихина</i>	
Разработка способа получения агароподобного полисахарида из красных водорослей рода <i>Odonthalia</i> . . . . .	459
<i>Т. А. Игнатова, А. В. Подкорытова, Н. В. Евсеева, А. И. Усов</i>	
Потенциал удобрений из штормовых выбросов морских водорослей на рост и урожайность сельскохозяйственных культур . . . . .	464
<i>И. А. Кадникова, Н. М. Аминина</i>	
Проблема нормирования содержания мышьяка в пищевой рыбной продукции . . . . .	470
<i>А. В. Козин, Л. С. Абрамова</i>	

Погрешности метода орошения при определении массовой доли глазури на мороженой глазированной рыбной продукции . . . . .	475
<i>Е. С. Коноваленко, Н. Н. Яричевская, Е. Н. Харенко, А. В. Гриценко, А. В. Харенко</i>	
Динамика показателей химического состава пищевой рыбной продукции и значения пищевой ценности, наносимые на маркировку . . . . .	482
<i>К. А. Лаврикова, Е. С. Гусева</i>	
Исследование влияния пищевых протекторов на кислотно-основные свойства модельных системы из филе минтая, обработанного бактериальными заквасочными культурами. . . . .	488
<i>Е. В. Лаврухина, Н. Ю. Зарубин, О. В. Бредихина, А. И. Гриневиц</i>	
Методические аспекты приемо-сдаточных испытаний новых отраслевых научно-исследовательских судов на основе отечественного и зарубежного опыта . . . . .	493
<i>Д. Е. Левашов, В. А. Татарников</i>	
Электронный паспорт орудия лова — инструмент для решения проблемы оставленных, утерянных или иным образом брошенных орудий лова . . . . .	501
<i>А. А. Майсс, Я. Ю. Блиновская</i>	
Предложение по созданию отраслевых стандартов на орудия рыболовства, на примере разноглубинных тралов. . . . .	507
<i>А. А. Майсс, К. А. Малых, А. А. Апахов, М. Н. Коваленко, О. М. Лапшин</i>	
Комплексная переработка недоэксплуатированных биологических ресурсов для совершенствования кормовой базы в аквакультуре. . . . .	512
<i>О. Я. Мезенова, С. В. Агафонова, Н. Ю. Романенко, В. В. Волков, Н. С. Калинина, М. В. Лихварь</i>	
Исследование качества и биологической ценности жира из отходов рыбопереработки в качестве субстрата для биотехнологического синтеза целевых продуктов . . . . .	518
<i>О. Я. Мезенова, С. В. Агафонова, Н. Ю. Романенко, В. В. Волков, Н. С. Калинина, Е. Г. Киселев, Н. О. Жила</i>	
Перспективы использования масла криля при производстве рыбных формованных изделий. . . . .	524
<i>И. О. Морозов, В. А. Галдукевич, М. Л. Винокур, А. В. Андрюхин</i>	
Совершенствование пелагических траловых систем как инструмента учетных съемок. . . . .	529
<i>Е. В. Осипов</i>	
Разработка сортирующей системы для донного трала на основе гибкой селективной решетки . . . . .	534
<i>А. А. Павленко, А. А. Лихошапка, А. Н. Романова</i>	
Современная терминология в области консервов и пресервов из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей . . . . .	540
<i>Е. Ю. Поротикова, М. М. Дяченко</i>	
Разработка рецептур и технологии морских снеков на основе компонентов водорослей и рыбного фарша . . . . .	545
<i>А. Н. Рощина, А. В. Подкорытова</i>	
Технологические свойства сельди долгинской волжско-каспийского рыбохозяйственного бассейна . . . . .	551
<i>А. П. Стрелкова, М. Е. Цибизова</i>	
Биотестирование копчёной рыбной продукции с использованием <i>Tetrahymena pyriformis</i> . . . . .	557
<i>А. Д. Сушина, О. Я. Мезенова</i>	

Прослеживаемость пищевой рыбной продукции (икры и икорных продуктов) на современном этапе . . . . .	562
<i>М.В. Сытова</i>	
Перспективы использования горохового протеина в комбикормах для радужной форели . . . . .	570
<i>В.А. Толмачев, М.В. Арнаутов, Т.Н. Усков, В.В. Гершунская</i>	
Технохимическая характеристика и показатели безопасности <i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906), основные направления ее переработки . . . . .	575
<i>З.Е. Ушакова, О.В. Бредихина, Л.М. Есина</i>	
Актуальные вопросы стандартизации качества и безопасности паюсной икры осетровых рыб . . . . .	581
<i>Н.Н. Харченко, Ю.Р. Герлова</i>	
Установление норм выхода мороженой потрошеной обезглавленной нерки Восточной Камчатки при машинной разделке . . . . .	587
<i>Е.С. Чуликова, Т.А. Саяпина, А.Ю. Антосюк, Е.В. Якуш</i>	
Пересмотр межгосударственного стандарта на консервы из копченой рыбы в масле как необходимое условие совершенствования доказательной базы отраслевого технического регламента . . . . .	591
<i>Л.А. Шаповалова, М.В. Федотова</i>	
Оценка липидкорректирующего воздействия натуральных консервов из сардины иваси при использовании в питании . . . . .	597
<i>Л.В. Шульгина, М.В. Бобылева, К.Г. Павель, Е.В. Якуш</i>	

## Экономика

Тренд-сезонное прогнозирование улова рыбы и добычи других водных биоресурсов в Крыму . . . . .	605
<i>Л.В. Алексахина, Н.А. Логунова, Н.Н. Яркина</i>	
Факторы влияния бизнес-процессов на конкурентоспособность в агропромышленном комплексе . . . . .	611
<i>К.П. Бугаев, В.П. Черданцев</i>	
Управление организациями РХК с использованием цифровых сервисов . . . . .	617
<i>А.Р. Вагапова</i>	
Устойчивое развитие рыболовства арктической зоны в системе продовольственной безопасности России . . . . .	622
<i>Дусаева Е.М.</i>	
Проблемы управления рыбохозяйственным комплексом: учет перспективы рынка ЕС . . . . .	630
<i>С.М. Ежель</i>	
Развитие маломасштабного рыболовства в России: социально-экономический аспект. . . . .	637
<i>Ю.В. Коновалов</i>	
Развитие рыбохозяйственного комплекса как балансовой эколого-социально-экономической системы . . . . .	643
<i>К.С. Королева</i>	
Человеческий капитал рыбохозяйственного комплекса России: проблемы формирования и перспективы развития . . . . .	649
<i>А.А. Лобанов, О.Ю. Дудина</i>	
Влияние отрасли рыбоводства на продовольственную безопасность и развитие сельских территорий . . . . .	656
<i>Ф.В. Маханьков, И.В. Криницын</i>	

Технико-экономические проблемы рыбной промышленности . . . . .	662
<i>А.А. Медведев, А.А. Малыш</i>	
Развитие подходов к оценке регионального рыбохозяйственного комплекса в аспекте обеспечения продовольственной безопасности . . . . .	667
<i>А.Г. Мнацаканян, М.Г. Побегайло</i>	
Модель свойств актора для задач нейросетевого прогнозирования трудового потенциала рыбохозяйственного комплекса. . . . .	677
<i>О.Г. Огий</i>	
Место рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации в мировом рыбном хозяйстве . . . . .	687
<i>А.О. Павлова</i>	
Методика комплексной оценки эффективности вариантов пилотного проекта сети предприятий промысла и переработки недоосваиваемых ресурсов прибрежного промысла и рек бассейна Усури и Амура . . . . .	694
<i>Б.И. Покровский, А.М. Кайко, Д.Л. Шабельский, М.Е. Шаповалов</i>	
Исследование финансово-экономического положения предприятий рыбохозяйственного комплекса Калининградской области в условиях санкционных ограничений, сравнительный анализ . . . . .	699
<i>Л.И. Сергеев, А.В. Самсонов</i>	
Мониторинг результативности Российского внешнеторгового оборота лосося . . . . .	706
<i>К.В. Колончин, Е.Э. Толикова</i>	
Анализ источников данных для исследования возможностей ресурсной части водных биологических ресурсов . . . . .	713
<i>А.С. Труба, М.А. Труба, Е.В. Баришевский</i>	
Научное и кадровое обеспечение технологической модернизации рыбной отрасли на базе инновационных кампусов . . . . .	726
<i>Р.И. Ушаков, А.В. Мышкин, М.Ю. Амелин</i>	
Контент-анализ взглядов на развитие рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации . . . . .	734
<i>В.П. Черданцев, В.В. Токарев</i>	

Под редакцией:  
Колончина Кирилла Викторовича,  
Булатова Олега Аркадьевича,  
Межонова Андрея Викторовича,  
Трубы Анатолия Сергеевича

**Рыбохозяйственный комплекс России:  
300 лет российской академической науке**

Редактор *О.С. Юрова*  
Компьютерная верстка *Ю.С. Яковлев*

Подписано в печать 22.07.2024.  
Формат 70×100/16. Печ. л. 46,75.  
Тираж 300 экз.

ФГБНУ «ВНИРО»  
105187, г. Москва, проезд Окружной, д. 19  
Тел. : 8 (499) 369-92-86