

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ» (ФГБНУ «ВНИРО»)

**VI Научно-практическая конференция молодых ученых  
с международным участием**

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

---

**11-12 октября 2018 года**

**г. Москва**

**Федеральное агентство по рыболовству**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии»  
(ФГБНУ «ВНИРО»)**

**VI научно-практическая конференция молодых учёных  
с международным участием**

**СОВРЕМЕННЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

11-12 октября 2018 года, г. Москва

Москва

Издательство ВНИРО

2018 г.

УДК 639.2/3(063)

Рецензенты:

*Кловач Н.В.*, д.б.н., заведующий лабораторией тихоокеанских лососей  
ФГБНУ «ВНИРО»

*Микодина Е.В.*, д.б.н., заведующая отделом «Аспирантура и  
докторантура» ФГБНУ «ВНИРО»

*Симдянов Т.Г.*, к.б.н., доцент кафедры зоологии беспозвоночных  
Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

**C56**

**Современные** проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы VI научно-практической конференции молодых учёных с международным участием / Под ред. И.И. Гордеева, Ф.В. Лищенко, К.К. Кивва. – М.: Изд-во ВНИРО, 2018. – 262 с.



Уважаемые участники VI научно-практической конференции молодых ученых «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса»!

Вы, молодое поколение, - продолжатели лучших отечественных научных практик, авторы сегодняшних и будущих открытий. В ваших силах внести значимый вклад в новые достижения рыбохозяйственной отрасли России и престиж нашей страны, богатой не только природными ресурсами, но и имеющей большой научный потенциал.

Конференция молодых учёных - прекрасная возможность для обсуждения важных вопросов различных направлений отраслевой науки, как теоретического, так и прикладного характера, обмена мнениями молодых исследователей, работающих в области изучения и рационального использования биологических ресурсов Мирового океана.

Уверен, что встреча даст нужный импульс развитию рыбохозяйственной науки, аккумулирует научную мысль на поиск решения актуальных проблем рыбной отрасли!

Желаю участникам конференции плодотворной работы, творческой результативной дискуссии, приобретения партнерских и дружеских контактов.

Заместитель Министра сельского хозяйства Российской Федерации -  
руководитель Федерального агентства по рыболовству,  
кандидат экономических наук

Илья Васильевич Шестаков



Уважаемые коллеги и друзья!

Приветствую Вас на VI научно-практической конференции молодых учёных с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса», которая проводится ФГБНУ «ВНИРО» в рамках мероприятий, посвященных Году экологии в России.

Привлечение молодежи в науку и инновационную деятельность – важнейшее условие нашей конкурентоспособности не только на национальном, но и глобальном уровнях. Каждый из Вас уже сегодня делает вклад в инновационное развитие рыбохозяйственного комплекса России.

Научные конференции – это замечательный праздник науки, на котором молодые учёные и специалисты получают возможность предьявить научному сообществу результаты своих исследований.

Надеюсь, что конференция пройдет с успехом, будет содействовать укреплению научного сотрудничества, а ее результаты найдут воплощение на практике.

Искренне желаю Совету молодых ученых ФГБНУ «ВНИРО», выступившему организатором данной конференции, и всем участникам успехов, новых впечатлений и деловых контактов, уверенности в своих силах и удачи во всех начинаниях!

Директор ФГБНУ «ВНИРО»  
кандидат экономических наук, доцент

Кирилл Викторович Колончин



Уважаемые коллеги!

От имени Оргкомитета VI научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса», приветствуем Вас во Всероссийском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии!

В современном мире неуклонно возрастают требования и ожидания в обеспечении высокого качества научных исследований. Новые подходы и решения становятся научными и экономическими прорывами в различных областях рыбохозяйственной деятельности.

Конференции молодых ученых и специалистов играют важную роль в становлении молодых исследователей, способных получать новые сведения, ставить новые эксперименты и генерировать научные достижения в перспективных областях рыбного хозяйства и связанных с ним областях.

Особенно приятно, что в нашей конференции принимают участие не только молодые ученые из различных регионов России, но и представители Республики Казахстан и Украины. Это нашло качественное отражение в разнообразии данных, представленных участниками для публикации в сборнике материалов конференции, и наилучшим образом способствует обмену опытом и расширению наших представлений о рыбохозяйственных исследованиях в самых разных регионах.

Мы искренне рады видеть молодых, амбициозных и талантливых исследователей в стенах нашего института. Желаем Вам интересной работы, конструктивного общения, полезных встреч и дальнейшей плодотворной работы!

Председатель СМУ ФГБНУ «ВНИРО»  
кандидат биологических наук

Илья Иванович Гордеев

## Критические значения водного режима водохранилища Буктырма и его влияние на состояние запасов рыб

*С.М. Ануарбеков, А.М. Касымханов, И.В. Притыкин*

Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Усть-Каменогорск, Казахстан  
E-mail: aibek\_vko01@mail.ru

**Ключевые слова:** гидрологический режим, критические значения водности, ихтиофауна.  
**Аннотация:** Приведены данные по динамике уровня воды водохранилища Буктырма. Определено влияние водообеспеченности водоемов на рыбные запасы и промысел в водохранилище Буктырма и озере Жайсан.

Водоохранилище Буктырма (название утверждено Приказом Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан №18-4/120 «Об утверждении перечня рыбохозяйственных водоемов и (или) участков международного и республиканского значения» от 20.02.2015 г.) образовано в результате перекрытия реки Ертис (1960 г.) в месте сужения горной долины, в 12 км ниже впадения реки Буктырма. Параметры водохранилища Буктырма в настоящий момент следующие: площадь водного зеркала – 1660 км<sup>2</sup>, объем – 26,099 км<sup>3</sup>, протяженность по спрямленному фарватеру – 240 км, максимальная глубина – 70 м. Водоохранилище вытянуто в широтном направлении между 83° и 84° в.д. и 40°50' - 49°40' с.ш. и пересекает три климатические зоны: лесостепную, степную и пустынно-степную. Климат этих зон резко континентальный. По морфометрическим и гидрологическим характеристикам водоем разграничивается на три части: озерно-речную, горно-долинную, горную.

Уровенный режим одинаков для речной части водохранилища Буктырма и озера Жайсан. По гидрологическим характеристикам оз. Жайсан является составной частью водохранилища Буктырма, поэтому целесообразно рассматривать уровенный режим в целом для всего водохранилища. Колебание уровня воды в водохранилище зависит от объема воды выпадающих рек, испарения, и объема сработки водохранилища.

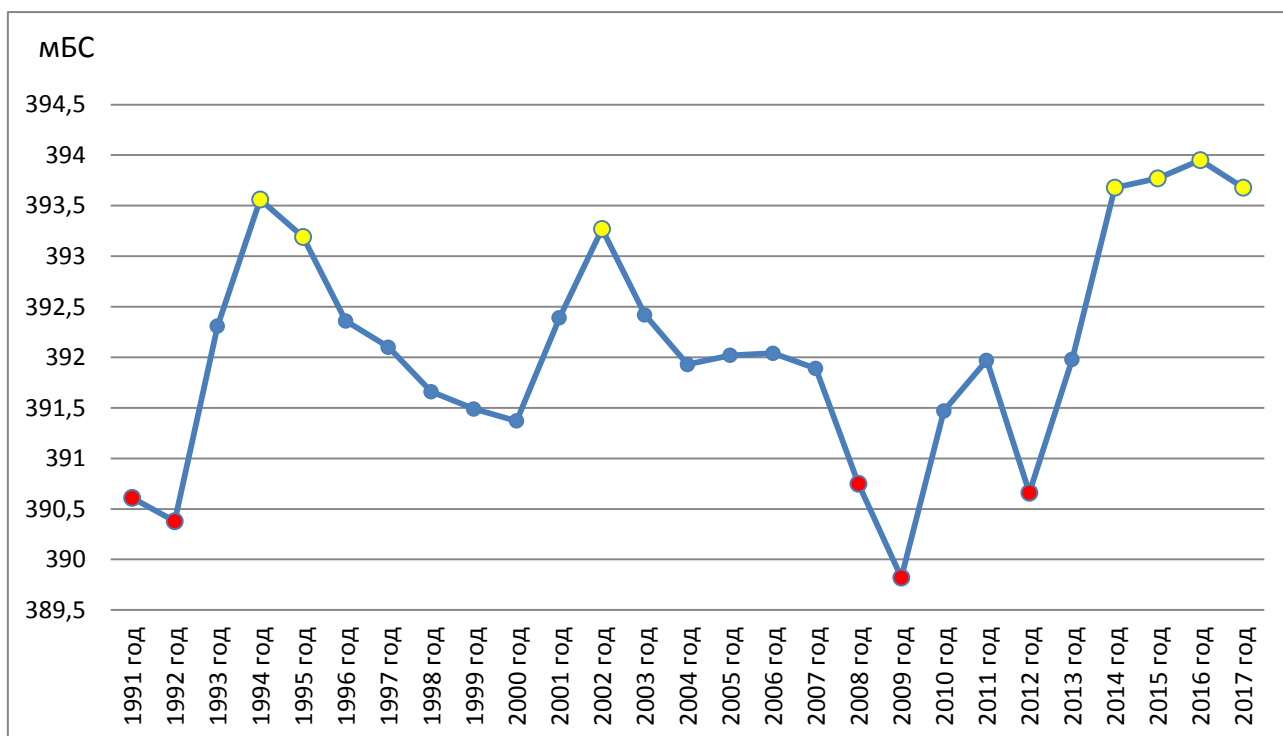
Основными источниками питания водохранилища являются поверхностные стоки, подземные источники и атмосферные осадки. Объем воды, поступающий в водохранилище Буктырма в виде осадков, невелик и составляет примерно 4-5 % от общей объема приходной части баланса.

Приток воды со стороны реки Кара Ертис составляет примерно пятую часть от общего притока. Большой вклад в наполняемость водохранилища вносят такие крупные реки как Буктырма, Курчум, Нарым, Буконь и Кокпекты.

Придаточная система водохранилища Буктырма представлена полноводными правыми притоками (реки Буктырма, Нарым, Курчум) и менее полноводными левыми притоками (реки Кайынды, Каракол, Буконь). Правые притоки водохранилища имеют горный характер и способствует поддержанию гидрологического уровня водохранилища, а наибольшее значение для воспроизводства рыб имеют левые притоки.

Амплитуда колебания уровня воды в водохранилище Буктырма и озере Жайсан в многоводный, средний по водности и маловодный годы составляет 5 метров.

Маловодные периоды наблюдались в 1991, 1992, 2008-2009, 2012 годах, а многоводные периоды отмечались в 1994, 1995, 2002, 2014-2017 гг. (рис.). 2016 год можно охарактеризовать как самый многоводный. В 2017 году средняя отметка гидрологического уровня составила 393,68 мБС.



**Рис.** Динамика среднегодового уровня воды водохранилища Буктырма в период с 1991 по 2017 гг.

Из маловодных наиболее критичным оказался 2009 год, когда в апреле в водохранилище Буктырма отмечался минимальный уровень, равный 388,83 мБС, при этом площадь речной части водохранилища составила 20,32 км<sup>2</sup>, озерной части – 5,66 км<sup>2</sup>, а общий объем – 30,27 км<sup>3</sup>. Гидрологический режим водохранилища Буктырма (включая озеро Жайсан) в 2008 и 2012 гг. имел схожий характер – снижение водности в течение года на 1,1-1,48 мБС (в 2012 и 2008 гг., соответственно) и непродолжительная низкая паводковая волна или ее практическое отсутствие.

Годы 2007, 2010-2011 и 2013 год являлись средневодными. Среднегодовые значения уровня водохранилища варьировали незначительно от 391,47 мБС в 2010 году до 391,98 мБС в 2013 году, общая площадь водохранилища составила при этом 4657 км<sup>2</sup>, объем 39,54 км<sup>3</sup>, что на 725 км<sup>2</sup> и 9,27 км<sup>3</sup> больше по сравнению с 2009 годом. Последние четыре года (2014-2017) характеризуются как многоводные.

Накопленный в течении 2013 г. объем воды, соблюдение мер по его экономному использованию, постепенное таяние снегозапасов без четко выраженного паводка в бассейне водохранилища Буктырма обусловило плавное поднятие уровня водохранилища в весенний-летний период 2014 г. Средняя отметка уровня водохранилища (включая озеро Жайсан) в 2014 г. составила 393,69 мБС, что привело к увеличению общей площади водохранилища (по сравнению с маловодным 2009 г.) в 1,3 раза.

Схожая картина наблюдалась в 2015 г. – подъем уровня водохранилища начался с середины третьей декады марта и продолжался до начала второй декады июля. При максимальном уровне площадь водохранилища Буктырма и озера Жайсан составила 5169 км<sup>2</sup> и 3509 км<sup>2</sup>, а общий объем 48,049 км<sup>3</sup> и 17,65 км<sup>3</sup>, соответственно.

В 2016 г. подъем уровня водохранилища начался во второй декаде апреля и к концу мая достиг максимального значения – 394,16 мБС. В первой декаде июня 2016 года снижался среднесуточный сброс воды и наблюдалось ежедневное увеличение уровня воды с 394,18 мБС до 394,50 мБС. Нестандартная гидрологическая обстановка наблюдалась в июне-июле 2016 г., которая сложилась в результате поступления



значительного объема воды с территории Китайской Народной Республики (КНР) через реку Кара Ерчис. За этот период уровень воды поднялся с 394,56 до 394,80 мБС. В результате на водном объекте возник искусственный паводок, который длился до конца первой декады июля. После проведения аварийных сбросов Бухтарминской ГЭС и Усть-Каменогорской ГЭС, а также снижения объемов воды, поступающей из реки Кара Ерчис, началось постепенное снижение уровня воды. К концу третьей декады июля на озере Жайсан установился стабильный гидрологический режим, характерный для многоводного года.

В 2017 году подъем уровня воды в водохранилище произошел в первой половине апреля, а с сентября началась сработка водохранилища, продолжившаяся до начала апреля. За это время уровень в водохранилище понизился в среднем на 0,4-0,65 м. Среднегодовой уровень воды в 2017 году составил 393,68 мБС, что благоприятно отразилось на эффективности воспроизводства рыб весной 2017 г.

Водный режим оз. Жайсан и водохранилище Буктырма в период 2013-2017 гг. не имел критических значений и был благоприятен для воспроизводства рыбных запасов. Стратегия управления рыбными запасами в разные по водности годы, была представлена в работе Куликова (2013). Автор отразил влияние колебания водности водохранилища Буктырма на уловы рыбы, особенно в маловодные периоды, а также меры по регулированию рыболовства. Также, Куликов (2013) указал на то, что наиболее критичные значения водного режима формируются в маловодные периоды и предложил резко уменьшить лимиты (квоты) на выловы и ужесточить контроль за соблюдением охрannого режима. Также автор предложил в маловодные периоды усилить работу по спасению молоди из «отшнурованных» водоемов и ввести отдельные нормы улова на единицу промыслового усилия на каждом водоеме для мало-, средне- и многоводных лет. Это позволит несколько уменьшить пресс промысла на рыбные запасы в маловодные годы и поддерживать их на определенном уровне, достаточном для воспроизводства и последующего увеличения численности в более полноводный период.

Гидрологический режим водоемов в разные по водности годы (маловодный, средневодный, многоводный) оказывает решающее влияние на величину промыслового запаса и качественный состав ихтиоценозов.

В маловодные годы от нехватки воды страдают не только энергетика и сельское хозяйство, но и рыбное хозяйство. Резко, в 2–3 раза, уменьшается эффективность естественного воспроизводства рыбных запасов и урожайность молоди промысловых рыб. В то же время, вследствие неэффективного управления эксплуатацией рыбных запасов и их неэффективной охраны, в маловодные годы происходит резкий неконтролируемый рост добычи рыбы. Это происходит из-за увеличения концентрации рыбы на уменьшившейся площади и увеличения улова на единицу промыслового усилия.

Размах колебаний уровня воды в водохранилище Буктырма и оз. Жайсан в многоводные, средние по водности и маловодные годы составляет 5 м. Зависимость уровня водообеспеченности и рыбных уловов наглядно представлена в таблице.

**Таблица.** Уровень водообеспеченности водохранилища Буктырма, оз. Жайсан и величина уловов

Период	Годы	Уровень, мБС	Улов рыбы, тыс. т
Многоводный	1994, 1995, 2002, 2014-2017	393 и более	6
Средневодный	1993, 1996–2001, 2003–2007, 2010, 2011, 2013	391-393	7
Маловодный	1991, 1992, 2008, 2009, 2012	Менее 391	7,6

Следует отметить, что после 1991 г., вследствие резко выросших объемов неучтенного промысла и недостаточных мер по соблюдению лимитов вылова, в маловодные годы, когда в результате концентрации рыбы на уменьшившейся площади улов на усилии возрастает, возрастает и общий улов рыбы. Коэффициент корреляции между уровнем воды в водохранилище и величиной уловов рыбы с 1991 по 2014 г. со сдвигом в 5 лет (период вступления поколений промысловых рыб в промысел) составляет +0,52 (низкая достоверность). Наиболее тесная коррелятивная связь при использовании 25 пар значений: объем водохранилища в 1967–1991 гг. и уловы в 1970–1994 гг. (т.е. в период, когда данным промысловой статистики можно было доверять) обнаружена между объемом воды и уловами рыбы спустя 3 года (+0,74). Данная связь достоверна на уровне вероятности 0,99. При отметке уровня воды в 391 мБС происходит отчленение обширного залива Торангы водохранилища Буктырма, а в дельте р. Кара Ертис, впадающей в оз. Жайсан, остаются минимальные нерестовые площади для рыб. При отметке в 390 мБС нерестовых площадей совсем не остается, и именно поэтому ранее в нормативах к Правилам рыболовства Республики Казахстан (в настоящее время «Ограничения и запреты») при данной отметке переносилась граница запретной зоны на востоке оз. Жайсан (Асылбекова и др., 2017). Анализ вышеприведенных данных позволяет установить критическую отметку уровня воды для оз. Жайсан и водохранилища Буктырма в 391 мБС.

При достижении критических значений водности (критическая отметка 391 мБС), уменьшается площадь запретных для рыболовства зон (участков нерестовой литорали), что способствует частичному нересту производителей рыб на акватории рыбопромысловых участков. Происходит увеличение отшнуровывающихся участков акватории водохранилища Буктырма, и, соответственно, гибель молоди рыб вследствие уменьшения нагульных площадей в нерестовый период. Существует необходимость уменьшения пресса промысла на рыбные запасы в маловодные годы и поддержка их на определенном уровне, достаточном для воспроизводства и последующего увеличения, в более полноводный период.

#### Список литературы

Куликов Е.В. 2013. Вопросы адаптации управления рыбным хозяйством к снижению водности Иртышского бассейна. Рыбоводство и рыбное хозяйство 11, 13-18.

Асылбекова С.Ж., Куликов Е.В., Исбеков К.Б. 2017. Критические значения водности для запасов рыб в водоемах Казахстана. Вестник АГТУ, серия Рыбное хозяйство 1, 9-18.

## Морфология женских половых клеток камбалы-ершоватки *Limanda limanda* (L., 1758)

К.И. Баранова<sup>1</sup>, К.А. Жукова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Биологический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: [ksushab204@gmail.com](mailto:ksushab204@gmail.com)

**Ключевые слова:** камбала-ершоватка *Limanda limanda*, лиманда, Белое море, гистология, яичники.

**Аннотация:** Впервые описана морфология и размеры половых клеток и структур лиманды Белого моря. Морфологические особенности половых клеток на разных фазах развития были сходными с таковыми у лиманды Северного моря. Размеры ооцитов исследованных камбал-ершоваток соответствовали размерам, оцененным ранее на свежем материале.

Камбала-ершоватка (лиманда) - малоизученный вид, широко распространенный в морях северо-восточной части Атлантического океана, является представителем семейства Pleuronectidae, включающего в себя 62 вида (Eschmeyer et al., 2018). Разные аспекты биологии лиманды были изучены в ряде публикаций (Андрияшев, 1954; Нтун-Нап, 1978; Vels et al., 1996; Семушин и др., 2015; Фукс, Семушин, 2017). Лиманда ведет придонный образ жизни, в основном предпочитает песчаный грунт, обитает на глубине до 150 метров. Питается ракообразными, червями, моллюсками и мелкими рыбами. Нерест длится в разных районах с января по август (FAO, 2018). Размножение у беломорской камбалы-ершоватки протекает с июня по июль, достигая своего пика к концу июня. Икрометание осуществляется порциями. Икра лиманды пелагическая, содержит небольшое количество каротиноидов и имеет слабый желтоватый оттенок (Соин, 1964; Микулин, 1981). Информация о размерах и внешней морфологии половых клеток приведена в работе С.Г. Соина (1964). Гистологических исследований гонад лиманды Белого моря ранее не проводилось. Целью данной работы являлось описание морфологии женских половых клеток, анализ диаметров и размеров их структур.

**Материалы и методика.** Материал был собран в июле 2017 года и в июне 2018 года в Кандалашском заливе Белого моря в районе Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. Гонады 14 самок зафиксированы раствором Чемберлена и жидкостью Буэна. Гистологические исследования проводили согласно стандартным методикам (Роскин, 1951), модифицированным во ВНИРО (Микодина и др., 2009). Окраску осуществляли квасцовым гематоксилином по Эрлиху с докраской эозином (Ромейс, 1954). Изучение и фотосъемку срезов проводили на световом микроскопе OLYMPUS BX45 с автоматической фотокамерой OLYMPUS DP25 с помощью программы DC Viewer. Диаметры половых клеток и их структур измеряли по фотографиям гистологических препаратов с использованием программы ImageJ. Для описания половых клеток и их структур использовали терминологию Д.А. Чмилевского (2003). Ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦ) измеряли по формуле:  $ЯЦ = \frac{D_{я}}{D_{о}} * 100$ , где  $D_{я}$  – диаметр ядра половых клеток, а  $D_{о}$  – диаметр половых клеток.

**Результаты.** Оогонии имели сферическую форму и гиалиновую цитоплазму (рис. А). Размеры оогониев варьировали от 10 до 13  $\mu\text{m}$ . Внутри располагалось крупное ядро размером 7-8  $\mu\text{m}$  с крупным округлым ядрышком в центре. Ядерно-цитоплазматическое отношение было высоким (61,54-80%).



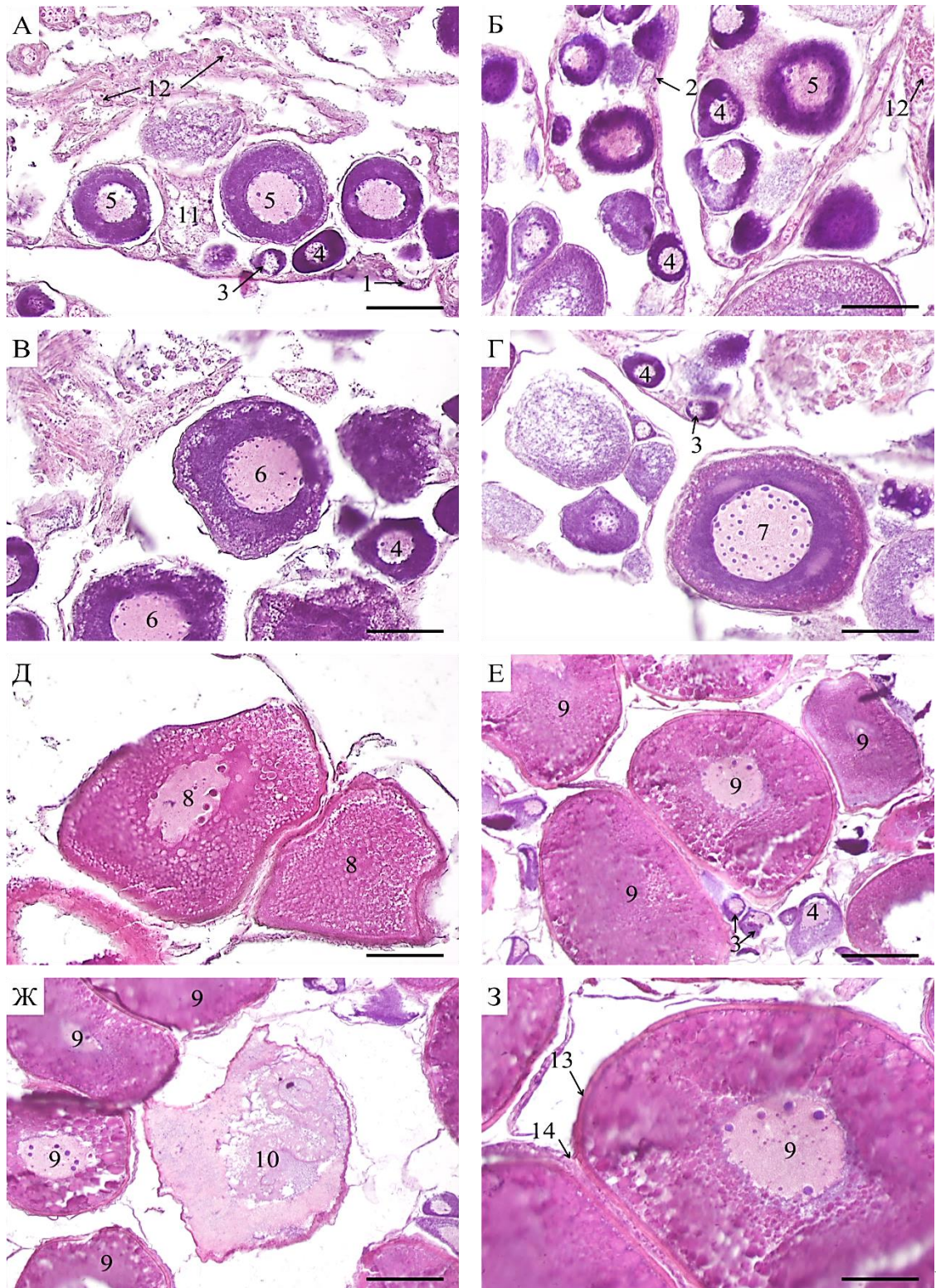


Рис.

Яичники камбалы-ершоватки *Limanda limanda*: А, Б – стадия зрелости VI-II, В, Г, Д – стадия зрелости III, Е, Ж, 3 – стадия зрелости IV-V. 1 – оогонии, 2 – ооциты ранней профазы мейоза, 3 – ранней, 4 - средней, 5 – поздней фаз превителлогенеза, 6 – вакуолизации цитоплазмы, 7 – начала вителлогенеза, 8 – интенсивного вителлогенеза, 9 – завершающего рост ооцита, 10 – гидратированный ооцит, 11 – постовуляторный фолликул, 12 – кровеносный сосуд, 13 – zona radiata, 14 – фолликулярная оболочка

(масштаб: 50  $\mu\text{m}$  (А-Д, З), 100  $\mu\text{m}$  (Е), 200  $\mu\text{m}$  (Ж))

Ооциты ранней профазы мейоза проходят через стадии лептотены, зиготены, пахитены и ранней диплотены, когда хроматин конденсируется и представляется тонкими нитями. По сравнению с оогониями эти клетки были увеличены в размерах, их диаметр в среднем составлял 17,5  $\mu\text{m}$ . Цитоплазма была гомогенной и гиалиновой. Размеры ядра варьировали от 12 до 13  $\mu\text{m}$ , ядерно-цитоплазматическое отношение составляло 70,58-72,22% (рис. Б).

Ооциты ранней фазы превителлогенеза имели размеры 45-49  $\mu\text{m}$  и базофильную цитоплазму. В кариоплазме ядрышки располагались пристеночно. Около ядра присутствовало слабо различимое желточное ядро. Диаметр ядер составлял  $\sim$  26  $\mu\text{m}$ , ЯЦ  $\sim$  55,42% (рис. А, Г).

Ооциты средней фазы превителлогенеза также имели базофильную окраску цитоплазмы, но диаметр клеток увеличился до  $\sim$  52  $\mu\text{m}$ . Размеры ядер варьировали от 15 до 26  $\mu\text{m}$ . Ядерно-цитоплазматическое отношение уменьшилось по сравнению с предыдущими стадиями и составило в среднем 49,28%. Желточное ядро было неровной формы и полностью окружало ядра ооцитов (рис. Б, Г).

Размеры ооцитов поздней фазы превителлогенеза увеличились до 74-96  $\mu\text{m}$ . Окраска цитоплазмы была менее базофильной, по сравнению с ооцитами ранней и средней фаз превителлогенеза. Диаметр ядер в среднем составил  $\sim$  50,6  $\mu\text{m}$ . ЯЦ варьировал от 39,8 до 61,11%. Желточное ядро имело более крупные размеры (рис. А, Б).

Ооциты фазы вакуолизации цитоплазмы имели размеры около 225  $\mu\text{m}$ . На периферии половых клеток отмечены мелкие округлые кортикальные альвеолы. Диаметр ядер составил в среднем  $\sim$  118  $\mu\text{m}$ . ЯЦ составил  $\sim$  52,52% (рис. В).

Цитоплазма ооцитов фазы начала вителлогенеза была базофильной. В периферической области половых клеток отмечены кортикальные альвеолы, между которыми находились мелкие эозинофильные гранулы желтка округлой формы. Диаметр половых клеток составил в среднем  $\sim$  263  $\mu\text{m}$ . Размеры ядер в среднем были равны 91  $\mu\text{m}$ , ЯЦ составило  $\sim$  34,6% (рис. Г).

Ооциты фазы интенсивного вителлогенеза были крупнее: в среднем 350,5  $\mu\text{m}$ . Большую часть половых клеток занимали желточные глобулы. Вокруг ядер частично оставалась свободная цитоплазма, имеющая базофильную окраску. Диаметр ядер в среднем был равен 108,5  $\mu\text{m}$ , ЯЦ  $\sim$  31,20%. Ядра были сферической формы и имели лопасти. *Zona radiata* была хорошо выражена, в ней отмечена поперечная полосатость (рис. Д).

Завершающий рост ооциты были полностью заполнены желтком, отдельные желточные глобулы начали сливаться, размер последних варьировал от 6 до 25  $\mu\text{m}$ . Окраска имела эозинофильный характер. Диаметр дефинитивных ооцитов в среднем составлял 557,75  $\mu\text{m}$ , диаметр ядер не превышал 182  $\mu\text{m}$ . ЯЦ уменьшилось до 30,31%. Ядрышки были разных размеров и имели пристеночное положение в кариоплазме: размер крупных составил 13-16  $\mu\text{m}$ , а маленьких – 4-7  $\mu\text{m}$ . Толщина *zona radiata* была в среднем 9,75  $\mu\text{m}$  (рис. Е-З).

Гидратированные ооциты увеличились более чем в два раза, по сравнению с завершающими рост ооцитами, их диаметр в среднем составил 1268,5  $\mu\text{m}$ . Желток был гомогенным. Толщина *zona radiata* была меньше, по сравнению с вителлогенными ооцитами (рис. Ж).

**Обсуждение.** Как и у всех костистых рыб, в оогенезе камбалы-ершоватки ооциты проходят четыре периода: размножения оогоний, превителлогенеза, вителлогенеза и созревания (Макеева, 1992). В период превителлогенеза размеры половых клеток и их ядер увеличиваются в 2 раза, при этом ядерно-цитоплазматическое соотношение снижается на 5%. В ходе вителлогенеза, когда в ооциты поступает экзогенный желток,

размер ооцитов увеличивается примерно в 5 раз, размер ядер в 4 раза, ЯЦ же снижается с 50 до 30%.

Размеры половых клеток всех периодов созревания соответствовали таковым у беломорской камбалы-ершоватки, по данным С.Г. Соина (1964), полученным на свежем материале. Ооциты лиманды, как и у других рыб пелагофильной группы, к моменту завершения вителлогенеза не достигают максимальных размеров, как у рыб с донной икрой. Максимальных размеров достигают ооциты в период гидратации, вследствие оводнением яйца полостной жидкостью материнского организма (Соин, 1964).

Размеры ооцитов и толщины их *zona radiata* различались у камбал-ершоваток, обитающих в разных морях. По сравнению с лимандой, обитающей в Северном море (Htun-Nan, 1978) размеры оогониев лиманды Белого моря в 3 раза меньше, а диаметры гидратированных ооцитов в 3 раза больше. При этом морфологические особенности половых клеток на разных фазах развития были сходными. Размеры гидратированных ооцитов у лиманды Балтийского моря были на 27% меньше, а Норвежского моря – на 40% (Lønning, Solemdal, 1972).

Средняя толщина *zona radiata* лиманды сопоставима с таковой у другого представителя семейства Pleuronectidae с пелагической икрой морской камбалы *Pleuronectes platessa* и в 4 раза больше, чем у камбалы-ерша *Hippoglossoides platessoides*, звездчатой *Platichthys stellatus*, речной *Platichthys flesus* камбал и лиманды Северной Атлантики. У двухлинейной камбалы *Lepidopsetta bilineata*, имеющей демерсальную икру, ширина *zona radiata* выше примерно в 5 раз при более мелких размерах ооцитов (Lønning, 1972; Stehr, Hawkes, 1979).

Различия в толщине *zona radiata* у особей одного вида, обитающих в разных районах, известно не только для лиманды, но и для морской и речной камбал. Такое расхождение связывают с различиями в солености, температуре и плотности морской среды – факторами, определяющими плавучесть икры (Lønning, 1972).

С. Ленинг и П. Солемдал (Lønning, Solemdal, 1972) предположили, что размер зрелых яиц и толщина их оболочки связана с соленостью у речной камбалы и ершоватки из Норвежского (35 ‰) и Балтийского морей (22‰). Чем ниже соленость, тем крупнее яйца и тоньше *zona radiata*. Полученные нами данные противоречат их предположениям: в Бассейне Белого моря соленость не превышает 28‰ (Добровольский, Залогин, 1982), при этом диаметр зрелых яиц превышает 1 мм, а средняя толщина *zona radiata* является самой высокой 9,75 μm. Таким образом, соленость не является единственным фактором, влияющим на размеры икринок и толщину их оболочек.

**Благодарности.** Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам кафедры ихтиологии биологического факультета МГУ им. Ломоносова д.б.н. А.Н. Строганову, к.б.н. А.М. Шадрину, к.б.н. А.В. Семенову и к.б.н. Ф.С. Лобыреву за помощь в сборе материала.

### Список литературы

- Андрияшев А.П. 1954. Рыбы северных морей СССР. М.: Изд-во Академии наук СССР, 566 с.
- Добровольский А.Д., Залогин Б.С. 1982. Моря СССР. М.: изд-во МГУ. 192 с.
- Макеева А.П. 1992. Эмбриология рыб. М.: Изд-во МГУ, 216 с.
- Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В., Полуэктова О.Г. 2009. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО, 111 с.
- Микулин А.Е. 1981. Спектральные характеристики икринок некоторых видов рыб. Вопросы ихтиологии 21(4), 737-741.
- Ромейс Б. 1953. Микроскопическая техника М.: Иностранная литература, 718 с.
- Роскин Г.И. 1951. Микроскопическая техника. М.: Советская наука, 447 с.



Семушин А.В., Фукс Г.В., Шилова Н.А. 2015. Камбаловые Белого моря: современные данные о биологии полярной камбалы *Liopsetta glasialis*, речной камбалы *Platichthys flesus* и ершоватки *Limanda limanda*. Вопросы ихтиологии 55(4), 413-425.

Соин С.Г. 1964. Размножение и развитие ершоватки *Limanda limanda* (L) Белого моря. Вопросы ихтиологии 3(32), 495-511.

Фукс Г.В., Семушин А.В. 2017. Максимальный возраст полярной камбалы *Liopsetta glasialis*, речной камбалы *Platichthys flesus* и ершоватки *Limanda limanda* в прибрежных водах северного рыбохозяйственного бассейна. Научный журнал «Известия КГТУ» 46, 1-13.

Чмилевский Д.А. 2003. К вопросу о периодизации оогенеза костистых рыб (обзор). Вопросы ихтиологии 43(3), 375-387.

Bels V.L., Davenport J. 1996. A comparison of food capture and ingestion in juveniles of two flatfish species, *Pleuronectes platessa* and *Limanda limanda* (Teleostei: Pleuronectiformes). Journal of Fish Biology, 49 (3), 390-400.

Eschmeyer, W.N., Fricke R., van der Laan R. (eds). 2018. Catalog of fishes: genera, species, references. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).

FAO. 2018. <http://www.fao.org/fishery/species/3361/en>. 22.08.2018

Htun-Han M. 1978 The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: Seasonal changes in the ovary. Journal of Fish Biology. 13, 351-369.

Lønning S. 1972. Comparative electron microscopic studies of teleostean eggs with special reference to the chorion. Sarsia 49(1), 41-48.

Lønning S., Solemdal P. 1972. The relation between thickness of chorion and specific gravity of eggs from Norwegian and Baltic flatfish populations. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders. 16, 77-88.

Stehr C.M., Hawkes J.W. 1979. The Comparative Ultrastructure of the Egg Membrane and Associated Pore Structures in the Starry Flounder, *Platichthys stellatus* (Pallas), and Pink Salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum). Cell Tissue Research 202, 347-356.

## Научные коммуникации, как средство продвижения научной работы

*А.Б. Бобылев*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва)  
E-mail: [bobylev@vniro.ru](mailto:bobylev@vniro.ru)

**Ключевые слова:** PR, продвижение науки, научные коммуникации, event-маркетинг, выступление, презентация.

**Аннотация:** Необходимость продвижения науки обусловлена потребностью общества иметь объективную информацию, а государственных органов - контролировать расходы и формировать перспективные планы развития страны. Эффективным способом продвижения работы ученого являются научные коммуникации: печать в реферируемых журналах, выступления на конференциях, презентации, интервью для СМИ, активность в социальных сетях. Концепция event-маркетинга дает возможность его использования как реального инструмента для построения стратегии продвижения научной работы и науки в целом.

### 1. Необходимость продвижения науки

Зачем вообще заниматься продвижением науки?

Перед российской наукой сегодня стоит ряд задач, которые решаются именно продвижением, в том числе методами PR (Public Relation - связи с общественностью). Общественность хочет лучше разбираться в работе научных учреждений, которые, как правило, финансируются из средств государственного бюджета, т.е. существуют на деньги налогоплательщиков, а им важно знать, на что тратятся их деньги.

Кроме того, вам надо понимать, что государство думает об объекте вашего научного интереса, потому что это напрямую отразится на ваших перспективах. Есть приоритеты финансирования, это учитывают и заказчики, и инвесторы. Каждый из них обратит внимание на то, какое место вы занимаете в публичном пространстве.

Общество регулярно сталкивается с задачами, решить которые может только наука и оно должно быть информировано об ее возможностях и перспективах. Например: предотвращение астероидной опасности, решение экологических проблем.

Есть вопросы развития самой науки - например, по привлечению талантливых школьников в науку, а студентов - непосредственно в лаборатории НИИ. Государству нужны новые молодые кадры, специалисты в различных областях. Если молодёжь не оценит научную сферу как интересную и перспективную, работать с технологиями будущего будет некому.

Отсутствие коммуникаций увеличивает риски для общества, поскольку наука - это не только возможности, но еще и опасности (риски от исследований, экспериментов и т.д.). Например: использование ядерной энергии в мирных и военных целях.

Поэтому общество заинтересовано в расширении своих представлений о науке. И подавать это нужно так же, как подаются другие сферы деятельности - современно, познавательно и увлекательно.

Все, что повышает внутреннюю свободу ученого, заметность его исследований - все это нужно, в первую очередь, ему самому. Поэтому коммуникации как способ для научных центров нарастить свой репутационный и социальный капитал - это хоть и неосновная, но абсолютная необходимость.

Мировой научный пиар, как и весь пиар, стоит на службе у политической элиты - политики используют дискурс о глобальном потеплении, альтернативных источниках



энергии и пилотируемой космонавтике в целях завоевания голосов на выборах. В России, как правило, популяризацией науки занимаются ради патриотической духоподъемности и привлечения молодежи.

Наука - большая и важная часть общественной жизни, и ученые должны быть полноценными участниками публичных коммуникаций, которые, однако, имеют «региональные» особенности.

Существует «западная», европейская философия научных коммуникаций - философия публичной отчетности: наука живет на деньги налогоплательщиков, значит, они ее стейкхолдеры, которым необходимо рассказать, на что тратятся их деньги, иначе можно их больше не получить.

Есть другая философия научных коммуникаций - «восточная». В Китае научные коммуникации - это государственный заказ. Конкретные цифры бюджета населению знать не обязательно, а вот о достижениях китайской космонавтики и почему престижно работать в сфере космоса – знать полезно, поэтому надо это популяризировать.

Что именно популяризировать, определяют не научные институты, а государственная политика, для этого в 2002 году в Китае приняли закон «О популяризации науки и техники».

## **2. Event-маркетинг как основа научной коммуникации**

В научной среде не принято ставить рядом такие понятия как «наука», «пиар» или «маркетинг».

Как, в таком случае, продвигать науку?

Наука, как и образование, медицина, инновации относится, к сложным сферам коммуникации, т.к. научные знания и результаты научных изысканий сами по себе очень сложны для понимания среднестатистического, далекого от науки человека.

Продвижение науки в массы возможно через ценности людей - таких как безопасность, здоровье, развитие, и даже любопытство. Ведь наука в конечном итоге направлена на решение важных для общества задач.

Научные коммуникации направлены на следующие основные целевые аудитории:

1. Средства массовой информации, которые являются одновременно и аудиторией и каналом коммуникации с самой широкой аудиторией - налогоплательщиками;
2. Органы государственной власти;
3. Представители промышленности (те, кто будет использовать научные открытия);
4. Свежие «мозги» (молодые ученые, студенты, школьники).

Для современного общества характерны динамичные темпы развития. На потребителей обрушиваются массивные потоки информационного шума, который маскирует действительно полезную информацию. Поэтому все чаще и бизнес, и некоммерческие организации прибегают к Event-маркетингу (событийный маркетинг), главная цель которого - результативное продвижение путём систематической организации мероприятий, способных создать тесную эмоциональную связь между организацией и обществом или отдельными его представителями.

Event в научной организации состоит из следующих мероприятий, которые необходимо последовательно организовывать:

1. Предварительная информация о том, что будет организовано мероприятие, анонсы и пресс-релизы;
2. Собственно проведение Event - презентации, конференции, выставки, акции и проч.;
3. Запуск постинформационной волны, с использованием отчетов и публикаций в СМИ.

Какие основные преимущества Event-маркетинга для научной организации?

1. Обеспечение широкого охвата целевой аудитории, т.е. общественный резонанс;

2. Увеличение репутационного капитала организации, а также узнаваемости бренда;
3. Привлечение внимания новых партнеров и государственных структур;
4. Долгосрочный эффект благодаря последующим публикациям в СМИ.

Поддержание лояльности представляет собой надежный способ, с помощью которого формируется имидж организации. По этой причине не следует забывать о награждениях, подведении итогов и других мерах стимулирования. Если проанализировать два мероприятия 2018 года: «Школу молодых ученых» и конкурс «Лучший рыбный продукт», то можно увидеть все эти события.

Проведение Event-мероприятий имеет ряд других важных особенностей:

- способствует налаживанию внутрикорпоративных связей, донесению ценностей организации, созданию условий для уважительного и комфортного общения не только с партнерами, но и с коллективом. Публичное признание заслуг сотрудников в рамках мероприятия является эффективной нематериальной мотивацией;

- представляет собой неотъемлемую часть коммуникаций организации, что позволяет за достаточно короткий промежуток времени внести качественные изменения в ее корпоративную культуру;

- используется в качестве информационного повода, способствующего налаживанию прямого контакта с обществом и потенциальными партнерами. Благодаря обучающему или развлекательному формату можно достичь высокой восприимчивости и лояльности целевой аудитории.

### **3. Форматы научной коммуникации**

Научные коммуникации существуют в разных форматах. Первый формат - научные статьи в реферируемых журналах, целевая аудитория которых - ученые. Важно понимать, что если вы написали такую статью, то вас прочтет максимум 100 человек, да и то, если вы написали действительно что-то интересное. Бывают еще доклады и постеры - способ коммуникации лицом к лицу для ученых, выходящий за рамки своего научного комьюнити. Отличительное свойство постеров и, особенно, пленарных заседаний заключается в том, что там много «случайных» людей, обладающих большим потенциалом: финансовым, организационным, властным. Поэтому, если вы хотите донести свою идею до нужных людей, выступайте на пленарных сессиях хороших конференций. Поступая таким образом, вы неизбежно попадаете в программы, сборники тезисов и статей, отчеты, а также новости и репортажи СМИ, которые имеют свои особенности:

«Содержательная научная новость» - это про содержание науки: атомы, организмы, планеты, органы и т. д. Здесь излагаются научные сведения в той или иной степени достоверности в достаточном для понимания объеме.

«Институциональная научная новость» - это про гранты, конференции, реформы, юбилеи, проекты, семинары и т. д. Максимум, на что здесь можно рассчитывать - ваша фамилия и тема доклада с парой абзацев по существу.

По данным исследования публикаций российских СМИ за 2013-2014 гг., только 6% публикаций СМИ о науке посвящены научным результатам, остальные - институциональным новостям (реформа РАН, вопросы финансирования, политические и организационные вопросы). Такое соотношение публикаций создает вполне очевидное представление в обществе, что в России реальной науки нет.

### **4. Из каждой сильной стороны необходимо делать бренд**

Наука, чтобы развиваться, нуждается в финансировании – регулярных и достаточных инвестициях. Ее финансовый капитал возникает в результате накопления других видов капитала, - репутационного и социального, которые важны для принятия государством или инвесторами решений о финансировании науки.

Крайне сложно достичь «с нуля» цели по наращиванию репутационного капитала. Прежде всего, задача разбивается на подзадачи: приглашение в НИИ ученых и специалистов высокого уровня, заключение альянсов, взаимодействие с промышленностью и др.

Если научный институт пока не имеет выдающихся результатов, но уже сформировал определенное видение и наметил вектор развития, можно сформировать так называемый «образ цели», тогда у вас будет 3-5 лет, в которые ожидания можно поддерживать разного рода аргументами, и они не обесценятся. «Образ цели» должен быть ярким, его масштаб, амбиции, ресурсы, брошенные на его достижение - все это должно быть зафиксировано в миссии и видении. При этом под ресурсами понимаются не столько деньги, сколько авторитет и репутация.

На репутацию влияет утверждение, что организация в будущем будет лидировать в определенной области, подтвержденное кем-то авторитетным, кто возлагает надежды на институт и доверяет ему свою репутацию.

Под социальным капиталом понимается капитал доверия, степень готовности людей действовать кооперативно из-за принадлежности к группе, разделяющей общие цели и интересы. Это может быть и рабочая группа какого-либо проекта, и коллектив лаборатории, и институт в целом.

## **5. PR научных знаний - одна из сторон научной деятельности**

Продвижение идеи - необходимый этап в развитии науки, а сильная наука - это всегда в интересах общества. PR научных знаний нужен не только ради лучшего будущего, но и для роста исследовательской и научной репутации.

Основных барьеров для продвижения науки - два: проблема объективного понимания обществом сути научных результатов и нехватка времени и желания у большинства ученых на прямое общение с аудиториями посредством, например, соцсетей или блогов. Ключ к устранению первого барьера находится в руках журналистов и редакций СМИ. Второй барьер можно исправить лишь популяризацией прямого виртуального общения ученых с аудиториями. С учетом этих двух барьеров, для успешного продвижения научных открытий и новостей в медиа необходимо показать их общественную значимость, причем лучше, если это будут независимые источники.

Единственное подтверждение качественного ученого - публикации. О них иногда забывают журналисты, но на них обращают внимание инвесторы. Публикации в авторитетных научных изданиях представляют собой основной информационный повод в сфере научных коммуникаций. Узнаваемость в СМИ помогает стейкхолдерам найти вас.

Необходимо критично подходить к качеству текстов для СМИ, сопоставлять формат своих материалов с форматом того издания, где вы хотите увидеть их опубликованными, а также оперативно отвечать на запросы, предоставляя содержательные и интересные комментарии экспертов.

В российском общественном поле наука - это почти пустая ниша. Ей необходим содержательный контент, и ее можно активно завоевывать. Но особенность научного пиара в том, что иногда взгляды и мнения общества и ученого слишком разные, часто это просто кардинально разные культуры, и напрямую они могут и вовсе не договориться. Поэтому ваша задача - без усталости находить плодотворный компромисс, завоевывать сторонников и нейтрализовать противников, заниматься челночной дипломатией и убеждать всех, что им нужно то, о чем они даже не догадывались - ваши исследования.

Как правило, можно найти поддержку у руководства института, если новости о вашей организации начнут появляться в крупных информационных агентствах.

## **6. Основы выступления перед аудиторией**

Конечно, замечательно, когда практикующий ученый обладает еще и талантом популяризатора. Но проблема в том, что наука и популяризация науки - это, по сути своей,

разные направления, и совмещать их сложно. Основная преграда для выступления - это язык ученых, которые подвергается профессиональной деформации.

Что нужно, чтобы своим выступлением привлечь интерес людей к науке? То же самое, что нужно, чтобы привлечь интерес людей к чему угодно: говорить о них, т.е. хочешь выгодно продать идею - сделай так, чтобы эта идея стала ответом на важный для человека вопрос.

Успех публичного выступления в значительной степени зависит от умения оратора управлять эмоциями аудитории, её энергетикой.

Управление энергетикой зала состоит из нескольких основных задач, которые составляют цикл, контролируемый оратором в ходе выступления:

Оценка текущего уровня → Подстройка к текущему уровню → Перевод на желаемый уровень

Нельзя начинать выступление на уровне энергетике, слишком сильно отличающемся от текущего состояния аудитории. Чем ближе ваш уровень энергетике к уровню энергетике в зале, тем больше к вам доверия.

Как правило, аудитории не хватает энергетике, поэтому чаще приходится её (энергетику) повышать. Очень быстро повысить энергетику аудитории позволяет провокация, например, неожиданное, весьма спорное высказывание, которое сразу порождает бурную реакцию в аудитории. Но важно сохранять контроль над ситуацией, чтобы аудитория оставалась управляемой. Хорошо работает в сторону повышения энергетике юмор. Конечно, если то, что говорит оратор - действительно смешно, и он умеет шутить.

Смена типа активности - более «мирный» способ изменения энергетике, который больше подходит для длительного выступления. Он позволяет в нужное время как понизить, так и повысить энергетику в зале.

Под типами активности здесь подразумеваются:

- пассивное слушание - одностороннее изложение материала оратором;
- активное слушание - в ходе изложения материала оратором задаются вопросы аудитории (чаще риторические или закрытые) и предлагается реагировать, высказывать своё мнение;
- индивидуальная активность - слушатель может задать вопрос оратору, ответить на его вопросы;
- групповая активность - включает в себя обсуждения и диспуты в мини-группах, «мозговые штурмы» и т.д.

Все описанные приёмы целесообразно использовать в разных комбинациях, чтобы они помогали поддерживать аудиторию в оптимальном для каждого элемента выступления состоянии. При этом важно давать аудитории «отдыхать» между периодами высокой активности, выдерживая общую драматургию выступления.

## **7. Правильная презентация**

Есть шесть принципов, соблюдая которые, можно сделать отличную презентацию.

1. Простота — основной принцип презентации, которому необходимо уделить внимание. Недостаток большинства презентаций - чрезмерное количество контента и неспособность автора ответить на вопрос: «А какова основная мысль этой презентации?»

Это не значит говорить только простыми словами или убирать из презентации сложные схемы, тем более, что зачастую упрощение невозможно. Но в презентации должна быть простая, чётко сформулированная идея, которую нужно донести до аудитории так, чтобы она была услышана и воспринята.

Не стоит описывать в презентации весь свой опыт и, если у вас всего 15 минут, то лучше передать аудитории всего одну идею (в самой критической ситуации - максимум три).

Попробуйте придумать слоган для вашей работы из 3-5 слов и используйте его в выступлении. А, может быть, сделать его названием презентации?

2. Именно неожиданности, встряски обычно не хватает в выступлениях начинающих докладчиков. Последовательный логичный доклад - это худшее, что вы можете сделать для привлечения внимания аудитории. Презентация, как и любое выступление, должно строиться по законам драматургии. Необходимо создание хотя бы минимальной интриги для того, чтобы захватить внимание аудитории.

Риторические вопросы также подойдут, хотя лучше провоцировать публику на активные ответы и голосования. После таких действий аудитория будет слушать с гораздо большим интересом. Если в их головах вопрос остался без ответа, они будут искать его в вашей речи, воспринимая новую информацию.

3. Ни одна презентация не будет ничего стоить, если в ней нет конкретики. Причём это должны быть данные разного рода: факты, цифры, диаграммы, цитаты экспертов и т.д.

Стоит позаботиться о грамотной, креативной визуализации данных, которыми вы располагаете.

4. Презентация однозначно должна вызывать доверие у аудитории. Вот несколько вещей, которые ощутимо повышают уровень доверия к информации:

цифры - приводите статистику, аналитические данные, подтверждайте тезисы числами;

эксперты - приводите высказывания экспертов о предмете презентации, демонстрируйте экспертные заключения;

примеры - обязательно рассказывайте примеры, кейсы, истории успеха;

источники - всегда ссылайтесь на источники информации и выбирайте наиболее достоверные, репутационно чистые и серьёзные, используйте первоисточники;

логотипы известных брендов - если вас упоминали какие-то известные СМИ или вы сотрудничали с какими-то брендами, укажите их логотипы, это повысит доверие к презентации;

демонстрация - лучший способ убеждения аудитории;

детали - включайте в презентацию и выступление мелкие, точные детали.

5. Старайтесь вызвать у аудитории эмоции, воздействуйте на эмоциональный фон. Самая простая эмоция - это, конечно же, смех, который разрядит обстановку и привлечет аудиторию на эмоциональном уровне.

Другая сильная эмоция - тревога. Например: угроза здоровью, экологии или астероидная опасность. Если вам удастся привнести эмоции в презентацию, то это будет переход на следующий уровень взаимодействия с аудиторией.

6. Люди любопытны. Предложите аудитории: «Сделаем паузу, и я расскажу вам одну историю». Это, несомненно, заинтересует всех. Аудитория и развлечется, и лучше усвоит суть вашего сообщения.

Таким образом, если презентация будет содержать одну-две важных мысли, элементы неожиданности, конкретные факты и аудитория будет доверять вашим словам, - цель достигнута.

### Литература

«Формула научного PR. Практики, кейсы и советы», подготовлено SPN Communications по заказу ОАО «РВК», [https://www.rvc.ru/upload/iblock/9ae/scientific\\_formula\\_PR.pdf](https://www.rvc.ru/upload/iblock/9ae/scientific_formula_PR.pdf)

«Что такое ивент маркетинг?», <http://marketing-now.ru/osnovyi-marketinga/chto-takoe-ivent-event-v-marketinge/>

«Загоним мамонта в яму: как провести презентацию, чтобы вас услышали и запомнили», <https://habr.com/company/lanit/blog/344490/>

«Как «зарядить» аудиторию?», <https://facilitator.ru/kak-zaryadit-auditoriyu/>

«Формула научного PR. Практики, кейсы и советы», подготовлено SPN  
Communications по заказу ОАО «РБК»,  
[https://www.rvc.ru/upload/iblock/9ae/scientific\\_formula\\_PR.pdf](https://www.rvc.ru/upload/iblock/9ae/scientific_formula_PR.pdf)

## Таксономическое разнообразие и структура мейзообентоса озера Большое Голубое (ГПЗ «Голубые озера», Татарстан)

С.В. Бердник, Л.Е. Буторова, Р.П. Токинова

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань  
E-mail: svberdник@mail.ru

**Ключевые слова:** озеро Большое Голубое, Татарстан, мейобентос, видовое разнообразие.  
**Аннотация.** При исследовании озера Большое Голубое (Республика Татарстан) с апреля по октябрь 2017 г. обнаружено 18 видов мейобентосных беспозвоночных, относящихся к 7 группам: Turbellaria, Oligochaeta, Gastrotricha, Nematoda, Copepoda, Ostracoda, Insecta. Выявлен комплекс доминирующих видов, рассчитаны индексы видового разнообразия.

Озеро Большое Голубое расположено вблизи г. Казани на правом берегу реки Казанка, в Государственном природном заказнике регионального значения комплексного профиля «Голубые озера». Озеро относится к редкому для Среднего Поволжья типу водоемов - сульфатным карстовым озерам, с высокой минерализацией (2,2-2,5 г/л) и прозрачностью воды более 17 м (Уникальные экосистемы ..., 2001).

Первые сведения о мейофауне озера получены гидробиологической экспедицией под руководством Х.М. Курбангалиевой, проводившейся в 1938-1939 гг. (Курбангалиева, Кашеварова, 1946). В пробах были обнаружены представители Nematoda (*Dorylaimus stagnalis* Dujardin, 1845), Ostracoda и Harpacticidae. В 1997 г. экспедицией Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан в составе придонной фауны озера отмечена гарпактицида *Canthocamptus staphylinus* (Jurine, 1820) (Горшкова и др., 1997). В ходе проводившихся в 1998-2000 гг. комплексных исследований были изучены ракушковые ракообразные озера Большое Голубое (Уникальные экосистемы ..., 2001). В биоценозах озера остракод не оказалось, однако в танатоценозе были найдены два вида из рода *Candona*. В восстановленных биоценозах обнаружен *Cyclocypris ovum* (Jurine, 1820). В 2014-2015 гг. нами были изучены микротурбеллярии Голубых озер, для оз. Большое Голубое отмечено 10 видов (Токинова, Бердник, 2016). Таким образом, литературные данные о мейзообентосе озера носят фрагментарный характер, а данные о количественном развитии мейофауны отсутствуют.

Материалом для исследования послужили пробы грунта, отбирившиеся ежемесячно в период с апреля по октябрь 2017 г. на 3 станциях: в северной части озера со склона (глубина 3-4 м) карстовой воронки Большая Пучина, в центральной части (глубина 0,3-0,5 м) и в южной части озера (глубина 1,5-2 м). На всех станциях грунт был представлен серым илом со значительным количеством растительных остатков. На глубинах свыше 0,5 м грунт отбирался с помощью дночерпателя Петерсена, на мелководье отбор проб производился вручную. Всего с помощью трубчатого пробоотборника (площадь сечения 12,6 см<sup>2</sup>) была отобрана 21 количественная проба мейобентоса. Фиксация проб проводилась 4% раствором формалина. Мейофауна из грунта выделялась флотационным методом (Мокиевский и др., 2015). Определение видового состава велось по определителям (Определитель ..., 2010; Определитель ..., 2016). Биомасса организмов вычислялась по формулам зависимости длины тела и массы (Курашов, 1994). Для анализа экологической значимости видов проведены расчеты индекса доминантности (*D*) по формуле Паляя-Ковнацки (Шитиков и др., 2003). Выявление значимых отличий между станциями по количественным показателям проводилось в программе Statistica с помощью теста Бонферрони.

В ходе исследования нами было выявлено 18 видов мейобентосных беспозвоночных, относящихся к 7 группам: Turbellaria, Oligochaeta, Gastrotricha, Nematoda, Copepoda, Ostracoda, Insecta.

Ресничные черви (Turbellaria) были представлены 4 видами из 2-х отрядов: отр. Macrostromida (*Microstomum lineare* (Müller, 1773)) и отр. Rhabdocoela (*Gyratrix hermaphroditus* Ehrenberg, 1831 s.l., *Microdalyellia armigera* (Schmidt, 1862) и неполовозрелым представителем сем. Dalyelliidae). Все эти виды были встречены нами в озере и в 2014-2015 гг. (Токинова, Бердник, 2016). Ресничные черви в пробах встречались единично, их доля в показателях численности и биомассы мейобентоса в среднем составила  $1,3 \pm 4,2\%$  и  $2,1 \pm 8,9\%$ , соответственно.

Малощетинковые черви (Oligochaeta) в пробах принадлежали к сем. Tubificidae. Определение их видовой принадлежности в рамках данной работы не проводилось. Доля олигохет в показателях численности и биомассы мейобентоса в среднем составила  $6,3 \pm 10,1\%$  и  $24,5 \pm 29,4\%$ , соответственно.

Гастротрихи (Gastrotricha) были представлены видом *Polymerurus* sp. из сем. Chaetonotidae. Доля гастротрих в показателях численности и биомассы мейобентоса в среднем составила  $0,2 \pm 0,6\%$  и  $0,02 \pm 0,1\%$ , соответственно.

Нематоды (Nematoda) были представлены 7 видами из 4-х отрядов: отр. Enoplida (*Tobrilus gracilis* (Bastian, 1865)), отр. Dorylaimida (*Dorylaimus* sp., *Ironus tenuicaudatus* de Man, 1876), отр. Monhysterida (*Eumonhystera* sp., *Monhystera paludicola* de Man, 1881) и отр. Chromadorida (*Chromadorita leuckarti* (de Man, 1876), *Ethmolaimus pratensis* de Man, 1880). Вклад нематод в количественные показатели мейобентоса по численности составил в среднем  $78,1 \pm 27,8\%$ , по биомассе –  $39,8 \pm 43,8\%$ .

Веслоногие ракообразные (Copepoda) были представлены 3 видами: *Canthocamptus staphylinus* (Jurine, 1820) из сем. Canthocamptidae, *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851) из сем. Cyclopidae, а также копеподитами Cyclopoida. Доля копепод в показателях численности и биомассы мейобентоса в среднем составила  $10 \pm 22\%$  и  $14,9 \pm 29,7\%$ , соответственно.

Ракушковые ракообразные (Ostracoda) были представлены видом *Candona* sp. из сем. Candonidae. Доля остракод в показателях численности и биомассы мейобентоса в среднем составила  $2,0 \pm 5,6\%$  и  $14,1 \pm 28,9\%$ , соответственно.

Насекомые (Insecta) в пробах были представлены личинками комаров-звонцов сем. Chironomidae (отр. Diptera). Определение их видовой принадлежности в рамках данной работы не проводилось. Доля насекомых в показателях численности и биомассы мейобентоса в среднем составила  $2,2 \pm 6,3\%$  и  $4,6 \pm 14,3\%$ , соответственно.

По встречаемости организмов и их относительному обилию к доминантным видам мейофауны в озере относились нематоды *Tobrilus gracilis* ( $D=20,65$ ), *Monhystera paludicola* ( $D=20,87$ ), *Eumonhystera* sp. ( $D=17,85$ ), к субдоминантным – олигохеты сем. Tubificidae ( $D=1,71$ ) и нематоды *Chromadorita leuckarti* ( $D=1,18$ ).

Сравнение количественного развития мейозобентоса воронки Большая Пучина и станций в центральной и южной части озера с помощью теста Бонферрони, показало значимые ( $p < 0,05$ ) отличия по численности и биомассе. При этом между станциями в центральной и южной части отличий по этим параметрам не выявлено ( $p=1$ ).

В пробах со склона воронки Большая Пучина средняя численность и биомасса мейобентоса была существенно выше и составила в среднем  $444,6 \pm 352,9$  тыс. экз/м<sup>2</sup> и  $1,59 \pm 1,55$  г/м<sup>2</sup>, соответственно. Максимальная численность достигала 1,04 млн экз/м<sup>2</sup>, а биомасса – 5,03 г/м<sup>2</sup>. Значение индекса Шеннона по численности в среднем составило  $2,01 \pm 0,32$  бит/экз. Доминирующей группой по численности являлись нематоды, их доля в среднем составила  $88,4 \pm 11\%$ . По биомассе доминировали олигохеты, их доля составила  $55 \pm 32,3\%$ , и нематоды –  $31,2 \pm 32,9\%$ .

Количественные показатели мейобентоса на станциях в центральной и южной части озера существенно уступают предыдущей станции. Средняя численность



мейобентоса здесь составила  $28,9 \pm 34,4$  тыс. экз/м<sup>2</sup>, а биомасса  $0,19 \pm 0,29$  г/м<sup>2</sup>. Значение индекса Шеннона по численности в среднем составило  $1,32 \pm 0,5$  бит/экз. Доминирующей группой по численности являлись нематоды, их доля в среднем составила  $72 \pm 32$  %. В биомассе ведущую роль играли нематоды, их доля составила  $44,8 \pm 49$ %, а также копеподы ( $21 \pm 35,4$  %) и остракоды ( $18,8 \pm 34$  %).

Таким образом, проведено первое исследование мейзообентоса в солоноватоводном оз. Большое Голубое, изучено его таксономическое разнообразие и количественные показатели. Видовое разнообразие зообентоса в озере невелико, индекс Шеннона не превышает, в среднем,  $1,32-2,01$  бит/экз. Ведущей группой среди организмов мейзообентоса являются нематоды, которые на всех исследованных станциях доминируют как по численности, так и по разнообразию представленных видов.

### Список литературы

Горшкова А.Т., Яковлев В.А., Выборнова Е.В. 1997. Зоопланктон и зообентос охраняемых Голубых озер. III Республиканская научная конференция «Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан». Казань: изд-во «Татполиграф», 80-81.

Курашов Е.А. 1994. Мейобентос как компонент озерной экосистемы. СПб.: изд-во «Алга-Фонд», 224 с.

Курбангалиева Х.М., Кашеварова О.В. 1946. Гидробиологическая характеристика Голубого озера. Учен. зап. Казан. ун-та. 106(3), 71-91.

Мокиевский В.О., Колбасова Г.Д., Пятаева С.В., Цетлин А.Б. 2015. Мейобентос. Методическое пособие по полевой практике. М.: Товарищество научных изданий КМК, 199 с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. Под ред. В.Р. Алексева, С.Я. Цалолихина. 2010. М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 495 с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос. Под ред. В.Р. Алексева, С.Я. Цалолихина. 2016. М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 457 с.

Токинова Р.П., Бердник С.В. 2016. Микротурбеллярии (Platyhelminthes: Catenulida, Rhabditophora) природного заказника «Голубые озера» (Среднее Поволжье). Российский журнал прикладной экологии. 3, 15-18.

Уникальные экосистемы солоноватых карстовых озер Среднего Поволжья. 2001. Казань: изд-во Казанского ун-та, 256 с.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д., 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: изд-во ИЭВБ РАН, 463 с.

## Изучение фауны жуков-водолюбов (Coleoptera: Hydrophilidae) на территории Кемеровской области

Ф.А. Будаев

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (КемГУ), г. Кемерово  
E-mail: [budaevfedor95@mail.ru](mailto:budaevfedor95@mail.ru)

**Ключевые слова:** насекомые, фауна, жуки-водолюбы, Coleoptera, Hydrophilidae, Кемеровская область.

**Аннотация:** В статье дается обзор видового состава жуков-водолюбов Кемеровской области. До настоящего времени на территории Кемеровской области было отмечено 14 видов Hydrophilidae из 10 родов и двух подсемейств. За 2014-2016 годы список видов пополнен, нами отмечено и определено 14 видов водолюбов, из них 7 видов впервые приводятся для Кемеровской области, для остальных 7 видов приводятся новые места обитания на исследуемой территории.

Жуки-водолюбы (Hydrophilidae) на территории Кемеровской области упоминаются в работах Рындевича [Ryndevich, 2003, 2004], в которых приводятся данные о находках двух видов водолюбов рода *Cercyon* Leach, 1817 в Горной Шории. Д.А. Ефимов в 2010 году опубликовал статью, в которой приводятся все известные данные о разнообразии этого семейства в Кемеровской области. Позже, в 2015 году, вышла работа «Новые виды жесткокрылых (Coleoptera) в фауне Кемеровской области», после чего список видов был дополнен еще 4 новыми для области видами водолюбов (Ефимов, Зинченко, 2015). В настоящей статье обобщены все имеющиеся на данный момент сведения по видовому разнообразию водолюбов Кемеровской области.

К настоящему времени на территории Кемеровской области отмечено 26 видов водолюбов из 11 родов двух подсемейств:

### Список жуков семейства Hydrophilidae

#### Подсемейство Hydrophilinae

*Anacaena limbata* Fabricius, 1792

Материал. Кемеровский р-н, дер. Елыкаево, 21.05.2016, временный водоем GPS: N 55°18,430' E 086°15.767, Будаев Ф.А. – 1 экз.

*Anacaena lutescens* (Stephens, 1829)

Материал. Ryndevich, 2003: Таштагольский район, Горная Шория, СВ Кузедеево.; Тяжинский р-н, левый бер. р. Урюп близ впадения в р. Чулым, старица, 1.08.2008, Теплова Н.С. – 1 экз. (Ефимов, 2010); Крапивинский район, 8 км ЮЮЗ с. Салтымаково, биостанция «Ажандарово» КемГУ, озеро, 2.05.2014, Будаев Ф.А – 8 экз.; Крапивинский р-н, 8 км ЮЮЗ Салтымаково, оз. Ажандаровское, 54°45'N 87°01'E, 13.07.2015, Будаев Ф.А. – 2 экз.

*Berosus (Berosus) luridus* (Linnaeus, 1760)

Материал. Кемеровский р-н, дер. Старочервово, озеро, 22.06.15, Будаев Ф.А. – 1 экз.

*Berosus signaticollis* (Charpentier, 1825)

Материал. Новокузнецкий район, Кузнецкий Алатау, кордон «Верхняя Терсь», р. Верхняя Терсь, под камнями, 54°10'N / 88°07'E, h=409 м н.у.м., 4.07.2009, Коршунов А.В. – 1 экз.

(Ефимов, 2010).

*Berosus spinosus* (Steven, 1878)

Материал. Кемеровский р-н, дер. Осиновка, на свет, 16.08.2002, Коршунов А.В.– 1 экз (Ефимов, Зинченко, 2015).; Кемеровская обл., Кемеровский р-н, дер. Елыкаево, 21.05.2016, временный водоем, GPS: N 55°18,430' E 086°15.767, Будаев Ф.А. – 1 экз.

*Enohrus (Methydrus) coarctatus* (Gledler, 1863)

Материал. Крапивинский район, 8 км ЮЮЗ с. Салтымаково, окрестности биостанция «Ажандарово» КемГУ, озеро, 7.07.2014, Будаев Ф.А. – 5 экз.

*Enochrus (Methydrus) affinis* (Thunberg, 1794)

Материал. Чебулинский район, д. Шестаково, 19.07.2014, искусственное, заболоченное место, Будаев Ф.А. – 14 экз.

*Enochrus (Lumetus) fuscipennis* (Thomson, 1884)

Материал. Чебулинский район, д. Шестаково, 19.07.2014, искусственное, заболоченное место, Будаев Ф.А. – 12 экз.

*Enochrus (Lumetus) quadripunctatus* (Herbst, 1797)

Материал. Чебулинский район, д. Шестаково, 19.07.2014, искусственное, заболоченное место, Будаев Ф.А. – 4 экз.

*Helochares obscurus* (O.F. Muller, 1776)

Материал. Крапивинский район, 8 км ЮЮЗ с. Салтымаково, биостанция «Ажандарово» КемГУ, оз. Ажандаровское, GPS: 54°45'N 87°01'E, 7.07.2014, Будаев Ф.А. – 2 экз., 13.07.2015 – 1 экз.; Кемеровский р-н, д. Осиновка, на свет, 16.08.2002, Коршунов А.В. – 2 экз.; Кемерово, стоячий водоем, 16.08.2009, Ефимов Д. А. – 2 экз. Крапивинский р-н, 8 км ЮЮЗ Салтымаково, биостанция КемГУ «Ажандарово», озеро, 54°45'N 87°01'E, 20.05.2012, Ефимов Д.А. – 1 экз. (Ефимов, Зинченко, 2015).; Чебулинский район, д. Шестаково, 19.07.2014, искусственное, заболоченное место, Будаев Ф.А. – 4 экз.

*Hydrochara caraboides* (Linnaeus, 1758)

Материал. Прокопьевский район, г. Прокопьевск, 1993, Полевод В.А. – 1 экз.; пос. Крапивинский, 25.07.2007, Платонова Т. – 1 экз. (Ефимов, 2010).; Крапивинский район, 8 км ЮЮЗ с. Салтымаково, биостанция «Ажандарово» КемГУ, озеро, 28.05-3.06.2014, Будаев Ф.А. – 13 экз.

*Hydrophilus piceus* (Linnaeus, 1758)

Материал. Кемеровский р-н, Береговой, ночью на дороге, 18.08.1999, Данченко Ю. – 1 экз.; Крапивинский р-н, биостанция КемГУ «Ажандарово», озеро, 4.07.2001, Теплова Н.С. – 1 экз.; г. Кемерово, р-н аэропорта, 7.08.2003 – 2 экз.; Мариинский район, Мариинск, 30.06–3.08.2004, Лобова Н. – 1 экз.; Промышленновский район, пос. Промышленная, 27.08.2005, Ерин А. – 1 экз., там же, в огороде, 25.07.2007, Самощенко М. – 1 экз. (Ефимов, 2010).; Крапивинский район, 8 км ЮЮЗ с. Салтымаково, биостанция «Ажандарово» КемГУ, озеро 5.07.2014, Будаев Ф.А. – 1 экз.

*Hydrochara dichroma* (Fairmaire, 1892)

Материал. Кемеровский р-н, окр. с. Сухая Речка, 31.07.2000, Суцев Д.В.–1 экз. (Ефимов, 2010)

*Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758)

Материал. Таштагольский р-н, окр. пос. Тельбес, 5.07.2003, Нечаева Л.В. – 1 экз.; Новокузнецкий район, Кузнецкий Алатау, кордон «Верхняя Терсь», р. Верхняя Терсь, под камнями и в луже, 54°10'N / 88°07'E, h=409 м н.у.м., 4–12.07.2009, Коршунов А.В.– 2 экз. (Ефимов, 2010).; Чебулинский район, д. Шестаково, 19.07.2014, искусственное, заболоченное место, Будаев Ф.А. – 2 экз.

*Laccophilus minutus* (Linnaeus, 1758)

Материал. Крапивинский район, 8 км ЮЮЗ с. Салтымаково, окрестности биостанция Ажандарово КемГУ, озеро, 28.05–3.06.2014, Будаев Ф.А. – 6 экз.; Чебулинский район, д. Шестаково, 19.07.2014, искусственное, заболоченное место, Будаев Ф.А. – 37 экз.; Крапивинский р-н, 8 км ЮЮЗ Салтымаково, биостанция КемГУ «Ажандарово», оз. Ажандаровское, 54°45'N 87°01'E, 13.07.2015, Будаев Ф.А. – 2 экз.

**Подсемейство Sphaeridiinae**

*Cercyon marinus* Thomson, 1853

Материал. Кемеровский район, г. Кемерово, на свет, 13–19.06.2002, Коршунов А. В.с– 1 экз.; Крапивинский р-н, биостанция КемГУ «Ажандарово», берег р. Томь, 54°45'N / 87°01'E, 26.07.2008, Ефимов Д.А. – 2 экз. (Ефимов, 2010).; Чебулинский район, Кемерово, старица р. Кия (мелководье с течением), 19.07.2014, Будаев Ф.А. – 1 экз.

*Cercyon bifenestratus* Küster, 1851

Материал. Кемеровский район, г. Кемерово, на свет лампы, 13–19.06.2002, Коршунов А. В. – 1 экз. (Ефимов, 2010)

*Cercyon analis* (Paykull, 1798)

Материал. Кемеровский район, г. Кемерово, сады, под доской, 2.05.2003, Коршунов А. В. – 2 экз. (Ефимов, 2010)

*Cercyon lateralis* (Marsham, 1802)

Материал. Таштагольский район, Горная Шория, Липовый остров.; Кемеровский район, г. Кемерово, правый берег р. Томь, сосняк разнотравный, в навозе, 26.05.1998, Ефимов Д.А. – 2 экз.; Крапивинский р-н, биостанция «Ажандарово» КемГУ, берег р. Томь, 54°45'N / 87°01'E, 26.07.2008, Ефимов Д. А. – 1 экз. (Ефимов, 2010)

*Cercyon unipunctatus* (Linnaeus, 1758)

Материал. Кемеровская обл.: Кемеровский р-н, дер. Осиновка, на свет, 16.08.2002, Коршунов А.В. – 1 экз. (Ефимов, Зинченко, 2015)

*Coelostoma orbiculare* (Fabricius, 1775)

Материал. Кемеровский р-н, окр. с. Подъяково, сосновый лес, на свет, 3–10.07.2007, Коршунов А. В. – 2 экз.; Кемеровский район, г. Кемерово, у берега пруда, 16.08.2009, Ефимов Д.А. – 5 экз. (Ефимов, 2010).; Крапивинский р-н, 8 км ЮЮЗ Салтымаково, биостанция «Ажандарово» КемГУ, оз. Ажандаровское, 54°45'N 87°01'E, 13.07.2015, Будаев Ф.А. – 1 экз.

*Cryptopleurum subtile* Sharp, 1884

Материал. Кемеровский район, г. Кемерово, на свет лампы, 1.06.1998, Коршунов А. В. – 1 экз. (Ефимов, 2010)

*Pachysternum haemorrhoum* Motschulsky, 1866

Материал. Кемеровский район, Кемерово, ночью на свет, 8.05.2002, Коршунов А. В. – 1 экз.; Кемеровский р-н, окр. с. Мозжуха, луг, 7–16.06.2002, Коршунов А. В. – 1 экз.

(Ефимов, 2010)

*Sphaeridium scarabaeoides* (Linnaeus, 1758)

Материал. Кемеровский р-н, окр. с. Подъяково, 18.07.1990, Вахсетова А. – 1 экз.; там же, 07.1991, Атапина С., Цандеков А. – 2 экз.; Ленинск-Кузнецкий р-н, пойма р. Касьма, 6.07.1995, Теплова Н. С. – 1 экз.; Промышленновский р-н., Салаирский кряж, 4 км ЮЮВ с. Журавлево на границе Кемеровской и Новосибирской обл., у лужи в березняке, 14.06.1999, Ефимов Д. А. – 1 экз.; Кемеровский р-н, садовое общество «Маручак», 2.09.2000, Сущёв Д.В. – 1 экз. (Ефимов, 2010)

*Sphaeridium lunatum* Fabricius, 1792

Материал. Кемеровский р-н, окр. с. Подъяково, 13.07.1992, Кабаненко Ю. – 1 экз.; Анжеро-Судженск, луг, 25.08.1995, Павлюченко Л. – 1 экз.; Кемеровский р-н, окр. с. Мозжуха, 10–20.06.2000, Коршунов А.В. – 1 экз.; Тисульский р-н, пос. Комсомольск, 15.08.2005, Артемова С. – 1 экз. (Ефимов, 2010)

*Sphaeridium marginatum* Fabricius, 1787

Материал. Кемеровский р-н, 15 км СЗ г. Кемерово, д. Креково, гниющие растительные остатки, 7.07.2013, Ефимов Д.А.– 1 экз. (Ефимов, Зинченко, 2015)

Из 26 обнаруженных на территории Кемеровской области видов водолюбов 7 приводятся впервые (табл.). Для восьми видов отмечены новые места обитания. Двенадцать, известных из публикаций других авторов, нами не обнаружены. Эти виды, относятся к подсемейству Sphaeridiinae. Обитают в экскрементах и разлагающихся веществах, а также под прибрежными наносами (Марджанян, 1997). Наши исследования охватывали экологическую группу «настоящие водные жуки» (Прокин, 2008). Амфибиотические жесткокрылые этой группы чаще относятся к подсемейству Hydrophilinae. Они обитают исключительно в толще воды, где мы и проводили исследования. Несмотря на это в наших сборах оказались два вида из подсемейства Sphaeridiinae: *Cercyon marinus* Thomson, 1853 и *Coelostoma orbiculare* (Fabricius, 1775). Объяснить их наличие в воде можно тем, что они обитают под прибрежными наносами в разлагающейся растительности, которая в исследуемых водоемах была на урезе воды. Помимо этого, жуки проникают на мелководье, и при исследовании дна и кошени по водной растительности эти виды попадают в сборы. Исходя из вышесказанного, их можно тоже отнести к «настоящим водным жукам». Остальные виды обитают в толще воды.

**Таблица.** Степень изученности видов семейства Hydrophilidae на территории Кемеровской области на основе литературных источников и собственных сборов авторов

Название вида	Новые для Кемеровской области виды	Виды, для которых приведены новые места обнаружения	Виды, не отмеченные авторами
<b>Hydrophilinae</b>			
<i>Anacaena lutescens</i> (Stephens, 1829)		+	
<i>Anacaena limbata</i> Fabricius 1792	+		
<i>Berosus signaticollis</i> (Charpentier, 1825)			+
<i>Berosus spinosus</i> (Steven, 1878)		+	
<i>Berosus (Berosus) luridus</i> (Linnaeus, 1760)	+		
<i>Enohrus (Methydrus) coarctatus</i> (Gledler, 1863)	+		

<i>Enochrus (Methydrus) affinis</i> (Thunberg, 1794)	+		
<i>Enochrus (Lumetus) fuscipennis</i> (Thomson, 1884)	+		
<i>Enochrus (Lumetus) quadripunctatus</i> (Herbst, 1797)	+		
<i>Helochares obscurus</i> (O.F. Muller, 1776)		+	
<i>Hydrochara caraboides</i> (Linnaeus, 1758)		+	
<i>Hydrophilus piceus</i> (Linnaeus, 1758)			+
<i>Hydrochara dichroma</i> (Fairmaire, 1892)			+
<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus, 1758)		+	
<i>Laccophilus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	+		
<b>Sphaeridiinae</b>			
<i>Cercyon bifenestratus</i> Küster, 1851			+
<i>Cercyon lateralis</i> (Marsham, 1802)			+
<i>Cercyon unipunctatus</i> (Linnaeus, 1758)			+
<i>Cercyon analis</i> (Paykull, 1798)			+
<i>Cercyon marinus</i> Thomson, 1853		+	
<i>Coelostoma orbiculare</i> (Fabricius, 1775)		+	
<i>Cryptopleurum subtile</i> Sharp, 1884			+
<i>Pachysternum haemorrhoum</i> Motschulsky, 1866			+
<i>Sphaeridium scarabaeoides</i> (Linnaeus, 1758)			+
<i>Sphaeridium lunatum</i> Fabricius, 1792			+
<i>Sphaeridium marginatum</i> Fabricius, 1787			+

Список видов жуков семейства Hydrophilidae Кемеровской области нельзя назвать полным, так как при ежегодном обследовании водоемов нами отмечаются новые для области виды.

Выражаем огромную благодарность В.К. Зинченко (ИСиЭЖ СО РАН, Новосибирск) за помощь в определении водолюбов.

#### Список литературы

Ефимов Д.А. 2010. К фауне жуков-водолюбов (Coleoptera:Hydrophilidae) Кемеровской области. Кавказский энтомол. Бюллетень 6, 23–24.

Ефимов, Д.А., Зинченко В.К. 2015. Новые виды жесткокрылых (Coleoptera) в фауне кемеровской области. Амурский зоологический журнал 7 (3), 223–226.

Марджанян М.А. 1997. Ревизия водолюбов подсемейства Sphaeridiinae (Coleoptera, Hydrophilidae) фауны Армении. Энтомологическое обозрение. LXXVI (1), 153–171.

Прокин, А.А. 2008. Водные жесткокрылые (Coleoptera) малых рек Европейской части России: разнообразие, биоценотическая и индикационная роль. Лекции и материалы докладов всероссийской школы-конференции «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана: Борок, 18–21 ноября». Ярославль, 38–53.

Ryndevidich S.K. 2003. A review of the genus *Anacaena* Thomson, 1859 for the European part of Russia and adjacent regions (Coleoptera, Hydrophilidae). Euroasianent. Journ. 2(4), 265–274.

Ryndevidich S.K. 2004. Review of species of the genus *Cercyon* Leach, 1817 of Russia and adjacent regions. I. Subgenus *Cercyon* (s. str.) Leach, 1817. *Cercyonlateralis* – group (Coleoptera: Hydrophilidae). Ann. Universitatis Mariae Curiae-Sklodowska. 59, 1–13.

## Исследование гистологического строения посленерестовых гонад малоротой корюшки *Hypomesus olidus* (Pallas, 1814) бассейна реки Амур

О.В. Бурлак<sup>1</sup>, К. Жукова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «ХФТИНРО» (г. Хабаровск)

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИРО» (г. Москва)

E-mail: [burlak@tinro.khv.ru](mailto:burlak@tinro.khv.ru)

**Ключевые слова:** малоротая корюшка *Hypomesus olidus*, р. Амур, гистология, яичники, семенники.

**Аннотация:** Гистологические исследования гонад малоротой корюшки реки Амур показали присутствие в них резервных гоний и ооцитов резервного фонда. Это указывает на то, что обследованная популяция является полициклической.

Малоротая корюшка является широко распространенным представителем семейства Osmeridae. Исследования особенностей репродуктивной биологии этого вида отрывочны (Yamamoto, 1954; Namada, 1961; Scott, Crossman, 1973; Degraaf, 1986; Василец, 2000; Гавренков, Платошина, 2003; Юсупов и др., 2012), а информация по гистологическому строению их гонад отсутствует. Целью работы являлось гистологическое описание состояния половых желез малоротой корюшки после нереста для характеристики особенностей репродуктивной биологии этого вида.

**Материал и методы.** Материал собран в период с 9 апреля по 10 мая 2018 года. Сбор биологические показатели и гонад корюшки проводился во время нерестового хода на местах лова и во время нереста на нерестилищах на участках нижнего течения Амура в районе с. Иннокентьевка, с. Тахта, с. Мариинское, с. Циммермановка. Гонады свежельовленных посленерестовых особей фиксировали в жидкости Буэна. Гистологическую обработку проб проводили по стандартным методикам (Микодина и др., 2009). Для ксилольно-спиртовой проводки использовалась автоматическая станция Microm STP 120, заливка в парафин проводилась на установке Microm EC 350-1. Срезы толщиной 3-5  $\mu\text{m}$ , сделанные на микротоме HM 440E, последовательно окрашивались гематоксилином по Эрлиху и эозином (Роскин, 1951). Для изучения и фотосъемки препаратов использовали световой микроскоп OLYMPUS BX45 с цифровой фотокамерой OLYMPUS DP25. Измерения диаметров половых клеток и их структур проводили с использованием программы ImageJ. При исследовании яичников использовали современную периодизацию оогенеза, предложенную Д.А. Чмилевским (2003); семенников - периодизацию сперматогенеза для костистых рыб О.Ф. Сакун, Н.А. Буцкой (1963) и А.Ф. Турдакова (1972).

Ядерно-цитоплазматическое соотношение (ЯЦ) рассчитывалось по формуле:

$$\text{ЯЦ} = \text{Дядра} / (\text{Дпол.кл.}) \times 100\%, \text{ где}$$

Дядра – диаметр ядра ( $\mu\text{m}$ ), Дпол.кл. – диаметр оогония /ооцита /сперматогония ( $\mu\text{m}$ ).

**Результаты.** В яичниках всех обследованных корюшек были отмечены оогонии, ооциты ранней профазы мейоза, всех фаз превителлогенеза и постовуляторные фолликулы. Размеры оогонев и ооцитов представлены в таблице.

Оогонии и ооциты ранней профазы мейоза имели сходные размеры, сферическую форму и гомогенную гиалиновую ооплазму. Округлое ядро оогониев содержало крупное

расположенное в центре кариоплазмы ядрышко и мелкий фибриллярный хроматин. В кариоплазме ооцитов ранней профазы мейоза отмечены крупное ядрышко и конденсированные хромосомы, которые имели вид тонких нитей (рис. А, Б).

**Таблица.** Размерные показатели половых клеток в гонадах малоротой корюшки *Hypomesus olidus* и их стандартные отклонения

Ооциты	Диаметр ооцита, $\mu\text{m}$	Диаметр ядра, $\mu\text{m}$	Ядерно-цитоплазматическое соотношение, %
Оогонии	$23,7 \pm 0,4$ 23,0-24,0	$12,25 \pm 1,3$ 11,0-14,0	$51,5 \pm 5,0$ 45,8-58,3
Ооциты ранней профазы мейоза	$23,0 \pm 3,1$ 18,0-26,0	$14,5 \pm 1,5$ 12,0-16,0	$63,4 \pm 4,8$ 57,7-69,5
Ооциты ранней фазы превителлогенеза	$54,2 \pm 16,0$ 28,0-88,0	$31,1 \pm 10,1$ 13,0-49,0	$57,2 \pm 8,5$ 42,8-72,5
Ооциты средней фазы превителлогенеза	$127,5 \pm 26,9$ 85,0-181,0	$68,7 \pm 17,6$ 44,0-96,0	$53,9 \pm 7,7$ 36,3-64,7
Ооциты поздней фазы превителлогенеза	$196,5 \pm 24,9$ 28,0-32,0	$112,7 \pm 17,3$ 80,0-144,0	$57,6 \pm 7,4$ 41,0-69,0
Первичные сперматогонии	$21,0 \pm 2,4$ 18,0-24,0	$13,6 \pm 2,6$ 10,0-16,0	$64,5 \pm 6,6$ 55,5-71,4
Сперматогонии	$13,1 \pm 1,67$ 12,0-16,0	$8,3 \pm 1,6$ 7,0-11,0	$62,9 \pm 5,6$ 58,3-73,3

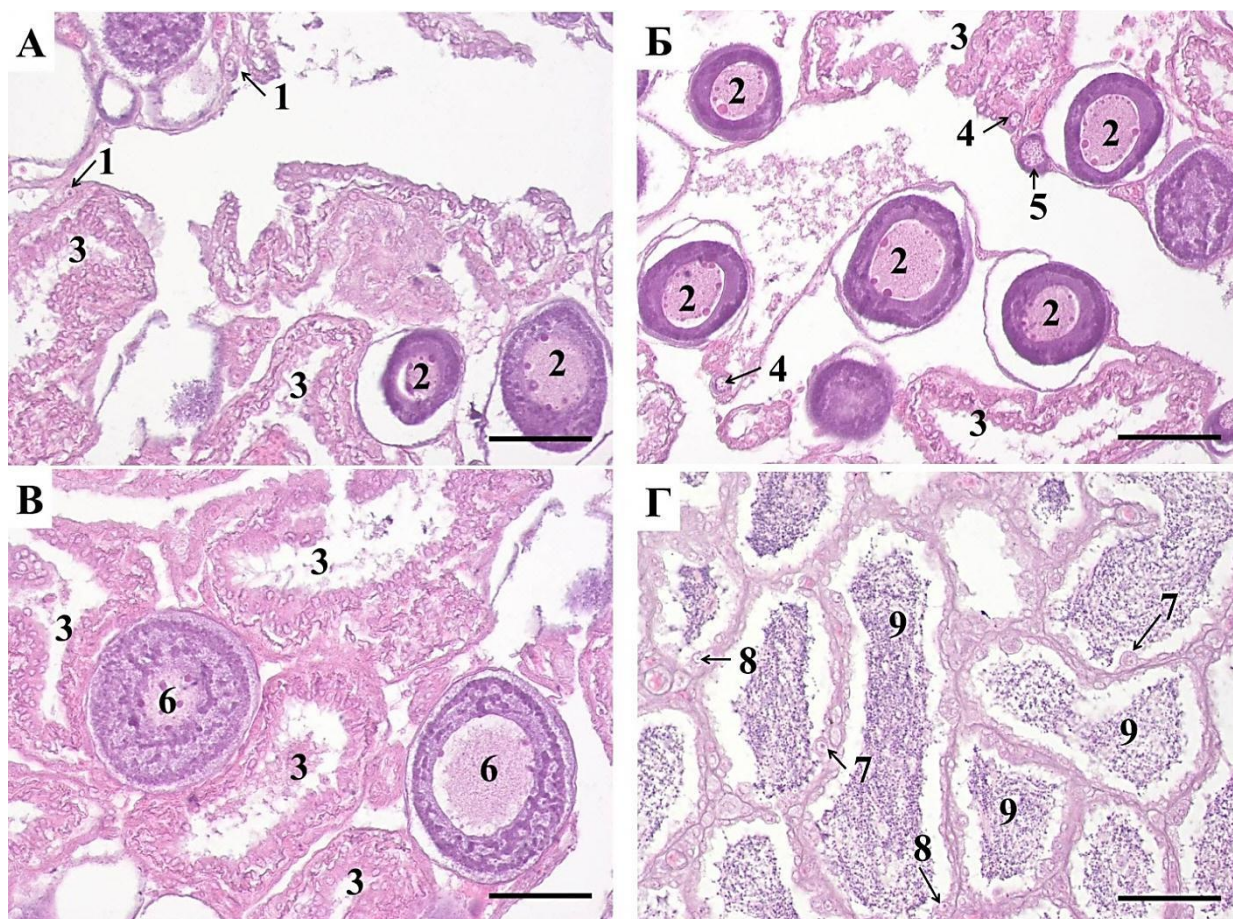
Ооциты ранней фазы превителлогенеза имели интенсивно окрашенную базофильную цитоплазму, в которой выделялось желточное ядро, имеющее околядерное положение. Ооциты средней фазы превителлогенеза были крупнее, в цитоплазме желточное ядро увеличивалось в размере, занимая половину цитоплазмы. В ооцитах поздней фазы превителлогенеза желточное ядро находилось в среднем слое базофильной цитоплазмы, которая была окрашена светлее. В ядрах ооцитов всех фаз превителлогенеза в периферической области кариоплазмы пристеночно располагались мелкие круглые ядрышки (рис. А, В).

В исследованных семенниках малоротой корюшки отмечены первичные сперматогонии, сперматогонии следующих порядков, а также оставшиеся не выметанные сперматозоиды. Первичные сперматогонии и сперматогонии первых порядков имели сходные морфологические характеристики: цитоплазма светло окрашена, округлое ядро с крупным ядрышком находится в центральной области. Сперматозоиды, которые вышли из цист вследствие спермиации и не были выметаны в текущем нерестовом сезоне, располагались беспорядочно в семенных канальцах и семяпроводе, где подвергались резорбции. Головки сперматозоидов были округлые, их размер составлял 2  $\mu\text{m}$  (рис. Г).

**Обсуждение.** По составу половых клеток яичники и семенники исследованных малоротых корюшек соответствовали стадии зрелости VI-II по классификации. Ооциты периода превителлогенеза в яичниках и сперматогонии в семенниках являются резервным фондом половых клеток. Наличие этих половых клеток в посленерестовых гонадах указывает на то, что малоротая корюшка относится к полициклическим видам рыб и размножаются несколько раз в течение всей жизни (Макеева, 1992; Pavlov et al., 2009).

У моноциклических видов в посленерестовых гонадах отсутствуют резервные гонии (Чмилевский, 2017). У исследованных малоротых корюшек в яичниках и семенниках выявлены резервные оогонии в первичные сперматогонии (рис. А, Г), которые после их размножения могут стать расходным фондом ооцитов.





**Рис.** Посленерестовые яичники (А-В) и семенник малоротой корюшки *Hypomesus olidus*: 1 – оогонии, 2 – ооциты фазы среднего превителлогенеза, 3 – постовуляторные фолликулы, 4 – ранней профазы мейоза, 5 – фазы раннего, 6 – позднего превителлогенеза, 7 – первичные сперматогонии, 8 – сперматогонии последующих порядков, 9 – остаточные навыветанные сперматозоиды (масштаб: 50  $\mu\text{m}$ )

Размеры ооцитов периода превителлогенеза сопоставимы с таковыми у японской малоротой корюшки *Hypomesus nipponensis*, при этом оогонии, сперматогонии и головки сперматозоидов у малоротой корюшки были крупнее примерно в 2 раза (Katayama et al., 1999).

Повторность размножения была отмечена у малоротой корюшки Юкона и Аляски (Degraaf, 1986). У малоротой корюшки реки Исикари (о. Хоккайдо) и японской малоротой корюшки озера Огавара (о. Хонсю) в посленерестовых гонадах половые клетки отсутствовали, такие особи являлись моноциклическими (Hamanda, 1961, Katayama et. al., 1999). Анадромные малоротые корюшки из аляскинской и японской популяций также размножаются один раз в жизни (Hamanda, 1961; Narver, 1966). Популяция малоротых корюшек из озера Онума включает в себя две формы, одна из них умирает после первого нереста, другая повторно нерестится на следующий год (Hamanda, 1961).

Результаты нашей работы гистологически подтвердили, что малоротая корюшка реки Амур может потенциально нереститься несколько раз в жизни. Повторность нереста определяется выживаемостью рыб в период нагула.

#### Список литературы

Василец П.М., Максименков В.В., Травина Т.Н., Травин С.А. 2000. О биологии малоротой корюшки *Hypomesus olidus* в водах Камчатки. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 5, 94-100.

Гавренков Ю.И., Платошина Л.К. 2003. Биология и экология размножения малоротых корюшек рода *Hypomesus* (Osmeridae) Приморья. Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука 2, 425-435.

Завертанова Ю.В. 2008. Биологическая характеристика малоротых корюшек рода *Hypomesus* (Osmeridae) южного и северного Приморья (2000-2006 гг.). Вопросы рыболовства 9(3(35)), 536-550.

Макеева А.П. 1992. Эмбриология рыб. М.: Изд-во МГУ, 216 с.

Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В., Полуэктова О.Г. 2009. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО, 111 с.

Роскин Г.И. 1951. Микроскопическая техника. М.: Изд-во «Советская наука», 447 с.

Сакун О.Ф., Буцкая Н.А. 1963. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. М.: Изд-во Знание, 36 с.

Турдаков А.Ф. 1972. Воспроизводительная система самцов рыб. Фрунзе: Изд-во «Илим», 280 с.

Чмилевский Д.А. 2003. К вопросу о периодизации оогенеза костистых рыб (обзор). Вопросы ихтиологии 43(3), 375-387.

Чмилевский Д.А. 2017. Оогенез рыб в норме и при экстремальных воздействиях. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 156 с.

Юсупов Р.Р., Болотин И.А., Енькова Р.Р. 2012. Биология обыкновенной малоротой корюшки *Hypomesus olidus* (Osmeridae) озера Чистого (Тауйская губа, северная часть Охотского моря). Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 27, 82-89.

Degraaf D.A. 1986. Aspects of the Life History of the Pond Smelt (*Hypomesus olidus*) in the Yukon and Northwest Territories. Arctic. 39(3), 260-263.

Hamada K. 1961. Taxonomic and ecological studies of the genus *Hypomesus* of Japan. Memoirs of the faculty of fisheries Hokkaido university 9(1), 1-55.

Katayama S., Sugawara Y., Omori M., Okata A. 1999. Maturation and spawning processes of anadromous and resident pond smelt in lake Ogawara. Ichthyological Research 46(1), 7-18.

Pavlov D.A., Emel'yanova N.G., Novikov G.G. 2009. Reproductive Dynamics. In Jakobsen T., Fogarty M.J., Megrey B.A., Moksness A. Fish reproductive biology: implications for assessment and management, second edition. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 48-90.

Scott W.B., Crossman E.J. 1979. Freshwater fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Board Canada 184, p. 966.

Yamamoto T. 1954. Cortical changes in eggs of the goldfish (*Carassius auratus*) and the pond smelt (*Hypomesus olidus*) at the time of fertilization and activation. Japanese Journal of Ichthyology 3(3-5), 162-170.

## Химический состав и технологические свойства красной водоросли *Ahnfeltia plicata*, собранной из штормовых выбросов прибрежной зоны Онежского залива Белого моря

Н.В. Бурова<sup>1</sup>, Т.А. Игнатова<sup>1</sup>, А.В. Подкорытова<sup>1</sup>, А.И. Усов<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт органической химии имени Н.Д. Зелинского РАН (ФГБУН «ИОХ РАН»), г. Москва

E-mail: natalia.v.burova@gmail.com

**Ключевые слова:** анфельция складчатая, Белое море, штормовые выбросы, химический состав, агар.

**Аннотация:** Проведены исследования общего химического состава и технологических свойств (выход агара, прочность его студня) красной водоросли анфельции складчатой, заготовленной из штормовых выбросов на побережьях Онежского залива Белого моря в 2013, 2016, 2017, 2018 гг. На основании проведённых исследований дана оценка пригодности данного вида сырья для производства гидроколлоидов высокого качества.

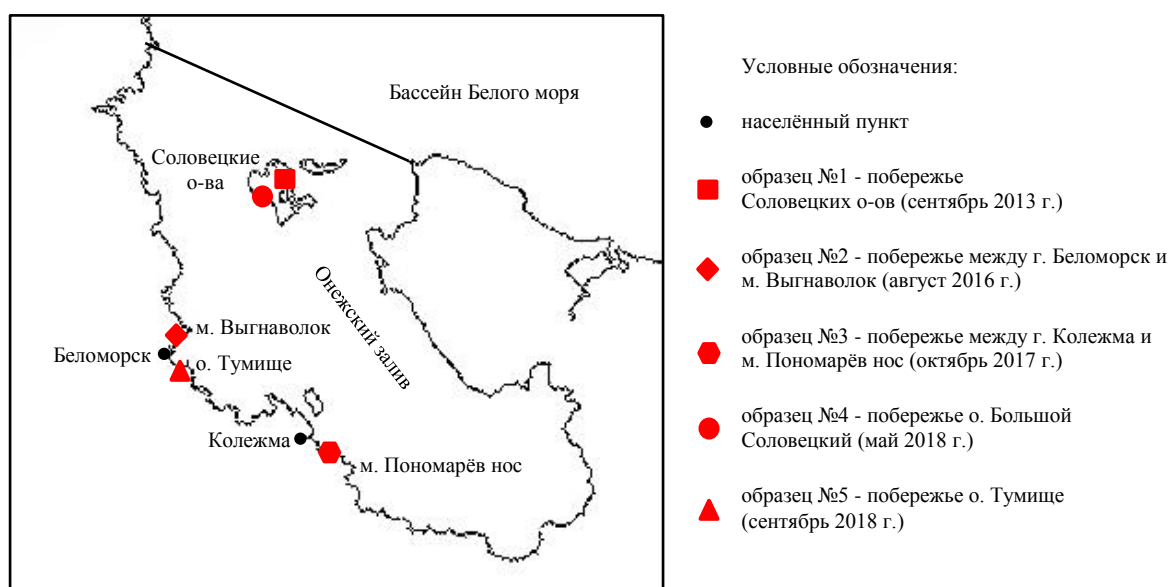
Анфельция складчатая (*Ahnfeltia plicata* (Hudson) Fries) - красная водоросль класса флоридеевых, ценное отечественное сырьё и один из наиболее богатых источников высококачественного агара (Гемп, Калугина, 1967; Charman, Charman, 1980). Важнейшим свойством этого уникального гидроколлоида, не поддающегося искусственному синтезу, является способность формировать прочные термообратимые гели из горячего водного раствора агара даже при его концентрации менее 1%, отличающиеся большим гистерезисом температур плавления и застудневания (Льюис и др., 1948; Евстратова и др., 1990). Основными потребителями агара являются пищевая, микробиологическая, медицинская, текстильная, бумажная и другие отрасли промышленности, его 1%-ный раствор используют в качестве сырья для производства агарозы (Кизеветтер и др., 1981; Усов, 1985; Подкорытова, 2005).

Выпуск отечественного агара из *A. plicata* был начат в 1934 г. на Архангельском агаровом заводе (ныне - Архангельский опытный водорослевый комбинат), а в 1950-х гг. был запущен агаровый цех на Соловецких островах (Максимова, 2017). Уже в 1960-х гг. предприятия, расположенные на побережьях Белого моря, ежегодно вырабатывали 100-130 т агара (Кизеветтер и др., 1967). Объёмы ежегодной добычи беломорской анфельции варьировались от 300-400 до 600-700 т сухого веса. Однако её интенсивный промысел в прошлом столетии, осуществляемый практически без соответствующего контроля и без учёта биологических особенностей развития вида, привёл к катастрофическим последствиям (Пронина, Мельник, 2007; Михайлова, 2014). За 20 лет (с 50-х по 70-е гг.) запасы анфельции в Белом море сократились с 12-14 (Кузнецов, 1960; Гемп, 1962) до 4-5 тыс. т (Коренников, 1979). С 2000-х гг. величина запаса не превышает 3 тыс. т (Пронина и др., 2004). Нарушение воспроизводства, уменьшение ширины и плотности зарослей анфельции обусловлено как естественными (подвижка песчаных грунтов после повреждающего действия ледовых торосов в начале 1970-х гг., заиление дна, эпифитотия зостеры), так и антропогенными (механизация промысла путём эксплуатации драг) воздействиями на системы моря, ввиду которых произошло сокращение площадей твёрдого субстрата. Низкий темп роста, сложный и длительный цикл развития делают этот вид неперспективным для введения в марикультуру (Житний, 2003; Подкорытова,

2005; Блинова, 2007; Пронина, Мельник, 2007; Максимова, 2017). В связи с этим заготовка *A. plicata* на сегодняшний день возможна только из штормовых выбросов (Об утверждении правил ..., 2014).

Штормовыми выбросами принято называть скопления водорослей и морских трав в зоне супралиторали и самой верхней литорали. Стоит отметить, что выбросы образуются не только после штормов, но и под влиянием приливно-отливных течений (Максимова, 2017). Несмотря на то, что способ заготовки анфельции из штормовых выбросов является наименее затратным и наиболее щадящим, уже с начала 1990-х гг. отмечается значительное снижение объёмов промысла анфельции. Данная ситуация сложилась в результате ряда социально-экономических причин (резкое падение объёмов производства агара, сокращение поморского населения) и организационных обстоятельств (не освоение труднодоступных участков, отсутствие механизации сбора и сушки сырья) (Житный, 2003; Пронина, Мельник, 2007; Алимов и др., 2008; Максимова, 2017). Широкому применению заготовки анфельции из штормовых выбросов в прибрежной зоне Белого моря также препятствует отсутствие полномасштабного исследования сырья этого типа. До сих пор в научной литературе эти водоросли в основном рассматривались с точки зрения фаунистического и флористического составов (Бахмет, Наумов, 2014). В ряде работ отмечается, что своевременный сбор штормовых выбросов беломорской анфельции гарантирует хороший технологический выход агара и его качественные показатели (Гемп, 1962; Подкорытова и др., 2016). Другие сообщения указывают на то, что анфельция складчатая, собранная из штормовых выбросов, значительно уступает по качеству анфельции, добываемой активным ловом (Кайшева и др., 2014; Михайлова, 2014).

Целью данной работы является изучение теххимических характеристик *A. plicata*, таких как химический состав водоросли, выход агара и прочность геля его водного раствора, что позволит провести оценку качества сырья из штормовых выбросов и определить возможность его использования для производства высококачественного агара. Образцы анфельции смешанного возрастного состава были собраны в 2013, 2016, 2017, 2018 гг. на побережьях Онежского залива Белого моря из свежих выбросов и высушены на месте сбора воздушно-сухим способом. Карта-схема районов заготовки образцов представлена на рисунке 1.



**Рис. 1.** Карта-схема районов заготовки *A. plicata*, собранной из штормовых выбросов

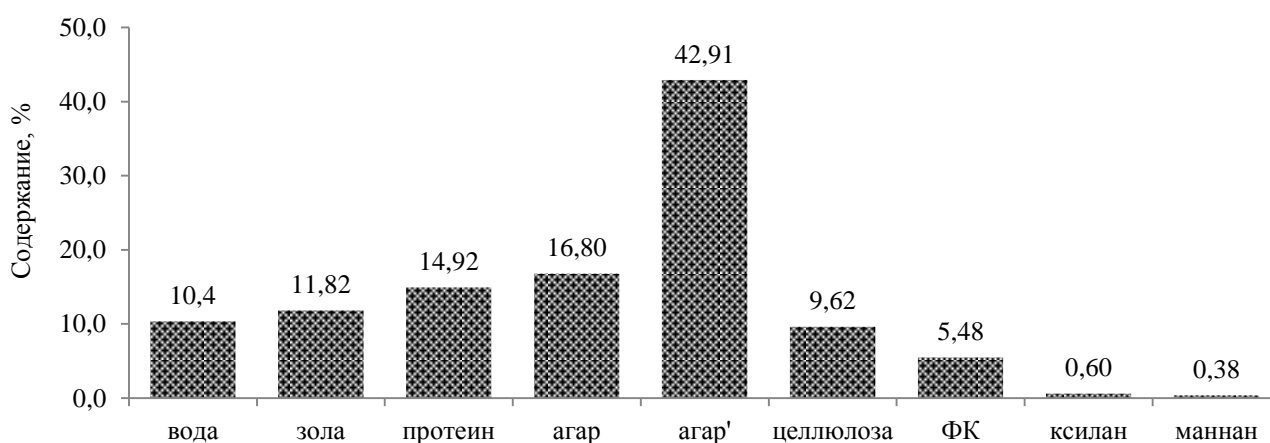
Отбор проб из биомассы воздушно-сухой анфельции проводили по ГОСТ 31413, ГОСТ 33331. Содержание посторонних примесей, воды, золы, общего азота, агара и



прочность геля агара определяли в соответствии с ГОСТ 33331, ГОСТ 26185. Содержание сырого протеина устанавливали по содержанию общего азота методом Кьельдаля с применением коэффициента 6,25 (FAO, 2003). Содержание агара, флоридного крахмала, маннана и ксилана устанавливали по данным моносахаридного состава легкогидролизуемых полисахаридов водорослей, который определяли с помощью количественной ГЖХ на хроматографе Hewlett-Packard 5890А после восстановительного гидролиза образцов биомассы анфельции (Усов, Элашвили, 1991; Усов, 2001). Массовую долю целлюлозы устанавливали по содержанию глюкозы в пробах (Updegraff, 1969). Аминокислотный состав определяли после кислотного гидролиза водорослей (Tsugita, Scheffler, 1982) на аминокислотном анализаторе Hitachi L-8800. Экстракцию агара из водорослей осуществляли путём варки сырья в растворе гидроксида натрия (Кизеветтер и др., 1967; Куприна, Малыгина, 2010).

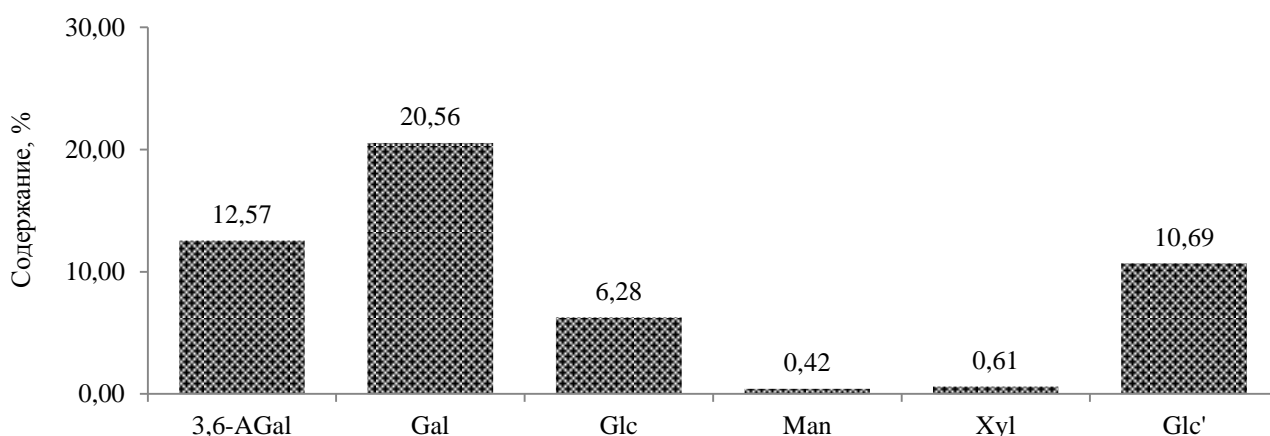
Исследуемые образцы беломорской анфельции содержали значительное количество посторонних примесей (в среднем 18,7%), таких как ил, песок, раковины моллюсков. Слоевища анфельции не были спутаны, не имели растительных и животных обрастаний и практически не были загрязнены морской травой zostерой, примеси которой значительно ухудшают технологические качества агарсодержащих водорослей. Степень загрязнения анфельции, заготовленной из штормовых выбросов, свидетельствует о необходимости механической очистки данного вида сырья, что достаточно легко осуществить, поскольку по своему характеру примеси беломорской анфельции относятся к вымываемым и легко удаляются сильной струёй воды (Кизеветтер и др., 1967).

Штормовые выбросы *A. plicata*, заготовленные в разных районах Онежского залива Белого моря и в разный период имели сходный химический состав. Все исследованные образцы характеризовались высоким содержанием агара (в среднем 42,91% по данным моносахаридного состава и 16,80% по данным, полученным весовым методом) (рис. 2). Стоит отметить, что несколько большее содержание агара было присуще образцам анфельции, собранным на юго-западном побережье Онежского залива по сравнению с образцами, заготовленными на Соловецких островах. Содержание протеина, минеральных веществ и трудногидролизуемых полисахаридов в анфельции беломорской, собранной из штормовых выбросов (в среднем 14,92, 11,82 и 9,62 %, соответственно) (рис. 2), практически не отличалось от содержания данных веществ в анфельции, которая заготавливалась из зарослей методом активного лова (Вердинский, 1938; Новиков, 1964; Кизеветтер и др., 1967).



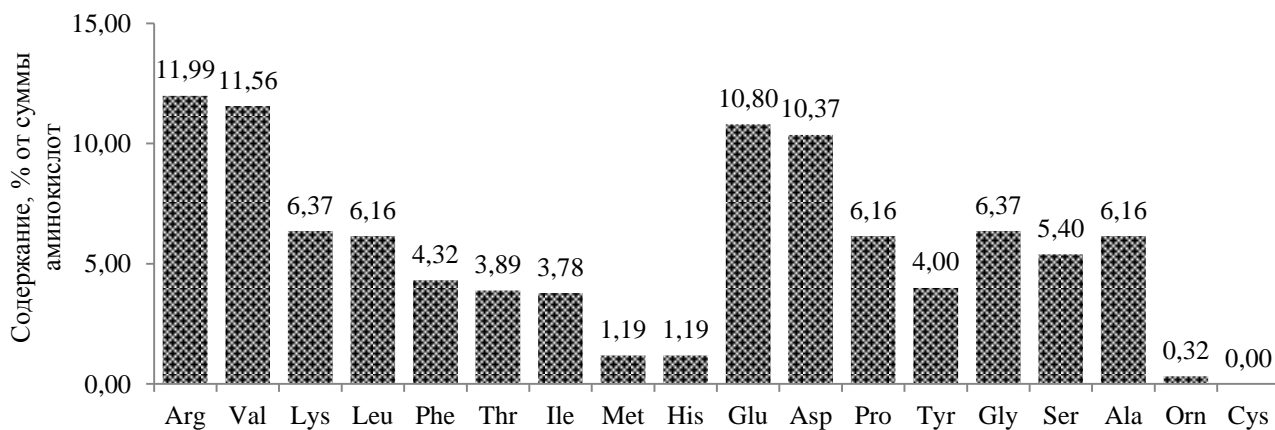
**Рис. 2.** Химический состав *A. plicata*, собранной из штормовых выбросов  
агар - содержание агара по данным весового метода (ГОСТ 26185), агар' - содержание агара по данным моносахаридного состава, ФК - флоридный крахмал

Необходимым условием для проявления гелеобразующих свойств растворов агара является высокое содержание 3,6-ангидрогалактозы и высокая степень регулярности строения полисахаридов (Rees, 1969; Усов, 2001). Образцы *A. plicata* содержали в среднем 12,57 % 3,6-ангидрогалактозы и 20,56 % галактозы (рис. 3). Содержание 3,6-ангидрогалактозы (12,57% в биомассе) показывает, что анфельция, заготовленная из штормовых выбросов, является полноценным источником агара. Для полисахаридов беломорской анфельции молярное отношение производных 3,6-ангидрогалактозы и галактозы составило 0,60-0,83, что свидетельствует о значительном отличии агаров изученных водорослей по регулярности структуры от идеальной агарозы (A/G 1). Стоит отметить, что зачастую применение щелочной обработки водорослей способствует увеличению содержания 3,6-ангидрогалактозы и, следовательно, улучшению гелеобразующих свойств полисахаридов (Усов, 2001).



**Рис. 3.** Моносахаридный состав *A. plicata*, собранной из штормовых выбросов  
3,6-AGal - 3,6-ангидрогалактоза; Gal - галактоза; Glc - глюкоза, образующаяся в результате гидролиза фторидного крахмала; Man - манноза; Xyl - ксилоза; Glc' - глюкоза, образующаяся в результате гидролиза целлюлозы

По данным аминокислотного состава протеинов анфельции, собранной из штормовых выбросов, установлено, что они содержат богатый набор аминокислот. Всего было идентифицировано 17 аминокислот, в том числе 9 незаменимых. Преобладающими среди них являются аргинин, валин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, причём доля этих четырёх аминокислот составляет более 40% от общего содержания (рис. 4).



**Рис. 4.** Аминокислотный состав *A. plicata*, собранной из штормовых выбросов  
Arg - аргинин, Val - валин, Lys - лизин, Leu - лейцин, Phe - фенилаланин, Thr - треонин, Ile - изолейцин, Met - метионин, His - гистидин, Glu - глутаминовая кислота, Asp - аспарагиновая кислота, Pro - пролин,

Наиболее важными технологическими свойствами агарсодержащих водорослей являются выход агара и прочность его геля. Выход агара из беломорской анфельции составил в среднем 19,0% от массы сухой водоросли. Анфельция юго-западного побережья Онежского залива характеризовалась несколько большим выходом агара по сравнению с другими образцами. Прочность геля 1%-ного раствора агара не изменялась от района сбора водоросли и составила в среднем 330 г. Результаты, полученные при изучении технологических свойств беломорской анфельции, заготовленной из штормовых выбросов, полностью согласуются с опубликованными ранее характеристиками анфельции активного лова (Вердинский и др., 1935; Кизеветтер и др., 1967).

Таким образом, проведённые исследования химического состава и технологических свойств образцов *A. plicata*, заготовленных из штормовых выбросов в разный период и в разных районах Онежского залива Белого моря, свидетельствуют о пригодности данного сырья для производства высококачественного агара. Полученные данные позволяют значительно расширить представления о химическом составе анфельции складчатой, добываемой из штормовых выбросов, и указывают на перспективность её использования в качестве альтернативного источника не только агара, как ценнейшего гелеобразующего полисахарида, но и минеральных веществ, целлюлозы, заменимых и незаменимых аминокислот. Ввиду истощения запасов и запрета активной добычи беломорской анфельции, данные исследования показывают целесообразность ведения традиционного поморского и карельского промысла - заготовки штормовых выбросов анфельции, как полноценного агарсодержащего сырья.

#### Список литературы

Алимов А.Ф., Алексеев А.П., Бергер В.Я. 2008. Марикультура как способ увеличения промысловых ресурсов Белого моря. Вестник Российской академии наук 9, 792-799.

Бахмет И.Н., Наумов А.Д. 2014. Штормовые выбросы макрофитов в Чупинской губе и в районе острова Соностров (Белое море, Кандалакшский залив). Современные проблемы науки и образования 2, 1-9.

Блинова Е.И. 2007. Водоросли-макрофиты и травы морей европейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура). М.: Издательство ВНИРО. 114 с.

Вердинский А.И. 1938. Химический состав промысловых видов водорослей Белого моря. Труды Архангельского водорослевого научно-исследовательского института 1, 115-124.

Вердинский А.И., Ивинский И.Ф., Виноградов В.А. 1935. Агар из беломорской водоросли анфельция пликата. Архангельск: ОГИЗ. Ч. I, II. 67 с.

Гемп К.П. 1962. Сырьевые запасы морских водорослей и трав и перспективы дальнейшего развития их промысла в Белом море. Труды Всесоюзного совещания работников водорослевой промышленности СССР 1, 15-31.

Гемп К.П., Калугина А.А. 1967. К вопросу о биологии анфельции и возможности ее акклиматизации в Чёрном море. Сборник статей «Донные биоценозы и биология бентосных организмов Чёрного моря». Киев: Издательство «Наукова думка», 63-70.

ГОСТ 26185-84. 2010. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. М.: ФГУП «Стандартинформ». 34 с.

ГОСТ 31413-2010. 2011. Водоросли, травы морские и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. М.: ФГУП «Стандартинформ». 9 с.

ГОСТ 33331-2015. 2015. Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения массовой доли воды, золы и посторонних примесей. М.: ФГУП «Стандартинформ». 8 с.

Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. 1990. Физическая и коллоидная химия: Учеб. для фарм. вузов и факультетов. М.: Изд-во «Высшая школа». 487 с.

Житний Б.Г. 2003. Биологические основы марикультуры мидий на Карельском побережье Белого моря. Автореф. дис. канд. биол. наук. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова. 21 с.

Кайшева Н.Ш., Архипова М.Н., Кайшев А.Ш. 2014. Морфолого-анатомические и фитохимические характеристики некоторых водорослей. Фармация и фармакология 3, 28-40.

Кизеветтер И.В., Грюнер В.С., Евтушенко В.А. 1967. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. М.: Пищевая промышленность. 416 с.

Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова Л.П. 1981. Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. М.: Легкая и пищевая промышленность. 113 с.

Коренников С.П. 1979. Запасы водорослей в Белом море и перспективы их промысла. Тезисы доклада III Всесоюзного совещания по морской альгологии-макрофитобентосу. Киев: Издательство «Наукова думка», 72-74.

Кузнецов В.В. 1960. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны. М.-Л.: Издательство АН СССР. 322 с.

Куприна Е.Э., Малыгина М.А. 2010. Теория и практика переработки водорослей электрохимическим способом. Рыбпром 3, 36-42.

Льюис У., Скуайрс Л., Брутон Дж. 1948. Химия коллоидных и аморфных веществ. М.: Государственное издательство иностранной литературы. 536 с.

Максимова О.В. 2017. Макрофитобентос Белого моря. Система Белого моря, Т. 4. М.: Издательство «Научный мир», 378-442.

Михайлова Т.А. 2014. Состояние зарослей промысловой водоросли *Ahnfeltia plicata* (*Ahnfeltiaceae*, *Rhodophyta*) в районе острова Жижгинский Белого моря. Растительные ресурсы. В. 1. С.12-17.

Новиков В.М. 1964. Справочник технолога рыбной промышленности. М.: Пищевая промышленность. Т. 2. 787 с.

Об утверждении правил рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна: Приказ Минсельхоза России от 30.10.2014 N 414. Российская газета. Спец. вып. 23 янв. 2015. № 12/1 (6583/1), 2-10.

Подкорытова А.В. 2005. Морские водоросли-макрофиты и травы. М.: Изд-во ВНИРО. 174 с.

Подкорытова А.В., Игнатова Т.А., Родина Т.В. 2016. Комплексная ресурсосберегающая технология переработки красных водорослей *Ahnfeltia plicata*, Белое море: получение агара, пищевых волокон и кормовых продуктов. Труды ВНИРО 159, 130-142.

Пронина О.А., Дегтев А.И., Воробьев А.В. 2004. Количественная оценка запасов макрофитов Белого моря гидроакустическим методом. Рыбное хозяйство 3, 36-39.

Пронина О.А., Мельник Р.А. 2007. Промысловые водоросли Соловецких островов: состояние сырьевой базы и промысла, перспективы развития. Материалы отчетной сессии Северного филиала ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ 2003-2004 гг. Архангельск: Изд-во АГТУ, 201-216.

Усов А.И. 1985. Полисахариды красных морских водорослей. Прогресс химии углеводов. М.: Изд-во «Наука», 77-96.



Усов А.И. 2001. Проблемы и достижения в структурном анализе сульфатированных полисахаридов красных водорослей. *Химия растительного сырья* 2, 7-20.

Усов А.И., Элашвили М.Я. 1991. Количественное определение производных 3,6-ангидрогалактозы и специфическое расщепление галактанов красных водорослей в условиях восстановительного гидролиза. *Биоорганическая химия* 17(6), 839-848.

Chapman V.J., Chapman D.J. 1980. *Seaweeds and their uses*. 3rd ed. London: Chapman and Hall Ltd. 334 p.

Food and agriculture organization of the United Nations. 2003. Food energy - methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop. Rome: FAO food and nutrition paper. 87 p.

Tsugita A., Scheffler J.-J. 1982. A rapid method for acid hydrolysis of protein with a mixture of trifluoroacetic acid and hydrochloric acid. *European journal of biochemistry* 124, 585-588.

Rees D.A. 1969. Structure, conformation, and mechanism in the formation of polysaccharide gels and networks. *Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry* 24, 267-332

Updegraff M.D. 1969. Semimicro determination of cellulose in biological material. *Analytical biochemistry* 32(3), 420-424.

## Экосистема озера Телецкое Республики Алтай

Л.В. Веснина, А.Н. Трофимов, И.Ю. Теряева, Г.А. Романенко

Алтайский филиал Государственного научно-производственного центра рыбного хозяйства (Алтайский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр»), г. Барнаул  
E-mail: [artemiaprgn@mail.ru](mailto:artemiaprgn@mail.ru)

**Ключевые слова:** кормовая база, фитопланктон, зоопланктон, ихтиофауна, приемная емкость.

**Аннотация:** Вода озера Телецкое относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Вода озера пресная и характеризуется небольшим содержанием минеральных веществ. По гидробиологии вод и содержанию биогенных веществ озеро Телецкое оценивается как ультраолиготрофное – сверхмалокормное. Наиболее ценными и востребованными аборигенными видами водных биологических ресурсов отмечены обыкновенный таймень (*Hucho taimen* Pallas, 1773), сибирский хариус (*Thumallus arcticus* Pallas, 1776) и обыкновенный сиг (*Coregonus lavaretus* L.). Определён дефицит икры по тайменю – 0,86 млн шт/год, по хариусу – 9,56 млн шт/год, по сигу – 15,78 млн шт/год.

Озеро Телецкое относится к наиболее важному в рыбохозяйственном отношении водоему Республики Алтай, в котором сосредоточено около 70,0 % всех рыбных запасов региона.

Попытки промысла рыбы в оз. Телецкое, предпринятые в 30–40-х гг. XX века, экономически себя не оправдали. К 70-м гг. XX века дальнейшее рыбохозяйственное освоение водоема в промышленных целях было прекращено ввиду экономической нецелесообразности.

В сложившихся условиях первоочередной задачей является обеспечение восстановления популяций ценных промысловых видов, на которые приходится наибольшая добыча (вылов). Наиболее ценными и востребованными аборигенными видами водных биологических ресурсов отмечены обыкновенный таймень (*Hucho taimen* Pallas, 1773), сибирский хариус (*Thumallus arcticus* Pallas, 1776) и обыкновенный сиг (*Coregonus lavaretus* L.) Ранее выделенные как самостоятельные виды телецкий сиг и сиг Правдина в настоящее время рассматриваются как две экологические формы обыкновенного сига на долю которых приходится более 60,0 % вылова.

Вода озера Телецкое относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Вода озера пресная и характеризуется небольшим содержанием минеральных веществ (табл.1). За последние четыре года (2015-2018 гг.) изменений в гидрологическом и гидрохимическом режимах озера Телецкое не обнаружено (Михайлов и др., 2016). Фундаментальные исследования особенностей гидрохимического режима данного водоема проведены В.В. Селегей и Т.С. Селегей (1974).

**Таблица 1.** Ионный состав воды в озере Телецкое Турочакского и Улаганского района Республики Алтай в 2018 году, мг/дм<sup>3</sup>

рН	Сухой остаток	Жесткость	Ионный состав								
			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
7,3 ±0,2	21,0 ±2,0	0,92 ±0,147	0,1 ±0,04	19,0	7,3 ±1,1	3,89 ±0,08	0,64 ±0,10	1,5 ±0,2	менее 0,1	менее 0,02	10,7 ±1,1

Гидрохимический режим и состав воды озера систематически изучаются Республиканской научно-исследовательской химико-экологической лабораторией ФГБОУ ВО «Горно-Алтайского государственного университета». По результатам исследований содержание ртути в озере составляет менее 0,0002 мг/дм<sup>3</sup>, урана – 0,00045 мг/дм<sup>3</sup>, молибдена – 0,0012 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация железа (по многолетним наблюдениям) изменяется в пределах 0,7-2,1 мг/дм<sup>3</sup>, свинца – 0,0005-0,001 мг/дм<sup>3</sup>. Установлено, что в последнее время усиливается антропогенная нагрузка на озеро.

В течение года на всех глубинах содержится большое количество растворенного кислорода, близкое к максимальному насыщению. Вследствие этого, создаются особенно благоприятные условия для организмов, требовательных к кислородному режиму, например, лососевых и сиговых рыб. Вода оз. Телецкое характеризуется высокой прозрачностью. Максимальная прозрачность воды в водоеме составляет 13,6 м, средняя – 5,8 м. У берегов и в устьях притоков, где поступает различная взвесь, прозрачность падает до 1,5 м (Наставления ..., 1978).

**Кормовая база.** Развитие и распределение гидробионтов в водной толще определяются особенностями водоема – местоположением и строением ложа, температурным режимом и химизмом воды, глубиной, характером грунта.

По гидробиологии вод и содержанию биогенных веществ озеро Телецкое оценивается как ультраолиготрофное – сверхмалокормное (Китаев, 2007). Экосистемы холодноводных олиготрофных озер наиболее уязвимы к внешнему воздействию. Прибрежная мелководная зона имеет исключительно важное значение в жизни водоема, испытывая на себе влияние абиотических и биотических факторов глубоководной части озера, с одной стороны, и влияние берегов и притоков – с другой.

В зоне литорали создается особый термический и гидрохимический режим, в эту зону попадают органические и неорганические вещества, приносимые с водосбора, которые именно в литоральной зоне включаются в систему химических процессов, протекающих в водоеме.

Продуктивность растительных сообществ – один из основных показателей, отражающих состояние водных экосистем, и ее величина зависит как от природных, так и антропогенных факторов. Очень низкие значения продуктивности могут свидетельствовать об отсутствии необходимого количества питательных веществ в водной среде, неблагоприятных гидрологических условиях, возрастных особенностях или чрезмерной антропогенной нагрузке на экосистему. Пространственное распределение растительности в водоеме связано со строением котловины, берегов, характером грунтов и направлением господствующих ветров. Природные особенности отдельных участков озера обуславливают своеобразие их флоры.

В настоящее время в гидрофильной флоре оз. Телецкое обнаружено 62 вида и гибрида сосудистых растений, относящихся к 34 родам, 22 семействам и 3 отделам. Подцарство *Phycobionta* представлено одним отделом – *Charophyta* и двумя семействами *Characeae* и *Nitellaceae*. Ведущую роль в зарастании литорали водоема имеют четыре вида – *Potamogeton perfoliatus* L., *Potamogeton gramineus* L., *Equisetum fluviatile* L., *Carex acuta* L. (Михайлов и др., 2016).

Общая площадь зарослей как полупогруженных, так и погруженных видов, составляет около 30,0 % площади литорали. Погруженная растительность, как по биомассе, так и по площади зарастания литорали в целом уступает полупогруженной.

Фитопланктон оз. Телецкое изучался рядом исследователей, например, О.В. Анисимовой (1986; 1997) и Е.Ю. Митрофановой (1991). На состав и распределение фитопланктона, его изменение в пределах одного водоема влияет большой комплекс факторов. Первостепенное значение из физических факторов имеют световой режим и температура воды, а для глубоких водоемов – вертикальная устойчивость водных масс. В фитопланктоне рассматриваемого водоема обнаружено 337 видов водорослей, преобладают по числу видов диатомовые и зеленые. Группу видов, создающих основу

численности и биомассы, слагают диатомовые, криптофитовые, золотистые, реже цианобактерии и зеленые (Бурмистрова, 2009).

В литоральной зоне оз. Телецкое, особенно в зарослях макрофитов или непосредственной близости от них, фитопланктон заметно разнообразнее и обильнее, чем в пелагиали. Основной фон фитопланктона составляет *Asterionella formosa*, субдоминант – *Melosira italica*. По мере приближения к берегам планктон становится богаче, в фитопланктоне появляются единично *Dinobryon divergens*, *Pediastrum boryanum* и *Botryococcus brauni*. Весной и летом камни открытой литорали покрываются бурым налетом водорослей. На камнях развиваются густые обрастания из видов рода *Cymbella* (*C. cistula*, *C. ventricosa*, *C. cymbiformis*, *C. delicatula*, *C. helvetica*, *C. parva*), *Achnanthes minutissima* и др. Из других групп водорослей к числу настоящих планктеров относятся *Mallomonas elongata*, *Chlamydomonas* sp., *Dinobryon stipitatum*, *D. divergens*, *Botryococcus brauni*, *Pediastrum boryanum*, *Euastrum verrucosum*.

В июне–июле наибольшую численность в фитопланктоне представляют центрические диатомовые водоросли (до 60,8 тыс. кл/л), биомассой 0,013 г/м<sup>3</sup>. В августе доминируют криптофитовые водоросли (329,9 тыс. кл/л) при биомассе 0,142 г/м<sup>3</sup>. В устье р. Чулышман биомасса фитопланктона колеблется от 0,002 до 0,017 г/м<sup>3</sup>, в Кыгинском заливе – от 0,012 до 0,024 г/м<sup>3</sup>, в районе устья р. Кокши – 0,008 г/м<sup>3</sup>, в районе устья р. Корбу – 0,003 г/м<sup>3</sup>, в Камгинском заливе – 0,002–0,004 г/м<sup>3</sup>, в районе п. Яйлю (пелагиаль) – 0,007–0,071 г/м<sup>3</sup>.

Зоопланктон озера Телецкое изучен недостаточно. По данным И.А. Домбровской (1992), наибольшее развитие он достигает в августе (0,42 г/м<sup>3</sup>) в зоне термоклина. В это время до 60,0 % биомассы обеспечивают ветвистоусые ракообразные, а коловратки в конце июля (до 70,0 % биомассы). На глубине 5–20 м в течение всего лета доминируют веслоногие рачки, коловратки не превышают 15%. На глубинах 20–50 м доминируют веслоногие рачки (до 85,0 %), главным образом, представители рода *Cyclops*. По уровню развития зоопланктона – оз. Телецкое относится к типичным олиготрофным водоемам.

В 2017 г. было отобрано и обработано 14 проб зоопланктона оз. Телецкое на разных участках и глубинах (0–2,0 м, 0–5,0 м). Исследования проводились в вегетационный период. В составе зоопланктона озера Телецкое было обнаружено 8 эврибионтных таксонов, из которых 5 представлены коловратками. Наибольшее видовое разнообразие отмечалось в летний период.

Максимальная численность в сравнительном по участкам аспекте наблюдалась в устье р. Большие Чили (8,53±3,03 тыс. экз/м<sup>3</sup>) и была обусловлена массовым развитием одного вида коловраток (*Keratella cochlearis*). Наименьшие численные показатели зоопланктона отмечались в пробах от 16.05. в устье р. Чулышман (0,95±0,52 тыс. экз/м<sup>3</sup>) с биомассой 0,010±0,002 г/м<sup>3</sup> за счет численного доминирования ветвистоусого рачка рода *Bosmina*. Средняя численность зоопланктона в оз. Телецкое за период исследования 2017 г. составила 4,57±1,39 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса – 0,030±0,006 г/м<sup>3</sup>.

Наибольший вклад в численные показатели зоопланктона в устье р. Чулышман в июле вносили ветвистоусые ракообразные (*Bosmina*), в мае и августе доминировали веслоногие ракообразные, в устьях рек Большие Чили и Самыш, а также Каменном заливе – коловратки (*Keratella cochlearis*, *Polyarthra*).

Зообентос озера Телецкое в вегетационный период 2017 года был представлен небольшим разнообразием. На каменистых биотопах встречаются пиявки (кл. *Hirudinea*), жуки (кл. *Coleoptera*), ручейники (отр. *Trichoptera*), многочисленные личинки хирономид (сем. *Chironomidae*). Песчаная литораль бедна по развитию бентофауны. На открытых галечниковых и песчаных плёсах единично прослеживаются жуки (кл. *Coleoptera*), ручейники (отр. *Trichoptera*). В нижней зоне песчаной литорали, где песок заилен – личинки хирономид (сем. *Chironomidae*), пиявки (кл. *Hirudinea*).

Наиболее высокие показатели численности и биомассы зообентоса отмечены в весенний период, основу численности и биомассы составляли личинки хирономид (*сем. Chironomidae*). Наибольшая продуктивность озера Телецкое установлена на участке в районе устья р. Чулышман. Общая численность зообентоса на данном участке колебалась от 1,16 до 3,79 тыс. экз/м<sup>2</sup>, общая биомасса зообентоса колебалась от 1,38 до 7,22 г/м<sup>2</sup>. Общая численность зообентоса на участке в районе устья р. Большие Чили в 2017 году колебалась от 0,29 до 2,12 тыс. экз/м<sup>2</sup>, общая биомасса зообентоса колебалась от 1,12 до 5,34 г/м<sup>2</sup>.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что исследуемые участки озера Телецкое в границах Улаганского и Турочакского районов Республики Алтай относятся к категории «Низкая», при показателях биомассы зообентоса от 5,00 до 20,00 г/м<sup>2</sup>.

**Ихтиофауна озера.** В настоящее время ихтиофауна озера Телецкое насчитывает 13 видов рыб, постоянно обитающих в водоеме: обыкновенный таймень (*Hucho taimen* (Pallas, 1773)), ленок (*Brachymystax lenok* (Pallas, 1773)), сибирский хариус (*Thymallus arcticus* (Pallas, 1776)), обыкновенный сиг (*Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758)), обыкновенная щука (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), сибирский голец (*Barbatula toni* (Dybowski, 1869)), речной голянь (*Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758)), елец (*Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758)), налим (*Lota lota* (Linnaeus, 1758)), речной окунь (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), сибирский подкаменщик (*Cottus sibiricus* Kessler, 1899) и пестроногий подкаменщик (*Cottus poecilopus* Heckel, 1836). С 1964 года в озере стал попадаться лещ (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)), акклиматизированный в Новосибирском водохранилище и распространившийся по всей верхней Оби. Кроме того, известны единичные случаи захода в озеро из реки Бии сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) и нельмы (*Stenodus leucichthys* (Guldenstadt, 1772)). К наиболее многочисленным и имеющим промысловое значение относятся обыкновенный таймень, обыкновенный сиг, сибирский хариус, обыкновенная щука, елец, налим и речной окунь. Данные виды рыб составляют 95 % от промыслового запаса ихтиофауны озера (Лукерин и др, 2016).

Обыкновенный таймень (*Hucho taimen* (Pallas, 1773)) широко распространен в водных объектах Республики Алтай. Наиболее крупные стада обитают в р. Катунь, р. Бия и оз. Телецкое, где для вида характерно расселение по всему водоему, однако особи отдают предпочтение порогам и устьям впадающих в него рек. Темп роста обыкновенного тайменя зависит от наличия разнообразных биотопов и состояния кормовой базы. Основу его питания в первые два года жизни составляют водные и наземные беспозвоночные, попадающие в воду: перепончатокрылые, двукрылые, жесткокрылые, иногда поедает личинок ручейников, а также веснянок, поденок.

К трехлетнему возрасту обыкновенный таймень переходит на активное питание рыбой, в результате чего меняются места его обитания.

В контрольных уловах тайменя последних лет в оз. Телецкое присутствовали особи в возрасте от 1+ до 11+, с преобладанием восьмилеток (46,4 %) (табл. 2).

**Таблица 2.** Размерно-возрастной состав обыкновенного тайменя в озере Телецкое Республики Алтай, 2015-2018 гг.

Возраст, лет	Промысловая длина тела, мм		Масса рыб, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
1+	280,0	-	278,0	270,0-283,0	2,4
2+	330,0	-	560,0	-	1,3
3+	576,7±12,0	560,0-600,0	3150,0±80,1	3064,0-3310,0	5,7
5+	658,0±2,6	600,0-714,0	4157,1±28,2	3823,0-4337,0	14,6

7+	689,0±4,2	597,0-820,0	5536,7±179,6	3680,0-9150,0	46,4
9+	937,0±2,7	920,0-957,0	12765,4±247,1	12515,0-12874,0	15,3
11+	1091,0±2,7	1024,0-1154,0	18810,3±212,2	18281,0-19326,0	14,3

В ходе проведения сырьевых исследований с 2010 по 2018 гг. было установлено, что в уловах обыкновенного тайменя соотношение самцов и самок близко к 1:1. Для самок обыкновенного тайменя озера Телецкое характерно увеличение абсолютной плодовитости в ходе онтогенеза в 1,5 – 2,0 раза. Так, пятилетние особи обладали средней абсолютной плодовитостью 4,6 тыс. икринок, тогда как девятилетние – 7,8 тыс.

На нерест обыкновенный таймень поднимается во впадающие в озеро реки. Нерест протекает с середины мая по начало июня. Его интенсивность может отличаться, в зависимости от участка нерестовой реки, в настоящий момент нет достоверных сведений о точных сроках нереста на различных участках. Наибольшее влияние на начало массового нереста оказывает температурный фактор. При достижении температуры +7 °С наблюдается начало нереста, при температуре +8 - +9 °С он протекает наиболее интенсивно.

Анализируя материалы Б.Г. Иоганзена, А.Н. Гундризера, В.В. Кафановой и Г.М. Кривошекова (1966) можно отметить, что размерно-возрастной состав стада обыкновенного тайменя за последние 50 лет существенно не изменился.

В 80-е гг. XX века уловы обыкновенного тайменя в водоемах Республики Алтай достигали 8,0 т в год, составляя около 9,0 % от общего вылова. Последние 15 лет официальный промысел в водоемах региона прекратился, основное изъятие тайменя осуществляется незаконно при помощи ставных жаберных сетей. Пик незаконного изъятия приходится на время преднерестового и нерестового периода, что отрицательно влияет на численность вида о чём свидетельствует сокращение тайменя в контрольных уловах до 3 %. В целом лов тайменя не носит организованный характер, ввиду сложившейся незначительной плотности промыслового стада (Vesnina et al., 2017).

Для сибирского хариуса в озере Телецкое характерно расселение по всему водоему, однако для вида характерно избегание глубин более 30,0–35,0 м. Наибольшие концентрации сибирского хариуса отмечены вблизи устьев рек Чулышман, Самыш, Корбу, Кокша, Кыга и др. В пределах озера сибирский хариус не совершает продолжительных миграций.

Стадо сибирского хариуса в контрольных уловах 2018 г. в озере Телецкое сформировано особями 3+ – 7+ лет. Длина тела рыб варьирует от 176,0 до 316,0 мм, а масса рыб от 75,5 до 524,0 г. Основу численности сибирского хариуса составляли особи в возрасте четырех-пяти лет со средней массой 75,5 и 149,5 г при средней длине 176,5 и 217,2 мм, соответственно (табл. 3).

**Таблица 3.** Размерно-возрастная структура популяции сибирского хариуса оз. Телецкое Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай, 2018 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
3+	176,5±2,4	162,0-186,0	75,5±3,5	55,0-91,0	40,7
4+	217,2±4,5	200,0-246,0	149,5±10,8	99,0-213,0	40,7
5+	305,5±40,5	265,0-346,0	487,5±216,5	271,0-704,0	7,4
6+	290,0±5,0	285,0-295,0	413,5±22,5	391,0-436,0	7,4
7+	316,0		524,0		3,8

В марте – апреле происходит образование значительных нерестовых скоплений сибирского хариуса вблизи устьев рек. На нерест сибирский хариус, в зависимости от

температурного и гидрологического режимов со второй половины мая до середины июня, заходит в реки, впадающие в озеро, поднимаясь до самых верховьев, проникая в притоки второго порядка.

Нерестовый ход в большинстве рек хорошо выражен. Половой зрелости в большинстве притоков сибирский хариус достигает на третьем-пятом году жизни. Температура начала нереста составляет 5-6 °С. Икра откладывается на перекатах и быстринах, развитие ее происходит быстро и заканчивается через несколько дней. Абсолютная плодовитость хариуса составляла от 2241 до 3155 икринок и закономерно увеличивается с возрастом, но при этом, икринки становятся крупнее и относительная плодовитость снижается.

По материалам проведенных нами исследований за период 2010-2018 гг., основу промыслового стада хариуса составили рыбы 3+ – 4+ лет. Наблюдается омоложение стада сибирского хариуса, в уловах сократилась удельная доля старшевозрастных особей 5+ и 6+ при росте доли младшевозрастных особей. Омоложение стада хариуса объясняется интенсификацией промысла. Было установлено, что в уловах хариуса соотношение самцов и самок составляет 1:1 с небольшим преобладанием самок.

Анализируя материалы исследователей прошлых лет можно отметить, что размерно-возрастной состав стада сибирского хариуса существенно варьирует по годам наблюдений, тем не менее четко прослеживается тенденция снижения весовых показателей в старшевозрастных группах.

Сибирский хариус в водных объектах Республики Алтай отмечен одним из наиболее приоритетных объектов спортивно-любительского рыболовства. В Республике Алтай не установлена промысловая мера на вылов хариуса, таким образом, не исключается вылов молодежи. Значительная доля хариуса в Республике Алтай вылавливается в преднерестовый и нерестовый периоды, что наносит значительный ущерб половозрелой части популяции. Неконтролируемое незаконное изъятие особей до нереста способно значительно сократить промысловые стада вида.

Обыкновенный сиг (*Coregonus lavaretus* Gmelin, 1788) в озере Телецкое является самым многочисленным и повсеместно распространенным видом.

Ранее выделенные как самостоятельные виды Телецкий сиг и сиг Правдина в настоящее время рассматриваются как две экологические формы обыкновенного сига: крупная малотычинковая и мелкая многотычинковая. Самым многочисленным и повсеместно распространенным видом в оз. Телецкое является малотычинковая экологическая форма обыкновенного сига. Наблюдаются сезонные перемещения стад в озере. Весной и в первой половине лета, пока вода в озере холодная, рыба держится на мелководных участках – в районе устья реки Чулышман и в заливах. В июле – августе, с прогреванием воды, уходит в глубоководную зону (Михайлов и др., 2016).

В контрольных уловах обыкновенного сига (малотычинковая форма) озера Телецкое в весенний период (апрель-май 2018 г.) было отмечено 3 возрастные группы, основу промыслового стада составили шестилетние особи (62,2 %), со средней массой 86,3 г при средней промысловой длине 191,1 мм (табл. 4).

**Таблица 4.** Размерно-возрастная структура популяции обыкновенного сига (малотычинковая форма) оз. Телецкое Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай, 2018 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
4+	178,6±1,7	170,0-200,0	71,8±1,9	56,0-97,0	26,7
5+	191,1±1,2	170,0-212,0	86,3±1,8	50,0-128,0	62,2
6+	221,9±3,3	210,0-245,0	132,8±7,2	111,0-186,0	11,1

Половозрелости обыкновенный сиг достигает в возрасте трех-четырёх лет. С возрастом увеличиваются такие параметры, как масса гонад и абсолютная плодовитость. Осенние преднерестовые концентрации образует в основном в мелководной северо-западной части озера. Нерест его происходит в октябре – ноябре при температуре воды плюс 4 –5 °С на галечном грунте в малопроточных участках. Инкубационный период длится всю зиму до распаления льда и занимает около 200 суток (Веснина, Михайлов, 2016).

Обыкновенная щука в озере Телецкое встречается в основном в литоральной зоне, массовые ее скопления наблюдаются лишь в мелководных участках Кыгинского и особенно Камгинского заливов. Щука придерживается биотопов с наличием хорошо развитой водной растительностью. В реки, впадающие в озеро Телецкое, обыкновенная щука не заходит, а придерживается лишь приустьевых участков.

В контрольных уловах обыкновенной щуки в озере Телецкое в весенний период (апрель-май 2018 г.) были представлены особи в возрасте от 4+ до 7+, с преобладанием шестилеток (53,3 %). Средняя масса обыкновенной щуки в уловах составляла 2216,3 г при средней длине 576,6 мм (табл. 5).

**Таблица 5.** Размерно-возрастная структура популяции обыкновенной щуки оз. Телецкое Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай, 2018 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
4+	446,2±20,7	396,0-510,0	864,3±115,1	540,0-1215,0	40,0
5+	560,3±9,7	512,0-603,0	1676,6±88,6	1310,0-2118,0	53,3
7+	724,0		4108,0		6,7

По ретроспективным данным (Рыбы Телецкого озера, 1981) обыкновенная щука оз. Телецкое достигает возраста тринадцати лет, но особи старше восьми лет встречаются крайне редко. Соотношение самцов и самок в уловах 4:1. Промысловые скопления щуки отмечены на мелководных участках Камгинского и Кыгинского заливов, в дельте р. Чулышман и на участке от устья р. Самыш до пос. Артыбаш.

Щука в водных объектах Республики Алтай отмечена как один из основных объектов спортивно-любительского рыболовства и ННН-промысла.

**Елец** широко распространенный вид, однако его промысловые скопления в водных объектах Республики Алтай связаны с бассейном р. Бия и озером Телецкое. После нереста в устье реки Чулышман в конце мая – начале июня елец совершает групповые миграции в Кыгинский залив, где держится все лето. С наступлением похолодания воды наблюдается слабовыраженный ход ельца к устью р. Чулышман. С декабря елец массово залегает в самом низовье реки на перекатах под толстым слоем льда, где становится недоступен для хищников.

В составе контрольных уловов (апрель-май 2018 г.) были отмечены особи ельца в возрасте от 4+ до 6+. Подавляющее большинство отловленных особей составляли пяти- и шестилетки со средней массой 74,3 и 95,7 г и средней промысловой длиной – 164,1 и 176,0 мм соответственно (табл. 6).

**Таблица 6.** Размерно-возрастная структура популяции ельца в озере Телецкое Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай, 2018 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	



4+	164,1±1,3	146,0-180,0	74,3±1,9	49,0-97,0	43,5
5+	176,0±1,7	140,0-199,0	95,7±3,2	65,0-171,0	44,7
6+	193,0±3,2	176,0-212,0	128,3±8,4	99,0-183,0	11,8

В озере Телецкое условия обитания ельца близки к экологическому оптимуму, а популяция слабо подвержена промысловому воздействию. Елец является объектом любительского рыболовства. Основная масса вылавливается в устье р. Чулышман. В ходе анализа состояния промыслового стада ельца оз. Телецкое отмечена его значительная стабильность. Устойчивое пополнение в условиях незначительных, но часто локальных изменений на акваториях водоемов и прилегающей территории, стабильная промысловая нагрузка, не вызывает значительных колебаний численности вида.

**Речной окунь** в озере Телецкое, как и обыкновенная щука, придерживается преимущественно мелководных участков Камгинского и Кыгинского заливов и устья реки Чулышман, больших миграций в озере не совершает. Осенью, с понижением температуры и началом штормовой погоды, речной окунь отходит от берегов на глубину 25,0 – 40,0 м.

В контрольных уловах (апрель-май 2018 г.) речной окунь был представлен тремя возрастными группами (1+ –3+). В уловах преобладали особи трехлетнего возраста (69,0 %), со средней массой 91,9 г при средней промысловой длине 168,1 мм (табл. 7).

**Таблица 7.** Размерно-возрастная структура популяции речного окуня оз. Телецкое Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай, 2018 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
1+	117,5±17,5	100,0-135,0	34,0±15,0	19,0-49,0	4,8
2+	168,1±2,8	136,0-195,0	91,9±5,3	48,0-164	69,0
3+	214,9±2,8	195,0-230,0	238,5±12,4	165,0-311,0	26,2

Согласно ретроспективным данным (Рыбы Телецкого озера, 1981) возрастной ряд речного окуня оз. Телецкое за последние полвека существенно сократился, однако его весовые характеристики улучшились.

Окунь в водных объектах Республики Алтай отмечен как один из основных объектов спортивно-любительского рыболовства. Ведение организованного спортивно-любительского рыболовства на водных объектах Республики Алтай не окажет негативного влияния на численность популяции окуня.

**Налим** распространен по всему озеру. Это наиболее глубоководная рыба, так как опускается до глубин 100-120 м.

В контрольных уловах рыбы из озера Телецкое популяция налима была представлена особями трех возрастных групп от 1+ до 3+. Основу промыслового стада составляли особи в возрасте трех лет (66,6 %). Средняя масса налима четырехлеток в уловах составляла 750,0 г при промысловой длине 436,7 мм (табл. 8).

**Таблица 8.** Размерно-возрастной состав налима в озере Телецкое Республики Алтай, 2018 г.

Возраст, лет	Промысловая длина, мм		Масса рыб, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
1+	276,0±14,7	248,0-298,0	147,7±15,2	126,0-177,0	11,2
2+	316,7±15,2	250,0-355,0	290,8±39,7	139,0-392,0	22,2
3+	436,7±6,4	380,0-480,0	750,0±27,5	525,0-1004,0	66,6

Налим в водных объектах Республики Алтай располагается на третьем месте по объемам вылова спортивно-любительским рыболовством. Преобладание младших возрастных групп в уловах свидетельствует о высоком уровне естественного пополнения промысловых стад налима озере Телецкое. Популяция налима в озере имеет стабильные запасы. Локализуясь преимущественно на глубинах от 25,0 до 60,0 м, налим становится малодоступным объектом для спортивно-любительского лова, добыча его осуществляется в основном браконьерским способом. На озере Телецкое его добыча (вылов) осуществляется различными орудиями лова в течение всего года, но в основном в осенне-зимний период. Поскольку налим – зимне-нерестующий вид, его добыча в период нерестовых миграций оказывает негативное влияние на состояние популяции и пополнение промыслового запаса.

Согласно ретроспективным данным (Рыбы Телецкого озера, 1981) в уловах налима в начале XX века насчитывалось 12 возрастных групп, доминировали особи 4+-5+. К 1950 гг. длина возрастного ряда не изменилась, но преобладать в уловах стали особи 6+-10+ лет.

Другие виды. Помимо вышеупомянутых видов в озере Телецкое отмечены лещ, серебряный карась, сибирский голец, речной голяк, сибирский подкаменщик, пестроногий подкаменщик, сибирский осётр, ленок и нельма. Эти виды встречаются крайне редко и не имеют промыслового значения. Сибирский осётр, ленок и нельма включены в Красную книгу Республики Алтай по 1 категории и их вылов любыми орудиями лова запрещен (Красная книга Республики Алтай, 2007). Для спортивно-любительского рыболовства наиболее перспективны лещ и серебряный карась.

**Приемная емкость озера Телецкое.** В условиях отсутствия постоянной промысловой нагрузки и данных о пополнении стада обыкновенного тайменя в озере Телецкое нельзя выделить точку отсчета периода флуктуации до завершения жизненного цикла поколения, охваченного наблюдениями. За период исследований с 2010 по 2018 гг. закономерности изменения численности не отмечены.

Опираясь на ранее описанную средне-популяционную плодовитость стада обыкновенного тайменя и ориентировочную биомассу промыслового запаса рыб в оз. Телецкое, можно рассчитать предполагаемое пополнение по икре. Для расчета биомассы промысловых стад нами был использован метод, который позволяет оценить потенциальную рыбопродуктивность водоёмов, используя коррелятивные связи динамики вылова с гидрологическим и гидробиологическим состоянием водоёма при неизменной или усиливающейся антропогенной нагрузке. В качестве основных абиотических и биотических показателей, определяющих рыбопродуктивность, выбраны морфологические, гидрохимические и гидробиологические.

Используя уравнение линейной регрессии, для озера Телецкое была рассчитана потенциальная рыбопродуктивность, составляющая 6,44 кг/га. Промысловый запас рыб в озере оценивается 143,6 т. Доля обыкновенного тайменя – 4,0 %. Суммарная ихтиомасса обыкновенного тайменя составляет 5,744 т. Доля неполовозрелых особей составляет приблизительно 27,7 % или 1,59 т. В ходе дальнейших изысканий была определена средняя масса половозрелой особи обыкновенного тайменя, равная 4136 г. Доля самок в стаде составляет 49,7 % или 2,07 т, что составляет 501 экземпляр. Было установлено, что средняя плодовитость одной самки составляет 5696,4 икринок. Таким образом, нами была получена средняя величина сезонного пополнения по икре – 2,853896 млн штук.

Отсутствие данных об изменениях численности вида и связанных с этими колебаниями воспроизводства молоди наряду с объективным снижением численности вида при официальном отсутствии лова не позволяет провести прямой расчет. В сложившейся ситуации дефицит молоди тайменя был приравнен к величине возможного вылова вида в рассматриваемом озере, составляющей не менее 30,0 % от общего количества запаса. Таким образом, при средней величине сезонного пополнения по икре – 2,853896 млн штук дефицит составляет 0,856169 млн штук.

В условиях отсутствия постоянной промысловой нагрузки и данных о пополнении стада сибирского хариуса озера Телецкое нельзя выделить точку отсчета периода флуктуации до завершения жизненного цикла поколения, охваченного наблюдениями. За период, охваченный исследованиями, с 2010 по 2018 гг. закономерности изменения численности не отмечены.

В условиях отсутствия постоянной промысловой нагрузки, стабильности биотических факторов и влияния антропогенной деятельности на водоем, невозможно говорить об основном факторе, определяющем динамику численности сибирского хариуса озера Телецкое. На момент проведения наших исследований по данным контрольных научно-исследовательских уловов было установлено снижение доли старшевозрастных групп.

Используя уравнение линейной регрессии, для озера Телецкое была рассчитана потенциальная рыбопродуктивность составляющая 6,44 кг/га. Промысловый запас рыб в озере оценивается 143,6 т. Доля сибирского хариуса – 12,0 %. Суммарная ихтиомасса сибирского хариуса составляет 17,2 т. Доля половозрелых особей составляет приблизительно 10,1 т. В ходе дальнейших изысканий была определена средняя масса половозрелой особи сибирского хариуса, равная 243,4 г. Доля самок в стаде составляет 54,6 % или 22684 экземпляра. Было установлено, что средняя плодовитость одной самки составляет 1405 икринок. Таким образом, нами была получена средняя величина сезонного пополнения по икре – 31,87102 млн штук.

Отсутствие данных об изменениях численности вида и связанных с этими колебаниями воспроизводства молоди наряду с объективным снижением численности вида при официальном отсутствии лова не позволяет провести прямой расчет. В сложившейся ситуации дефицит молоди хариуса был приравнен к величине возможного вылова вида в рассматриваемом озере, составляющей не менее 30,0 % от общего количества запаса. Таким образом, при средней величине сезонного пополнения по икре – 31,87102 млн штук, дефицит составляет 9,561306 млн штук.

Опираясь на ранее описанную средне-популяционную плодовитость стада **обыкновенного сига** и ориентировочную биомассу промыслового запаса рыб оз. Телецкое, можно рассчитать предполагаемое пополнение по икре. В качестве основных абиотических и биотических показателей, определяющих рыбопродуктивность, выбраны морфологические, гидролого-гидрохимические и гидробиологические.

Используя уравнение линейной регрессии, для озера Телецкое была рассчитана потенциальная рыбопродуктивность составляющая 6,44 кг/га. Промысловый запас рыб в озере оценивается 143,6 т. Видовой состав промысловой ихтиофауны распределяется следующим образом: обыкновенный сиг – 51,0 %, окунь – 15,0, щука – 5,0, елец – 3,0, налим – 3,0, хариус – 6,0, лещ – 3,0, карась – 7,0, таймень – 7,0 %, суммарная ихтиомасса обыкновенного сига составляет 73,0 т. Доля неполовозрелых особей составляет приблизительно 26,0 % или 19,0 т. В ходе дальнейших изысканий была определена средняя масса половозрелой особи обыкновенного сига, равная 137,0 г. Доля самок в стаде составляет 29,2 % или 15,77 т или 115 тыс. экз. Было установлено, что средняя плодовитость одной самки составляет 457 икринок. Таким образом, нами была получена средняя величина сезонного пополнения по икре – 52,598 млн шт. Отсутствие данных об изменениях численности вида и связанных с этими колебаниями воспроизводства молоди наряду с объективным снижением численности вида при официальном отсутствии лова не позволяет провести прямой расчет. В сложившейся ситуации дефицит молоди сига был приравнен к величине возможного вылова вида в рассматриваемом озере, составляющей не менее 30,0 % от общего количества запаса. Таким образом, при средней величине сезонного пополнения по икре – 52,598 млн. штук, дефицит составляет 15,7794 млн. штук.

## Список литературы

Анисимова О.В. 1997. Альгофлора Телецкого озера и стоячих водоемов его бассейна на территории Алтайского государственного заповедника. Тр. Центрально-черноземного государственного заповедника 15, 191-203.

Анисимова О.В. 1986. Водоросли Телецкого озера (Алтайский государственный заповедник, Россия). Ботанический журнал 83(8), 11-15.

Бурмистрова О.С. 2009. Зоопланктон разнотипных водных экосистем бассейна Верхней Оби: дисс. канд. биол. наук. Новосибирск, 171 с.

Веснина Л.В., Михайлов А.В. 2016. Современное состояние запасов сиговых видов рыб в озере Телецкое Республики Алтай. Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб: тезисы Девятого Международного научно-производственного совещания (Россия, Тюмень, 1-2 декабря 2016 г.) под ред. д.б.н. А.И. Литвиненко, д.б.н. Ю.С. Решетникова. Тюмень: Госрыбцентр, 15-17.

Домбровская И.А. 1992. Зоопланктон Телецкого озера в 1989-1991 годах. Состояние, освоение и проблемы экологии ландшафтов Алтая: тез. докл. (Горно-Алтайск, 3-6 сентября 2002 г.). Горно-Алтайск, 71-72.

Иоганзен Б. Г., Гундризер А. Н., Кафанова В. В., Кривощёков Г. М. 1966. Телецкое озеро. Алтайское книжное издательство, 82-90.

Китаев С.П. 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 395 с.

Красная книга Республики Алтай (животные, 3-е издание). 2017. Под ред. А.В. Бондаренко. Горно-Алтайск, 368 с.

Лукерин А.Ю., Михайлов А.В., Романенко Г.А. 2016. Характеристика нереста доминирующих видов рыб в озере Телецкое в весенний период. Материалы IV Международной конференции «Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее», 26-30 сентября 2016 г. Горно-Алтайск, 120-123.

Митрофанова Е.Ю. 1991. Фитопланктон Телецкого озера. Географические проблемы Алтайского края: тез. конф. Барнаул, Ч. 2, 18-20.

Михайлов А.В., Лукерин А.Ю., Веснина Л.В., Романенко Г.А., Сурков Д.А. 2016. Приемная емкость озера Телецкое Республики Алтай. Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня основания кафедры ихтиологии и гидробиологии ТГУ (Томск, 22-24 ноября 2016 г.). Томск, 90-92.

Михайлов А.В., Лукерин А.Ю., Романенко Г.А., Ершов Н.Н. 2016. Особенности нереста обыкновенного сига (*Coregonus lavaretus linnaeus*, 1758) в озере Телецкое. Материалы IV Международной конференции "Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее", 26-30 сентября 2016 г. Горно-Алтайск, 145-148.

Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Гидрологические наблюдения и работы на реках. 1978. Л.: Гидрометеиздат, Ч. 1, Вып. 6, 382 с.

Рыбы Телецкого озера. 1981. Ред. А.Г. Егоров. Новосибирск: Наука, 160с.

Селегей В.В., Селегей Т.С. 1974. Телецкое озеро. Л., Гидрометеиздат, 80 с.

Vesnina L.V., Mikhailov A.V., Lukerin A.Yu., Romanenko G.A., Teryayeva I.Yu. 2017. Strategy for taimen preservation in water objects of the Altai republic in modern conditions. SALMONIDS: BIOLOGY, CONSERVATION AND RESTORATION. Proceedings of the international conference. 18-22 September 2017 (Petrozavodsk, Karelia, Russia). Petrozavodsk, P. 34.

## Состояние популяции артемии в гипергалинных озерах Новосибирской области

Л.В. Веснина, Т.О. Ронжина, Д.А. Сурков

Алтайский филиал Государственного научно-производственного центра рыбного хозяйства (Алтайский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр»), г. Барнаул

E-mail: [artemiaprgn@mail.ru](mailto:artemiaprgn@mail.ru)

**Ключевые слова:** зоопланктон, артемия, артемия (на стадии цист), экологическое состояние.

**Аннотация.** Исследования проводились на гипергалинных озерах Баганского и Чистоозерного районов Новосибирской области в 2017 г. Климатические и гидрологические условия были благоприятны для развития артемии в гипергалинных озерах области. Зоопланктон в водоемах в вегетационный сезон 2017 г. был представлен солоноватоводными видами коловраток (виды рода *Brachionus* и рода *Euchlanis*) и веслоногих рачков (род *Cletocamptus*), доминирующий вид – рачок *Artemia* Leach, 1819. Планктонные цисты образовывали скопления на поверхности воды и вдоль прилегающей прибрежной полосы. Промысловое значение имели скопления, начиная с августа месяца на некоторых озерах.

Начало исследований сырьевой базы и особенностей биологии жаброногого рачка *Artemia* Leach, 1819 связано с перспективностью использования его цист в качестве стартового корма при подращивании молоди ценных видов рыб. Корма из цист артемии используют при культивировании 85 % морских организмов. Отечественная аквакультура также стала активно внедрять стартовые корма из диапаузирующих цист рачка для подращивания личинок карповых и сиговых рыб в начале 80-х гг. XX столетия, когда была доказана возможность промышленной заготовки данного биосырья.

Для системы мониторинга состояния рачка артемии в гипергалинных озерах Новосибирской области использованы характеристики трех элементов экосистемы: показатели продуктивности главного объекта исследований – рачка *Artemia*; показатели структуры его популяции и показатели абиотических условий среды. В характеристике структуры популяции тест-объекта артемии использованы показатели численности разновозрастных науплий всех стадий, ювенильные и предвзрослые особи, самки с яйцами, самки без яиц, самцы, зимние диапаузирующие яйца (цисты), летние яйца.

Исследования проводились на гипергалинных озерах Баганского и Чистоозерного районов Новосибирской области в вегетационный период 2017 г. Отбор гидробиологических проб, измерения факторов среды и визуальные наблюдения за распределением рачка и микроводорослей по акватории озер проводились по стандартной методике (Киселев, 1956; Методика ..., 1975; Методические рекомендации ..., 1983; Методические указания ..., 2002) на станциях наблюдения, расположенных в разных частях водоемов.

На каждой станции во время гидробиологических съемок измерялись температура воды, температура воздуха, минерализация воды, прозрачность воды. На каждой станции отбирались пробы зоопланктона и образцы артемии (на стадии цист).

Температуру воды определяли с помощью спиртового термометра. Прозрачность воды определялась стандартным диском Секки диаметром 0,2 м, укрепленным на размеченном шнуре. Общая минерализация определялась с помощью оптического прибора – рефрактометра (ATAGO Hand refractometer, Kernco Instruments Co., inc. 420

Kenazo Ave., E 1 Paso TX 79928 USA), который позволяет определить количество растворенных солей.

Для отбора проб зоопланктона применялась планктонная сеть Апштейна из мельничного газового сита № 68. Пробы фиксировали 4 %-ным раствором формалина.

Обработку материала по зоопланктону проводили по общепринятой методике в камере Богорова под бинокляром МБС–10, оборудованным окуляр-микрометром. В составе популяции артемии выделяли следующие группы: ортонауплии, метанауплии, ювенильные (1,0–5,0 мм) и предвзрослые (5,1–10,0 мм) особи, половозрелые самки (отмечалось содержание овисака) и самцы. Различали также летние тонкоскорлуповые яйца и диапаузирующие (цисты).

Для характеристики плодовитости рачков ежемесячно отбирали 25–30 экземпляров живых овулятивных самок. Под бинокляром МБС–10 с окуляр-микрометром измеряли длину тела, просчитывали количество эмбрионов (науплий, летних яиц, цист), измеряли их диаметр.

Статистическую обработку материала проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

**Характеристика абиотических факторов.** В естественных условиях гипергалинных озер главными факторами, лимитирующими развитие популяции артемии становятся температура рапы, общая минерализация воды и производная гидрологических условий на водосборе и в водоемах – уровенный режим водоема.

Минерализация воды и ее качественный солевой состав являются одними из лимитирующих факторов развития биоты в гипергалинных водоемах. Мониторинговые исследования на разнотипных минерализованных водоемах юга Западной Сибири позволили выявить корреляционные зависимости численности самцов артемии, численности цист в планктоне и плодовитости самок от величины суммы солей в рапе.

Для жизнедеятельности рачков значимо не только общее содержание солей, но и качественный солевой состав, прежде всего класс и группа воды. Важное значение имеет соотношение ионов  $Cl$  и  $SO_4^{2-}$ , равное в морской воде 7. В гипергалинных водоемах этот коэффициент варьирует от 0,5 до 90 (Спекторова, 1983).

**Температурные условия.** Согласно литературным данным, рачка артемию следует считать теплолюбивым животным, у которого термофильность особо четко проявляется в процессе воспроизводства. Если половозрелые особи выдерживают широкий диапазон колебания температуры, т.е. обладают некоторым свойством эвритермности, то для воспроизводства рачкам необходим строго определенный температурный диапазон в пределах 20...30 °С. Мониторинговые исследования на водоемах юга Западной Сибири позволили выявить достоверные корреляционные зависимости численности науплий, численности половозрелых особей и качественного содержимого овисака самок от температуры воды.

Климат Новосибирской области резко-континентальный, с холодной и продолжительной зимой и коротким теплым летом. Новосибирская область относится к зоне неустойчивого увлажнения: в центральных районах выпадает около 400 мм в год, а в степи – около 300 мм в год. Более двух третей осадков выпадет в теплый период года.

Климатические условия 2017 г. были благоприятны для развития рачка артемии. Среднемесячная температура воздуха в апреле составляла 4,8, мае – 12,6, июне – 19,3, июле – 18,5 °С. Увлажненность территории была выше средней, что привело к опреснению водоемов. В августе средняя температура днем составляла 23,5, ночью – 13,7 °С. В сентябре среднемесячная температура составляла 9,2, октябре – 1,9 °С. Максимальное количество осадков наблюдалось в августе (67 мм), в сентябре – октябре количество осадков составляло 72 мм.

**Баганский район.** Минерализация исследованных водоемов в описываемый период колебалась от 90 до >280 г/л. Наименьшая минерализация воды отмечалась в озере Каратаево (с. Ленинское (Пример)) в сентябре (73 г/л), наибольшая – в озере Безымянное

(второе слева по дороге из с. Подольск в с. Ивановка) (>280 г/л), превышая верхний критический уровень для развития рачков артемии. Во всех остальных описываемых озерах соленость была в пределах оптимума для роста и размножения рачков (90-200 г/л) и в 4 озерах – для цистообразования (150-250 г/л). В октябре на озерах Соленое (между с. Лепокурово и с. Палецкое), Малый Баган, Куропатово наблюдалась садка соли, что привело к снижению минерализации воды в среднем на 10 % (табл. 1).

**Таблица 1.** Абиотические факторы исследованных водоемов Баганского района Новосибирской области, сентябрь–октябрь 2017 г.

Название водоема	Минерализация, г/л		Температура воды, °С	
	сентябрь	октябрь	сентябрь	октябрь
Соленое (между с. Лепокурово и с. Палецкое)	150	142	14	7
Малый Баган	250	228	10	5
Куропатово	217	188	8	5
Соленое (в окр. с. Ленинское (Пример))	90	-	10	-
Каратаево	73	121		6
Безымянное (второе слева по дороге из с. Подольск в с. Ивановка)	>280	>280	9	6
Цыганское (между с. Водино и с. Александро-Невский)	144	151	9	5
Безымянное (между с. Лозовское и с. Вознесенка)	140	143	9	5

Водный баланс исследованных озер Баганского района Новосибирской области весьма напряженный, снижение любых показателей приходной части (приток по протоке, осадки, снег, грунтовое питание и сток с местного водосбора) обуславливает снижение уровня режима. Исследуемые водоемы мелководные, открытого типа, бессточные, снего-дождевого питания. Лишь в озере Безымянное (между с. Лозовское и с. Вознесенка) с западной стороны в водоем впадает ручей (образующийся за счет грунтовых вод). Берега озер умеренно пологие, заболоченные. Грунты сложены черными илами, глиной с примесью песка.

**Чистоозерный район.** Климатические условия 2017 г. были благоприятны для развития рачка артемии. Среднемесячная температура воздуха в апреле составляла 7,5 °С; мае – 15,9; июне – 23,4; июле – 19,0; августе – 18,3; сентябре – 9,1; октябре – 1,5 °С. Температура воды в озере Соленое (в окр. д. Мухино) с июля по октябрь 2017 г. колебалась от 5,2 до 29,0 °С. В осенний период температура воды закономерно снижалась до 5,2 °С.

Минерализация исследованных водоемов колебалась от 40 до 240 г/л (табл. 2). В 2017 г. минерализация ни в одном озере не превысила верхний критический уровень для жизнедеятельности рачков артемии. В озерах Атаичье (в окр. с. Польшаново) и Соленое (в окр. д. Ишимская) минерализация воды в июле была на уровне 40 г/л, что является нижней критической границей развития артемии, при оптимуме для роста и размножения рачков (90-200 г/л). В озере Лечное (в окр. с. Яблоневка) минерализация находилась в пределах оптимума – для цистообразования (150-250 г/л). В августе и сентябре минерализация воды в озерах закономерно возрастала, вследствие снижения уровня воды. В октябре на водоеме Лечное (в окр. с. Яблоневка) наблюдалась небольшое выпадение соли, тонкий слой на дне и прибрежной полосе.

**Таблица 2.** Динамика минерализации и температуры воды в исследованных водоемах Чистоозерного района Новосибирской области, сентябрь-октябрь 2017 г.

Название водоема	Минерализация, г/л		Температура воды, °С	
	сентябрь	октябрь	сентябрь	октябрь
Горькое (в окр. с. Полянково)	160	-	8	-
Соленое (в окр. с. Романовка)	209	220	10	5
Соленое (в окр. д. Мухино)	-	236	-	5
Атаичье (в окр. с. Полянково)	-	-	-	-
Соленое (в окр. д. Ишимская)	58,0	64,0	9,0	4,5
Лечебное (в окр. с. Яблоневка)	240,0	224,0	10,0	6,0

Водный баланс озера Соленое (в окр. д. Мухино) Чистоозерного района Новосибирской области весьма напряженный, снижение любых показателей приходной части (осадки, снег, грунтовое питание и сток с местного водосбора) обуславливает снижение уровня режима. Водоем является мелководным, снего-дождевого питания. С восточной стороны в озеро впадает ручей. Береговая линия сильно изрезана оврагами. Грунты сложены черными илами, глиной с примесью песка. Прозрачность воды в озере колебалась от 0,15 до 0,3 м. Озеро Горькое, расположенное в окр. с. Полянково, на период исследования (сентябрь-октябрь) почти полностью высохло. В связи с обилием осадков в осенний период и особенностями грунтов до озера Атаичье (в окр. с. Полянково) в сентябре-октябре не было возможным добраться.

**Зоопланктон. Баганский район.** Водоемы Баганского района, относятся к небольшим по площади мелководным озерам. Зоопланктон озера Каратаево Баганского района Новосибирской области представлен тремя группами: представители типа Коловратки (*Rotifera*), представители класса Ракообразные (*Crustacea*) из отряда Веслоногие (*Copepoda*) и отряда Жаброногие (*Anostraca*) раки. Коловратки и веслоногие рачки представлены солоноватоводными видами, встречающимися в минерализованных водоемах Западной Сибири. Среди коловраток это виды рода *Brachionus* и рода *Euchlanis*. Коловратки отмечены в пробах зоопланктона озера Каратаево, их численность колебалась от 11,0 до 340,9 тыс. экз/м<sup>3</sup> с сокращением в летний период. С ростом минерализации воды в летне – осенний период развитие коловраток лимитировалось.

Веслоногий рачок рода *Cletocamptus* отмечался в течение всего вегетационного сезона, его численность колебалась от 0,15 до 78,0 тыс. экз/м<sup>3</sup>, пик численности наблюдался в июне с сокращением в осенний период.

Доминирующим видом в составе зоопланктона озера Каратаево является представитель отряда Жаброногов – рачок *Artemia* Leach, 1819. Популяция является партеногенетической, с появлением незначительного количества самцов (в среднем 0,2 % от общей численности половозрелых особей). По численным характеристикам в водоеме в 2017 г. наблюдалось развитие двух генераций рачка, третья генерация была малочисленной и не достигала половозрелости в связи с критическими значениями лимитирующих факторов (понижение температуры в осенний период).

Начало развития популяции артемии приходится на ранневесенний период с наступлением благоприятных температурных условий и опреснением воды в озере (Хмелева, 1982). В начале июня в составе популяции озера Каратаево отмечались особи первой генерации науплиальной, ювенильной и предвзрослой стадий развития. По численным характеристикам доминировали ювенильные особи (средняя численность 156,67±50,55 тыс. экз/м<sup>3</sup> или 89 % от общей численности рачков). Средняя численность



планктонных цист составляла  $24,98 \pm 15,61$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, происходила активная гидратация с последующим вылуплением. Доля дегидратированных цист составляла 4,4 %.

Численность половозрелых особей в водоеме не столь велика, как особей ранних стадий развития в предыдущую дату отбора в связи с высокой долей смертности, характерной для начала жизненного цикла артемии. Численность половозрелых самок составляла  $4,93 \pm 1,75$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, самцы встречались единично. В размерно-возрастной структуре популяции доминировали особи предвзрослой стадии развития со средней численностью  $39,50 \pm 20,09$  тыс. экз/м<sup>3</sup> (табл. 3).

**Таблица 3.** Динамика средней по станциям численности рачков артемии разных стадий развития и цист в озере Каратаево, 2017 г.

Дата	Численность рачков артемии разных стадий развития, тыс. экз/м <sup>3</sup>				Численность цист, тыс. экз/м <sup>3</sup>
	Науплии	Ювенильные	Предвзрослые	Половозрелые	
02.06.2017	$10 \pm 6,81$	$156,67 \pm 50,55$	$8,67 \pm 7,69$	-	$24,98 \pm 15,61$
28.06.2017	$2,25 \pm 1,60$	$5,16 \pm 4,95$	$39,50 \pm 20,09$	$4,94 \pm 1,78$	$12,00 \pm 5,17$
20.07.2017	$140,67 \pm 62,25$	$51,45 \pm 27,81$	-	$0,18 \pm 0,09$	$184,25 \pm 82,58$
24.08.2017	$0,78 \pm 0,13$	$12,23 \pm 3,86$	$0,16 \pm 0,03$	$2,33 \pm 0,42$	$660,25 \pm 118,03$
21.09.2017	$0,19 \pm 0,19$	$0,04 \pm 0,04$	$0,86 \pm 0,59$	$4,51 \pm 0,22$	$3072,75 \pm 725,17$
08.10.2017	-	$0,11 \pm 0,06$	$0,05 \pm 0,02$	$0,14 \pm 0,06$	$22,50 \pm 1,32$

Основным способом размножения в этот период были тонкоскорлуповые летние яйца, они встречались у 80 % половозрелых самок (в среднем  $31,25$  экз/особь). Живорождение отмечено у 20 % ( $15,33$  экз/особь), цистоношения не наблюдалось. Численность планктонных цист сократилась до  $12,00 \pm 5,17$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, основная их масса находилась в гидратированном состоянии (77,6 %).

В начале второй декады июля наблюдался массовый рост численности науплий – вторая генерация. Их средняя плотность по водоему составляла  $140,67 \pm 62,25$  тыс. экз/м<sup>3</sup> или 73,2 % от общей численности рачков. Отмечалась незначительная численность половозрелых особей и отсутствие предвзрослых, связанные, по-видимому, с массовой элиминацией особей первой генерации (таблица 3). Половозрелые самки размножались в основном цистами (93,3 %), средняя плодовитость  $32,68$  экз/особь. Количество кладок – 3. В связи с появлением цистоношения возросла численность планктонных цист ( $184,25 \pm 82,58$  тыс. экз/м<sup>3</sup>), доля дегидратированных цист составляла 44,5 %. Цисты образовывали небольшие скопления в прилегающей прибрежной полосе.

В пробах, отобранных в августе отмечался рост численности половозрелых особей и снижение плотности артемии ранних стадий развития (табл. 3). В размерно-возрастной структуре преобладали ювенильные особи со средней численностью  $12,23 \pm 3,86$  тыс. экз/м<sup>3</sup> или 78,9 % от общей численности рачков.

Половозрелые самки размножались в основном цистами (86,7 %), средняя плодовитость при цистоношении составляла  $23,62$  экз/особь. Живорождения не отмечалось, 13,3 % самок откладывали тонкоскорлуповые летние яйца ( $35,88$  экз/особь). Количество кладок составляло 5, что характерно для большинства популяций артемии Западной Сибири в летний период.

Численность планктонных цист в августе в среднем составляла  $660,25 \pm 118,03$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, доля дегидратированных цист возросла до 52,7 %. Биосырье такого качества имеет промысловое значение.

В осенний период, в связи с наступлением температур, относящихся к зоне субпессимума для развития артемии, численные показатели популяции особей ранних

стадий развития сократились, увеличилась доля половозрелых особей (таблица 3). В сентябре в размерно-возрастной структуре популяции доминировали половозрелые самки с цистоношением. Средняя численность самок по озеру составляла  $4,51 \pm 0,22$  тыс. экз/м<sup>3</sup> или 88,0 % от общей численности рачков. Самки размножались только цистами, средняя плодовитость составляла 23,52 экз/особь. Численность планктонных цист достигала максимальных значений ( $3072,75 \pm 725,17$  тыс. экз/м<sup>3</sup>), доля дегидратированных цист составляла в среднем 89 %.

В октябре наблюдалось закономерное снижение численных показателей популяции артемии. Средняя по озеру численность рачков составляла  $0,30 \pm 0,13$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, в процентном соотношении преобладали половозрелые особи, представленные партеногенетическими самками (46,7 % от общей численности рачков). Самки размножались только цистами, наблюдалась остаточная плодовитость с невысокими показателями (13,3 экз/особь). Ювенильные и предвзрослые особи в этот период составляли третье поколение артемии в озере Каратаево. В литорали и заплесковой зоне отмечалась элиминация рачков. Численность планктонных цист сократилась до  $22,50 \pm 1,32$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, большая их доля находилась в дегидратированном состоянии (96 %).

В зоопланктоне озер *Соленое* (между с. Лепокурово и с. Палецкое) и *Соленое* (Ленинское (Пример)) отмечен солоноватоводный вид рода *Cletocamptus*, представитель отряда веслоногих рачков (отряд *Copepoda*). Численность веслоногих рачков в озере *Соленое* (Ленинское (Пример)) была незначительной, насчитывалось их  $0,40$  тыс. экз./м<sup>3</sup>. В озере *Соленое* (между с. Лепокурово и с. Палецкое) средняя численность веслоногих рачков в сентябре составляла  $11,25 \pm 5,63$ , в октябре –  $0,29 \pm 0,17$  тыс. экз/м<sup>3</sup>.

В зоопланктоне озер *Безымянное* (между с. Лозовское и с. Вознесенка) и *Цыганское* (между с. Водино и с. Александро-Невский) отмечен также солоноватоводной вид рода *Cletocamptus*, представитель отряда веслоногих рачков (отряд *Copepoda*). Численность веслоногих рачков в озере *Безымянное* (между с. Лозовское и с. Вознесенка) в среднем по станциям насчитывала в сентябре  $96,25 \pm 55,75$ , в октябре –  $0,20 \pm 0,10$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. В озере *Цыганское* (между с. Водино и с. Александро-Невский) средняя численность веслоногих рачков в сентябре составляла  $0,53 \pm 0,38$ , в октябре –  $0,45 \pm 0,05$  тыс. экз/м<sup>3</sup>.

На момент исследования в сентябре в озере *Соленое* (с. Ленинское (Пример)) популяция рачка артемии была представлена только диапаузирующими яйцами (цистами). Популяции рачка артемии в остальных озерах были представлены партеногенетическими самками, что характерно для большинства мелководных водоемов в осенний период. В большинстве водоемов в структуре популяций преобладали половозрелые особи: озеро Малый Баган – 96 % от общей численности рачков, озеро *Соленое* (между с. Лепокурово и с. Палецкое) – 85 %, озеро *Соленое* (с. Романовка) – 60 %. В озере Куропатово доля половозрелых самок составляла 16 %, по численности преобладали особи ювенильной стадии развития – 45 % (табл. 3).

Самки размножались цистами. Наибольшая плодовитость ( $34,0 \pm 2,8$  экз./особь) отмечена у самок в озере *Соленое* (между с. Лепокурово и с. Палецкое). В овисаках самок в озере Куропатово цист насчитывалось в среднем  $18,7 \pm 5,5$  экз/особь, в озере Малый Баган у самок наблюдалась остаточная плодовитость  $8,4 \pm 0,8$  экз/особь. В озере *Соленое* (с. Романовка) у большинства самок выбой (пустые овисаки после вымета). В большинстве водоемов в структуре популяций преобладали половозрелые особи: озеро *Безымянное* (между с. Лозовское и с. Вознесенка) – 95 % от общей численности рачков, озеро *Цыганское* (между с. Водино и с. Александро-Невский) – 70 %. В озере *Безымянное* (второе слева по дороге из с. Подольск в с. Ивановка) популяция была представлена предвзрослыми особями и артемией (на стадии цист) (табл. 4).

Самки артемии в исследуемых водоемах размножались цистами и летними яйцами. Наибольшая плодовитость с цистоношением ( $44,3$  экз./особь) отмечена у самок в озере

Цыганское (между с. Водино и с. Александро-Невский). В овисаках самок в озере Безымянное (между с. Лозовское и с. Вознесенка) плодовитость самок составляла в среднем 38,0 экз/особь (цистоношение).

**Таблица 4.** Численные характеристики рачков и цист артемии (тыс. экз/м<sup>3</sup>) в водоемах Новосибирской области, сентябрь 2017 г.

Название водоема	Численность науплий	Численность ювенильных особей	Численность предвзрослых особей	Численность половозрелых особей	Численность артемии (на стадии цист)
Соленое (между с. Лепокурово и с. Палецкое)	0,03±0,02	0,25±0,04	0,24±0,04	3,08±0,46	55,33±13,91
Малый Баган	0,03±0,03	0,10±0,03	–	3,60±0,93	4253,33±1327,70
Куропатово	–	1,67±0,54	1,43±0,41	0,57±0,09	53730,00±9800
Соленое (в окр. с. Ленинское (Пример))	–	–	–	–	1,30±0,53
Соленое (в окр. с. Романовка)	0,05±0,05	–	0,05±0,05	0,15±0,05	26,80±19,20
Безымянное (второе слева по дороге из с. Подольск в с. Ивановка)	–	–	0,03±0,03	–	7146,67±1537,72
Цыганское (между с. Водино и с. Александро-Невский)	–	–	0,15±0,15	0,35±0,15	170,67±65,66
Безымянное (между с. Лозовское и с. Вознесенка)	–	–	0,10±0,00	1,90±0,70	1002,00±588,00

Численность планктонных цист в сентябре колебалась от 1,30 до 4253,33 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Цисты в толще воды были в основном дегидратированные (95 %).

В октябре, в связи с понижением температуры и выпадением солевого осадка, в составе популяций артемии на большинстве водоемов отмечены только цисты. Исключение составляет озеро Куропатово, в структуре популяции артемии в котором отмечаются также рачки разных стадий развития с преобладанием ювенильных особей. В октябре, в связи с понижением температуры и выпадением солевого осадка, в составе популяций артемии на двух водоемах отмечены только цисты. Исключение составляло озеро Цыганское, в структуре популяции артемии в котором отмечались также рачки артемии предвзрослой и половозрелой стадии развития с невысокой численностью (табл. 5).

**Таблица 5.** Численные характеристики рачков и цист артемии (тыс. экз/м<sup>3</sup>) в водоемах Новосибирской области, октябрь 2017 г.

Название водоема	Численность науплий	Численность ювенильных	Численность предвзрослых	Численность половозрелых	Численность артемии (на
------------------	---------------------	------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------

		особей	особей	особей	стадии цист)
Соленое (между с. Лепокурово и с. Палецкое)	–	0,01±0,01	–	–	1,23±0,11
Малый Баган	–	–	–	–	6,37±0,35
Куропатово	-	1,57±0,55	1,23±0,13	0,70±0,23	5,63±0,59
Соленое (в окр. с. Ленинское (Пример))	–	–	–	–	-
Соленое (в окр. с. Романовка)	–	–	–	–	29,30±26,40
Безымянное (второе слева по дороге из с. Подольск в с. Ивановка)	–	–	–	–	1,67±0,76
Цыганское (между с. Водино и с. Александровский)	–	–	0,05±0,05	0,05±0,05	38,53±16,31
Безымянное (между с. Лозовское и с. Вознесенка)	–	–	–	–	2,40±0,20

Численность половозрелых самок в описываемом озере возросла и составляла в среднем  $0,70 \pm 0,23$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. В овисаках самок отмечены только цисты, средняя плодовитость составляла  $30,3 \pm 6,1$  экз/особь. У 13 % самок наблюдался выбой. Полученные численные характеристики популяций артемии в озерах Баганского района свидетельствуют о развитии в них 1 – 2 генераций рачка артемии. В озере Куропатово возможно развитие до трех генераций. Такие показатели характерны для большинства мелководных гипергалинных озер Западной Сибири.

Исследования морфометрических показателей водоемов, а также численные характеристики популяции рачка артемии показали, что добыча (вылов) артемии (на стадии цист) может осуществляться преимущественно в июле – сентябре. В октябре популяции представлены в основном цистами, большая часть которых опускается на дно вместе с садкой соли или замывается илом и глиной.

**Чистоозерный район.** Доминирующим видом в составе зоопланктона *озера Соленое* (в окр. д. Мухино) является представитель отряда Жаброногов – рачок *Artemia* Leach, 1819, популяция рачка является партеногенетической. По численным характеристикам в водоеме в 2017 г. наблюдалось развитие двух генераций рачка. В зоопланктоне озера Соленое (в окр. д. Мухино) отмечен солоноватоводный вид рода *Cletocamptus*, представитель отряда веслоногих рачков (отряд *Copepoda*). Численность веслоногих рачков в озере Соленое (в окр. д. Мухино) была незначительной -  $0,20$  тыс. экз/м<sup>3</sup>.

По численным данным гидробиологической съемки в июле на озере Соленое (в окр. д. Мухино) можно отметить начало формирования второй генерации рачка артемии. В составе популяции в июле отмечались разновозрастные стадии развития рачка: науплиальные, ювенильные и предвзрослые. По численным характеристикам доминировали предвзрослые особи (средняя численность  $5,40 \pm 2,85$  тыс. экз/м<sup>3</sup> или 86 %

от общей численности рачков). Средняя численность рачков науплиальной стадии развития насчитывала  $0,20 \pm 0,10$ ; ювенильных –  $0,63 \pm 0,40$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. Численность половозрелых особей, представленных только самками, в июле была не столь велика ( $0,07 \pm 0,04$  тыс. экз/м<sup>3</sup>), что связано с высокой долей смертности, характерной для начала жизненного цикла артемии. (табл. 6). Половозрелые самки размножались цистами, средняя плодовитость составляла 3,5 экз/особь.

Средняя численность планктонных цист составляла  $373,33 \pm 36,28$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, происходила активная гидратация цист. На прилегающей прибрежной полосе, вдоль уреза воды отмечались небольшие выбросы цист.

**Таблица 6.** Динамика средней численности рачков артемии разных стадий развития и артемии (на стадии цист) (тыс. экз/м<sup>3</sup>) в озере Соленое (в окр. д. Мухино), 2017 г.

Дата	Науплии	Ювенильные	Предвзрослые	Половозрелые самки	Артемия (на стадии цист)
21.07.	$0,20 \pm 0,10$	$0,63 \pm 0,40$	$5,40 \pm 2,85$	$0,07 \pm 0,04$	$373,33 \pm 36,28$
25.08	-	-	$0,03 \pm 0,02$	$0,25 \pm 0,16$	$229,98 \pm 79,94$
22.09	-	-	-	$1,30 \pm 0,73$	$4100,50 \pm 5019,83$
09.10	-	-	$0,04 \pm 0,03$	-	$65,78 \pm 30,69$

В связи с последующим повышением уровня минерализации до 233,8 г/л отмечалась высокая смертность рачков ранних стадий развития. В августе в гидробиологических пробах отмечалось увеличение численности половозрелых особей ( $0,25 \pm 0,16$  тыс. экз/м<sup>3</sup>) и отсутствие науплиальных и ювенильных стадии развития. Половозрелые самки в этот период размножались цистами и летними яйцами, остаточная плодовитость (цистоношение) составляла 10,5 экз./особь. Численность планктонных цист насчитывала  $229,98 \pm 79,94$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, доля дегидратированных цист составляла 97 %. В ходе экспедиционных выездов в августе на озере Соленое (в окр. д. Мухино) отмечалось цветение водорослей.

В сентябре затяжной характер развития второй генерации рачка артемии определял температурный режим воздуха и воды, значения которых снизились до +10 °С. На дату исследования (сентябрь) популяция артемии была представлена половозрелыми особями и артемией (на стадии цист). Численность половозрелых самок увеличилась на 81 % по сравнению с численными значениями, представленными в августе. Самки размножались цистами (87 %) и летними яйцами, средняя плодовитость (цистоношение) насчитывала 13,3 экз./особь.

Увеличение численности половозрелых самок и доли цистоношения способствовали увеличению численности артемии (на стадии цист). В сентябре численность цист, с долей дегидратированных 99 %, значительно увеличилась. и составляла  $4100,50 \pm 3598,13$  тыс. экз/м<sup>3</sup>.

В октябре наблюдалось закономерное снижение численных показателей популяции артемии. Средняя по озеру численность рачков составляла  $0,04 \pm 0,03$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. Численность планктонных цист сократилась до  $65,78 \pm 30,69$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. Снижение температуры воды до +5,5 °С привело к садке тонкого слоя мирабилита по дну водоема. В октябре с понижением температуры воды большая часть цист опускается на дно и оказывается под гнетом выпавшей в осадок соли или замывается илом и глиной.

На момент исследования в сентябре в озере Горькое (в окр. с. Полянково) популяция рачка артемии была представлена только артемией (на стадии цист), с невысокой численностью, которая в среднем по станциям составляла 0,60 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Популяции рачка артемии в остальных озерах были представлены партеногенетическими самками, что характерно для большинства мелководных водоемов в осенний период.

Численность планктонных цист в исследуемых озерах в сентябре колебалась от 0,60 до 7146,67 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Цисты в толще воды были в основном дегидратированные (95 %). На трех водоемах в прилегающей прибрежной полосе отмечались небольшие скопления цист. В качестве загрязнителей отмечался песок, растительные остатки, элиминированные рачки.

В связи с низким уровнем воды озера Горькое (в окр. с. Полянково) отобрать пробы в октябре не удалось.

В зоопланктоне озер *Атаичье* (в окр. с. Полянково) и *Соленое* (в окр. д. Ишимская) отмечались представители солоноватоводных групп организмов: коловратки (*Rotifera*), ветвистоусые (*Cladocera*) и веслоногие (*Copepoda*) ракообразные, а также цисты рачка *Artemia* Leach, 1819, вымываемые со дна водоема. Рачков артемии в этих водоемах за период июль-октябрь 2017 г. не зарегистрировано, что связано с критическим уровнем минерализации воды для роста и развития рачков артемии. Из коловраток встречались *Hexarthra oxyuris* (Zernov), из веслоногих ракообразных – *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitch и *Diatomus*, представители отряда *Cladocera* были представлены рачками рода *Moina*.

Численность коловраток в озере Соленое (в окр. д. Ишимская) была незначительной, отмечалась только в сентябре, и составляла 1,35±0,64 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Веслоногие рачки в озерах отмечались во все даты отбора проб. В озере Соленое (в окр. д. Ишимская) численность веслоногих рачков колебалась от 17,50±16,63 до 125,00±16,63 тыс. экз/м<sup>3</sup>, в озере Атаичье (в окр. с. Полянково) их средняя численность в июле составляла 320,80±80,80, в августе – 36,02±4,00 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Ветвистоусые рачки в озере Соленое (в окр. д. Ишимская) отмечались в июле, средняя численность их насчитывала 71,10±16,74 тыс. экз/м<sup>3</sup>, в озере Атаичье (в окр. с. Полянково) средняя численность ветвистоусых рачков в июле составляла 148,51±7,50, в августе – 57,03±15,01 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Численность цист артемии в озере Атаичье (в окр. с. Полянково) колебалась от 12,0±8,80 до 106,6±8,40 тыс. экз/м<sup>3</sup>; в озере Соленое (в окр. д. Ишимская) – от 2,50±0,55 до 87,40±28,80 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Цисты в толще воды распределялись дисперсно. Критический уровень минерализации воды в этих водоемах не способствовал развитию рачка артемии и образованию промысловых скоплений цист.

Зоопланктон озера *Лечебное* (в окр. с. Яблоневка) на период исследования июль-октябрь был представлен монокультурой жаброногого рачка *Artemia* Leach, 1819. Популяция рачка артемии в озере была представлена партеногенетическими самками. В июле в структуре популяции рачка артемии в озере Лечебное (в окр. с. Яблоневка) отмечались все возрастные стадии рачка и цисты. Наибольшую численность составляли предвзрослые особи – 5,60±0,97 тыс. экз/м<sup>3</sup> (87 % от общей численности рачков, которая насчитывала 6,45±1,1 тыс. экз/м<sup>3</sup>). Средняя численность половозрелых самок насчитывала 0,60±1,1 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Самки размножались цистами (75 %) и летними яйцами (25 %). Плодовитость самок в этот период при цистоношении составляла 10,0±1,09 экз/особь. В августе в составе популяции преобладали половозрелые особи (самки) – 89 % от общей численности рачков, насчитывая – 3,63±0,66 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Самки размножались цистами (70 %) и летними яйцами (30 %). Плодовитость самок при цистоношении составляла 9,8±1,19 экз./особь. В сентябре в составе популяции отмечались половозрелые особи и цисты рачка артемии, единично встречались предвзрослые особи. Численность самок насчитывала 0,80±0,12 тыс. экз/м<sup>3</sup>, которые размножались цистами. Плодовитость самок составляла 12,0±1,86 экз/особь. В октябре, в связи с понижением температуры и выпадением солевого осадка, в составе популяций артемии отмечены только цисты, большая часть которых оказалась под гнетом выпавшей соли.

Численность планктонных цист в озере Лечебное колебалась от 3,93±1,36 (октябрь) до 1055,50±184,40 тыс. экз/м<sup>3</sup> (сентябрь). С августа месяца на водоеме на поверхности воды и в прилегающей прибрежной полосе отмечались скопления цист. В качестве загрязнителей отмечаются песок, растительные остатки, элиминированные рачки.

### Список литературы

Киселев И.А. 1956. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. Т. IV, Ч.1. М. Л., 183-265.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. 1983. Л.: ГосНИОРХ, 51 с.

Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброногого рачка ARTEMIA. 2002. Тюмень, 25 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука, 240 с.

Спекторова Л.В. 1983. Живые корма для рыб и беспозвоночных. М.: Агропромиздат, 144 с.

Хмелева Н.Н., Гигиняк Ю.Г. 1982 Способ определения числа пометов у ракообразных // Патент А.с. 910140 (СССР). Бюл. № 9., 1-4



## Содержание металлов в мышцах и печени леща (*Abramis brama*) в реках Шешма и Кама

*А.Р. Гайсин, Л.В. Новикова, Н.Ю. Степанова*

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань  
E-mail: [ljudmila\\_88@list.ru](mailto:ljudmila_88@list.ru)

**Ключевые слова:** лещ, Шешма, Кама, металлы

**Аннотация:** Увеличение численности населения, урбанизация, индустриализация и интенсивная сельскохозяйственная деятельность увеличивают объем поступающих в окружающую среду, в том числе в водные объекты, загрязняющих веществ. Поддержание надлежащего качества воды имеет большое значение для сохранения водных ресурсов Российской Федерации. Использование водных организмов в качестве маркеров загрязнения совместно с исследованием качественного состава их среды обитания, дают информацию об экологическом состоянии водных экосистем. Рыбы как завершающее звено трофической цепи водоемов являются хорошим индикатором качества среды обитания и их кормовой базы. Особую важность ихтиомониторингу придает тот факт, что рыба является продуктом питания человека и безопасное содержание загрязняющих веществ в ее тканях и органах представляет интерес с точки зрения охраны здоровья населения.

Целью данного исследования было оценить содержание ряда элементов в рыбе, обитающей в реках Кама и Шешма.

Для определения элементного состава рыбы в 2016 и 2017 гг. было отловлено 23 экземпляра леща (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)) возрастом от 5 до 9 лет в реках Шешма и Кама (в районе впадения реки Шешма). Возраст рыб определялся по чешуе и спилам лучей плавника (Чугунова, 1959; Правдин, 1966). Оценка содержания элементов (Fe, Mn, Al, Zn, As, Cu, Cr, Pb, Ni) в образцах мышечной ткани и печени проводили атомно-эмиссионным спектральным методом с индуктивно связанной плазмой на приборе ICPE-9000. Пробоподготовку осуществляли по МУК 4.1.985-00 (2000). Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Statistica 8.0.

Результаты исследования и их обсуждение. С помощью морфометрических характеристик можно косвенно охарактеризовать качества среды обитания популяции. Длина леща в р. Шешма варьировала от 22 до 33 см, в среднем составляя  $27 \pm 3$  см, масса изменялась в пределах от 251 до 591 г, в среднем –  $381 \pm 96$  г. Длина леща в р. Кама менялась в пределах от 24 до 32 см, в среднем составляя  $28,3 \pm 0,93$  см, масса изменялась в пределах от 304 до 780 г, в среднем –  $551,6 \pm 51,4$  г, что превышает массу леща в реке Шешма в 1,4 раза. Степень благоприятности среды обитания рыб, включая обилие кормовой базы можно определить по величине коэффициента упитанности. Коэффициент упитанности ( $CF = (W \cdot 100) / L^3$ ) по Фультону (Fulton, 1902), рассчитанный для рыбы, обитающей в р. Кама составил  $2,37 \pm 0,04$ , что примерно в 1,3 раза больше ( $1,86 \pm 0,36$ ), чем у леща, обитающего в р. Шешма.

Анализ элементного состава мышц (табл. 1) показал, что содержание ряда элементов в рыбе р. Кама больше, чем в р. Шешма (Al в 19 раз, Fe и Mn в 26 раз; Cr в 13 раз, Pb в 4 раза, Zn в 15 раз, Cd в 26 раз). Исключение составляет As, содержание которого в печени леща в 5 раз выше, чем в рыбе р. Кама. Содержание кадмия в печени рыб обеих рек сопоставимо, однако его содержание в мышцах леща р. Кама значительно выше.

Можно отметить следующие общие для обеих рек закономерности. Большое по сравнению с другими металлами содержание железа в печени и мышцах, что связано его

участием в аэробном метаболизме (Мирошникова и др., 2012). По мере снижения за железом следует цинк. В организме цинк занимает очень важную роль, он участвует в большом количестве биохимических процессах, входит в состав ферментов (Мур, 1978).

**Таблица 1.** Содержание элементов в тканях и органах леща (мг/кг сырой массы)

		р. Кама	р. Шешма			р. Кама	р. Шешма
Мышцы	Al	24,5±6,5	1,28±0,30	Печень	Al	41,58±14,08	13,56±2,25
	As	2,18±0,68	1,78±0,20		As	2,88±0,92	14,17±3,24
	Cr	1,57±0,03	0,12±0,01		Cr	1,85±0,15	0,15±0,03
	Cd	1,82±0,17	0,07±0,01		Cd	1,88±0,23	1,09±0,16
	Cu	0,51±0,29	0,33±0,03		Cu	135,8±40,4	5,08±0,69
	Fe	148,1±16,3	6,00±1,22		Fe	972,2±94,9	75,0±6,4
	Mn	21,6±2,4	0,82±0,16		Mn	50,1±6,3	2,61±0,33
	Ni	0,10±0,09	0,03±0,01		Ni	0,06±0,05	0,38±0,09
	Pb	3,01±0,94	0,88±0,17		Pb	7,26±5,58	3,44±0,63
	Zn	53,41±4,54	3,44±0,25		Zn	273,1±26,1	14,1±1,0

Примечание: выделены значимые различия в содержании элементов между реками по критерию Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ).

Коэффициенты биоаккумуляции (табл. 2), рассчитанные как отношение содержания металла в живом организме к его содержанию в воде, показали, что наиболее интенсивно элементы аккумулируются в печени рыб, как органе, ответственном за детоксикацию. Анализ полученных данных показывает, что по всем исследованным элементам коэффициент биоаккумуляции как для печени, так и для мышц выше у рыбы р. Камы по сравнению с р. Шешма. Исключение составляет никель, содержание и накопление в печени которого выше для рыб р. Шешма. По результатам дисперсионного и регрессионного анализов Давыдова и др. (2014) делает вывод о поступлении Ni в донные отложения от антропогенных источников, что совпадает с нашими результатами.

**Таблица 2.** Коэффициент биоаккумуляции для мышц и печени леща

		р. Шешма		р. Кама	
		Мышцы	Печень	Мышцы	Печень
BAF	Al	28,53	302,79	-*	-
	Cd	10,13	20,41	256,02	264,85
	Cr	48,52	451,46	1567,32	1846,81
	Cu	53,98	837,24	-	-
	Fe	59,18	738,90	705,03	4629,63
	Mn	29,51	94,02	370,28	861,22
	Ni	39,55	580,18	43,59	28,14
	Pb	141,72	550,78	-	-
	Zn	270,14	1109,46	12221,4	62485,31

\*Расчет не производился в связи с содержанием элемента в воде ниже предела обнаружения.

**Закключение.** Анализ элементного состава печени и мышц леща обеих рек, сравнение значений коэффициентов биоаккумуляции показали, что в отношении

большинства исследованных элементов качество воды р. Шешма лучше по сравнению с р. Кама. Исключение составляют никель и мышьяк, повышенное содержание в печени леща которых значимо выше в р. Шешма, что может указывать на наличие антропогенных источников их поступления с водосбора, в том числе от нефтедобывающей деятельности.

Анализ морфометрических показателей, величин коэффициентов упитанности популяций леща показал, что река Кама характеризуется лучшими условиями обитания рыб по сравнению с рекой Шешма. Следовательно, выявленный уровень содержания металлов в рыбе р. Камы не может свидетельствовать о повышенном их содержании в среде обитания, т.к. не оказывает ингибирующего действия на рост и развитие рыб.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00576.

#### **Список литературы**

Давыдова О.А., Климов Е.С., Ваганова Е.С., Ваганов А.С. 2014. Влияние физико-химических факторов на содержание тяжелых металлов в водных системах. Ульяновск: УлГТУ, 167 с.

Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Глущенко Н.Н., Василевская С.П. 2012. Обмен химических элементов в организме карпа при использовании наночастиц кобальта и железа в корме. Вестник ОГУ 6(142), 170-175.

МУК 4.1.985 – 00. 2000. Определение содержания токсичных элементов в пищевых продуктах и продовольственном сырье. Методика автоклавной пробоподготовки. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 19 с.

Мур Дж., Рамамурти С. 1987. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния: пер. с англ. М.: Мир, 197-198.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 93 с.

Чугунова Н.И. 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд. АН СССР, 164 с.

Fulton T.W. 1902. The rate of growth of fishes: 20th Annual Report of the Fishery Board of Scotland 3, 326-446.

## Биоразнообразие зоопланктона прибрежных участков Мешинского залива Волжско-Камского плеса Куйбышевского водохранилища в 2017 году

*М.А. Гвоздарева*

Филиал Федерального государственного научного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного хозяйства им. Л.С. Берга» (Татарское отделение), г. Казань  
E-mail: [Rita\\_6878@mail.ru](mailto:Rita_6878@mail.ru)

**Ключевые слова:** зоопланктон, Мешинский залив, Куйбышевское водохранилище, видовой комплекс, встречаемость, индекс доминирования.

**Аннотация:** Исследован видовой состав зоопланктона мелководных участков, отличающихся друг от друга комплексом водной (околоводной) растительности и степенью ветрового и волнового воздействия, расположенные в Мешинском заливе Волжско-Камского плеса Куйбышевского водохранилища. Фауна зоопланктона на рассматриваемом участке водохранилища представлена 66 видами. Наиболее богато были представлены коловратки.

Мелководная зона водохранилища – участок акватории, верхней границей которого является положение уровня при нормальном подпорном уровне (НПУ), а нижней – 2-метровая глубина при любом положении уровня (Куйбышевское водохранилище ..., 2008). Мелководья являются одним из важнейших и интересных биотопов водоема, поскольку здесь происходит взаимодействие воздушных масс, воды и дна между собой, создаются наиболее благоприятные условия для развития гидробионтов, в частности, зоопланктона. По литературным данным (Соловьева, 2008) площадь зарастающих мелководий рассматриваемого водохранилища составляет 8,5 тыс. га. Наиболее обширные участки заросших мелководий водохранилища расположены в Волжском и Волжско-Камском плесах. В месте слияния двух крупных рек – Волга и Кама, в северной части Волжско-Камского плеса располагается Мешинский залив, который представляет собой затопленное водное расширение реки Меша и ее пойменных приустьевых участков. Данный участок характеризуется слабо изрезанной береговой линией и испытывает интенсивную динамику водных масс. Залив имеет большое количество мелководных участков и островов, которые являются не только излюбленным местом нереста фитофильных видов рыб, но и местом нагула молоди гидробионтов. В качестве кормовой базы молоди рыб зоопланктон играет существенную роль в водных экосистемах.

Целью настоящей работы явилось изучение видового состава зоопланктона мелководных участков Мешинского залива Куйбышевского водохранилища, отличающихся друг от друга комплексом водной (околоводной) растительности по данным 2017 года. Так же проводится сравнительный анализ структуры зоопланктона разных типов мелководий.

Отбор проб осуществляли с 6 станций, которые характеризовались полным или частичным (погруженные растения или воздушно-водные) отсутствием зарослей макрофитов. Краткая характеристика сетки станций представлена в табл. 1, а их географическое расположение на рис. 1.

**Таблица 1.** Характеристика исследуемых станций Мешинского залива

Номер станции	Название макрофитов
ст. 1	Тростник южный – <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud
ст. 2	Лишен зарослей
ст. 3	Тростник южный, рогоз узколистый – <i>Typha angustifolia</i> L., сусак зонтичный – <i>Vitotomus umbellatus</i> L., пузырчатка обыкновенная – <i>Utricularia vulgaris</i> L., рдест блестящий – <i>Potamogeton lucens</i> L., рдест гребенчатый – <i>Potamogeton pectinatus</i> L., рдест нитчатый – <i>Potamogeton gramineus</i> L., рдест пронзеннолистный – <i>Potamogeton perfoliatus</i> L., роголистник погруженный (темно-зеленый) – <i>Ceratophyllum demersum</i> L., кладофора – <i>Cladophora</i> sp.
ст. 4	Рдест блестящий, ограниченный рогозом узколистым
ст. 5	Лишен зарослей
ст. 6	Манник гигантский – <i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb., сусак зонтичный, ситняг болотный – <i>Eleocharis palustris</i> (L.) R.Br., рдест блестящий, рдест гребенчатый, рдест пронзеннолистный



**Рис. 1.** Географическое расположение станций отбора проб

Пробы отбирались интегрально – начинали с границы растительности с открытой водой и вглубь зарослей макрофитов, путем зачерпывания воды десятилитровым ведром и последующим пропусканием через сеть Аппштейна. Таким образом, на станции вода отбиралось в горизонтальном направлении через каждые 50-80 см. Все пробы фиксировали 40%-ным раствором формалина. Камеральная обработка проб осуществлялась в соответствии с общепринятыми гидробиологическими методиками (Методические рекомендации ..., 1982). Качественный анализ зоопланктона проводили с помощью определителя (Определитель зоопланктона ..., 2010).

Для анализа фаунистического сходства на станциях в районе исследования и выделения однородных по видовому составу групп был проведен кластерный анализ на основе качественной версии индекса сходства Брея-Кертиса (Bray, Curtis, 1957). Кластеризация проводилась методом средневзвешенного. Расчеты были выполнены в программе PAST (Hammer et al., 2001).

За летний и осенний периоды исследования в 2017 году на мелководье Мешинского залива Куйбышевского водохранилища было обнаружено 66 видов зооплактонов, представленных типами Rotifera (36) и Arthropoda (30).

Фауна коловраток включала представителей из 11 семейств, среди которых наибольшим видовым богатством отличались сем. Brachionidae – 13 видов, сем. Synchaetidae – 7, сем. Trichocercidae, сем. Lecanidae и сем. Notommatidae по 3 вида, сем. Trichotriidae – 2. Остальные семейства были представлены единичными экземплярами.

Обнаруженные виды членистоногих относились к 2 группам: Cladocera (20 видов) и Copepoda (10: из них Calanoida – 3 и Cyclopoida – 7). Ветвистоусые ракообразные были представлены 6 семействами, среди которых по количеству видов доминировали семейства Chydoridae (8 видов), Daphniidae (5) и Bosminidae (4). Фауна веслоногих ракообразных включала представителей подсемейств Eucyclopinae (2 вида) и Cyclopinae (5) и сем. Temoridae (3) (табл. 2).

**Таблица 2.** Видовой состав, встречаемость (P, %) и индекс доминирования по численности ( $I_{dN}$ ) и биомассе ( $I_{dB}$ ) зоопланктона Мешинского залива Куйбышевского водохранилища в летний и осенний период 2017 г.

№	Вид	P	Лето		Осень	
			$I_{dN}$	$I_{dB}$	$I_{dN}$	$I_{dB}$
Rotifera						
1	<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse, 1851)	8	0,02	<0,01	–*	–*
2	<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	42	0,4	0,37	0,06	0,14
3	<i>Bdelloidea</i>	42	0,14	0,03	0,79	0,43
4	<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891)	8	–*	–*	0,04	0,05
5	<i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851)	17	0,1	0,01	–*	–*
6	<i>Brachionus bidentata</i> Anderson, 1889	8	0,02	<0,01	–*	–*
7	<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1766)	58	0,81	0,43	0,36	0,52
8	<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883)	50	0,16	0,08	0,36	0,52
9	<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	67	0,38	0,11	0,48	0,38
10	<i>Brachionus urceus</i> (Linnaeus, 1758)	17	–*	–*	0,11	0,05
11	<i>Brachionus variabilis</i> Hempel, 1896	8	–*	–*	0,06	0,04
12	<i>Cephalodella forficata</i> (Ehrenberg, 1832)	8	0,03	0,01	–*	–*
13	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	8	–*	–*	0,06	0,03
14	<i>Conochiloides dossuarius</i> (Hudson, 1885)	17	0,12	0,01	–*	–*
15	<i>Dicranophorus grandis</i> Ehrenberg, 1834	8	0,02	0,01	–*	–*
16	<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	92	2,66	0,79	4,98	3,95
17	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	33	0,35	0,04	–*	–*
18	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	58	0,02	<0,01	1,25	0,36
19	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	42	0,26	0,02	0,06	0,01
20	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	92	1,76	0,23	1,88	0,67
21	<i>Lecane (Monostyla) bulla</i> (Gosse, 1886)	17	–*	–*	0,2	0,08
22	<i>Lecane (Monostyla) closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	8	0,04	0,01	–*	–*
23	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	25	–*	–*	0,4	0,21

24	<i>Mionommata longiseta</i> (Müller, 1786)	8	—*	—*	0,06	0,02
25	<i>Platylas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1838)	17	0,06	0,01	—*	—*
26	<i>Polyarthra longiremis</i> (Carlin 1943)	33	0,25	0,03	0,11	0,04
27	<i>Polyarthra major</i> Skorikov, 1896	42	—*	—*	1,60	0,57
28	<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896	33	0,58	0,08	—*	—*
29	<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)	42	0,42	0,06	0,27	0,09
30	<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831	33	0,09	0,02	0,32	0,18
31	<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)	25	0,21	0,1	—*	—*
32	<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	33	0,05	0,01	0,40	0,14
33	<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)	8	—*	—*	0,04	0,02
34	<i>Trichocerca longiseta</i> (Schrank, 1802)	8	0,04	0,02	—*	—*
35	<i>Trichocerca pusila</i> (Lauterborn, 1898)	33	0,21	0,02	0,04	0,01
36	<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776)	8	—*	—*	0,06	0,01
37	<i>Trichotria truncata</i> (Whitelegge, 1889)	8	—*	—*	0,04	0,01
Cladocera						
38	<i>Alona costata</i> Sars, 1862	8	0,06	0,03	—*	—*
39	<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	42	0,29	0,14	0,27	0,33
40	<i>Alona quadrangularis</i> (Müller, 1776)	17	0,22	0,10	—*	—*
41	<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862	33	0,48	0,22	—*	—*
42	<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O. F. Müller, 1785)	67	1,61	0,42	0,16	0,11
43	<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i> (Baird, 1857)	50	1,45	0,7	—*	—*
44	<i>Bosmina (Eubosmina) gibbera</i> Schoedler, 1863	17	0,08	0,1	—*	—*
45	<i>Bosmina (Eubosmina) longispina</i> (Leydig, 1860)	33	0,88	0,24	—*	—*
46	<i>Camptocercus rectirostris</i> Sars, 1862	8	—*	—*	0,04	0,03
47	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862	25	0,31	0,14	—*	—*
48	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller, 1785)	17	0,25	0,12	—*	—*
49	<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1776)	100	1,3	0,39	3,96	3,14
50	<i>Cornigerius maeoticus</i> (Pengo, 1879)	17	—*	—*	0,11	0,21
51	<i>Daphnia cuculata</i> (Sars, 1862)	42	3,58	1,71	—*	—*
52	<i>Daphnia galeata</i> (Sars, 1863)	25	0,13	0,13	—*	—*
53	<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	33	0,41	0,19	0,18	0,23
54	<i>Monospilus dispar</i> Sars, 1862	8	0,01	0,01	—*	—*
55	<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1785)	25	0,27	0,31	—*	—*
56	<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	25	0,07	0,03	0,04	0,03
57	<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller, 1776)	67	6,43	9,42	0,39	1,34
Copepoda						
	Nauplii	100	1,9	0,42	4,26	2,07
	Cyclopiformes	100	2,27	1,07	1,96	2,46
	Calaniformes	92	0,99	0,61	1,12	2,02
58	<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fisher, 1853)	33	0,37	0,43	—*	—*
59	<i>Acantocyclops venustus</i> (Norman et Scott, 1906)	8	0,03	0,03	—*	—*
60	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	17	0,03	0,03	0,04	0,12
61	<i>Eurytemora affinis</i> (Poppe, 1880)	58	0,36	0,41	0,11	0,39
62	<i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe, 1887)	42	0,23	0,27	0,42	1,28
63	<i>Hetercope appendiculata</i> Sars, 183	8	—*	—*	0,12	0,43
64	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	8	0,03	0,04	—*	—*



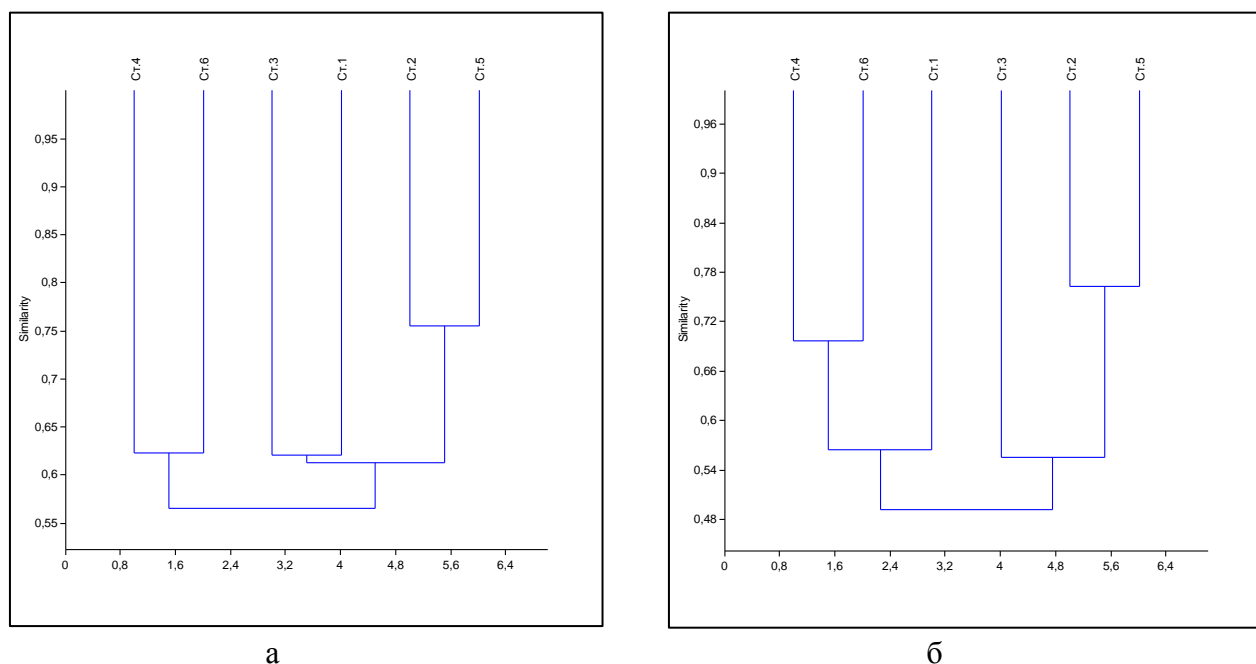
65	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	33	0,26	0,22	0,04	0,09
66	<i>Paracyclops fimbriatus</i> s. lat.	50	0,35	0,31	0,23	0,5
67	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	8	0,06	0,05	—*	—*

\*«←» - не обнаружен.

Среди коловраток в летний период на всех исследуемых станциях «константным» видом являлась *E. dilatata*, тогда как осенью постоянно присутствующими в пробах были *K. longispina* и *K. quadrata*. Среди ветвистоусых ракообразных 100% встречаемость в летний сезон была характерна для *B. (B) longirostris*, *B. (E) coregoni*, *S. crystallina* и *C. sphaericus*. Вид *C. sphaericus* также был обнаружен во всех отобранных осенью пробах зоопланктона. Встречаемость ювенильных стадий веслоногих рачков за весь период исследования 2017 года очень высока и составила, в среднем для nauplii и cyclopiformes 100%, а для calaniformes – 92%.

Согласно индексу доминирования, в летний период по биомассе существенный вклад вносил ветвистоусый рачок *S. crystallina* (табл. 2), а по численности наибольшие значения индекса были отмечены у *S. crystallina* и *D. cuculata*. Осенью на всех станциях наибольший индекс доминирования по биомассе был характерен для коловратки *E. dilatata* и ветвистоусого рачка *C. sphaericus*, по численности – у коловратки *E. dilatata* и науплий веслоногих рачков.

Оценка видового сходства фауны зоопланктона на мелководье Мешинского залива Куйбышевского водохранилища по данным 2017 года показала, что комплекс видов зоопланктона в разные сезоны проведения исследований (лето и осень) четко различались на уровне 39%. Среднее количество видов зоопланктеров в летний сезон составило 26, а в осенний – 14. В данной работе кластерный анализ таксономического сходства фауны зоопланктона Мешинского залива был проведен отдельно летом и осенью (рис. 2).



**Рис. 2.** Дендограмма сходства станций по фаунистическому составу зоопланктона (а – лето, б – осень)

В результате кластерного анализа было выявлено, что в летний период исследования четко выделились три группы станций сходных по видовому составу (рис. 2 а).

Первая группа включала станции 4 и 6, которые имели ротаторно-клагоцерный характер. Общее количество видов для этих станций составило 38, представленных в основном ветвистоусыми рачками и коловратками (по 42% от общего количества видов). Возможно, объединение этих станций в данную группу связано со сходством характеристик биотопов. Оба они характеризуются большими по площади зарослями макрофитов с преобладанием рдеста блестящего.

Вторая группа сходных станций являлась частью большого кластера, который объединил станции 1 и 3. Общее количество видов на этих станциях составило 36 единиц. Данный комплекс по видовому составу зоопланктона носил ротаторно-клагоцерный характер. Фауна зоопланктона на данных станциях была представлена в основном коловратками (44 %) и ветвистоусыми рачками (36 %). Объединение данных станций, скорее всего, связано с тем, что они характеризуются наличием макрофитов с преобладанием тростника южного.

Третья группа, являющаяся также частью большого кластера, объединила станции 2 и 5, являвшегося ротаторным по видовому богатству. Общее количество видов на станциях составило 30. На долю коловраток приходилась половина всех видов этих двух станций, ветвистоусые рачки составляли 40 %, а веслоногие рачки – 10 %. Данные станции характеризуются как закрытые и лишенные зарослей.

В осенний период кластерный анализ показал наличие двух сходных по видовому составу групп (рис. 2 б).

В первой группе произошло объединение станций 1, 4 и 6, для которых количество общих видов составило 34 единиц. Данный комплекс можно охарактеризовать как ротаторно-клагоцерный. Наибольшее видовое разнообразие было отмечено для коловраток (62 %), на долю ветвистоусых рачков приходилось 23 % и на долю веслоногих ракообразных – 14 %. Все три станции условно можно охарактеризовать как защищенные и условно защищенные от ветрового и волнового воздействия, с зарослями макрофитов.

Вторая группа объединила станции 2, 3 и 5, общее число видов на которых составило 16 единиц. По видовому богатству зоопланктон данного комплекса носит ротаторный характер. В основном фауна этих станций была представлена коловратками, на долю которых приходилось 88 %. Вклад ветвистоусых и веслоногих ракообразных в видовое разнообразие зоопланктона в этой группе был не существенен (по 6 %). Отметим, что станция 2 и 5 лишены зарослей макрофитов, а станция 3 характеризуется наличием зарослей макрофитов с преобладанием тростника южного. Возможно, причиной объединения этих станций в одну группу связано с тем, что в осенний период происходит снижение уровня воды в водохранилище, в результате которого площадь зарослей сокращается. Скорее всего, кластерный анализ объединил данные станции по признаку как открытые и лишенные зарослей участки.

Таким образом, согласно проведенным исследованиям мелководных участков Мешинского залива Куйбышевского водохранилища было выявлено, что наибольшее таксономическое богатство и систематическое разнообразие фауны зоопланктона отмечалось на участках, характеризующимися небольшим разнообразием зарослей макрофитов, но большими по площади участками зарастаемости, а также отсутствием ветрового и волнового воздействия и, как следствие, не испытывающих сильного перемешивания и течения водных масс. Тогда как зоопланктон, развивающийся на относительно открытых участках, лишенных зарослей или небольшими по площади зарастаемости, характеризуется невысоким разнообразием фауны, где происходит увеличение числа видов среди коловраток и экстремальным снижением видов веслоногих рачков.

### Список литературы

Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник) 2008. Тольятти: ИЭВБ РАН, 123 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. 1982. Л., 33 с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод европейской России. 2010. Т. 1. Зоопланктон, под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 495с.

Соловьева В.В. 2008. Структура и динамика растительного покрова экотонов природно-технических водоемов Среднего Поволжья: Автореф. дис. д-ра биол. наук. Тольятти, 44 с.

Bray, J.R., Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol Monogr.*, 325-349.

## Экстрацеллюлярные везикулы в паразито-хозяйинных отношениях у цестод и трематод

М.С. Голованева, Н.М. Бисерова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (ФГОУ ВПО «МГУ им. М.В. Ломоносова»), г. Москва

E-mail: [nbiserova@yandex.ru](mailto:nbiserova@yandex.ru)

**Ключевые слова:** экстрацеллюлярные везикулы, цестоды, трематоды, рыбы, взаимодействие паразита и хозяина, иммунитет.

**Аннотация.** Плоские паразитические черви, обитающие в кишечнике и тканях рыб, оказывают влияние на биологию, поведение и иммунитет своих хозяев, вызывая воспалительные реакции в тканях, стерилизацию и другие негативные последствия. Цестоды и трематоды глубоко специализированны к паразитическому образу жизни, что проявляется, в том числе, в их способности модулировать иммунный ответ хозяина-рыбы с помощью экскреторно-секреторных продуктов. До недавнего времени считалось, что в качестве таких регуляторных веществ выступают только свободные химические факторы, однако недавно было показано, что белки и малые РНК с иммунорегуляторными функциями могут транспортироваться в ткани хозяина и под защитой мембраноограниченных структур – экстрацеллюлярных везикул. Такие везикулы поглощаются тканями хозяина и изменяют их физиологическое состояние, уровень экспрессии некоторых генов в клетках. Перспективным представляется изучение экстрацеллюлярных везикул в контексте паразито-хозяйинных взаимодействий в системе цестоды-рыбы. В этой публикации освещены имеющиеся на сегодняшний день данные по экстрацеллюлярным везикулам плоских гельминтов и их участию в паразито-хозяйинных отношениях у цестод и трематод.

Для выживания в организме хозяина паразиту необходимо противостоять защитным механизмам, активирующимся в ответ на инвазию, и прежде всего - развивающемуся иммунному ответу. Выделение гельминтами разнообразных экскреторно-секреторных продуктов очень важно при создании благоприятной, менее агрессивной по отношению к паразиту, среды (McSorley et al., 2013). Ранее считалось, что в качестве таких регуляторных веществ выступают исключительно свободные химические факторы, выделяющиеся с поверхности тела гельминта в ткани хозяина. Однако, сравнительно недавно был обнаружен процесс секреции паразитическими червями особых мембранных структур – экстрацеллюлярных везикул (далее – ЭВ) – которые могут транспортировать в клетки хозяина химические факторы в упакованном виде, под защитой собственной мембраны (Liégeois et al., 2006).

Учитывая высокую хозяйственную значимость некоторых видов рыб и серьезный экономический урон наносимый цестодами – паразитами данных видов, изучение тонких паразито-хозяйинных взаимодействий в системе цестоды-рыбы представляется перспективным направлением исследований. Имеются данные о иммунорегуляторных молекулах, таких как простагландин E<sub>2</sub>, которые выделяются плероцеркоидами *Diphyllbothrium dendriticum* (Cestoda) в ткани байкальского омуля *Coregonus migratorius* в свободном виде (Biserova et al., 2011, 2014; Kuttyrev et al., 2017). В то же время, исследования ЭВ в контексте паразито-хозяйинных отношений у плоских гельминтов касались исключительно паразитов млекопитающих. Изучение ЭВ паразитов рыб пока не проводилось.

Факт выделения экстрацеллюлярных везикул с поверхности паразитических плоских червей впервые был установлен для взрослых особей трематод *Echinostoma caproni* и *Fasciola hepatica* (Marcilla et al., 2012), а в последующих работах и для половозрелых трематод *Schistosoma japonicum* (Morelli et al., 2004), шистосомул и взрослых особей *Schistosoma mansoni* (Nowacki et al., 2015; Sotillo et al., 2016), взрослых *Dicrocoelium dendriticum* (Bernal et al., 2014), взрослых *Opisthorchis viverrini* (Chaiyadet et al., 2015). Для *Schistosoma japonicum* обнаружено также выделение везикул с поверхности яиц (Zhu et al., 2016a). Среди цестод выделение ЭВ показано для личиночных стадий трех видов: *Taenia crassiceps*, *Mesocestoides corti* и *Echinococcus multilocularis*. Таким образом, до сих пор выбрасывание экстрацеллюлярных везикул обнаруживалось у всех паразитических червей, у которых этот процесс в принципе пытались выявить. Это не вызывает удивления, так как выбрасывание клетками ЭВ – это важный способ межклеточной коммуникации у прокариот и эукариот (Barteneva et al., 2013; Frühbeis et al., 2013; Frühbeis et al., 2012; Luga et al., 2012; Marcilla et al., 2012; Regev-Rudzki et al., 2013).

В нескольких работах продемонстрировано поглощение экстрацеллюлярных везикул трематод культурой клеток хозяина. Так, ЭВ выделявшиеся с поверхности яиц *Schistosoma japonicum* вместе с содержащимися в них с микроРНК поглощались в ходе инкубации клетками печени мыши (Zhu et al., 2016); ЭВ *Echinostoma caproni* поглощались клетками кишечного эпителия крысы (вероятно, путем эндоцитоза) (Marcilla et al., 2012); ЭВ *Opisthorchis viverrini* поглощались холангиоцитами человека.

Постепенно накапливаются данные, подтверждающие функциональное значение описанного процесса в паразито-хозяинных отношениях, в том числе в модуляции иммунного ответа хозяина гельминтом. Так, например, было установлено, что после инкубации с ЭВ половозрелых трематод *S. japonicum* макрофаги хозяина (мыши) преимущественно дифференцируются по типу про-воспалительных макрофагов M1, что в конечном итоге снижает патологическое влияние на хозяина, связанное с фиброзом в тканях при откладке яиц шистосомами (Wang et al., 2015). С другой стороны, введение в организм мышей ЭВ половозрелой трематоды *E. caproni* стимулирует развитие Th2/Treg иммунного ответа (Trelis et al., 2016). Также имеются данные о стимуляции пролиферации холангиоцитов хозяина и экспрессии в них белков, связанных с эндоцитозом, заживлением повреждений и раком, после поглощения холангиоцитами ЭВ трематоды *O. viverrini* (Chaiyadet et al., 2015).

По всей видимости, воздействие, которое оказывают ЭВ на организм хозяина, обусловлено содержанием этих мембранных структур – белками, липидами и нуклеиновыми кислотами (Robbins et al., 2016). Роль липидов пока остается наименее изученной. Белковый состав ЭВ везикул описан для некоторых видов паразитических червей, в том числе трематод и цестод. Среди большого разнообразия обнаруженных белков имеется множество потенциально иммунорегуляторных (Eichenberger et al., 2018), однако детального понимания роли белков из ЭВ цестод и трематод во взаимоотношениях паразита и хозяина пока нет.

Из нуклеиновых кислот в ЭВ широко представлены разнообразные малые РНК (менее 200 нп), присутствует мРНК, ДНК попадает редко. В целом, состав РНК везикул отражает общий уровень той или другой РНК в цитозоле, но по некоторым данным существуют последовательности, связанные с загрузкой РНК в везикулы. Было описано несколько механизмов сортировки микроРНК для упаковки в экзосомы и микровезикулы (Abels, Breakefield, 2016). Впервые наличие малых РНК в ЭВ плоских гельминтов было показано для *Dicrocoelium dendriticum* (Bernal et al., 2014).

МикроРНК является частью активного РНК-индуцируемого комплекса выключения гена (RISC), то есть эти химические факторы могут влиять на экспрессию генов в клетках хозяина на транскрипционном и пост-транскрипционном уровнях. Существуют экспериментальные работы, исследующие этот процесс у плоских гельминтов.

Культура клеток печени мыши была инкубирована в среде с ЭВ трематоды *S. japonicum*, после этого в мышинных клетках обнаруживались микроРНК ЭВ паразита. Далее исследователями была предпринята попытка предсказать, на какую мРНК будет направлено действие специфичной для *S. japonicum* Bantam микроРНК, (Zhu et al., 2016 a; Zhu et al., 2016 b). Потенциальными мишенями для Bantam микроРНК оказались три мышинных гена: *Gins4*, *Tysnd1* и *Utp3*. Экспрессия этих генов была достоверно ( $P < 0,05$ ) существенно снижена в клетках, инкубированных с ЭВ шистосомы. Уровень экспрессии этих же трех генов был измерен и непосредственно в печени зараженных церкариями *S. japonicum* мышей (25 и 35 дни после заражения). При этом исследователи также наблюдали достоверное ( $P < 0,05$ ) снижение уровня экспрессии *Gins4*, *Tysnd1* и *Utp3*. Такие экспериментальные данные служат подтверждением предположения о влиянии ЭВ трематод на активность некоторых генов хозяина. «Выключение» того или иного гена, связанного с иммунным ответом, может иметь большое значение в процессе модуляции иммунного ответа хозяина на присутствие гельминта.

Некоторые косвенные данные также подтверждают то, что процесс выделения цестодами и трематодами ЭВ и доставка в клетки тканей хозяина содержащихся в этих везикулах веществ (белков, нуклеиновых кислот) — это специфическое регуляторное воздействие гельминта.

В частности, были определены те мРНК-мишени хозяина, трансляция белков с которых скорее всего будет подавляться микроРНК из экстрацеллюлярных везикул цестод (Ancarola et al., 2017). Эти предсказания были сопоставлены с предполагаемыми мРНК-мишенями для всех идентифицированных микроРНК данных видов цестод, которые удалось у них идентифицировать. Оказалось, что большая часть микроРНК ЭВ цестод потенциально взаимодействует с мРНК, белковые продукты которых участвуют в значимых метаболических и иммунных каскадах (Wnt-сигналлинг, кадгерин-сигналлинг, гонадотропин-рилизинг-гормон, ангиогенез, воспаление). В то же время, вне ЭВ доля микроРНК с такими функциями значительно ниже. Такое неслучайное (неравномерное) распределение разных микроРНК может свидетельствовать о специфичном воздействии ЭВ цестод на ткани хозяина.

Также был изучен транскриптом трематоды *F. hepatica* на разных стадиях жизненного цикла (Cwiklinski et al., 2015). Экспрессию анализировали у так называемых NEJ (newly excysted juvenile) разного возраста (1 ч, 3 ч и 24 ч после покидания цисты) — то есть молодых особей, покинувших цисту в окончательном хозяине, а также у половозрелых трематод (возрастом 21 день). Оказалось, что за редким исключением, гены белков, участвующих в биогенезе экстрацеллюлярных везикул, экспрессируются у трематоды постоянно. В то же время, количество транскриптов для синтеза прочих белков, содержащихся в везикулах и не связанных с их биогенезом, зависело от стадии жизненного цикла *F. hepatica*. Эти транскрипты можно разделить на 2 группы — те, что более активно синтезируются у NEJ, или же у взрослых червей. У NEJ-особей высокий уровень экспрессии наблюдался для нескольких протеаз (*legumain 4/5*, *Pro-Xaa carboxypeptidase*, *cathepsin B4/5/7*), «members of cathepsin L clades 1, 2 and 5», сапосин-подобных белков, CD59-подобных белков, кальций-связывающего белка и некоторых других белков. В клетках половозрелых *F. hepatica* присутствовало большое количество транскриптов тиоредоксина, пероксиредоксина, катепсина B2, различных субъединиц протеасом и метаболических ферментов (энолазы, малат-дегидрогеназы и пропионил-CoA-карбоксилазы). По мнению авторов исследования, такие данные об интенсивности экспрессии генов белков ЭВ свидетельствуют о специфичном воздействии трематоды на хозяина в связи с изменяющимися условиями на конкретной стадии жизненного цикла. Например, ранее была убедительно показана роль пероксиредоксина (Prx) в развитии иммунного ответа по Th2-типу на ранних стадиях заражения трематодой *F. hepatica* (Donnelly et al., 2005; Donnelly et al., 2007). Эти данные хорошо согласуются с данными по

экспрессии пероксиредоксина – интенсивность транскрипции этого белка повышена у NEJ-особей и понижена у взрослых трематод (Cwiklinski et al., 2015).

Итак, выделение паразитическими плоскими червями экстрацеллюлярных везикул имеет существенное значение в паразито-хозяинных отношениях у плоских гельминтов. Этот процесс, по всей вероятности, позволяет модулировать иммунный ответ хозяина и так устанавливать необходимый баланс между благоприятными условиями для гельминта и снижением патологического воздействия на организм хозяина. При этом микроРНК везикул, видимо, играют значительную роль в модуляции иммунного ответа посредством изменения экспрессии генов в клетках хозяина, тогда как белки служат непосредственными факторами, которые воздействуют на иммунокомпетентные клетки.

### Список литературы

Abels E.R., Breakefield X.O. 2016. Introduction to Extracellular Vesicles: Biogenesis, RNA Cargo Selection, Content, Release, and Uptake. *Cellular and Molecular Neurobiology* 36, 301–312.

Ancarola M.E., Marcilla A., Herz M., Macchiaroli N., Pérez M., Asurmendi S., Brehm K., Poncini C., Ro Abels E.R., Breakefield X.O. Cucher M. 2017. Cestode parasites release extracellular vesicles with microRNAs and immunodiagnostic protein cargo. *International journal for parasitology* 47(10-11), 675-686.

Barteneva N.S., Maltsev N., Vorobjev I.A. 2013. Microvesicles and intercellular communication in the context of parasitism. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 3, 49.

Bernal D., Trelis M., Montaner S., Cantalapiedra F., Galiano A., Hackenberg M., Marcilla A. 2014. Surface analysis of *Dicrocoelium dendriticum*. The molecular characterization of exosomes reveals the presence of miRNAs. *Journal of Proteomics* 105, 232–241.

Biserova N.M., Kutyrev I.A. 2014. Localization of prostaglandin E2,  $\gamma$ -aminobutyric acid, and other potential immunomodulators in the plerocercoid *Diphyllbothrium dendriticum* (Cestoda). *Biology Bulletin* 41(3), 242-250.

Biserova N.M., Kutyrev I.A., Jensen K. 2014. GABA in the Nervous System of the Cestodes *Diphyllbothrium dendriticum* (Diphyllbothriidea) and *Caryophyllaeus laticeps* (Caryophyllidea), with comparative analysis of muscle Innervation. *Journal of Parasitology* 100, 411–421.

Biserova N.M., Kutyrev I.A., Malakhov V.V. 2011. The tapeworm *Diphyllbothrium dendriticum* (Cestoda) produces prostaglandin E2, a regulator of host immunity. *Doklady Biological Sciences* 441, 367–369.

Chaiyadet S., Sotillo J., Smout M., Cantacessi C., Jones M.K., Johnson M.S., Turnbull L., Whitchurch C.B., Potriquet J., Laohaviroj M., Mulvenna J., Brindley P.J., Bethony J.M., Laha T., Sripa B., Loukas A. 2015. Carcinogenic Liver Fluke Secretes Extracellular Vesicles That Promote Cholangiocytes to Adopt a Tumorigenic Phenotype. *Journal of Infectious Diseases* 212, 1636–1645.

Cwiklinski K., de la Torre-Escudero E., Trelis M., Bernal D., Dufresne P.J., Brennan G.P., O'Neill S., Tort J., Paterson S., Marcilla A., Dalton J.P., Robinson M.W. 2015. The extracellular vesicles of the helminth pathogen, *Fasciola hepatica*: biogenesis pathways and cargo molecules involved in parasite pathogenesis. *Molecular & Cellular Proteomics*, mcp-M115.

Donnelly S., Neill S.M.O., Sekiya M., Mulcahy G., Dalton J.P. 2005. Thioredoxin Peroxidase Secreted by *Fasciola hepatica* induces the Alternative Activation of Macrophages 73, 166–173.

Donnelly S., Stack C.M., O'Neill S.M., Sayed A.A., Williams D.L., Dalton J.P. (2008) Helminth 2-Cys peroxiredoxin drives Th2 responses through a mechanism involving alternatively activated macrophages. *The FASEB Journal* 22, 4022–4032.

Eichenberger R.M., Sotillo J., Loukas A. 2018. Immunobiology of parasitic worm extracellular vesicles. *Immunology and Cell Biology* 96, 704–713.

Frühbeis C., Fröhlich D., Krämer-Albers E.-M. 2012. Emerging Roles of Exosomes in Neuron–Glia Communication. *Frontiers in Physiology* 3, 119.

Frühbeis C., Fröhlich D., Kuo W.P., Krämer-Albers E.-M. 2013. Extracellular vesicles as mediators of neuron-glia communication. *Frontiers in Cellular Neuroscience* 7, 182.

Kutyrev I.A., Biserova N.M., Olennikov D.N., Korneva J.V., Mazur O.E. 2017. Prostaglandins E2 and D2–regulators of host immunity in the model parasite *Diphyllobothrium dendriticum*: An immunocytochemical and biochemical study. *Molecular and biochemical parasitology* 212, 33–45.

Liégeois S., Benedetto A., Garnier J.-M., Schwab Y., Labouesse M. 2006. The V0-ATPase mediates apical secretion of exosomes containing Hedgehog-related proteins in *Caenorhabditis elegans*. *The Journal of Cell Biology* 173, 949–961.

Luga V., Zhang L., Vilorio-Petit A.M., Ogunjimi A.A., Inanlou M.R., Chiu E., Buchanan M., Hosein A.N., Basik M., Wrana J.L. 2012. Exosomes mediate stromal mobilization of autocrine Wnt-PCP signaling in breast cancer cell migration. *Cell* 151, 1542–1556.

Marcilla A., Trelis M., Cortés A., Sotillo J., Cantalapiedra F., Minguez M.T., Valero M.L., Sánchez del Pino M.M., Muñoz-Antoli C., Toledo R., Bernal D. 2012. Extracellular vesicles from parasitic helminths contain specific excretory/secretory proteins and are internalized in intestinal host cells. *PLoS one* 7(9), e45974.

McSorley H.J., Hewitson J.P., Maizels R.M. 2013. Immunomodulation by helminth parasites: Defining mechanisms and mediators. *International Journal for Parasitology* 43, 301–310.

Morelli A.E., Larregina A.T., Shufesky W.J., Sullivan M.L.G., Stolz D.B., Papworth G.D., Zahorchak A.F., Logar A.J., Wang Z., Watkins S.C., Falo L.D., Thomson A.W. 2004. Endocytosis intracellular sorting and processing of exosomes by dendritic cells. *Blood* 104(10), 3257–3266.

Nowacki F.C., Swain M.T., Klychnikov O.I., Niazi U., Ivens A., Quintana J.F., Hensbergen P.J., Hokke C.H., Buck A.H., Hoffmann K.F. 2015. Protein and small non-coding RNA-enriched extracellular vesicles are released by the pathogenic blood fluke *Schistosoma mansoni*. *Journal of Extracellular Vesicles* 4(1), 28665.

Regev-Rudzki N., Wilson D.W., Carvalho T.G., Sisquella X., Coleman B.M., Rug M., Bursac D., Angrisano F., Gee M., Hill A.F., Baum J., Cowman A.F. 2013. Cell-cell communication between malaria-infected red blood cells via exosome-like vesicles. *Cell* 153, 1120–1133.

Robbins P.D., Dorronsoro A., Booker C.N. 2016. Regulation of chronic inflammatory and immune processes by extracellular vesicles. *Journal of Clinical Investigation* 126, 1173–1180.

Sotillo J., Pearson M., Potriquet J., Becker L., Pickering D., Mulvenna J., Loukas A. 2016. Extracellular vesicles secreted by *Schistosoma mansoni* contain protein vaccine candidates. *International Journal for Parasitology* 46(1), 1–5.

Trelis M., Galiano A., Bolado A., Toledo R., Marcilla A., Bernal D. 2016. Subcutaneous injection of exosomes reduces symptom severity and mortality induced by *Echinostoma caproni* infection in BALB/c mice. *International Journal for Parasitology* 46(12), 799–808.

Wang L., Li Z., Shen J., Liu Z., Liang J., Wu X., Sun X., Wu Z. 2015. Exosome-like vesicles derived by *Schistosoma japonicum* adult worms mediates M1 type immune-activity of macrophage. *Parasitology Research* 114, 1865–1873.



Zhu L., Liu J., Dao J., Lu K., Li H., Gu H., Liu J., Feng X., Cheng G. 2016. Molecular characterization of *S. japonicum* exosome-like vesicles reveals their regulatory roles in parasite-host interactions. *Scientific Reports* 6, 25885.

Zhu S., Wang S., Lin Y., Jiang P., Cui X., Wang X., Zhang Y., Pan W. 2016. Release of extracellular vesicles containing small RNAs from the eggs of *Schistosoma japonicum*. *Parasites & Vectors* 9(1), 574.

## Биологическая характеристика скатов моря Росса и моря Амундсена по результатам ярусного промысла в 2015 г.

И.И. Гордеев<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва  
E-mail: [gordeev@vniro.ru](mailto:gordeev@vniro.ru)

**Ключевые слова:** *Amblyraja*, *Bathyraja*, скаты, Антарктика.

**Аннотация:** Приведены данные о размерном составе и зрелости гонад 271 особей скатов, выловленных в ходе ярусного промысла в тихоокеанском секторе конвенционного района АНТКОМ (Подрайон 88.1 и 88.2) в промысловом сезоне 2014-2015 гг.

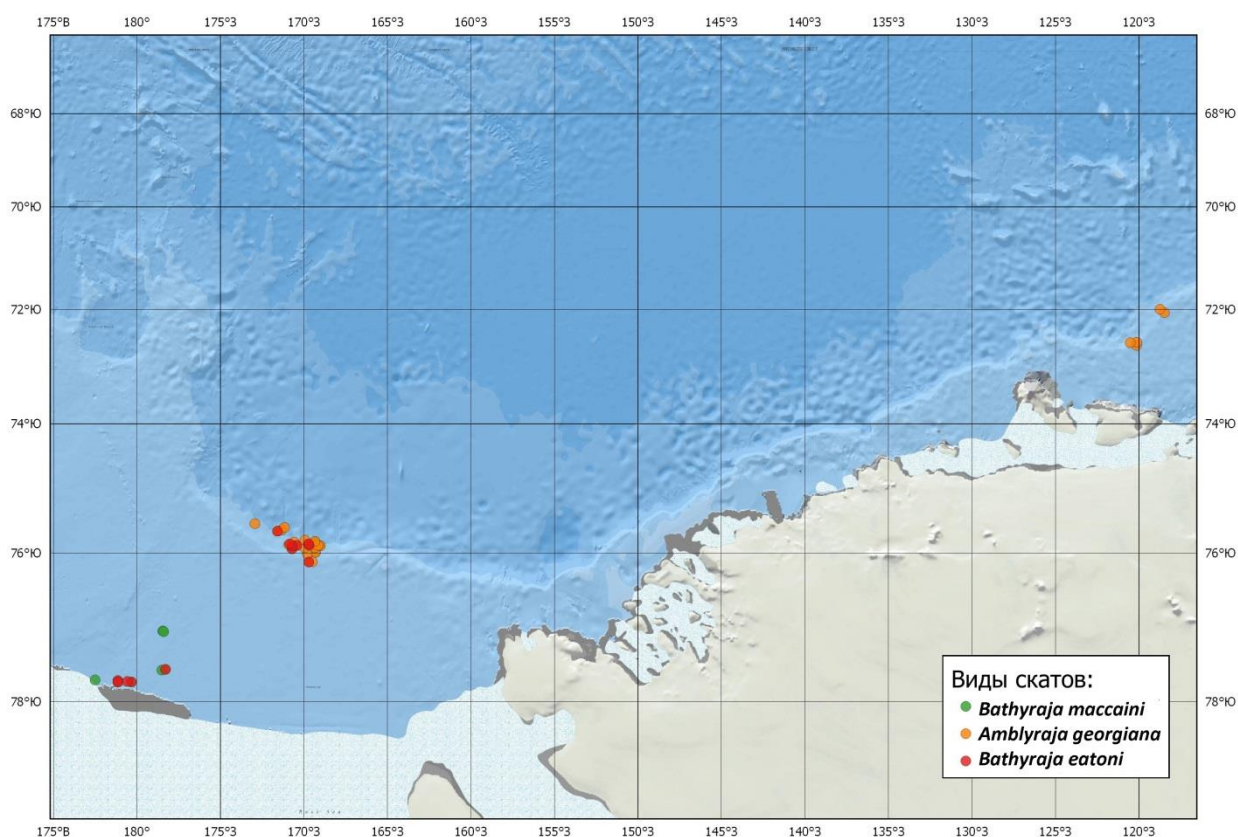
Скаты космополитично распространены в Мировом океане, однако их изучение в Южном океане значительно осложняется суровыми климатическими условиями и невозможностью из-за ледовых условий осуществления исследований в период с марта по декабрь. Поэтому все данные, получаемые, в том числе, с промысловых судов через программу Международного научного наблюдения АНТКОМ, очень ценны.

В ходе ярусного промысла клыкачей *Dissostichus* spp. (Perciformes: Nototheniidae) судном «Янтарь 35» (ООО «Орион», Хабаровск) с помощью модифицированного донного яруса типа «автолайн» (Чумаков, Лука, 2014; Петров и др., 2014; Татарников и др., 2016) компании «Mustad» в тихоокеанском секторе конвенционного района АНТКОМ был выловлен 271 скат.

Лов производился в период с 1 по 31 января 2015 г. в Подрайоне 88.1 и с 7 по 13 февраля 2015 г. в Подрайоне 88.2. Расположение постановок ярусов представлено на Рис. 1. Видовое определение скатов осуществлялось с помощью региональных атласов и определителей (Gon, Heemstra, 1990; Bizikov, 2004; McMillan et al., 2014). Определение стадий зрелости проводилось по шкале Штемана (Stehmann, 2002), доработанной рабочей группой ИКЕС по вопросам определения стадий зрелости хрящевых рыб (ICES, 2012). Сразу после вылова проводилось измерение общей длины (от конца роострума до конца хвоста), преанальной длины (от конца роострума до конца нижних лопастей брюшных плавников) и максимальная ширина диска, а также измерение массы тела на весах с компенсацией качки с точностью до 0,01 кг.

Большая часть выловленных особей (218 экз.) принадлежала к виду *Amblyraja georgiana* (Norman, 1938), в то время как на долю двух других видов пришлось гораздо меньше особей: *Bathyraja maccaini* Springer, 1971 – 30 экз., *Bathyraja eatonii* (Günther, 1876) – 23 экз.

*B. eatoni* и *B. maccaini* были пойманы только в Подрайоне 88.1 (море Росса), в то время как *A. georgiana* был выловлен также в Подрайоне 88.2 (море Амундсена) (рис. 1). Глубина вылова также варьировала: *B. maccaini* – от 614 до 1416 м (средняя – 1018,3 м), *B. eatoni* – от 614 до 1282 м (средняя – 853,4 м), *R. georgiana* – от 605 до 1416 м (средняя – 1186,2 м) в Подрайоне 88.1 и от 993 до 1480 м (средняя – 1293,4 м) в Подрайоне 88.2.



**Рис. 1.** Места вылова скатов в морях Росса и Амундсен

Донный ярус является высоко селективным орудием лова, при применении которого доля целевого вида лова в условиях Антарктики обычно превышает 90% (Петров и др., 2015), поэтому полученные данные нельзя использовать для расчетов плотности популяции скатов. Тем не менее, полученные результаты подтверждают многочисленные свидетельства о том, что фауна континентального склона и шельфа, а также внутришельфовых депрессий (мелкомасштабные участки 88.1 L и 88.1 J) значительно различаются (Любимова и др., 1983; Шуст, 1998; Гордеев, Орлов, 2016). Так, *A. georgiana* отсутствовал в уловах в 88.1 L и 88.1 J, в то время как на этих участках вылавливались преимущественно *B. eatonii* и *B. maccaini*. Судя по распределению мест вылова (рис. 1) и по полному отсутствию *B. eatonii* и *B. maccaini* в Подрайоне 88.2, где участок шельфа крайне узок, можно заключить, что оба эти вида, по-видимому, тяготеют к шельфу и участкам склона до 1000 метров.

Как видно из табл. 1, размеры и масса скатов всех трех видов примерно одинаковы во всех районах, хотя средние размеры и масса *B. eatoni* несколько выше. Доля самцов всех видов в Подрайоне 88.1 оказалась несколько выше.

**Таблица 1.** Некоторые биологические характеристики скатов в морях Росса и Амундсена (за скобками колебания признака, в скобках – среднее значение)

Вид	SSRU	N	Длина (см)			Масса (кг)	% самцов / самок
			общая	преанальна я	ширина диска		
<i>Bathyraja eatonii</i>	88.1 L	10	85-145 (110,5)	61-102 (79,4)	62-102 (77,6)	5,16-12,16 (11,34)	20 / 80
	88.1 J	5	93-	66-88 (78,8)	70-85 (77)	5,86-13,2 (9,32)	100 / 0

			120 (107,6)				
	88.1 K	8	60-112 (69)	40-75 (61,1)	47-78 (67)	1,82-9,58 (6,29)	87,5 / 12,5
	Σ 88.1	23	60-145 (102,4)	40-102 (72,9)	47-102 (73,8)	1,82-13,2 (9,15)	60,9 / 39,1
<i>Bathyraja maccaini</i>	88.1 L	9	82-147 (105,9)	59-92 (76,2)	50-97 (79,2)	5,06-20,52 (11,11)	77,8 / 22,2
	88.1 J	1	120-120 (120)	80-80 (80)	86-86 (86)	10,15-10,15 (10,15)	0 / 100
	88.1 K	20	52-113 (79,1)	31-75 (53,6)	36-81 (58,7)	1,06-11,28 (4,78)	60 / 40
	Σ 88.1	30	52-137 (88,5)	31-92 (61,3)	36-97 (65,7)	1,06-20,52 (6,86)	63,3 / 37,7
<i>Amblyraja georgiana</i>	88.1 K	136	39-122 (80,9)	27-84 (55,2)	31-90 (63,1)	0,14-15,38 (5,49)	55,9 / 44,1
	Σ 88.1	136	39-122 (80,9)	27-84 (55,2)	31-90 (63,1)	0,14-15,38 (5,49)	55,9 / 44,1
	88.2 E	50	46-111 (79,1)	32-78 (55,1)	32-86 (61,8)	0,278-12,34 (5,37)	42 / 58
	88.2 F	32	52-110 (88)	32-79 (60,3)	38-89 (67,6)	1-14,56 (7,09)	56,2 / 43,8
	Σ 88.2	82	46-111 (82,6)	32-78 (57,1)	32-86 (64,1)	0,78-14,56 (5,7)	47,6 / 52,4

Примечание: SSRU (Small-Scale Research Unit) – мелкомасштабный участок.

Распределение особей *B. eatonii* по стадиям зрелости (рис. 1) говорит о том, что на момент исследования значительная доля самцов достигла 3-й стадии зрелости и была готова приступить к размножению. Данные о самках, к сожалению, практически отсутствуют в силу незначительного объема выборки.

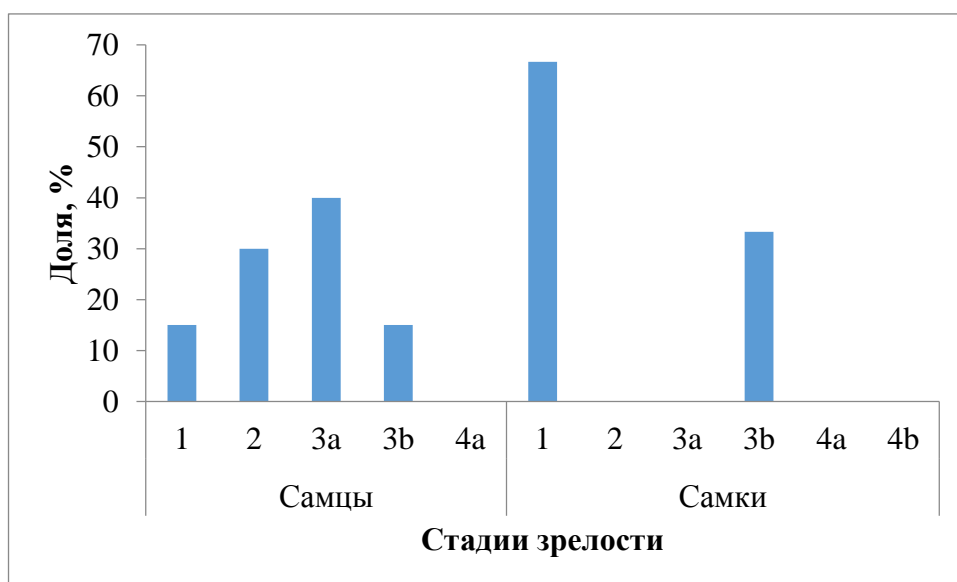
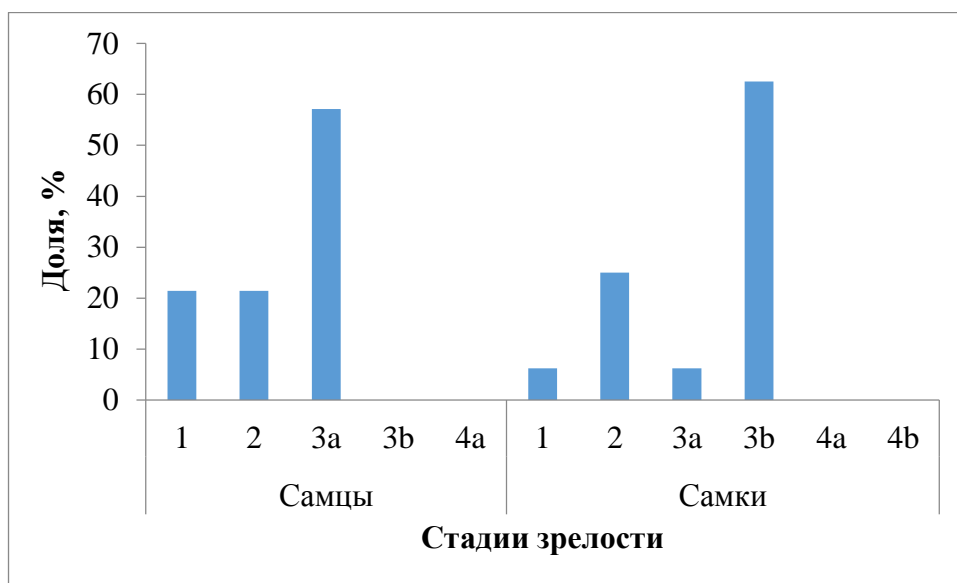


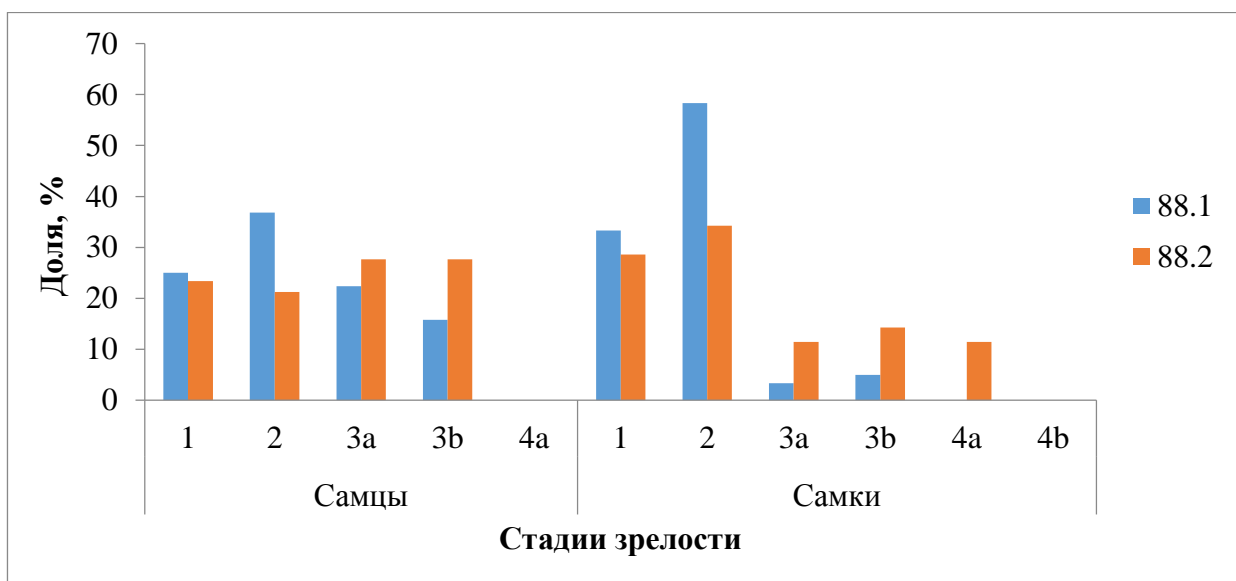
Рис. 2. Распределение особей *Bathyraja eatonii* по стадиям зрелости гонад в Подрайоне 88.1 (море Росса)

Распределение стадий зрелости гонад *B. maccaini* (рис. 3) похоже на таковое *B. eatonii*. Значительная доля как самцов, так и самок находилась в преднерестовом состоянии, но еще не приступила к нересту.



**Рис. 3.** Распределение особей *Bathyraja maccaini* по стадиям зрелости гонад в Подрайоне 88.1 (море Росса)

Вылов *A. georgiana* отмечен в двух локальностях на практически одинаковых глубинах, но с разницей примерно в 2 недели. Как видно из рис. 4, в течение января (88.1, море Росса) помимо незрелых особей обоих полов в уловах присутствовало значительное число скатов на 3-й (преднерестовой и нерестовой) стадии зрелости, в то время как в феврале (88.2, море Амундсена) в выборке присутствовали как нерестящиеся, так и уже отнерестившиеся особи. Для данного вида отмечена положительная корреляция между размерами/массой особи и степенью развития гонад.



**Рис. 4.** Распределение стадий зрелости гонад *Amblyraja georgiana* в Подрайоне 88.1 (море Росса) и Подрайоне 88.2 (море Амундсена)

Все три вида широко распространены в Антарктике, и данные об их географическом распространении и питании довольно многочисленны (McMillan et al., 2014). Несмотря на обилие данных о размерах и соотношении полов, определение стадий зрелости в море Росса и море Амундсена представлено впервые. Из области субАнтарктики имеются сведения о размерах ооцитов у *Bathyrāja irrasa*, *Bathyrāja murrayi*, *Bathyrāja eatonii*, выловленных р-не о. Кергелен (Пшеничнов, 2013).

Считается, что скаты обладают «конвейерным» способом размножения, откладывая яйца в течение всего года или имеют несколько нерестовых сезонов в году (Долганов, 1998; Орлов, Бирюков, 2005; Sulikowski et al., 2005). Наличие особей на всех стадиях зрелости указывает на то, что, несмотря на строгую сезонность в Антарктике, она, по-видимому, слабо отражается на сезонности нереста. Наиболее репрезентативные данные в этом исследовании были получены для *Amblyrāja georgiana*, причем вылов и анализ стадий зрелости продолжался в период с 13 декабря по 10 февраля. Тренд возрастания зрелости гонад самцов и самок в этот период был, но оказался крайне незначительным. Таким образом, ограниченная сезонность наблюдений не позволяет нам судить о наличии у *Amblyrāja georgiana* периодов нереста в море Росса и море Амундсена.

**Благодарности.** Автор выражает признательность экипажу СРТМ «Янтарь-35» (ООО «Орион», Хабаровск») и международному наблюдателю Финогенову А.Л. (ИРЭМ, Бердянск, Украина) за помощь в сборе материала.

#### Список литературы

Гордеев И.И., Орлов А.М. 2016. Особенности пространственного и вертикального распределения клюворылой антиморы в море Росса по результатам российского ярусного промысла. II Международная научно-практическая конференция «Природная среда Антарктики: современное состояние изученности» пос. Нарочь, Республика Беларусь, 18–21 мая 2016 г. Минск: «Конфидо», 101–104.

Долганов В.Н. 1998. Размножение скатов семейства Rajidae дальневосточных морей России. Известия ТИНРО 124, 425–428.

Любимова Т.Г., Макаров Р.Р., Шуст К.В., Лисовенко Л.А., Земский В.А., Студенецкая И.С. 1983. Биологические ресурсы Южного океана: Обзорная информация. М.: ЦНИИТЭИРХ, 53 с.

Орлов А.М., Бирюков И.А. 2005. О поимке готовых к откладке яйцевых капсул самок фиолетового ската *Bathyrāja violacea* (Rajidae). Вопросы ихтиологии 45(3), 427–429.

Петров А.Ф., Шуст К.В., Пьянова С.В., Урюпова Е.Ф., Гордеев И.И., Сытов А.М., Демина Н.С. Методические рекомендации по сбору и обработке промысловых и биологических данных по водным биоресурсам Антарктики для российских научных наблюдателей в зоне действия Конвенции АНТКОМ. М.: Изд-во ВНИРО, 106 с.

Петров А.Ф., Кузнецова Е.Н., Гордеев И.И., Полонский В.Е., Митенков Ю.А., Аносов С.Е., Полищук М.И. 2015. О российском научном наблюдении на промысле видов *Dissostichus* spp. в зоне действия АНТКОМ в сезон 2014/2015. Труды ВНИРО 155, 160–165.

Пшеничнов Л.К. 2013. Биологическая характеристика рыб прилова при траловом промысле на шельфе островов Кергелен (Индийский океан, Субантарктика). Труды ЮгНИРО 51, 91–106.

Татарников В.А., Акишин В.В., Истомин И.Г., Астафьев С.Э. 2016. Способы и орудия лова северного рыбохозяйственного бассейна. Справочное пособие. М.: Изд-во ВНИРО, 286 с.

Чумаков А.К., Лука Г.И. 2014. Перспективы развития ярусного промысла в Баренцевом море. СПб: Наука, 336 с.

Шуст К.В. 1998. Рыбы и рыбные ресурсы Антарктики. М.: Изд-во ВНИРО, 163 с.

Bizikov V., Arkhipkin A., Laptikhovsky V., Pompert J. 2004. Identification guide and biology of the Falkland skates. Stanley: Falkland Island Government, Fisheries Department, 55 p.

Gon O., Heemstra P.C. (Eds.) 1990. Fishes of the Southern Ocean. Grahamstown: J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, 462 p.

ICES 2012. Report of the workshop on Sexual Maturity Staging of Elasmobranchs (WKMSSEL), 11-14 December 2012, Lisbon, Portugal, 109 p.

McMillan P.J., Marriott P.M., Hanchet S.M., Fenaughty J.M., Mackay E., Sui H., Wei F. 2014. Fishes of the Ross Sea region: a field guide to common species caught in the longline fishery. New Zealand Aquatic Environment and Biodiversity Report No. 134. 54 p.

Stehmann M.F.W. 2002. Proposal of a maturity stages scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes). *Archive of Fishery and Marine Research* 50(1), 23-48.

Sulikowski J.A., Kneebone J., Elzey S., Jurek J., Danley P.D., Howell W.H., Tsang P.C. 2005. The reproductive cycle of the thorny skate (*Amblyraja radiata*) in the western Gulf of Maine. *Fishery Bulletin* 103, 536–543.

## Динамика фитопланктонных сообществ в прудах комплексного назначения в раннелетний период

*Л.Г. Гречухина, О.С. Любина, Р.К. Ахтямова*

ФГБНУ «ГосНИОРХ» (Татарское отделение), г. Казань  
E-mail: rezedageorgii@mail.ru

**Ключевые слова:** гидробиология, фитопланктон, пруды комплексного назначения, структура сообществ.

**Аннотация:** Изучен фитопланктон в весенний и раннелетний периоды 2017 г. в трех прудах комплексного назначения Мамадышского района Республики Татарстан, используемых в целях рыбоводства. Определены уровни разнообразия и обилия сообществ микроводорослей и степень их вариабельности. Выявлен достаточно благоприятный в кормовом аспекте таксономический спектр с преобладанием диатомовых, либо зеленых микроводорослей в весенний и раннелетний периоды. Обнаружено снижение всех количественных показателей фитопланктона в пруду № 2 от весеннего к летнему сезону, вероятно обусловленное выеданием другими гидробионтами. Наиболее устойчивы количественные показатели в самом старом по времени эксплуатации водоеме с наивысшим таксономическим разнообразием.

Проведены исследования динамики структуры фитопланктонных сообществ и их количественных показателей в начале периода вегетации в трех прудах комплексного назначения, используемых в рыбоводных целях. Данная работа осуществлена в связи с необходимостью оценить стартовые этапы сукцессии фитопланктонных сообществ и выявить возможные пути их изменения в эксплуатируемых прудах в зависимости от условий.

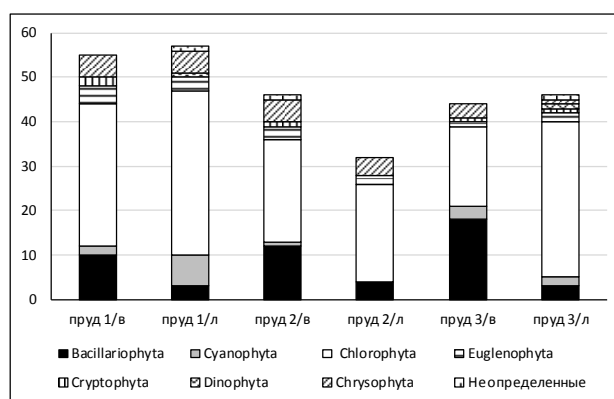
Исследования проводили в прудах, расположенных в окрестностях населенных пунктов Су Елга, Малые Кирмени, Алан Мамадышского муниципального района Республики Татарстан. **Пруд № 1** расположен у н.п. Су Елга, площадью 6,4 га. Его водосбор осуществляется из родников и паводковой воды, подпиткой из ручья Су Елга. Зарыбление было осуществлено в 2015 г. 100 кг рыбопосадочного материала карпа навеской 40 граммов. **Новый пруд № 2** площадью 8,7 га расположен у н.п. Малые Кирмени на ручье Су Елга. Водосбор осуществляется из ручьев, родников, паводковых и дождевых вод. Пруд был зарыблен в 2016 году рыбопосадочным материалом карпа навеской 40 граммов в количестве 1400 кг. **Пруд № 3** площадью 7,9 га расположен около н.п. Малые Кирмени на ручье Кирменка. Он введен в эксплуатацию 2004 г. В 2011 г. проведена реконструкция. Водосбор осуществляется из ручьев, родников, паводковых и дождевых вод. Пруд был зарыблен в 2016 г. 100 кг рыбопосадочного материала карпа навеской 40 граммов.

Сбор материала фитопланктона проводили в два этапа с интервалом в 1 месяц (25 мая и 22 июня 2017 г.). В каждом водоеме отбиралась 1 проба зачерпыванием воды с поверхности. Затем пробы фиксировали 4%-ным формалином. Всего было отобрано 6 проб. Камеральную обработку собранного материала проводили стандартными методами. (Методика ..., 1975; Вассер и др., 1989). Фитопланктон концентрировали путем прямой фильтрации через мембранный фильтр диаметром пор 2 мкм под слабым давлением. Количественную обработку проб осуществляли с использованием счетной камеры «Горяева» объемом 0,0009 мл, в одно-трех повторностях с пересчетом содержания водорослей в 1 л воды. Биомассу определяли счетно-объемным методом (Федоров, 1979).



За период исследования в трех изученных водоемах было обнаружено 132 таксона микроводорослей 7 отделов. Наибольшее видовое разнообразие выявлено в отделе зеленых водорослей (54 %). Вторая по разнообразию таксономическая группа – диатомовые (18 %). Эвгленовые, синезеленые и золотистые водоросли составляли по 8 % общего состава. Количество видов остальных отделов не превышало 2 %.

В весенний период максимальное видовое богатство (количество таксонов на станции) (55) было встречено в водоеме № 1. По количеству видов доминировали зеленые и диатомовые водоросли, их доли составляли соответственно 58 и 18 % (рис. 1). В новом пруду № 2 было обнаружено 46 таксонов микроводорослей. Здесь доминировали также зеленые и диатомовые водоросли (50 и 26 % соответственно). В водоеме № 3 было выявлено наименьшее количество видов (44). Здесь зеленые и диатомовые водоросли доминировали и были представлены в одинаковых долях по 41 %. Количество видов сине-зеленых водорослей в исследованных водоемах было незначительным и не превышало 7 %.



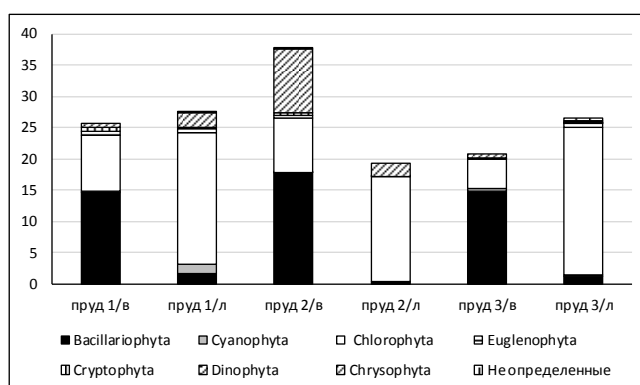
**Рис. 1.** Изменение видового богатства фитопланктона в исследованных прудах в мае-июне 2017 г.

Обозначения: в коде станций буквой «в» отмечены майские пробы в данном водоеме, а буквой «л» – июньские

В летний период максимальное видовое богатство (57) также было выявлено в старом пруду № 1. Здесь доминировали зеленые водоросли, их доля составляла 65%. Количество сине-зеленых водорослей здесь возросло до 12 %. Доля в видовом разнообразии остальных групп фитопланктона не превышала 9 %. В водоеме № 2 было отмечено минимальное количество таксонов (32). Здесь доминировали зеленые и золотистые водоросли (67 и 12,5 %, соответственно). Эвгленовые водоросли занимали 6 %. В водоеме № 3 было выявлено 46 таксонов фитопланктона. Здесь также доминировали зеленые водоросли, их доля составляла 76 %. Доля остальных таксономических групп была ничтожно маленькой и не превышала 7 %.

В весенний период численность фитопланктона в исследованных прудах колебалась от 21 до 31 млн кл/л. Максимальная численность микроводорослей была отмечена в новом по времени заполнения пруду № 2. Доминирующей по численности группой во всех водоемах были диатомовые водоросли. Их доли в общей варьировали от 47 до 72 %. В пруду № 2 субдоминантами выступали золотистые водоросли, их доля составляла 28 %. Зеленые водоросли занимали от 23 до 35 %. Количество клеток сине-зеленых водорослей было ничтожно малым и колебалось от 0,6 до 1,5 %. В пруду № 3 с наименьшей численностью микроводорослей, диатомовые водоросли занимали самую высокую долю в сообществе (72 %). Доминантами по численности весной были представители отдела диатомовых. В водоеме № 1 преобладала диатомовая водоросль *Nitzschia acicularis* (степень доминирования 21%). В водоеме № т2 доминирующим видом

была *Fragilaria (Synedra) acus* (31%). В водоеме № 3 преобладали диатомовые рода *Cyclotella* (38 %).



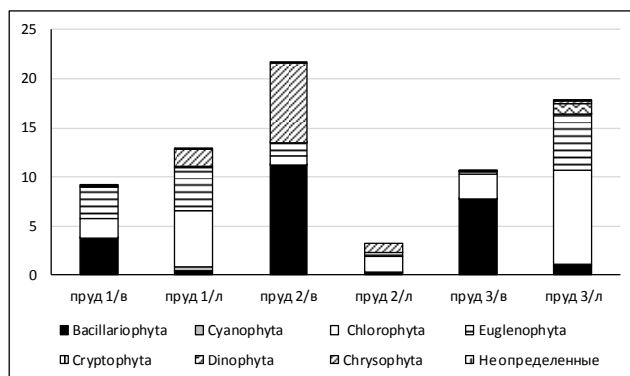
**Рис. 2.** Изменение численности фитопланктона (млн.кл./л) в исследованных прудах в мае-июне 2017 г.

Обозначения кода станций, как на рис. 1

В летний период численность фитопланктона в целом увеличилась и варьировала от 19 до 54 млн кл./л. Минимальная численность была отмечена в новом по времени эксплуатации пруду № 2, а максимальная – в пруду № 1. Во всех исследованных водоемах, доминирующее положение по численности занимали зеленые водоросли (рис. 2). Их доли были очень высокими (от 76 до 90 %). В водоеме № 1 и 3 по численности доминировала зеленая водоросль *M. contortum* (28 и 57 %, соответственно). В водоеме № 2 доминировала зеленая водоросль *Lagerheimia genevensis* (59 %).

В весенний период биомасса фитопланктона в исследованных водоемах варьировала от 9 до 22 мг/л. (рис. 3). В пруду № 1 была обнаружена минимальная биомасса фитопланктона (9,26 мг/л). В этом водоеме доминировали диатомовые, эвгленовые и зеленые водоросли. Их доли в общей составляли 41, 35 и 21%, соответственно. Доминантами здесь выступали микроводоросли рода *Euglena* (30 %). В пруду № 2 биомасса фитопланктона была максимальной и составляла 21,61 мг/л. Здесь преобладали диатомовые и золотистые водоросли (52 и 38 %, соответственно). Доминирующим видом выступала золотистая водоросль *Dinobryon divergens* (36 % от общей). В пруду № 3 биомасса составляла 11 мг/л. Доминирующей группой были диатомовые (73 %), а доминантом выступал *Stephanodiscus* sp. (24 %).

В летний период биомасса фитопланктона колебалась от 3 до 57 мг/л. Минимальная биомасса была встречена в новом по времени эксплуатации пруду № 2, а максимальная – в пруду № 3 (рис. 3). В водоеме № 1 биомасса фитопланктона составляла 12,80 мг/л. Здесь преобладали зеленые и эвгленовые водоросли (степень доминирования 45 и 34 %, соответственно), субдоминантами были золотистые водоросли (13 %). Доля остальных групп не превышала 4 %. В новом пруду № 2 биомасса была наименьшей 3,30 мг/л. Здесь доминировали зеленые и золотистые водоросли (48 и 31 %, соответственно). Доля эвгленовых составляла 11 %, а диатомовых – 9 %. Доминирующим видом здесь была золотистая водоросль *D. divergens* (27 %). В водоеме №3 биомасса фитопланктона была максимальной и составляла 17,8 мг/л. Здесь преобладали зеленые и эвгленовые водоросли (54 и 32 % соответственно). Доля остальных групп не превышала 6 %. Доминантом была жгутиковая зеленая водоросль *Vitreochlamys (Chlamidomonas) aulata* (31%).



**Рис. 3.** Изменение биомассы фитопланктона (мг/л) в исследованных водоемах в мае-июне 2017 г.

Обозначение кода станций, как на рис. 1

Таким образом, в рыбоводных прудах в весенний период таксономический состав фитопланктона представлен комплексом диатомовых, либо зеленых водорослей при минимальном участии в них группы синезеленых. В раннелетний период он замещается комплексом мелкоклеточных зеленых, характерным для литорали, либо для рыбоводных прудов с внесением удобрений (Лаврентьева, 1987). На этом этапе количество синезеленых в сообществах минимальное. По имеющимся данным (Грициняк и др., 2014) в позднелетний период произойдет смена таксономической структуры в сторону преобладания синезеленого комплекса, что неизменно повлечет за собой увеличение обилия и биомассы микроводорослей при ухудшении качества водной среды, а соответственно и условий обитания рыб.

Сравнение качественных и количественных показателей фитопланктона в разные этапы наблюдений показало, что в весенний и летний периоды видовое богатство (количество видов на станциях) в старом пруду № 1 было наивысшим, а в новом № 2 – наименьшим. В ходе развития этот показатель в первом и третьем прудах незначительно увеличился (на 3-4 %), а в новом пруду № 2 он заметно сократился практически на 30 %. Численность и биомасса фитопланктона напротив весной в новом пруду № 2 были наивысшими, в то время как в других водоемах эти показатели находились на среднем уровне. В ходе развития фитопланктонных сообществ в летний период произошло резкое снижение численности и биомассы микроводорослей в новом пруду № 2 (численность на 49 %, а биомасса – на 85 %), в то время как в остальных водоемах наблюдалось закономерное увеличение этих характеристик. Так в старом пруду № 1 численность увеличилась на 7 %, а биомасса на 27 %, а в пруду № 3 численность возросла на 22 %, а биомасса на 40 %.

Устойчивость фитопланктонных сообществ в изученных искусственных водоемах различная. Так в старом по времени эксплуатации пруду № 1 обладающим наивысшим видовым богатством все количественные показатели варьировали в меньшей степени. Напротив, в новом пруду № 2 степень варьирования количественных признаков наивысшая. Вероятно, время эксплуатации пруда влияет на устойчивость сообществ к изменениям среды, что опосредованно связано с видовым разнообразием. Кроме того, можно предположить, что в летний период в водоеме № 2 произошло выедание заметной доли организмов фитопланктона. Вероятно, это обусловлено нагрузкой со стороны молоди рыб, которая была выпущена в этот водоем в большем объеме (1400 кг), чем в другие водоемы (по 100 кг).

В целом таксономический спектр и обилие микроводорослей в изученных рыбоводных прудах в раннелетний период достаточно благоприятны в пищевом отношении.

### Список литературы

- Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. 1989. Водоросли. Справочник. Киев, 608 с.
- И.И. Грициняк, Т.В. Григоренко, А.Н. Базаева, Н.П. Чужма 2014. Оценка экологического состояния рыбоводных прудов по фитопланктону. Рибгосподарська наука України 3, 13-21.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: изд-во «Наука», 240 с.
- Федоров В.Д. 1979. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: изд-во Моск. ун-та. 168 с.
- Лаврентьева Г.М. 1987. Сопоставление характеристик фитопланктона озер с высоким уровнем первичной продукции, определяемым естественным режимом или удобрением. В Особенности развития гидробионтов при интенсивном ведении рыбного хозяйства. Сб. научн. Трудов ГосНИИОРХ. Вып. 264, 1-10.

## Кариологические исследования и типы хромосомных перестроек бычковых рыб

С. А. Гуцуляк

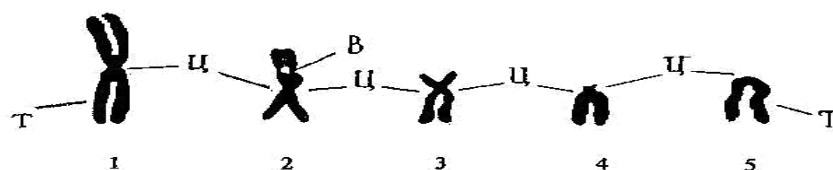
Астраханский государственный университет, научно-образовательный центр «Осетроводство» (ФГБОУ ВО «АГУ»), г. Астрахань  
E-mail: gutculiak@mail.ru

**Ключевые слова:** бычковые, хромосомы, кариотипы, хромосомные перестройки, хромосомный набор, транслокации, цитогенетика, кариологические исследования.

**Аннотация:** Приведена краткая историческая справка из исследований по кариологии рыб. Описываются кариотипы бычковых. Приведены интересные данные по кариотипам двух подвидов бычков - *Neogobius kessleri gorlap* и *Neogobius k. kessleri*. Необходимость в анализе кариотипов служит в селекционных работах при разработке специальных генетических методов селекции.

Хромосомы являются носителями наследственной информации клетки. Во время клеточного деления морфология хромосом сильно варьирует. Наилучшим образом визуализируются на стадии метафазы во время клеточного деления митоза, когда хромосомы максимально конденсированы и располагаются в одной плоскости в центре клетки отдельно одна от другой. Когда они достигают максимальной компактности на стадии метафазы митоза, образуется метафазная пластинка.

Метафазные хромосомы состоят из двух хроматид, которые интенсивно окрашиваются основными красителями. Хроматиды соединены центромерой – особым образованием, к которому прикрепляются нити веретена деления. Участки хромосом, разделенные центромерой, называются плечами. Эти нити, называемые хроматидами, расположены параллельно и соединены между собой только в области первичной претяжки или центромеры. В зависимости от положения центромеры различают следующие четыре типа хромосом (рис. 1).



**Рис. 1.** Морфологические типы метафазных хромосом: 1,2-метацентрические (m), 3-субметацентрические (sm), 4-субтелоцентрические (st), 5 – акро(тело)центрическая (a, t); Ц-центромера, Т - теломера, В - вторичная перетяжка в районе теломеры (Дзугев и др., 2009)

Метацентрические (m) – равноплечие хромосомы со строго срединным расположением хромосомы; Субметацентрические (sm) – с центромерой, расположенной близко к середине хромосомы, но два хромосомных плеча по длине неодинаково; Субтелоцентрические (st) – с центромерой, расположенной недалеко от конца хромосомы, при этом короткое плечо хромосомы выражено достаточно четко;

Акро(тело)центрические (a, t) – центромера расположена очень близко к одному из концов хромосомы.

Все исследования по цитогенетике рыб выполняются с использованием метода анализа метафазных хромосом. Ткани, обладающие наиболее высокой митотической активностью (селезенка, печень и др.) можно успешно использовать для приготовления хромосомных препаратов.

Исследование хромосом любого живого организма, в том числе и рыб, связано с приготовлением препаратов, микроскопией и проведением соответствующих измерений хромосом, и в настоящее время можно считать, что существуют установившиеся правила описания и изучения хромосом (Макгрегор, 1986).

При проведении кариологических исследований кариотип систематизируют, то есть располагают хромосомы по их форме и размерам. Совокупность особенностей хромосомного набора (число хромосом, их форма, размеры и другие признаки) является важнейшей характеристикой вида. Кариотип можно рассматривать как еще один морфологический признак, который можно использовать для сравнительного описания, и для установления эволюции кариотипа при перестройках хромосом.

Каждому виду рыб присуще строго определенное число хромосом. Сравнение кариотипов как разных клеток одного организма, так и у организмов одного вида, позволило сделать вывод о постоянстве кариотипа в пределах одного вида. Кариосистематика (кариотаксономия) использует этот принцип для установления степени родства между близкими видами, разграничения видов-двойников и применяет как маркер при решении таксономических задач (Рязанова, 2008).

Изучение хромосомных наборов рыб началось сравнительно давно, большинство кариологических данных по рыбам получено в конце XIX века. При этом разные группы изучены в различной степени. Относительно большое число видов промысловых рыб (осетровые, лососевые, карповые) кариотипированы. Кариотипы других рыб, ввиду их огромного видового разнообразия, изучены недостаточно полно. В настоящее время кариотипы изучены примерно у двух тысяч видов рыб, что составляет около 10 % от общего числа известных видов (Pandian, 2012).

Установлено, что кариотипы рыб характеризуются большим количеством хромосом. Разные виды различаются по структуре и форме хромосом. У одних рыб хромосомный набор может состоять только из акроцентрических, у других же могут быть четко видны мета- и субметацентрические хромосомы. Диплоидное число хромосом варьирует от 12 до 250. Рыбы с большим набором диплоидных хромосом, например, осетровые, в большинстве своем имеют полиплоидное происхождение. В основном 70 % видов имеют 42-50 хромосом. Считается, что именно такие значения диплоидных чисел были характерны для предков современных рыб. В процессе эволюции наблюдались существенные преобразования кариотипов, которые приводили как к уменьшению, так и значительному увеличению числа хромосом. Большая изменчивость по кариотипам объясняется тем, что рыбы представляют собой древнюю, очень гетерогенную группу животных, эволюция которых длится несколько сотен миллионов лет.

Семейство бычковых включает много специализированных форм, для которых характерно численное уменьшение кариотипов. Такие виды бычков как кругляк (*Neogobius melanostomus*), цуцик (*Proterorhinus marmoratus*) имеют в диплоидном наборе 46 хромосом, амурский бычок (*Rhinogobius brunneus*) – 44. Учитывая, что число хромосомных плеч (NF) 46 у двух первых и 44 у амурского бычка, все хромосомы у этих видов акроцентрические.

В семействе Gobiidae, согласно последней сводке по кариотипам рыб (Arai, 2011), к настоящему времени кариологически изучено более 80 видов бычков, примерно у 23 видов наблюдается хромосомная изменчивость. Известны кариотипы менее чем 40 % видов черноморско-каспийских бычков (Праздников, 2012).

Наибольшее количество бычковых рыб, у которых обнаружен хромосомный полиморфизм, относятся к Понто-Каспийским видам. Представители этого семейства характеризуются выраженной хромосомной гетерогенностью, для которых характерна полиморфность кариотипа, где диплоидное число хромосом варьирует от  $2n = 29$  до  $2n = 52$  (Праздников, 2013). Основным направлением хромосомной эволюции бычковых рыб Понто-Каспийского бассейна является изменение числа хромосом в сторону уменьшения, главным образом, за счет Робертсоновских транслокаций. Наиболее специализированные кариотипы, происходящие от базового набора ( $2n = 46$ ;  $NF = 46$ ) исключительно за счет центрических слияний.

В таксономическом отношении многие виды бычков недостаточно изучены. Проблемы таксономии связаны, главным образом, с большой изменчивостью и, в ряде случаев, отсутствием надёжных внешних морфологических признаков, используемых для систематики бычковых. Наибольшие трудности встречаются обычно при видовой диагностике бычков. Это связано с относительно невысокой дивергенцией видов по внешним морфологическим признакам в пределах рода, что делает их плохо различимыми с помощью традиционных методов систематики.

Интересные данные по кариотипам двух подвидов бычков - *Neogobius kessleri gorlap* и *Neogobius k. kessleri* были получены В.П. Васильевым и Е.Д. Васильевой в 1992 году. Каспийский бычок головач, или горлап *Neogobius gorlap* рассматривался в качестве подвида черноморского бычка головача *Neogobius kessleri*. Они очень схожи по морфологическим признакам и генетически близки. Авторы исследовали соматические кариотипы двух видов бычков: особи *Neogobius kessleri gorlap* были отловлены в низовьях р. Волга и г. Красноводск и Нариманабад, а *Neogobius k. kessleri* - в р. Днепр и Днестр. У *Neogobius k. gorlap* кариотип состоит из 46 акроцентриков, отсутствовала межполовая дифференцировка. У *Neogobius k. kessleri* в кариотипе самок отмечено  $2n = 30$  (14M+2SM+14ST,A), а у самцов  $2n = 29$  (15M+2SM+12ST,A). При этом у обоих форм число хромосомных плеч было одинаковым  $NF = 46$  (Васильев, 1992).

Полученные данные рассмотрены с той точки зрения, что использование традиционных для систематики бычков признаков не позволяет рассматривать две изученные формы в качестве отдельных видов. Полагается, что кариологические данные с несомненностью указывают на видовую самостоятельность *Neogobius kessleri* и *Neogobius gorlap*. По кариологическим данным, также возможна идентификация межвидовых гибридов, возникающих в природных популяциях в результате естественной гибридизации. В селекционных работах анализ кариотипов необходим при разработке специальных генетических методов селекции. Данные о кариотипах могут быть полезны при проверке генетической полноценности потомств, полученных с использованием экстремальных воздействий на половые клетки или ранние зародыши рыб (например, в случае криоконсервации половых продуктов). Цитогенетический контроль развивающихся эмбрионов используют и при получении потомства заводским способом (Катасонов, 1991).

Хромосомный аппарат рыб при всем его совершенстве не остается неизменным, время от времени в генах и хромосомах происходят мутации-изменения структуры, передающиеся по наследству. У ряда форм наблюдается хромосомный полиморфизм, связанный со способностью некоторых хромосом соединяться и разъединяться в области центромеры (центрические слияния и разделения), при этом число хромосомных плеч остается неизменным. Возможны и другие отклонения. Они встречаются у рыб несколько чаще, чем у птиц и млекопитающих (Мюнтцинг, 1967; Кирпичников, 1987; Катасонов, 1991).

Хромосомные перестройки составляют большую группу мутации. Перестройки могут осуществляться как в пределах одной хромосомы — внутрихромосомные мутации (делеция, инверсия, дупликация, инсерция), так и между хромосомами — межхромосомные мутации (транслокация). Делеция - утрата участка хромосомы,

инверсия - поворот участка хромосомы на  $180^\circ$ , дупликация - удвоение одного и того же участка хромосомы, инсерция - перестановка участка и транслокация - обмен участками в пределах одной хромосомы или между разными хромосомами (Мюнтцинг, 1967; Инге-Вечтомов, 1989).

Транслокации происходят достаточно часто, так как даже близкие виды рыб (а иногда и расы внутри вида) отличаются по структуре кариотипа и эти отличия во многих случаях являются результатом эволюционного закрепления транслокаций. Вполне жизнеспособны индивиды с рецiproкными транслокациями – взаимным обменом участками хромосом без потери или добавления генетического материала. Взаимные хромосомные транслокации имеют большое эволюционное значение и могут сопровождаться уменьшением или увеличением числа плеч. Иногда выживают и особи с добавочными участками хромосом. Еще более важны, очевидно, довольно часты так называемые Робертсоновские транслокации или центрические слияния. Разрыв одной акроцентрической хромосомы происходит около центромеры, к месту разрыва присоединяется целая другая хромосома, также акроцентрическая. Один или два незначительных околоцентромерных участка хромосом (с одной из центромер) теряются, и в результате две акроцентрические хромосомы превращаются в одну метацентрическую. Число плеч при этом остается неизменным. Транслокации обеспечивают изоляцию новых форм и способствуют дивергенции в пределах вида (Мюнтцинг, 1967; Кирпичников, 1987; Инге-Вечтомов, 1989). Реже происходит обратный процесс – центрическое разделение, для его осуществления нужна лишняя центромера. Возможно и прямое деление центромеры на две дочерние (Mc Gregor, 1970).

Инверсии могут быть отнесены к двум типам. Парацентрические инверсии, не захватывающие центральный участок, обнаружить трудно. Они возникают, вероятно, у рыб достаточно часто, но установить их наличие можно только при анализе наследования сцепленных генов. Перичентрические инверсии, включающие центромеру, широко распространены. Если два разрыва произошли в хромосомных плечах на равном расстоянии от центромеры, инверсию без анализа маркерных генов найти невозможно. При асимметричном расположении разрывов соотношение или даже число плеч в хромосомах изменяется (Кирпичников, 1987; Катасонов, 1991).

Дупликации хромосомных участков у рыб, безусловно, происходят, хотя, вероятно, не часто. Наличие дублированных генов установлено чисто генетическими методами: под микроскопом дупликации заметить невозможно. Наиболее вероятным механизмом дупликации является неравный кроссинговер. Нехватки, несомненно, также наблюдаются, и вероятно, чаще, чем дупликации, но подавляющее большинство нехваток резко снижает жизнеспособность их носителей, благодаря этому особи, несущие такие нехватки, быстро выбрасываются из популяций (Мюнтцинг, 1967).

Наконец, еще одну группу мутаций, составляют изменения пloidности - появление у нормально диплоидных видов рыб ( $2n$ ) особей с уменьшенным вдвое (гаплоидным) кариотипом ( $n$ ) или, наоборот, с увеличенными наборами – триплоидным ( $3n$ ), тетраплоидным ( $4n$ ) и другими, а также с увеличенным или уменьшенным числом отдельных хромосом (анэуплоидия).

Гаплоиды у рыб являются нежизнеспособными. Обычно развитие сопровождается уродствами и заканчивается гибелью эмбрионов в конце эмбриогенеза. Тетраплоиды, вероятно, изредка также появляются в результате слияния диплоидных гамет, но о частоте их возникновения в природе никаких сведений нет (Кирпичников, 1987).

Различают два типа изменчивости кариотипов: мозаицизм – это различия в кариотипах отдельных клеток одной особи; полиморфизм - это существование нескольких хромосомных форм внутри одной популяции (Васильев, 1985).

Хромосомы обладают большим постоянством, однако они, тем не менее, подвержены изменениям. Некоторое представление об изменчивости кариотипов дает ознакомление с распределением чисел хромосом среди представителей различных



таксонов (Кирпичников, 1987). Изменения хромосом возникают либо спонтанно, т.е. в результате невыясненных причин либо под влиянием различных внешних воздействий. Предположительно, спонтанная частота возникновения хромосомных перестроек увеличиваются из-за неблагоприятных условий обитания и загрязнения окружающей среды.

Данные кариологического анализа широко используются в эволюционных, филогенетических, таксономических и селекционных исследованиях рыб (Катасонов, 1991). Применение кариологического метода со временем обещает стать еще более перспективным, особенно в сочетании с генетическими и биохимическими методами. Подобный комплексный подход особенно ценен в тех случаях, когда исследуемые виды имеют морфологически сходные кариотипы. Применение кариологии также необходимо для разработки стратегии охраны биоразнообразия и охраны генофонда редких и исчезающих видов (Кирпичников, 1987).

Класс рыб продолжает оставаться одним из наиболее трудных цитогенетических объектов и в целом является слабо изученным.

### Список литературы

- Васильев В.П. 1985. Эволюционная кариология рыб. М.: Изд-во Наука, 299 с.
- Васильев В.П., Васильева Е.Д. 1992. Кариологическое доказательство видовой обособленности *Neogobius kessleri* (Günther) и *Neogobius gorlap* Pjin (Pisces, Gobiidae). Докл. АН СССР 432(4), 898-900.
- Макгрегор Г., Варли Дж. 1986. Методы работы с хромосомами животных, под ред. Н. Н. Воронцова М.: Изд-во Мир, 272 с.
- Дзуев Р.И., Канукова В.Н., Чепракова А.А. 2009. Сравнительная цитогенетика и кариосистематика животных. Учебно-метод. указания. Нальчик КБГУ. 34 с.
- Инге-Вечтомов С.Г. 1989. Генетика с основами селекции. М.: Изд-во Высш. шк., 591 с.
- Катасонов В.Я., Гомельский Б.И. 1991. Селекция с основами генетики. М.: Изд-во Агропромиздат, 208 с.
- Кирпичников В.С. ,1987. Генетика и селекция рыб. Л.: изд-во Наука, 520 с.
- Мюнтцинг А. Генетика. Общая и прикладная. 1967. Пер. со 2-ого английского издания под ред. В.Н. Столетова М.: Изд-во Мир, 612 с.
- Поликарпов Г.Г., Цыцугина В.Г., Токарева А.В. 1971. Вопросы цитогенетики морских организмов. Проблемы морской биологии. Киев.: Изд-во «Наукова думка», 231 с.
- Праздников Д.В. . 2013. Хромосомная эволюция бычковых рыб семейства Gobiidae (Pisces, Perciformes) из Понто-Каспийского бассейна. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки 18(6), 3064– 3067.
- Праздников Д.В. 2012. Эволюция кариотипа *Neogobius gorlap* (Pisces: Perciformes: Gobiidae). Международная научная конференции «Хромосома 2012». Новосибирск.: Изд-во ИМКБ СО РАН, 159–160.
- Праздников Д.В. 2013. Сравнительная кариология бычковых рыб (Gobiidae) фауны России: эволюционный и таксономический аспекты. Автореф.дисс. канд. биол.наук. М.: 24 с.
- Расс Т.С. 1971. Карпообразные. Жизнь Животных, 4 том. М.: Просвещение, 261-338.
- Рязанова И.Н. 2008. Эволюция керчаков японского и охотского морей. . Автореф.дисс. канд. биол. наук. Владивосток.: Изд-мо МК Сервис, 24 с.
- Токтосунов А.Т., Мазик Е.Ю. 1991 Экологическая цитогенетика рыб Тянь-Шаня. Бишкек. Изд-во КГУ. 188 с.
- Arai R. 2011. Fish karyotypes: a check list. Springer, Japan, 340 p.
- Mc Gregor J.E. 1970. The chromosomes of the maskinonge (*Esox masquirt ongy*). Can. J. Genet. Cytol. 12(2), 224-229

Pandian T.J. 2012. Sex Determination in Fish. India. CRC Press, 290 p.

## Оценка чувствительности модели *ADAPT-VPA* с помощью ретроспективного анализа на примере популяции леща (*Abramis brama*) Чудского озера

М.Б. Данилов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (ФГОУ ВПО «МГУ им. М.В. Ломоносова»), г. Москва  
E-mail: [danilov84@rambler.ru](mailto:danilov84@rambler.ru)

**Ключевые слова:** лещ, Чудское озеро, виртуальный популяционный анализ, анализ чувствительности.

**Аннотация:** Целью исследования является анализ чувствительности модели *ADAPT-VPA* к исходным данным с помощью ретроспективного анализа на примере популяции леща (*Abramis brama*) Чудского озера Псковской области. Показано повышение надежности получаемых оценок популяционных характеристик для более поздних лет в ретроспективном направлении (более 10-15 лет).

Лещ занимает важную роль в сообществе Псковско-Чудского озера, являясь бентофагом и практически единственным потребителем богатой продукции бентоса данного водоема (Мельник, Концевая, 2005; Kangur, 1996). Одновременно он является одним из основных промысловых объектов водоёма. На его долю приходится в среднем около 9 % годового улова в Чудском озере. В отдельные годы, например в 2009 г., эта доля достигала 22 % (Отчет о научно-исследовательской работе, 2010).

Цель данного исследования - анализ чувствительности модели *ADAPT-VPA* к исходным данным с помощью ретроспективного анализа на примере популяции леща (*Abramis brama*) Чудского озера Псковской области.

Исходными данными являлись материалы промыслово-биологической статистики из архивных источников (фонды Псковского отделения ГосНИОРХ) и материалов публикаций, включающие сведения о динамике вылова леща, а также возрастном и размерном составе уловов в период 1980-2009 гг.

*ADAPT-VPA* (версия 2.8) (Gavaris, 1988, 1993; Mohn, Cook, 1993; Patterson, Kirkwood, 1995) – это аналитическая когортная модель, реализованная в пакете прикладных программ Fisheries Toolbox (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA) / National Marine Fisheries Services – NMFS, США). Модель *ADAPT-VPA* является модификацией виртуального популяционного анализа (ВПА) и позволяет получать оценки промысловой смертности, численности и биомассы популяции, используя данные о динамике возрастной структуры уловов. Ретроспективный анализ подразумевает последовательное удаление последнего (терминального) года в ряду наблюдений, перезапуска процедуры ВПА и сравнения полученных данных. Анализ позволяет оценить общую диагностическую надежность модели и выявить влияние отдельных лет на прогнозные оценки.

В настоящей работе исследовалась чувствительность модели к исходным данным в 2005-2009 гг. на примере оценки средней промысловой смертности, биомассы нерестового стада и численности отдельных возрастных групп.

В результате, при ретроспективном анализе оценки средней промысловой смертности варьируют в течение последних 10 лет анализируемого ряда (2000-2009 гг.) в пределах 40%, причем при запуске процедуры ВПА с более ранних терминальных лет, получают более низкие значения промысловой смертности. Оценки биомассы

нерестового стада варьируют в течение последних 15 лет анализируемого ряда (1995-2009 гг.): в последние 3-5 лет (2003-2008 гг.) наблюдаются заниженные значения (до 48%), а в предыдущие 5-10 лет (1995-2002 гг.) – завышенные оценки (до 26%). Оценки численности пополнения (возраст 0+) варьируют в течение последних 14 лет анализируемого ряда (1995-2009 гг.): в последние 3 года (2006-2008 гг.) не наблюдаются различий, а в предыдущие 10 лет (1995-2005 гг.) наблюдаются более заниженные оценки (до 70 %).

Описанный выше характер зависимости в вариациях численности при ретроспективном анализе сохраняется и для остальных возрастных групп, вплоть до возраста 10 лет, при котором наступает полная улавливаемость (*partial recruitment*), определяемая как полное вступление когорты в промысловое стадо или 100 % доступность для промысловых орудий лова, вследствие достижения промысловых размеров всеми особями в когорте. Начиная с 10-летнего возраста и старше значимые различия в оценке численности при ретроспективном анализе наблюдаются только в последние 2-3 года анализируемого временного ряда, затем различия становятся минимальными (менее 5 %).

С помощью ретроспективного анализа показано, что модель *ADAPT-VPA* высоко чувствительна к исходным данным в терминальный год (последний год в ряду наблюдений) – в настоящем исследовании это 2009 год. Данная чувствительность проявляется в первые 10-15 лет в ретроспективном направлении - получают более заниженные оценки. Оценки численности ранних и средневозрастных групп испытывают наибольшие вариации. Для более раннего периода (1980–1995 гг.) показано отсутствие вариаций практически для всех анализируемых показателей, что может объясняться свойствами сходимости процедуры ВПА. Для указанных лет получаемые оценки популяционных характеристик являются более надежными.

#### Список литературы

Мельник М.М., Концевая Н.Я. 2005. Состояние кормовой базы и рост леща в Псковско-Чудском озере. Сборник материалов IV (XXVII) международной конференции «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского севера» Ч. 1. Вологда: Изд-во ВГПУ, 5-7.

Отчет о научно-исследовательской работе. 2010. «Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов, разработать рекомендации по их рациональному использованию, подготовить материалы, обосновывающие объемы ОДУ и возможного вылова на 2011 г. в пресноводных водоемах зоны ответственности ФГНУ «ГосНИОРХ». Биологическое обоснование прогноза ОДУ (ВУ) на 2011 год по основным рыбохозяйственным водоемам, объектам промысла и субъектам РФ в зоне ответственности Псковского отделения ФГНУ «ГосНИОРХ» (Псковско-Чудское озеро и озера Псковской области). Этап № 2. Псков: Псковское отделение ФГНУ «ГосНИОРХ», 154 с.

Gavaris S. 1988. An adaptive framework for the estimation of population size. Canadian Atlantic Fisheries Scientific Advisory Committee Research Document № 88/29, 12.

Kangur P. 1996. On the biology of bream. *Abramis brama* (L.) in Lake Peipsi in 1994. *Hydrobiologia* 338, 173-177.

Mohn R.K., Cook R. 1993. Introduction to sequential population analysis. Northwest Atlantic Fisheries Organization Scientific Council Studies. № 17, 110.

Patterson K.R., Kirkwood G.P. 1995. Comparative performance of Adapt and Laurec-Shepherd methods for estimating fish population parameters and in stock management. *International Council for the Exploration of the Sea Journal of Marine Science* 52, 183–196.

## Воздействие повышенной температуры на сперму карпа

*И.В. Зингис*

Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства (ФГБНУ «ВНИИПРХ»), пос. Рыбное, Московская обл.

E-mail: [zingisiv@gmail.com](mailto:zingisiv@gmail.com)

**Ключевые слова:** селекция, массовый отбор, карп, гипертермия, сперма.

**Аннотация:** Описаны результаты исследований по воздействию гипертермии на сперму карпа. В некоторых вариантах опытов выявлен положительный эффект влияния гипертермии спермы на повышение термоустойчивости полученных личинок.

Выращиванием рыб человечество занимается в течение многих столетий, но процесс формирования пород, по существу, начался совсем недавно. Лучше дела обстоит с такими традиционными объектами товарного рыбоводства как карп и форель. Селекция других («новых») объектов аквакультуры (растительных рыб, буффало, африканских сомов и др.) началась совсем недавно.

Основным методом селекции рыб является массовый отбор (Головинская, 1983; Кирпичников, 1987; Катасонов, 1997). Селекционер при этом работает с многочисленным материалом, что позволяет достигать высокой напряжённости отбора (отношение числа сохранённых на племя особей к их исходному числу (Кирпичников, 1987) (Катасонов, Черфас, 1986). Однако данный метод связан с большими материальными и трудовыми затратами, связанные с выращиванием рыб до товарного возраста, так как именно в эти сроки проводят основной отбор на племя.

Поскольку отбор ведётся по внешнему признаку (массе тела), то селекция при этом направлена лишь на ускорение роста, в то время как другой составляющий признак продуктивности – выживаемость при этом не затрагивается.

Сложность состоит также в том, что отбор проводится вручную: просматривается и оценивается каждая особь отдельно, что ограничивает возможности интенсивного отбора.

Некоторые исследователи (Слущкий, Тищенко, 1978; Зонова, 1978) предлагают проводить отбор по массе, начиная с первых месяцев жизни молоди карпа, поскольку к этому времени рыбы уже обладают достаточным фенотипическим разнообразием (Мурашкин, 1983).

Ряд авторов (Жукинский, Копейка, Недеялков, 1981) предполагают возможность эффективного отбора, проводимого на половых клетках, например, на сперме после её криоконсервации. Считается, что глубокое замораживание способствует отсеvu неполноценных сперматозоидов. Слабые сперматозоиды, способные в нормальных условиях осеменить икру, после холодового воздействия эту способность теряют. Эта теория подтверждается исследованиями, проведёнными во Всероссийском научно-исследовательском институте пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) (Цветкова и др., 2001). Выращивание потомства карпа и осетра, полученного с использованием дефростированной спермы, показало их преимущество по рыбоводным показателям по сравнению с потомствами, полученными обычным способом.

В настоящем сообщении приведены результаты опытов по экспериментальному воздействию на сперму карпа повышенной температуры (гипертермии).

**Материал и методы.** Исследования проведены в 2017–2018 гг. на экспериментальной базе ВНИИПРХ. Материалом для исследований послужила сперма карпа, полученная в период нерестовой кампании.

Всего было проведено 3 опыта. В каждом из них использовали смесь спермы от 5 самцов. Сперму прогревали в 5мл шприцах, помещенных в термостат при температуре 38 С°. Всего было 5 опытных вариантов, с экспозицией 20, 30, 40, 50 и 60 минут. В качестве контроля служила нативная (непрогретая) сперма. Спермой каждого варианта (включая контроль) осеменяли небольшие порции (около 0,2 г) смеси икры, полученной от 5 самок карпа, размещённой для инкубации в чашках Петри с прудовой водой. Опыты проводили в трехкратной повторности. Через сутки после начала инкубации икры определяли процент оплодотворения, а в последующем учитывали процент выклева эмбрионов (от числа оплодотворённых икринок) и относительное число среди них уродливых особей.

На следующий день после перехода личинок «на плав» исследовали их устойчивость к повышенной температуре. Для этого по 15 личинок каждого варианта помещали в чашки Петри с водой, которые выдерживали в термостате при 40 °С на протяжении 100 минут. Время данной экспозиции установили в предварительных опытах по определению эффективной (полулетальной) дозы экспериментального фактора. По истечению этого времени чашки с личинками доставали из термостата и через 12 часов просчитывали число живых и погибших особей.

**Результаты опытов.** Полученные экспериментальные данные представлены в табл. 1–3.

В первом опыте (табл. 1) установлено, что с увеличением времени экспозиции процент оплодотворения икры немного снижается, хотя в последнем опытном варианте оставалась примерно на уровне контроля. Относительное число (процент от числа оплодотворённых икринок) вылупившихся эмбрионов по всем вариантам было довольно высоким.

**Таблица 1.** Данные первого опыта по гипертермии спермы карпа

Вариант опыта	Время экспозиции, минут	% оплодотворения	% выклева	% уродов	Сохранность личинок после тестирования, %
1	20	94,61	99,62	1,5	26,66
2	30	70,51	99,76	2,07	71,11
3	40	67,79	100	2,08	68,89
4	50	79,5	99,8	3,45	13,33
5	60	88,57	98,51	4,53	11,11
Контроль	0	86,47	99,77	0,91	48,89

С увеличением дозы экстремального фактора постепенно возрастало число уродливых эмбрионов, существенно превышая контроль. Вместе с тем, при тестировании полученных личинок по устойчивости к повышенной температуре в двух вариантах опыта (экспозиция 30 и 40 минут) выявлен положительный эффект: выживаемость их после стрессового воздействия оказалась существенно выше, чем в контроле.

Во втором опыте (табл. 2) чётко проявилась динамика снижения процента оплодотворения с увеличением времени прогрева спермы. Выход эмбрионов по всем опытным вариантам был довольно высоким, однако среди них имелось повышенное число уродов.

**Таблица 2.** Данные второго опыта по гипертермии спермы карпа

Вариант	Время экспозиции, минут	% оплодотворения	% выклева	% уродов	Сохранность личинок после тестирования, %
1	20	41,62	99,24	8,06	51,11
2	30	25,97	96,29	12,95	53,33
3	40	8,11	100	3,7	-
4	50	14	100	9,8	-
5	60	12,79	100	8,88	-
Контроль	0	60,35	99,18	3,69	46,66

В двух вариантах опытов (1 и 2) термоустойчивость личинок была несколько выше, чем в контроле. По остальным трём вариантам, из-за ограниченного числа полученных личинок (связанного с низким процентом оплодотворения) провести соответствующие опыты, к сожалению, не удалось.

В третьем опыте (табл. 3) подтвердилась тенденция снижения оплодотворяемости икры при использовании для её осеменения прогретой спермы. В двух случаях (варианты 2 и 3) это отрицательно сказалось и на проценте выклева. Однако это существенно не отразилось на выходе эмбрионов и наличии среди них уродливых особей.

По всем опытным вариантам полученные личинки проявили несколько повышенную устойчивость к гипертермии.

**Таблица 3.** Данные третьего опыта по гипертермии спермы карпа

Вариант опыта	Время экспозиции, минут	% оплодотворения	% выклева	% уродов	Сохранность личинок после тестирования, %
1	20	52,37	94,52	4,03	93,33
2	30	30,33	65,62	7,15	93,33
3	40	43,61	73,08	10,51	95,55
4	50	6,41	83,33	0	-
5	60	65,41	97,84	10,25	97,77
Контроль	0	81,38	96,07	12,31	84,44

**Заключение.** На основании данных выполненных опытов можно сделать следующее заключение. Использование для осеменения икры карпа прогретой спермы обуславливает снижение оплодотворяемости, что в большинстве случаев отрицательно сказывается на выходе вылупившихся эмбрионов. Вместе с тем наблюдается тенденция положительного влияния гипертермии спермы на теплоустойчивость полученного потомства, что свидетельствует о возможности эффективной селекции в этом направлении.

### Список литературы

Головинская К.А. 1983. Состояние и перспективы развития селекционно-генетических исследований и племенного дела в рыбоводстве СССР. Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. Л.: изд-во «Наука», 22-34.

Жукинский В.Н., Копейка Е.Ф., Недеялков Г.Ф. 1981. Криоконсервация спермы рыб и опыт её использования для получения потомства карпа. Гидробиологический журнал 17(6), 39-52.

Зонова А.С. 1978. Опыт массового отбора мальков ропшинского карпа по темпу роста. Изв. ГосНИОРХ. 130, 70-83.

Катасонов В.Я. 1997. Селекция и промышленное разведение карпа. Автореф. доктора биол.наук. 03.00.10. М. 66 с.

Катасонов В.Я., Чефрас Н.Б. 1986. Селекция и племенное дело в рыбоводстве. М.: Агропромиздат, 181 с.

Кирпичников В.С. 1987. Генетика и селекция рыб. Л.: Наука, 520 с.

Мурашкин В.Б. 1983. Опыт массового отбора карпа на первом году содержания в садках на тёплых водах. Научн. тр. ГосНИОРХ 206, 123-137.

Слуцкий Е.С., Тищенко Ю.Ф. 1978. Динамика изменчивости размерных показателей карпа на первом году жизни. Изв. ГосНИОРХ 130, 64-69.

Цветкова Л.И., Докина О.Б., Пронина Н.Д., Трифилов А.Н. 2001. Метод криоконсервации спермы рыб для сохранения геномов и получения жизнестойкого потомства. Научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России». Краснодар, 116-117.



## Методические подходы к инструментальной оценке численности молоди рыб

*И.Г. Истомин*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва  
E-mail: ivan\_istomin@mail.ru

**Ключевые слова:** орудия лова, молодь лососевых рыб, эхолот-картплоттер, залив Простор, подводный видеокomплекс, гидрофотограмметрический метод.

**Аннотация:** В рамках проведения комплексной экспедиционной съёмки в мае-августе 2013 г. проводилась оценка численности молоди лососей в заливе Простор острова Итуруп. В работе показано, что применение только одного из методов исследований (учётная съёмка, гидроакустическая съёмка, подводная видеосъёмка) не позволяет решить задачу. На основе анализа возможностей их использования в заливе предложен комбинированный метод, включающий отдельные элементы этих методов, позволяющий произвести оценку численности молоди лососевых на исследуемой акватории.

**Анализ методов исследований численности молоди рыб.** В настоящее время наиболее надёжными считаются прямые методы определения численности молоди лососевых в ранний морской период жизни, т.е. методы, основанные на использовании учётных орудий лова, гидроакустики и подводной видеосъёмки в оперативном режиме, которые позволяют достаточно объективно оценивать запасы и распределение рыб. В силу имеющихся ограничений каждый из этих методов можно использовать для инструментальной оценки численности молоди рыб лишь в ограниченном объёме.

Исследования тихоокеанских лососей, которыми были охвачены почти все этапы морского периода жизни этих рыб, проводились в течение длительного времени (Карпенко и др., 1997). Для определения плотности облавливаемых скоплений молоди лососевых, необходимо учитывать уловистость орудий лова. Коэффициент уловистости отражает сложную многофакторную зависимость, характеризующую взаимодействие объекта и орудия лова, а также реальные условия лова (Кадильников, 1997). Имеется целый ряд аналитических выражений, которые существенно отличаются ввиду различного подхода к оценке влияния отдельных факторов, но их практическое применение затруднено из-за сложности или маловероятности определения показателей, входящих в выражения которые, прежде всего, характеризуют поведенческие реакции рыб. Для этого необходимо надежное приборное обеспечение, которого пока нет.

Ещё одним ограничением для использования метода учётной съёмки является несоответствие размерного состава уловов почти всех видов орудий лова размерному составу облавливаемых ими скоплений (Карпенко и др., 2000). При облове однотипных скоплений рыб разными типами и даже конструкциями орудий лова размерные составы их уловов могут существенно отличаться, поэтому при использовании орудий лова в качестве учётных в ряде случаев необходимо учитывать их дифференциальную уловистость.

Во время нахождения в рыбопродуктивных ёмкостях на заводе, в котором отсутствуют выраженные течения, и скатывающиеся в залив из озёр и рек (на нагул) рыбы имеют сходный тип распределения. Длина отдельных особей в таких стаях и скоплениях молоди лососей приблизительно одинакова, что позволяет использовать учётные орудия лова без предварительной оценки их дифференциальной уловистости.

Гидроакустический метод может широко применяться для оценки численности

рыб, но имеет ряд ограничений при использовании для оценки численности молоди лососевых в ранний морской период жизни. Плотность рыб и их распределение оценивается путём подсчета эхоцелей на галсе (Юданов, 1967). Возможности гидроакустической аппаратуры ограничены в поверхностном слое воды, вблизи береговой линии и в сильно зарастающих высшей водной растительностью участках залива, которая маскирует отметки от рыб. Определение плотности рыб (молоди лососевых) в таких условиях также затруднительно, поэтому при гидроакустическом обследовании залива Простор возможна лишь количественная оценка скоплений молоди лососевых в районах, относительно свободных от водной растительности, включающая определение их геометрических размеров и оценку распределения в водном пространстве.

Гидрофотограмметрический метод изучения рыбных ресурсов Мирового океана может широко применяться для оценки численности рыб (Заферман, 1970; 1972). Этот метод ранее использовался для изучения пелагических, придонных и донных объектов промысла, используя подводную погружную и закрепленную на трале фотоаппаратуру (Craig, Priestly, 1960, 1963; Заферман, 1970, 1972). Наибольшими возможностями обладает метод стереофотограмметрической подводной съёмки, однако этот инструмент требует сложной и дорогостоящей аппаратуры.

Применение подводного видеокомплекса с видеокамерами высокого разрешения в сочетании с компьютерной обработкой отснятого материала позволяет получить достоверную численную информацию об изучаемом объекте – молоди лососевых.

На основе анализа возможностей использования учётной, гидроакустической и подводной видеосъёмки в заливе Простор острова Итуруп был осуществлён синтез методов исследований, позволяющий произвести оценку численности молоди лососевых комбинированным способом, включающим отдельные элементы вышеуказанных методов при следующей иерархии их применения. Для оценки пространственного распределения и линейных характеристик скоплений молоди лососевых использовались гидроакустические данные. Для определения длины рыб в скоплениях использовались данные по уловам учётных орудий лова. Для оценки плотности этих скоплений использовались данные подводных видеонаблюдений.

**Гидроакустическая съёмка.** В открытой части залива Простор была проведена гидроакустическая съёмка участков залива с помощью рыбопоискового эхолота-картплоттера «Lowrance HDS-7 Gen 2 Touch» с двухлучевым четырехчастотным ультразвуковым излучателем с частотой луча: 50, 83, 200, 455, 800 кГц и углом диаграммы направленности антенны 20–120°.

Отработка техники проведения гидроакустической съёмки проводилась на катере со скоростью 6–8 км/ч зигзагообразными галсами, которые прокладывались с учётом сильного зарастания акватории залива в это время года.

Глубина косяка определяется как расстояние от поверхности моря до вершины косяка, снятое с эхограммы, отображенной на мониторе эхолота-картплоттера (рис. 1), переведённое по масштабу записи в реальное пространство (обозначение –  $h$ , единица измерения – метр).

Вертикальное развитие косяка молоди лососевых (высота косяка) определяется как разность между глубинами верхней и нижней кромок косяка, снятыми с эхограммы и переведёнными по масштабу записи в реальное пространство (обозначение  $H_k$ , единица измерения – метр).

Горизонтальная протяженность косяка определяется как расстояние между передним и задним фронтами сечения косяка, снятое с эхограммы по максимальной ширине сечения, переведённое в реальное пространство по горизонтальному масштабу записи и исправленное при необходимости соответствующими поправками (обозначение –  $l$ , единица измерения – метр).

Расстояние между двумя косяками определяется как длина отрезка между средними линиями косяков, делящими их сечения пополам по максимальной ширине

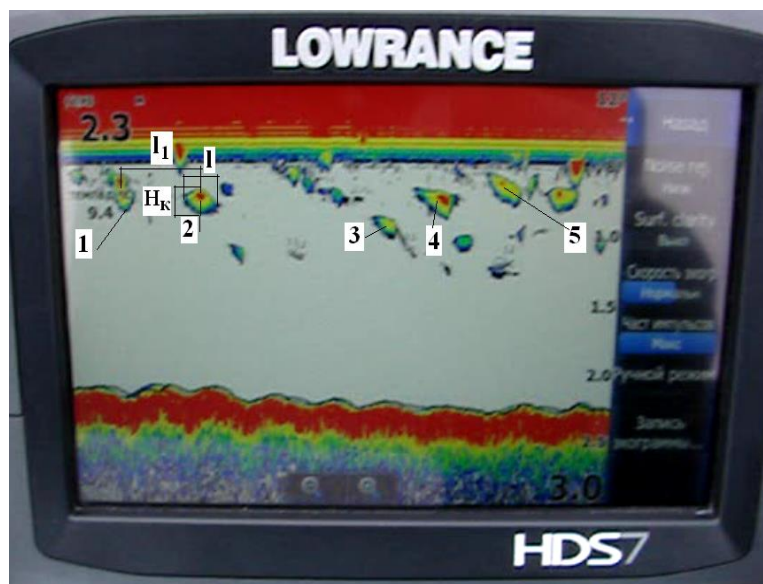
сечений (обозначается символом  $l_1$  – единица измерения – метр). При расположении одного косяка под другим  $l_1$  может равняться нулю (Методические указания ..., 1984).

Горизонтальная протяженность стаи  $L$ , отображенная на эхолоте прибора, определяется выражением:

$$L = Vc t_3;$$

где:  $Vc$  – скорость движения катера, м/с;

$t_3$  – продолжительность записи стаи на эхолоте, с.



**Рис. 1.** Стаи молоди лососевых на мониторе эхолота:  
 1–5 – номер косяка молоди лососевых;  $H_k$  – вертикальное развитие косяка;  
 $l$  – горизонтальная протяженность косяка;  
 $l_1$  – расстояние между двумя стаями молоди лососевых

Приращение горизонтальной протяженности записи стай  $\Delta L$  определяется выражением:

$$\Delta L = 2Htg(Q_{эф}/2),$$

где  $H$  – глубина нахождения стаи, м;

$Q_{эф}$  – эффективный угол диаграммы направленности гидроакустической антенны.

Тогда истинная протяженность стаи составляет:

$$L_c = L - \Delta L.$$

Приращение вертикального развития стаи определяется выражением:

$$\Delta h = H sec ((Q_{эф}/2) - 1).$$

По результатам гидроакустической съёмки (табл. 1) определяется объём водного пространства, занимаемого скоплениями рыб.

**Таблица 1.** Геометрические параметры косячных скоплений молоди лососевых

№ косяка	Горизонт верхней кромки косяка, м	Вертикальное развитие косяка, м	Горизонтальное развитие косяка, м	Расстояние между центрами соседних косяков, м
1	0,5	0,4	0,5	1,4
2	0,7	0,3	0,6	2,6
3	1	0,3	0,3	1,2
4	0,7	0,3	0,7	1,6
5	0,6	0,3	0,7	1,4

**Учетная съёмка.** Залив Простор с различной береговой мелководной прибрежной зоной, часто усеянной камнями и сильно заросшей водной растительностью, представляет определённые сложности для применения многих видов орудий лова, поэтому при проведении учётной съёмки использовались 6 видов орудий лова (табл. 2).

**Таблица 2.** Применяемые орудия лова и количество промысловых операций, выполненных в заливе Простор в период май-август 2013 г.

Орудие лова	Количество заметов (операций)
Закидной невод 113х8 м	3
Обкидной невод 113х6 м	11
Мальковый невод 23х3	4
Кастинговые сети $\varnothing$ 3,6 м	16
Каркасные накидки	7
Сачки различной конструкции	15

Анализ полученных данных позволил установить, что средняя длина рыб в выбранных для оценки численности и плотности рыб скоплениях составила 60 мм.

**Подводная видеосъёмка.** Оценку плотности скоплений молоди лососевых с помощью подводного видеоконспекса можно производить, анализируя следующие визуально определяемые параметры скоплений:

- а) определение расстояния между объектами (молодью лососевых);
- б) подсчёт количества молоди лососевых в фиксированном объёме;
- в) одновременные подсчёт количества экземпляров молоди лососевых и определение объёма водного пространства перед видеокамерой, в котором находится скопление.

Предлагаемая методика определения плотности молоди лососевых в скоплениях основана на использовании фотографического метода оценки плотности скоплений промысловых объектов по одиночному снимку (Бадулин, 1983). В качестве одиночных снимков, необходимое количество которых определяется исследователем, используются

захваченные с помощью компьютерной программы отдельные фотокадры из подводной видеосъёмки. В зависимости от вида и модели видеоаппаратуры производится адаптация фотографического метода под параметры используемой видеокамеры.

Рассмотрим вариант, когда видеосъёмка стай молоди кеты и горбуши залива Простор выполнялась в пелагиали на глубинах от 0 до 10 м при горизонтальном положении оптической оси объектива.

Объём водной среды, просматриваемый и отснятый видеокамерой подводного видеоконкомплекса, представляет собой четырёхгранную пирамиду, высота которой ограничена дальностью фотографической видимости в морской воде (рис. 2).

Часть этого объёма занимает стая молоди лососевых, ближайшая из которых находится на расстоянии  $SO_2 = R_6$  от объектива видеокамеры, а самая дальняя особь молоди лососевых – на расстоянии  $SO_1 = R_D$ . Выделенный кадр подводной видеосъёмки – это центральное проецирование, в котором центром проекции является передняя узловая точка объектива видеокамеры  $S$ . На рис. 2 параллелограмм  $ABCD$  – фотокадр.  $SO = F_{об}$  – фокусное расстояние объектива видеокамеры. В работе использовались видеокамеры с объективами, рассчитанными на видеосъёмку в воздухе, через плоскопараллельный иллюминатор, поэтому при съёмке в воде учитывается увеличение масштаба изображения молоди лососевых в 1,33 раза и принимается коэффициент гидродисторсии равный 1 (при рассмотрении объектов в центральной части кадра).

Для упрощения расчетов фокусное расстояние используемой в исследованиях видеокамеры принимается равным:  $SO = F_{np} = F_{об} n_w$ , где  $F_{np}$  – приведенное фокусное расстояние;  $n_w = 1,33$  – показатель преломления воды.

Из рис. 2 объём пирамиды  $A_1B_1C_1D_1$  равен:

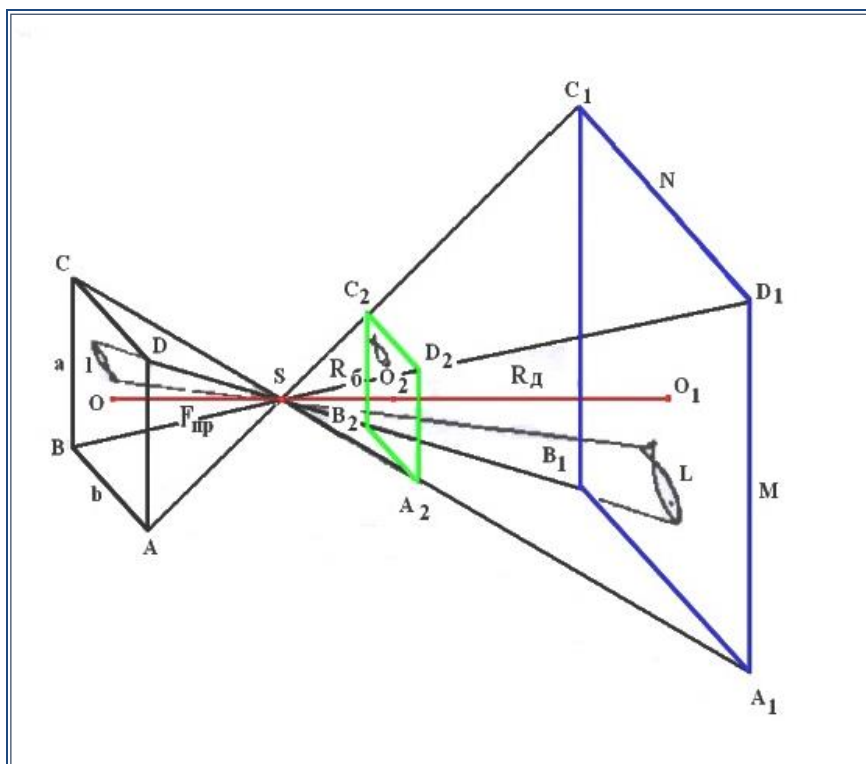
$$V = 1/3 S_{осн} H = 1/3 M N R_D,$$

$S_{осн}$  и  $H$  – площадь основания и высота пирамиды.

Стороны основания пирамиды  $M$  и  $N$  определяются по известным сторонам  $a$  и  $b$  (размерам фотокадра) и  $F_{np}$ :

$$M = (a R_D) / F_{np}, \tag{1}$$

$$N = (b R_D) / F_{np}. \tag{2}$$



**Рис. 2.** Схема к расчету объёма, просматриваемого видеокамерой

Тогда объём пирамиды равен:

$$V = 1/3 [(a R_D)/F_{np}] [(b R_D)/F_{np}] R_D = 1/3 [(a b)/F_{np}^2] R_D^3.$$

Аналогично объём воды перед видеокамерой, в котором отсутствует скопление молоди лососевых равен:

$$V_{\delta} = 1/3 [(a b)/F_{np}^2] R_{\delta}^3.$$

Объём воды, в котором находится скопление молоди лососевых,  $V_{ск}$  равен:

$$V_{ск} = 1/3 [(a b)/F_{np}^2] (R_D^3 - R_{\delta}^3) = K (R_D^3 - R_{\delta}^3), \quad (3)$$

где  $K = 1/3 [(a b)/F_{np}^2]$  является постоянной величиной для данной видеокамеры и вычисляется заранее.

Для вычисления  $R_D$  и  $R_{\delta}$  используются размеры рыб, изображенных на выделенном кадре подводной видеосъёмки и средние размеры ( $L_{cp}$ ) рыб (молоди лососевых), определённые из уловов учётных орудий лова:

$$l/L_{cp} = F_{np}/R_D.$$

Следовательно,

$$R_D = (L_{cp} F_{np})/l_D, \quad (4)$$

$$R_{\delta} = (L_{cp} F_{np})/l_{\delta}. \quad (5)$$

Плотность скопления молоди лососевых равна:

$$\rho = C/V_{ск}, \quad (6)$$

где  $C$  – количество экземпляров рыб (мальков лососевых), изображённых на кадре подводной видеосъёмки;  $V_{ск}$  – объём, занимаемый скоплением.

Если в выражение (6) подставить значение  $V_{ск}$  из формулы (3) с учетом равенств (1, 2) и (4, 5), получим:

$$\begin{aligned} \rho &= C/V_{ск} = C/K (R_D^3 - R_{\delta}^3) = C/K (L_{cp}^3 F_{np}^3 / l_D^3 - (L_{cp}^3 F_{np}^3) / l_{\delta}^3) \\ &= C/K L_{cp}^3 F_{np}^3 (l_D^3 - l_{\delta}^3). \end{aligned} \quad (7)$$

По выделенному кадру подводной видеосъёмки (рис. 3) стаи молоди лососевых, полученному 12.06.2013 г. в 10:12:12 видеокамерой АТС9К, в соответствии с формулой (7) определяется плотность скопления. Размер матрицы видеокамеры АТС9К равен: 3,6мм x 4,8мм. Молодь лососевых подходила к объективу подводной видеокамеры не ближе 0,5 м (замеры производились во время тестовой подводной съёмки в бухте Оля), а максимальное расстояние, при котором в воде отчетливо различалась молодь, равнялось 2,5 м. Эти данные были подтверждены калибровкой видеокамеры в бассейне.



**Рис. 3.** Стая молодежи лососевых (видеокамера АТС9К)

Исходные данные:  $F_{об} = 3$  мм;  $C = 96$  экз.;  $L_{ср} = 60$  мм (определено по промерам молоди лососевых из улова учётного орудия лова).

Соответственно,

$$F_{np} = F_{об} n_w = 3 \times 1,33 = 3,99 \text{ (мм)};$$

$$K = 1/3[(a b)/F_{np}^2] = (ab)/3F_{np}^2 = (3,6 \times 4,8) / (3 \times 3,99^2) = 0,362.$$

Для расчета объёма воды перед видеокамерой, в котором находилось скопление молоди лососевых, принимается расстояние  $R_{б} = 0,5$  м,  $R_{д} = 2,5$  м. Тогда

$$V_{ск} = K(R_{д}^3 - R_{б}^3) = 0,362(15,6 - 0,13) = 5,6 \text{ м}^3,$$

а плотность скопления молоди лососевых будет равна:

$$\rho = 96 / 5,6 \text{ м}^3 = 17,1 \text{ экз/м}^3.$$

По выделенному кадру подводной видеосъёмки (рис. 4) стаи молоди лососевых, полученному 12.06.2013 г. в 10:19:00 видеокамерой АЕЕ ХТR2, где  $C = 262$  экз. плотность скопления молоди лососей равнялась:

$$\rho = 262 / 5,6 \text{ м}^3 = 46,8 \text{ экз/м}^3.$$



**Рис. 4.** Стая молодежи лососевых (видеокамера АЕЕ ХТR2)

Результаты измерений плотности скоплений молоди лососей в заливе Простор острова Итуруп представлены в табл. 3.

**Таблица 3.** Плотности скоплений молоди лососей в заливе Простор

Стая молоди лососевых, дата, время	Плотность $\rho$ , экз/м <sup>3</sup>
12.06.2013 г., 10:12:12	17,1 экз/м <sup>3</sup>
12.06.2013 г., 10:18:51	46,4 экз/м <sup>3</sup>
12.06.2013 г., 10:19:00	46,8 экз/м <sup>3</sup>
26.06.2013 г., 09:22:08	50,0 экз/м
26.06.2013 г., 09:22:14	34,1 экз/м <sup>3</sup>
26.06.2013 г., 09:22:20	30,4 экз/м <sup>3</sup>
02.07.2013 г., 12:32:48	27,1 экз/м <sup>3</sup>



02.07.2013 г., 12:35:27	27,5 экз/м <sup>3</sup>
Средняя плотность $\rho_{cp}$	34,9 экз/м <sup>3</sup>

Количество особей молоди лососевых на обследуемой акватории определяется путём перемножения плотности скоплений и объёма занимаемого ими водного пространства.

#### Список литературы

Бадулин В.В. 1983. Фотографический метод оценки плотности скоплений промысловых объектов по одиночному снимку. М., Сб. научных трудов ВНИРО «Исследования по технике промышленного рыболовства и поведению рыб», 150–158.

Заферман М.Л. 1970. Стереофотограмметрический способ измерения плотности рыбных скоплений. Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна, вып.14., с. 234–242.

Заферман М.Л. 1972. Гидрофотограмметрическая съёмка как метод исследования морских ресурсов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. М, 16 с.

Кадильников Ю.В. 1997. Характеристики распределения промысловых объектов и необходимость автоматизации их измерения. Доклад на Всероссийском совещании по развитию рыболовства. Санкт-Петербург, 6 с.

Карпенко В.И., Коваленко М.Н., Василец П.М., Багин Б.Н., Кондрашенков Е.Л., Ерохин В.Г., Адамов А.А., Смородин В.П., Максименков В.В., Яковлев В.М. 1997. Методика морских исследований тихоокеанских лососей (методическое пособие). – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 64 с.

Карпенко Э.А., Лапшин О.М., Акишин В.В. 2000. Определение размерного состава скопления по характеристикам улова. М.: «Международный Дом Сотрудничества», 32 с.

Методические указания по сбору и первичной обработке эхограмм рыболовных приборов. Калининград, АтлантНИРО, 1984, 31 с.

Юданов К.И. 1967. Расшифровка эхограмм гидроакустических рыбопоисковых приборов. – М: «Пищевая промышленность», 110 с.

Graig R.E., Priestly R. 1960. Photographic studies of fish populations, Natura 188, 333–334.

Graig R.E., Priestly R. 1963. Undersea photography in marine researchю Marine Research 1, 24.



## К вопросу об управлении отечественным рыболовством в Балтийском море в свете реализации экосистемного подхода

*А.И. Карпушевская*

ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Калининград

E-mail: [anastasia0006@mail.ru](mailto:anastasia0006@mail.ru)

**Ключевые слова:** Балтийское море, виды прилова, траловые съемки, интегрированный анализ, экосистемный подход, частота встречаемости вида, метод главных компонент.

**Аннотация:** Проведена оценка частоты встречаемости (в %) приловных видов рыб по результатам тралово-акустический и донных съемок РФ в Балтийском море по программе Международного Совета по исследованию моря (ИКЕС). Цель работы - проведение интегрированного анализа динамики частоты встречаемости видов методом главных компонент. Результат показал изменения в частоте встречаемости видов рыб по главной компоненте 1 в 1998 г., по компонентам 2 и 3 дополнительно после 2005 г. По компоненте 1 - основная динамика показателя частоты встречаемости приловных видов рыб в конце 90-х гг. связана с уменьшением количества случаев попадания рыб донного ихтиоценоза, увеличением роли эвригалинных и эвритермных видов. По компоненте 2 - после 2005 г. увеличилась частота встречаемости отдельных видов, продолжилось снижение показателя для типичных представителей донного ихтиоценоза. Интегрированный анализ и оценка абиотических условий показали отсутствие влияния промысла на виды прилова, зависимость частоты встречаемости видов от динамики показателей гидрологического режима и географического охвата акватории исследований.

Разработка материалов, обосновывающих общие допустимые уловы (ОДУ) водных биоресурсов в исключительной экономической зоне и территориальном море Российской Федерации в 26 подрайоне ИКЕС Балтийского моря, является одной из основных задач прикладного научного института, подведомственного Федеральному агентству по рыболовству. С 2015 г. последовательность разработки и представление материалов, обосновывающих общий допустимый улов водных биологических ресурсов, регламентируются Приказом Федерального агентства по рыболовству от 06.02.2015 г. № 104 «О представлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы водных биологических ресурсов во внутренних водах Российской Федерации, в том числе во внутренних морских водах Российской Федерации, а также в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, а также внесения в них изменений» (далее – Приказ № 104). Обоснование прогноза ОДУ представляет собой многоэтапную процедуру, которая, включает несколько подразделов (Приказ № 104, Приложение № 2 к Приложению к приказу).

Одним из значимых и обязательных разделов Приказа является «Оценка воздействия промысла на окружающую среду», представляющий собой анализ возможного воздействия промышленного рыболовства на биоценозы (ихтиоценозы) с учетом применяемых орудий лова, различной степени уязвимости и уникальности подвергающихся риску биоценозов, географии промысла, его масштабов и т.п. Комплексное изучение видовой разнообразия ихтиофауны в последние годы вышло на новый уровень, а именно, интегрированный экосистемный подход, согласно которому целевые промысловые виды рыб являются частью экосистемы моря, и их эксплуатация должна рассматриваться только с учетом воздействия на другие компоненты. В свою

очередь, «непромысловая» часть ихтиоценоза может оказывать прямое или косвенное влияние на промысловые виды, являться одним из основных индикаторов состояния экосистемы моря и отдельных его районов (Карпушевская, 2014). В свете реализации экосистемного подхода к управлению отечественным промыслом в Балтийском море очень важно проводить регулярный анализ встречаемости приловных видов рыб как показателя сохранения биоразнообразия и «здоровья» экосистемы при существующей интенсивности российского промышленного рыболовства. Поэтому целью данной работы явилась оценка многолетнего ряда данных по частоте встречаемости приловных видов рыб в юго-восточной части Балтийского моря и пространственно-временных и «видовых» изменений этого показателя.

Интегрированный анализ изменчивости частоты встречаемости приловных видов рыб, которая рассчитывалась как процент тралений с присутствием данного вида, выполнялся с использованием данных комплексных траловых съемок, выполняемых ФГБНУ «АтлантНИРО» в Балтийском море по программе Международного Совета по исследованию моря (ИКЕС, ICES (International Council for the Exploration of the Sea)). Применялся программный модуль R for Windows и его пакеты для статистических вычислений методом главных компонент (ICES 2011). За период 1992-2018 гг. проанализировано 19 переменных (табл.).

Такие приловные виды как европейская ставрида (*Trachurus trachurus* (L., 1758)) и речной угорь (*Anguilla anguilla* (L., 1758)) были исключены из интегрированного анализа. В уловах они были отмечены единично не более четырех раз каждый за 25 лет исследований.

**Таблица.** Переменные, использованные для интегрированного анализа частоты встречаемости приловных (нецелевых для промысла) видов рыб юго-восточной и восточной акваторий Балтийского моря

№	Условное обозначение	Переменные	
		Латинское название	Русское название
1	Lampetra_fluviatilis	<i>Lampetra fluviatilis</i> (L., 1758)	Минога речная
2	Cyclopterus_lumpus	<i>Cyclopterus lumpus</i> (L., 1758)	Пинагор
3	Ammodytes_tobianus	<i>Ammodytes tobianus</i> (L., 1758)	Песчанка малопозвонковая (балтийская)
4	Gasterosteus_aculeatus	<i>Gasterosteus aculeatus</i> (L., 1758)	Коллюшка трехиглая
5	Salmo_salar	<i>Salmo salar</i> (L., 1758)	Лосось атлантический
6	Scomber_scombrus	<i>Scomber scombrus</i> (L., 1758)	Скумбрия атлантическая
7	Belone_belone	<i>Belone belone</i> (L., 1761)	Сарган европейский
8	Stizostedion_lucioperca	<i>Stizostedion lucioperca</i> (L., 1758)	Судак
9	Engraulis_encrasicolus	<i>Engraulis encrasicolus</i> (L., 1758)	Анчоус европейский
10	Zoarces_viviparus	<i>Zoarces viviparus</i> (L., 1758)	Бельдюга европейская
11	Goby	<i>Gobius</i> (L., 1758), <i>Neogobius</i> (Pjin, 1927), <i>Pomatoshistus</i> (Gill, 1864),	Бычки, Черноморско-каспийские бычки,

		<i>Myoxocephalus</i> (Steller, 1811)	Бычки-бубыри, Керчаки
12	<i>Allosa fallax fallax</i>	<i>Allosa fallax fallax</i> (Lacepede, 1803)	Финта атлантическая
13	<i>Salmo trutta trutta</i>	<i>Salmo trutta trutta</i> (L., 1758)	Кумжа
14	<i>Pleuronectes platessa</i>	<i>Pleuronectes platessa</i> (L., 1758)	Камбала морская
15	<i>Osmerus eperlanus</i>	<i>Osmerus eperlanus</i> (L., 1758)	Корюшка европейская
16	<i>Merlangius merlangus merlangus</i>	<i>Merlangius merlangus merlangus</i> (L., 1758)	Мерланг
17	<i>Enchelyopus cimbrius</i>	<i>Enchelyopus cimbrius</i> (L., 1766)	Налим морской четырёхусый
18	<i>Zoarces viviparus</i>	<i>Zoarces viviparus</i> (L., 1758)	Бельдюга европейская
19	<i>Psetta maxima</i>	<i>Psetta maxima</i> (L., 1758)	Тюрбо

Компоненты 1, 2 и 3 объясняют, соответственно, 23, 17 и 15 % дисперсии. Остальные компоненты объясняют менее 10 % дисперсии, поэтому в анализе не использовались. Нижеприведенные рисунки (рис. 1, 2) демонстрируют изменения в частоте встречаемости видов рыб по главной компоненте 1 в 1998 г., по компонентам 2 и 3 дополнительно после 2005 г.

Согласно нагрузкам по компоненте 1 (высоко- и среднестатистические значимые величины) основная динамика показателя частоты встречаемости приловных видов рыб юго-восточной части Балтийского моря (в т.ч. ИЭЗ и территориальное море РФ) в конце 90-х гг. была связана с уменьшением количества случаев попадания в уловы типичных представителей рыб донного ихтиоценоза акватории - тюрбо, европейской бельдюги и морского четырехусого налима. Среда их обитания, особенно последних двух видов, лимитируется определенным газовым режимом - наличием необходимого количества растворенного в воде кислорода в придонном слое моря в пределах глубоководной акватории.

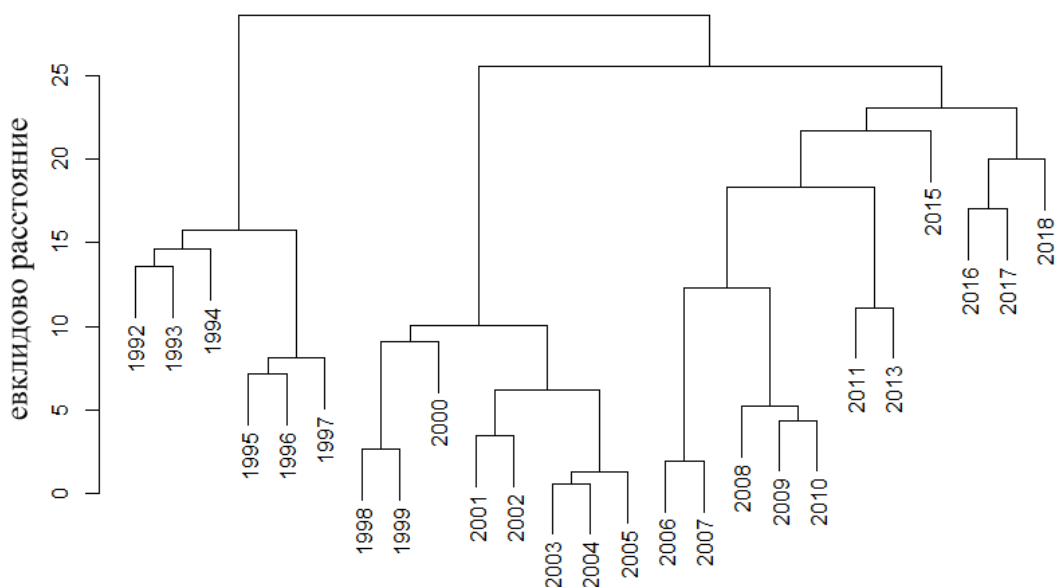


Рис. 1. Кластерный анализ временного периода по евклидовым расстояниям

Согласно рис. 2 встречаемость в уловах данных видов резко увеличивалась в годы втоков североморских вод (1993, 1995-1997, 2003, 2013). Среди эвригалинных и эвритермных непромысловых «балтийских» видов рыб выросла роль пинагора, малопозвонковой песчанки, трехиглой колюшки, атлантического лосося, судака, финты и кумжи. Данные виды рыб не являются типично донными и, как правило, населяют пелагиаль в глубоководных районах, либо предпочитают более мелководную акваторию обитания, которая, как правило, не лимитируется газовым режимом придонных вод (Методическое пособие ..., 2013).



**Рис. 2.** Схема временного развития рядов переменных (частота встречаемости приловных видов рыб) за период 1992-2018 гг.

Переменные трансформированы в квантили, закодированы по цвету (зеленый - низкие значения, красный – высокие значения) и сортированы согласно их нагрузкам в первой главной компоненте (1 ГК).

Более частое появление в прилове атлантической скумбрии и европейского анчоуса – условно океанических субтропических видов - в очередной раз подтверждает влияние североморских адвекций, распространяющихся вплоть до юго-восточной акватории моря, и периодических небольших втоков между ними, как правило, с повышенным теплозапасом вод. В рамках изучения среды обитания рыб, ранее проведенные исследования показали следующее: состояние экосистемы в период конца 90-х гг. определялось увеличением температуры всей толщи вод, солености у дна и ухудшением газового режима в придонном слое моря (Зезера, 2009, 2011; Зезера и др., 2014; Карпушевский и др., 2013; Кукуев, 2014).

По компоненте 2 после 2005 г. были выявлены дополнительные изменения в видовом составе прилова. Так, увеличилась частота встречаемости мерланга – придонного океанического вида средних глубин, бычков (главным образом, виды родов *Gobius*, *Neogobius*, *Muchosephalus*), европейской корюшки, морской камбалы. В то же время отмечено дальнейшее снижение встречаемости типичных представителей донного иктиоценоза – тюрбо, бельдюги и налима. По литературным данным, характерной особенностью абиотических условий периода после 2005 г. явились переменные, связанные с изменениями гидрологического режима придонного слоя - увеличение

солености, повышение температурных показателей и дефицит кислорода с образованиями заморных зон (Zezeza et al., 2012).

Переменная Goby в интегрированном анализе включала в себя несколько видов, относящихся к разным родам. Среди них наибольшую роль в прилове на протяжении долгого периода играл европейский керчак (*Muchocephalus scorpius* (L., 1758)). Данный вид стабильно попадался, как правило, при донных тралениях на глубинах до 60 м в течение всего рассмотренного периода исследований. Однако, в последние 10 лет частота встречаемости этой группы ихтиофауны увеличилась за счет видов-вселенцев, главным образом, бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811)), который также стал часто присутствовать и в желудках трески (Кукуев, 2014). Кроме факта вселения, на показатель встречаемости группы повлияло и общее количество тралений, в частности, на мелководье – ареале обитания бычков. Тем же фактором можно объяснить и динамику частоты встречаемости европейской корюшки. Ее присутствие в тралах является постоянным и стабильным при лове на небольших глубинах в прибрежной части моря и обусловлено ее биологией. Главным образом, приловы этого анадромного вида характерны в восточной и северо-восточной акваториях ИЭЗ и территориального моря РФ и вдоль побережья Литовской Республики в районе пролива между Балтикой и Куршским заливом.

Рост показателя частоты встречаемости на траловых съемках морской камбалы за последние 10 лет указывает на увеличение запаса этого вида. Являясь объектом международной оценки на Рабочих группах ИКЕС, популяция морской камбалы 24-32 подрайонов ИКЕС Балтийского моря рассматривается как самостоятельная единица управления. По материалам Рабочей группы ИКЕС, нерестовая биомасса и пополнение значительно увеличились с 2013 г. (ICES Advice, 2018). Акватория отечественного промысла захватывает край ареала распространения запаса морской камбалы 24-32 подрайонов, специализированного лова не ведется, вид является неизбежным приловом на донном траловом промысле и не отделяется от речной камбалы, что существенно затрудняет статистику вылова камбаловых рыб в целом, тем самым завышая показатели освоения ОДУ речной камбалы и недоучитывая размеры изъятия морской. Тем не менее, специалисты ФГБНУ «АтлантНИРО», согласно госзаданию, готовят и формируют биологическое обоснование возможного вылова морской камбалы, основываясь на результатах наблюдательских рейсов на российских промысловых судах и материалах Рабочей группы ИКЕС по оценке запасов рыб и рыболовства в Балтийском море.

В заключение следует отметить основные выводы работы, а именно:

Комплексное исследование приловных и нецелевых для промысла видов ихтиофауны является необходимым элементом в процессе прогнозирования отечественного ОДУ ВБР при анализе воздействия промысла на окружающую среду, и очередным шагом к реализации экосистемного подхода в оценке запасов.

Интегрированный анализ, наряду с оценкой изменчивости абиотических условий, показал отсутствие влияния промысла на большинство видов прилова. Появление и исчезновение в приловах представителей ихтиофауны Балтики, а также колебания частоты их встречаемости, главным образом, зависят от динамики показателей гидрологического режима акватории.

Некоторые наблюдаемые межгодовые изменения в показателе частоты встречаемости отдельных приловных видов связаны со значительным сокращением площади районов покрытия российскими траловыми съемками и отсутствием в последние годы регулярных сезонных экспедиционных наблюдений.

Автор выражает искреннюю благодарность заведующей сектора оценки запасов рыб лаборатории Балтийского моря ФГБНУ «АтлантНИРО» Амосовой Виктории Михайловне за неоценимую помощь в подготовке данной работы.

## Список литературы

Зезера А.С. 2009. Многолетние изменения абиотических условий в Балтийском море (1975–2007 гг.). Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2006-2007 годах. Т. 1. Балтийское море и заливы, 6–17.

Зезера А.С. 2011. Изменения климата, абиотических условий и величины запасов основных промысловых видов рыб в Юго-Восточной Балтике в последние десятилетия. Материалы XV конференции по промысловой океанологии, посвященной 150-летию со дня рождения академика Н.М. Книповича: Светлогорск, Калининградская обл., 12-17 сент. 2011 г. Калининград: Изд-во АТЛАНТНИРО, 123-126.

Зезера А.С., Амосова В.М., Патокина Ф.А., Карпушевский И.В., Васильева Т.Г., Калинина Н.А. 2014. Результаты интегрированного анализа изменений абиотических условий и величин запасов основных промысловых видов рыб в Балтийском море (юго-восточная часть, Гданьский бассейн, 26 подрайон ИКЕС). Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2010-2013 годах. Т. 1. Балтийское море и его заливы, 6-19.

Карпушевская А.И. 2014. Количественный и качественный анализ видового состава уловов учетных донных траловых съемок ФГУП «АтлантНИРО» в Балтийском море за период с 1993 по 2013 гг. Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2010-2013 гг. Т. 1. Балтийское море и заливы, 40-46.

Карпушевский И.В., Зезера А.С., Иванович В.М. 2013. Адаптационные особенности популяций пелагических и демерсальных рыб в пространственной и временной динамике фактора солености вод Балтийского моря. Труды Зоологического института РАН. По материалам конференции «Фактор солености в биологических науках» (К 50-летию создания концепции критической солености и 80-летию профессора, доктора биологических наук В.В. Хлебовича), Приложение № 3, 27 февраля – 1 марта 2012 г. / Под. ред. Н.В. Аладина и А.О. Смурова. – СПб., 128-135.

Кукуев Е.И. 2014. Видовой состав и зоогеографическая структура морской ихтиофауны Балтийского моря. Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2010-2013 годах. Т. 1. Балтийское море и его заливы, 19-28.

Методическое пособие по сбору и первичной обработке биостатистических материалов на промысловых судах в юго-восточной части Балтийского моря. Калининград: АтлантНИРО, 85 с.

ICES 2011. Practical guidelines for performing Integrated Ecosystem Analyses. ICES. 2011. Report of the ICES/HELCOM Working Group on Integrated Assessments of the Baltic Sea (WGIAB), 4–8 April 2011, Mallorca, Spain. ICES CM/SSGRSP:03:139. 12 pp.

ICES Advice of fishing opportunities, catch, and effort. Baltic Sea ecoregion. Ple. 27. 24-32. 2018. Plaice (*Pleuronectes platessa*) in subdivisions 24–32 (Baltic Sea, excluding the Sound and Belt Seas). Published 31 May 2018. 8 pp.

Zezera A., Ivanovich V., Karpushevskiy I., Patokina F., Vasilijeva T., Kalinina N. 2012. Fluctuations in stocks and feeding of the major commercial fish species in the background of changes in abiotic conditions (Southeastern Baltic, ICES SD 26) / Annex 16. Working Documents. ICES CM 2012\ACOM:10. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group 2012 (WGBFAS), 12 - 19 April 2012, ICES Headquarters, Copenhagen, WD 8, 815 – 820.

## Наше видение будущего рыбохозяйственной науки

*К.К. Кивва<sup>1</sup>, А.Б. Бобылев<sup>1</sup>, Р.В. Артёмов<sup>1</sup>, В.А. Мухин<sup>2</sup>, Н.С. Мюге<sup>1</sup>, А.М. Орлов<sup>1,3,4,5</sup>,  
С.Ю. Орлова<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича» (ФГБНУ «ПИНРО»), г. Мурманск

<sup>3</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

<sup>4</sup>Дагестанский государственный университет (ДГУ), г. Махачкала

<sup>5</sup>Томский государственный университет (ТГУ), г. Томск

E-mail: kivva@vniro.ru

**Ключевые слова:** Школа молодых учёных, рыбохозяйственная наука, развитие, оперативная океанология, дистанционное зондирование, Big Data, биопроспектинг, дирижабль, глубоководный промысел, геномная селекция.

**Аннотация.** Участниками 3-ей Школы молодых учёных по рыбному хозяйству и экологии Росрыболовству предложены 5 тем перспективных прорывных исследований в области рыбохозяйственной науки. Предложения подготовлены с учётом потребностей и текущего уровня развития отрасли. Предпринята попытка «заглянуть за горизонт» и представить, каким может быть будущее рыбохозяйственной науки в долгосрочной перспективе.

Данная работа является отражением коллективного труда молодых учёных рыбохозяйственной отрасли и, в некоторой степени, их учителей и наставников, участвовавших в работе 3-ей Школы молодых учёных по рыбному хозяйству и экологии, проведённой ВНИРО при поддержке Росрыболовства в апреле 2018 г. Мероприятие было открыто докладом руководителя Росрыболовства И.В. Шестакова, который указал на необходимость притока новых идей для развития рыбохозяйственной науки и внедрения новых направлений. И.В. Шестаков призвал молодых учёных активно включиться в эту работу и внести свои предложения для рассмотрения в Росрыболовстве.

В процессе подготовки предложений мы руководствовались расширенной моделью «климат→ биота→ промысел→ переработка→ потребление», для которой были определены критические точки:

- Для понимания причин изменчивости биологических ресурсов океана и управления ими необходимо расширенное изучение климатической системы (состояния океана и атмосферы) на оперативной основе.
- Изменения климата (крупномасштабная изменчивость поля температуры, океанических течений и т.п.) напрямую влияют на распределение и динамику кормовых объектов промысловых видов.
- Также напрямую или опосредованно через кормовые объекты изменения климата во многом определяют перераспределение промысловых видов и динамику их запасов.
- Прогнозирование динамики запасов промысловых объектов, основанное на комплексных экосистемных исследованиях, позволит проводить эффективную и ответственную эксплуатацию морских биологических ресурсов и внедрять новейшие технологии управления промыслом, уменьшить потери.

- Обширные акватории Мирового океана, в том числе моря российской Арктики и глубоководные районы, до сих пор слабо исследованы, но при этом потенциально перспективны с рыбохозяйственной точки зрения.

- Общемировые уловы водных биологических ресурсов почти достигли возможного максимума и существенного увеличения уловов в ближайшие десятилетия не ожидается. Рост производства рыбной продукции обеспечивается главным образом за счёт аквакультуры.

- Масштабы страны определяют высокий приоритет решения задачи доставки сырья и продукции из водных биоресурсов, например с Дальнего Востока в центральные районы России. Традиционные способы: железнодорожный и автомобильный транспорт, – не обеспечивают достаточную скорость и температурный режим. Нужны новые, нестандартные решения.

- Население страны традиционно не относит водные биоресурсы к важным источникам своего питания и не имеет полной информации о полезных свойствах этих продуктов. Необходимы повышение грамотности населения в части знаний об океане, пропаганда бережной эксплуатации его ресурсов, важности поддержания его биологического разнообразия и равновесия в его экосистемах. Отдельная работа должна быть направлена на информирование о полезных свойствах продуктов отрасли.

В рамках данной концепции в качестве идей для дальнейшего рассмотрения в Росрыболовстве участниками Школы предложены следующие:

1. Создание широкомасштабной системы оперативного мониторинга параметров экосистем, в том числе в отдаленных районах Севера и Дальнего Востока. Основу такой системы могут составить интеллектуальные автоматические станции; передача информации может осуществляться посредством спутниковых каналов связи.

Мировой океан – динамическая система, понимание изменчивости и прогнозирование которой исключительно важно для планирования и осуществления хозяйственной деятельности, в том числе рыболовства. Одна из тенденций в современной океанологии – переход от случайных исследований к режиму непрерывного сбора и обработки информации в интересах развития общества.

Для многих рыбохозяйственных акваторий большой практический интерес представляют изменения в морской среде с характерным временным масштабом в 1 сутки, получение информации о которых требует измерений с частотой от нескольких минут до 1 часа. Для прогнозирования развития океанологических процессов на региональном уровне, определяющего динамику промысловых популяций, необходимо покрытие обширных акваторий данными с временным разрешением порядка 10 суток и пространственным разрешением порядка 100 км.

Получение информации подобного разрешения возможно только с применением роботизированных систем, основа которых уже разрабатывается в других государствах. Наиболее яркими примерами могут служить международная программа Argo, действующая с 2000 г. (на 1 октября 2018 г. это 3963 дрейфующих буя, выполняющих зондирование водной толщи до 2000 м с интервалом порядка 7 дней) и продукты компании Saildrone (растущий флот беспилотных автономных парусных судов для научных исследований океана).

Исключительно точную и разнообразную информацию (значения основных физических, химических и некоторых биологических параметров), имеющую непосредственное применение в рыбохозяйственной отрасли, позволяют оперативно получать заякоренные системы, технологии создания которых оттачиваются уже не одно



десятилетие. При этом в нашей стране нет ни одной постоянно действующей заякоренной системы наблюдения за океаном.

Таким образом, считаем необходимым в ближайшей перспективе разработать и внедрить в наиболее важных рыбохозяйственных районах систему наблюдений, состоящую из нескольких заякоренных обсерваторий. В дальнейшей она должна быть дополнена комплексом автоматических аппаратов-зондов.

2. Разработка национальной системы спутникового мониторинга параметров поверхности Мирового океана с целью оперативного выявления особенностей его биологической продуктивности. Такая система позволила бы вывести среднесрочное прогнозирование состояния основных промысловых видов на новый уровень.

Исключительно важным компонентом мировой системы оперативного мониторинга состояния океана являются комплексы дистанционного зондирования Земли из космоса. На сегодняшний день в рыбохозяйственной науке успешно применяются спутниковые данные о температуре, высоте поверхности (расчёт геострофических течений), цвету океана (расчёт концентрации хлорофилла *a*), кроме того, доступны и в перспективе могут быть полезны данные о скорости приводного ветра, волнении, загрязнении и т.д. Из обозначенных выше параметров российские спутники гражданского назначения могут измерять только температуру, хотя технические возможности создания систем мониторинга цвета или загрязнения океана у нас, безусловно, имеются. При этом даже данные о температуре поверхности океана, получаемые с российских спутников, российской рыбохозяйственной науке мало доступны. Требуется пересмотр политики предоставления и использования подобных данных, а также создание системы централизованного доступа к ним. Принципиально новую информацию о динамике обширных акваторий позволят получить системы, размещённые на геостационарных спутниках, подобных COMS – корейскому метеорологическому спутнику, наблюдающему, главным образом, за акваторией ИЭЗ Республики Корея.

3. Внедрение программы экспедиционных исследований Мирового океана для определения перспективных в рыбохозяйственном отношении новых районов и объектов промысла, включая мезопелагические и глубоководные виды, с последующей разработкой технологии их добычи и переработки.

В последние годы интенсивному изучению глубоководных экосистем (материкового склона, подводных гор, впадин и желобов) Мирового океана уделяется повышенное внимание, что связано с высоким уровнем эндемизма населяющей их биоты и крайней уязвимостью по отношению к любым воздействиям, особенно со стороны человека.

Глубоководный промысел в настоящее время является одним из наиболее весомых видов воздействия человеческой деятельности на глубоководные экосистемы (Roberts, 2002), который осуществляется на материковом склоне и в открытых водах. Сокращение запасов традиционных объектов рыболовства на шельфе Мирового океана в середине прошлого столетия послужило мощным толчком для развития глубоководного промысла на материковом склоне и в удаленных от побережий океанических районах. За период с 1950 по 2015 гг. на глубоководном промысле было добыто около 25 млн т, что составило всего около 0,5% общего вылова. Число вовлекаемых в сферу глубоководного промысла видов в 1950 г. составляло около 30, в настоящее время - более 60. Объекты глубоководного промысла, не смотря на свою относительную немногочисленность, обладают повышенным спросом и высокой рыночной стоимостью, что делает их добычу привлекательной и высокорентабельной.

Однако у глубоководного промысла есть и «обратная сторона». К началу нового столетия большая часть ресурсов глубоководных рыб оказалась переловлена или пришла в истощенное состояние, что связывается с характерными особенностями биологии

большинства глубоководных видов рыб, таких как позднее созревание, медленные темпы роста, низкая плодовитость и большая продолжительность жизни. Наличие у глубоководных рыб таких специфических черт определяет быстрое истощение запасов под воздействием промысла с последующим очень медленным восстановлением, которое зачастую требует десятилетий.

Распределение мировых уловов на глубоководном промысле за период с 1950 по 2015 гг. показывает, что по общей величине вылова глубоководных объектов лидируют 4 района: Северо-Восточная Атлантика (8,86 млн т), Северо-Западная Пацифика (5,64 млн т), Юго-Западная Пацифика (4,28 млн т) и Северо-Западная Атлантика (3,75 млн т), на которые приходится 90,5 % общемировых уловов. Для российского глубоководного промысла наибольший интерес представляют районы Северной Атлантики и Северо-западной Пацифики.

В настоящее время наибольшей перспективой для глубоководного промысла в Мировом океане обладают запасы мезопелагических рыб, биомасса которых по последним оценкам составляет свыше 1 млрд т. Освоение этого колоссального ресурса представляет несомненный интерес в связи с постоянно возрастающими объёмами аквакультуры, которые требуют увеличения производства кормов. Однако широкомасштабное промышленное освоение ресурсов мезопелагических рыб требует разработки эффективных способов их добычи и технологических изысканий, направленных на получение, в первую очередь, высококачественных кормов для аквакультуры. Еще одной проблемой на пути освоения ресурсов мезопелагиали могут стать климатические изменения. По прогнозу учёных к 2100 г. в связи с изменением климата основная биомасса мезопелагических объектов будет сосредоточена в Центрально-Восточной Пацифике, Субантарктике, Юго-Восточной Атлантике и Северо-Западной Пацифике.

В связи необходимостью интенсификации отечественного глубоководного промысла и вовлечения в его сферу новых перспективных объектов, в ближайшей перспективе усилия рыбохозяйственной науки необходимо направить на проведение комплексных исследований глубоководных районов, включая мезопелагиаль, с целью поиска районов устойчивых промысловых концентраций водных биологических ресурсов на материковом склоне, подводных горах и в мезопелагиали. Проведение данных исследований должно сопровождаться поиском новых и перспективных объектов промысла, испытаниями нового научного оборудования, разработкой новых и экспериментальных способов лова и переработки, а также биопроспектингом. Не последнее место в этих исследованиях должно занимать выявление уязвимых морских экосистем с последующим картированием для передачи в соответствующие региональные организации по управлению промыслом.

4. Инвентаризация и формирование «Национальной коллекции водных биоресурсов Арктической зоны РФ», а также разработка системы морского биопроспектинга с целью поиска, выделения и использования биологических субстанций, представляющих интерес для медицины и биоинжиниринга.

Моря арктической части российского шельфа (северная часть Баренцева моря, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря) и Северный Ледовитый океан расположены в Полярных районах Земли и характеризуются уникальными геофизическими условиями, определяющими экстремальные свойства окружающей среды. Очевидно, что организмы, обитающие в таких условиях, сформировали генетически закрепленные адаптации, которые обеспечиваются уникальными химическими соединениями. Выявление химических агентов, обладающих полезными для человека свойствами, расшифровка их структуры и дальнейший лабораторный и промышленный синтез являются основной целью биопроспектинга.

В связи со слабой изученностью биологии и экологии, а также практически полным отсутствием генетических исследований арктические виды, в основном не имеющие промыслового значения, могут представлять значительный интерес как уникальный материал для биопроспектинга. Ещё менее изучены арктические микроорганизмы, планктон и донные животные и растения, среди которых также вероятно нахождение интересных с точки зрения биотехнологического приложения видов.

В рамках развития Арктического биопроспектинга считаем целесообразным создать Российскую Национальную коллекцию «Водные биоресурсы Арктики», основанную на образцах водных арктических организмов, собираемых в ходе ресурсных исследований судов Росрыболовства и РАН, а также в ходе выполнения экологических проектов в Арктике. Очевидно, что совершая достаточно затратные экспедиции в Арктические районы для решения ресурсных и экологических задач, целесообразно более полно использовать этот потенциал.

5. Определение приоритетных объектов товарной аквакультуры с учётом климатического и географического районирования для выявления и отбора полезных потребительских признаков методами геномной селекции.

За последние 70 лет продуктивность пород основных сельскохозяйственных животных выросла почти в 3 раза. Это обусловлено интенсивной селекционной работой с применением всех современных подходов в селекции. В отличие от кур, свиней и крупного рогатого скота, в аквакультуре происходит обратная тенденция – при создании аквакультурного стада его продуктивность наоборот немного падает, так как происходит инбридинг и накопление вредных мутаций. Но у аквакультурного норвежского лосося в отличие от большинства видов традиционной аквакультуры, выявлен значительный рост продуктивности. Как они этого добились? В Норвегии программа селекции атлантического лосося была поставлена на государственном уровне и с применением всех современных генетических технологий.

В традиционной селекции отбор лучших производителей проводится путём оценки фенотипических признаков (качество филе, скорость роста, стрессо- и болезнеустойчивость) и продуктивности рыб, достигших товарного размера. Поэтому процесс селекции занимает долгие годы (десятилетия). В последнее время в Европе, США, Китае и ряде других стран получили распространение программы геномной селекции видов товарной аквакультуры – как рыб, так и беспозвоночных. Одним из основных применяемых в геномной селекции методов является поиск генов, сцепленных с желаемыми в новой породе признаками (GWAS, Genome-Wide Association Studies). После обнаружения таких генов, показывающих достоверное сцепление с признаком, проводится отбор по этим генам, который ложится в основу массового скрининга потомков производителей. То есть, все потомки от выбранных рыб будут обладать необходимыми качествами.

В России есть несколько традиционно выращиваемых в товарной аквакультуре видов, для которых возможно использование современных подходов. Это позволило бы увеличить эффективность и экономическую привлекательность аквакультуры и помогло бы решить проблему импортозамещения посадочного материала (в первую очередь – для форели и лосося). Кроме семги и форели, перспективными представляются также программы по селекции карпа, судака, осетровых, растительноядных рыб и объектов марикультуры.

Изложенные идеи предполагают развитие отрасли в ближайшей перспективе (5-10 лет). Для выхода рыбохозяйственного комплекса России на передовые позиции, в частности, необходима разработка опережающей научно-обоснованной стратегии на период 30-50 лет с учётом, в том числе, геополитических, экономических и демографических факторов. Это делает необходимым тесное сотрудничество рыбохозяйственной науки с академической и университетской наукой и

высокотехнологичными отраслями промышленности: электроникой, связью, авиацией, космонавтикой и т.п.

Очевидно, что мир уже перешёл в эру «больших данных» (Big Data), и российская рыбохозяйственная наука должна использовать преимущества новейших технологий в полной мере. Уже сейчас требуется максимальная автоматизация процесса сбора данных и о промысле, и о состоянии океана, а также других важных в рыбохозяйственном отношении водоёмов. Мы считаем, что основную часть работы по сбору и первичной обработке данных в будущем должны выполнять высокоинтеллектуальные роботизированные системы. Их элементами могут стать заякоренные платформы, выполняющие роль базовых док-станций, рои беспилотных летательных аппаратов, беспилотных судов (в том числе парусных), подводных парящих аппаратов (глайдеров) и дрейфующих буёв, снабжённых не только датчиками состояния океана, но и системами мониторинга биоты, средствами наблюдения за промыслом, в т.ч. и ННН-промыслом.

Ключевым вопросом в этом отношении также является международный обмен данными. Полагаем, в перспективе следует предусмотреть полностью свободный обмен данными рыбохозяйственной науки в той их части, которая не представляет угрозы для безопасности страны.

Масштабы страны определяют высокий приоритет решения задачи доставки сырья и продукции из водных биоресурсов, например, с Дальнего Востока в центральные районы России. Традиционные методы: железнодорожный и автомобильный транспорт, – не обеспечивают достаточную скорость и условия хранения, авиатранспорт имеет низкую грузоподъёмность и относительно дорог. Оптимальным решением мог бы стать высотный дирижабль. Сейчас проектируются дирижабли с грузоподъёмностью до 2000 т, высотой полета до 10000 м и скоростью до 400 км/ч. Температура на высоте 10000 м – около -60 °С, поэтому поддержка температурного режима во время полёта не требует энергозатрат. Отсутствие облачности на такой высоте и прогресс в гелиоэнергетических установках обеспечивают экологическую чистоту и возможность длительного нахождения в воздухе при использовании электромоторов небольшой мощности, т.к. они нужны в основном для перемещения в горизонтальной плоскости и маневрирования. Большая безопасность полетов с возможностью разгрузки и погрузки в любом месте: от корабля до мегаполиса, отсутствие необходимости в сложной наземной инфраструктуре дают дирижаблю дополнительные преимущества.

Очевидно, что определяя ближне- и среднесрочные задачи развития отрасли, рыбохозяйственная наука России недостаточно внимания уделяет «загоризонтному» прогнозированию. В качестве механизма разработки и реализации стратегической концепции мы предлагаем рассматривать будущее рыбохозяйственной науки как совокупность приоритетных проектов в рамках Проектного офиса ВНИРО, которые необходимо сформулировать в кратчайшие сроки.

## Некоторые результаты анализа по японскому промыслу тихоокеанского минтая *Gadus chalcogrammus* в Кунаширском проливе в 2016 г.

А. Ч. Ким

Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск  
E-mail: [stasy.kim89@yandex.ru](mailto:stasy.kim89@yandex.ru)

**Ключевые слова:** японский промысел, тихоокеанский минтай, Кунаширский пролив, вылов.

**Аннотация:** Рассматривается динамика уловов минтая и отдельных видов прилова в водах Кунаширского пролива в период январь-март 2016 г.

Начало японскому специализированному промыслу минтая в Кунаширском проливе было положено в 1998 г. на основании «Меморандума о понимании в отношении промысла живых ресурсов японскими рыболовными судами ...» между правительством Российской Федерации и правительством Японии и подписанного Соглашения «О некоторых вопросах сотрудничества в области промысла морских живых ресурсов» (Курмазов, 2014). С этого года и по настоящее время промысел по данному виду в районе осуществляется ежегодно.

В 2016 г. сетный промысел минтая в Кунаширском проливе начался 5 января и длился по 10 марта при участии 14 малотоннажных рыболовных судов, входящие в рыбопромышленную ассоциацию п. Раусу (о. Хоккайдо). Согласно «Меморандума ...» контроль за промыслом осуществляют береговые наблюдатели, проверяющие количество и качество улова на борту возвращающихся с промысла судов. Контроль за объектами прилова и размерным составом добываемых рыб проводится в режиме «пробного» промысла, для осуществления которого японская сторона обязуется принять в качестве специалиста одного ихтиолога СахНИРО.

В рассматриваемом году в качестве орудий лова использовались донные жаберные сети, сгруппированные в порядки по 15–120 шт., которые устанавливались на глубине около 200 м. Сетные постановки в охотоморских водах о. Кунашир были сосредоточены на южном участке, в районе м. Алёхина (рис. 1). Период застоя сетей длился от 20 минут до 123 часов 53 минут (в среднем 27 часов 57 минут 05 секунд).

Помимо минтая в статистике представлены виды прилова: треска (*Gadus macrocephalus*), терпуг (*Pleurogrammus azonus*), представители камбаловых (*Pleuronectidae*), шипощёк длиннопёрый (*Sebastolobus macrochir*), окуни (род *Sebastes*), осьминог гигантский (*Octopus dofleini*), навага (*Eleginus gracilis*), кальмар командорский (*Berryteuthis magister*), представители рогатковых (*Cottidae*), различные виды скатов (*Rajidae*), кета (*Oncorhynchus keta*), гипероглиф (*Hyperoglyphe japonica*).

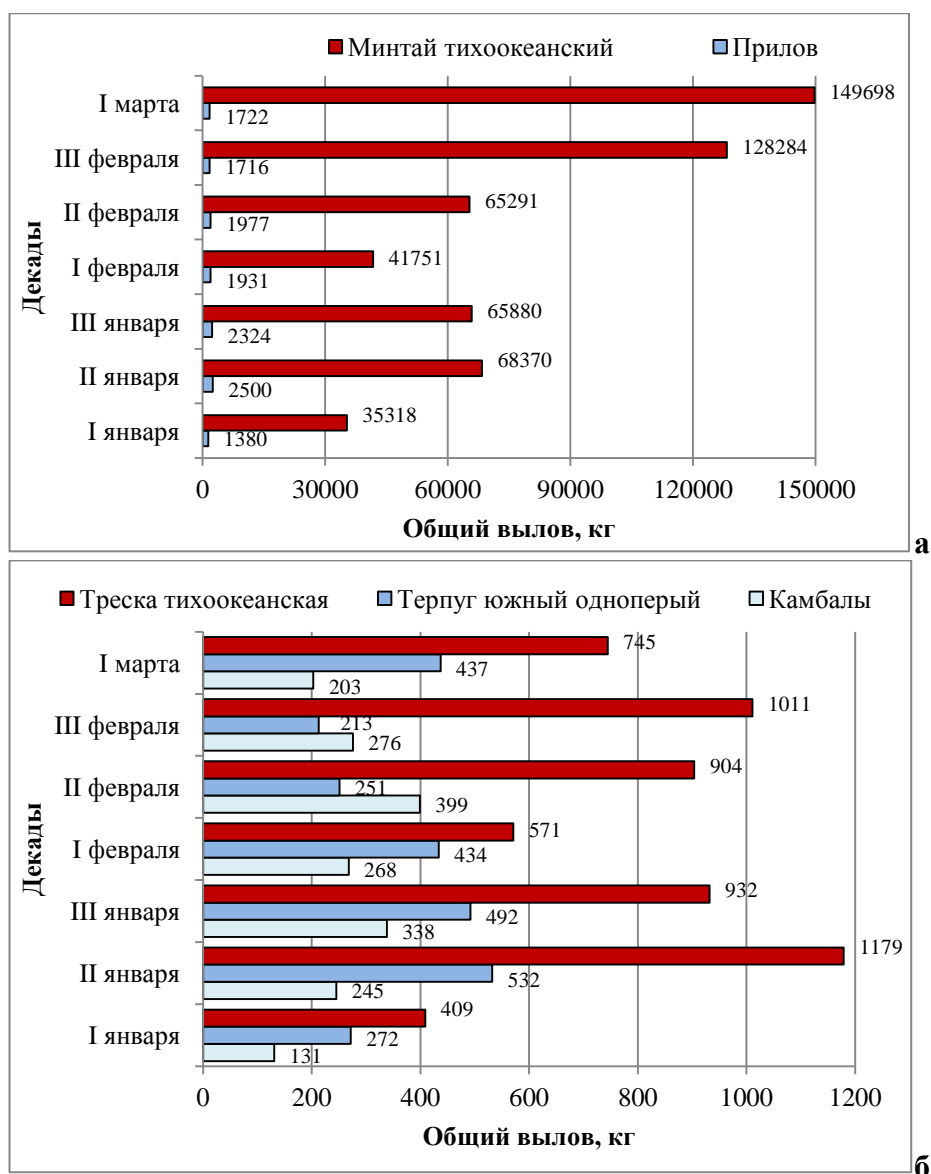
На 2016 г. судами было выловлено 554,592 т минтая, что составило 65,2 % от предоставленной квоты (850 т). Доля минтая во всем улове составила 97,6 %, что указывает на практически одновидовой характер промысла.



**Рис. 1.** Район промысла минтая в Кунаширском проливе в январе–марте 2016 г. (★ – м. Алехина, ◆ – м. Спиридонова)

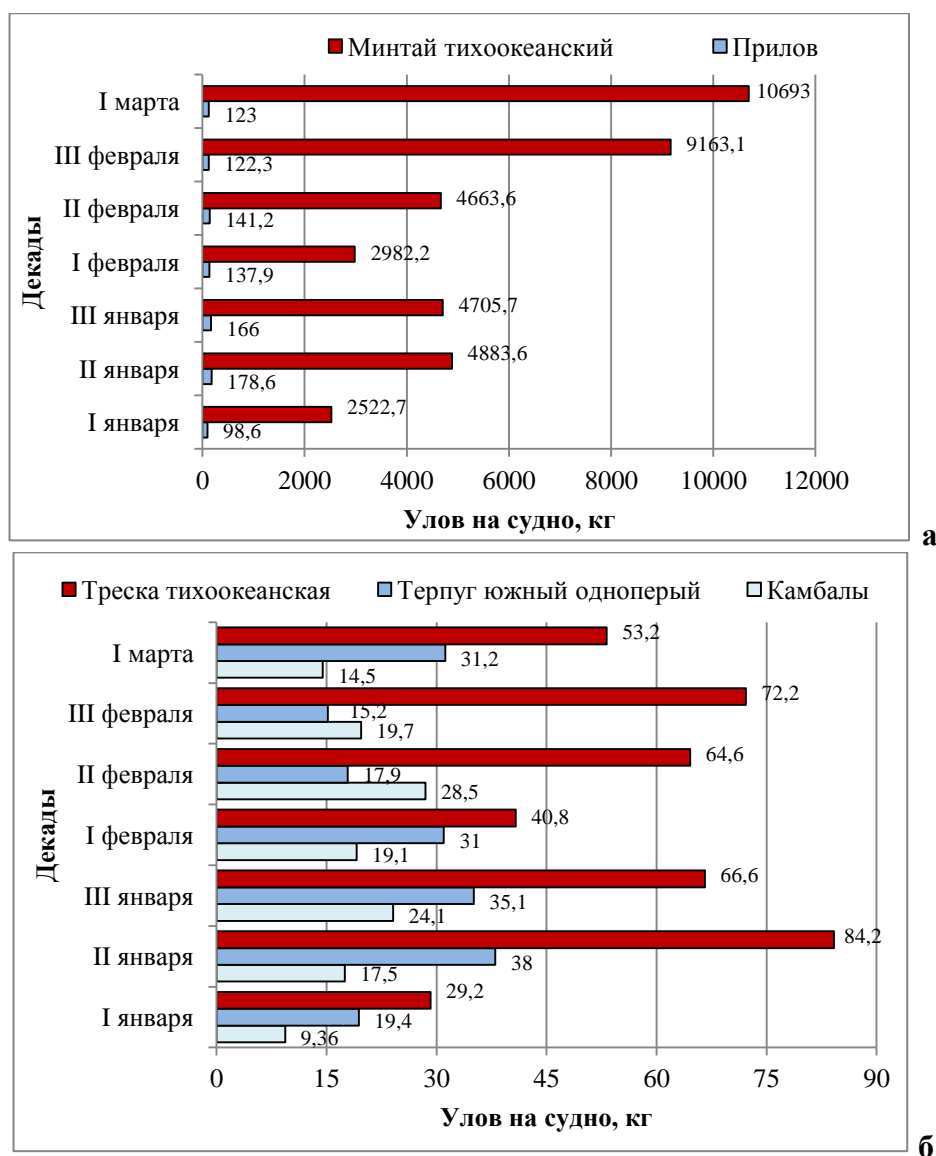
На рис. 2а представлена динамика декадных промысловых показателей по общим выловам объекта. Максимальный пик его численности приходился на первую декаду марта (149,7 т), что в 4,2 раза превышал улов объекта в начале года (35,3 т). С середины января и до конца месяца, а также во второй декаде февраля, показатели общего вылова незначительно отличались друг от друга (65,3–68,4 т). В начале февраля наблюдалась тенденция снижения общего вылова, составив 41,8 т.

Динамика общего вылова отдельных видов прилова отличалась от минтая (рис. 2б). Максимальное значение их общей биомассы пришлось на вторую декаду января (2,5 т) (рис. 2а). В предыдущей декаде месяца величина вылова оказалась минимальной (1,4 т). Как у трески, так и у камбал на гистограмме прослеживались два пика наибольшего вылова рыб. Максимальная биомасса трески составила 1,2 т (1 пик) во второй декаде января, что в 2,8 раз превышала биомассу в предыдущей декаде месяца, и в конце февраля она составила 1 т (2 пик). Наибольшее количество камбал было поймано во второй декаде февраля, составив 0,4 т, и в конце декабря – 0,3 т. Максимальная концентрация терпуга пришлась на вторую декаду января – 0,5 т, в дальнейшем его объём вылова подекадно снижался, и в конце февраля количество терпуга равнялось 0,2 т. В марте общий вылов терпуга увеличился не значительно – 0,4 т.



**Рис. 2.** Общий вылов (кг) минтая (а) и видов прилова (б) в период с января по март 2016 г.

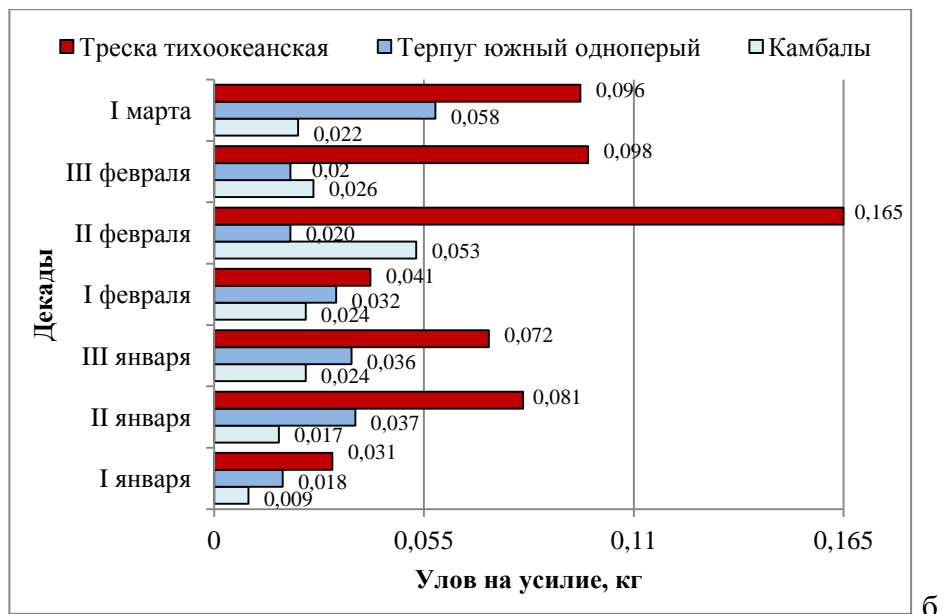
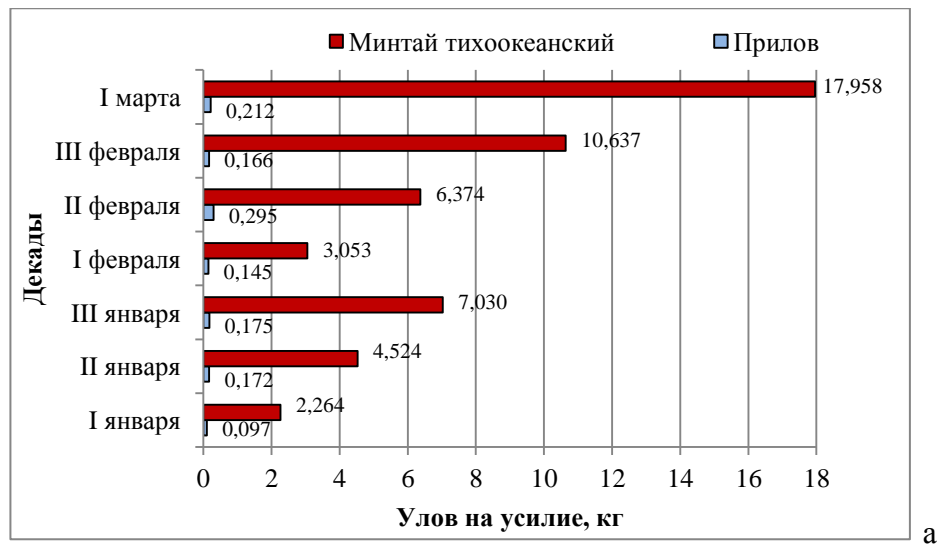
Характер вылова на одно судно по основному промысловому виду и общему прилову представлен на рис. 3а, б. Здесь формируется та же тенденция, что и в динамиках общего вылова. Количество минтая в улове в конце февраля - начале марта резко возрастает (9,2–10,7 т), достигая максимальной величины, по сравнению с предыдущими декадами (2,5–4,9 т). Наибольший улов на судно по остальным видам за весь период промысла наблюдался во второй декаде января (0,2 т), превышая в 1,0–1,8 раза, по сравнению с другими декадами. Минимальный вылов на одно судно составил 0,099 т в начале года. У трески и терпуга наибольший объем вылова на судно отмечался во второй декаде января, соответственно 0,084 и 0,038 т, у камбал – во второй декаде февраля (0,029 т).



**Рис. 3.** Уловы минтая (а) и видов прилова (б) на судно (кг) в период с января по март 2016г.

Величина вылова объектов лова на 1 судно/сете/час, рассмотренная подекадно, имеет заметные отличия как для минтая, так и для прилова (рис. 4а, б). В течение января интенсивность промысла минтая возрастала с 2,264 до 7,030 кг. Впоследствии численность рыб к первой декаде февраля снизилась до 3,053 кг, а затем стала снова повышаться. В марте интенсивность промысла минтая достигла максимального значения – 17,958 кг. Это, возможно, связано с его скоплением в нерестовый период. Виды прилова в наибольшем количестве были зарегистрированы во второй декаде февраля – 0,295 кг (из них: треска – 0,165 кг, камбалы – 0,053 кг). Такое формирование в середине февраля скорее указывает на период зимовального скопления рыб. Максимальная численность терпуга была отмечена в марте (0,058 кг), что, возможно, связано с его максимальной концентрацией в преднерестовом скоплении. В течение января величина трёх рассматриваемых видов увеличивалась и варьировала в пределах 0,097–0,175 кг. В первой декаде февраля произошло снижение уловов на судно/сете/час, составив 0,145 кг, в марте достигло 0,212 кг.





**Рис. 4.** Динамика среднедекадных уловов на усилие (судо/сете/час) минтая (а) и видов прилова (б) в 2016 г.

Полученные данные могут быть использованы в дальнейшем при разработке рекомендаций по освоению ресурсов минтая Южно-Курильской рыбопромысловой зоны.

#### Список литературы

Курмазов А.А. 2014. Минтай Кунаширского пролива и международное право. Рыбное хозяйство 1, 4-7.

## Исследование изменчивости кислорода и фосфатов в восточной части финского залива по натурным данным в летний период

*А.А. Кирилова, К.С. Терентьева, Н.А. Подрезова, О.И. Шевчук*

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет (РГГМУ),  
г. Санкт-Петербург

E-mail: [kirilova.anastasia.a@gmail.com](mailto:kirilova.anastasia.a@gmail.com)

**Ключевые слова:** Балтийское море, Финский залив, температура, содержание кислорода, содержание фосфатов.

**Аннотация:** По данным, полученным в ходе учебных практик РГГМУ в 2014, 2015 и 2017 гг. проводился анализ измеренных характеристик. Так, согласно комплексному анализу распределения температуры, наблюдается двуслойная стратификация в исследуемом районе, также определён подповерхностный минимум содержания в воде растворённого кислорода и большая вариация содержания фосфатов, что, прежде всего, связано с периодом «цветения» воды. Отражена корреляция изменчивости характеристик с условиями наблюдений. В исследовании наглядно представлена информация, полученная в ходе учебных морских практик РГГМУ.

**Цель исследования:** Проследить изменчивость распределения характеристик кислорода и фосфатов в летний период в Финском заливе севернее о. Котлин.

Исходные данные были получены в ходе учебных практик РГГМУ за 10-12.07.2014 г. (12 станций), 21-23.08.2015 г. (14 станций) и 15-17.07.2017 г. (17 станций). Расположение станций неравномерное, что связано с выполнением измерений в дрейфе и запретами на прохождение в определенные районы Финского залива.

В ходе работы были построены разрезы по температуре, содержанию растворенного кислорода и фосфатов на стандартных батиметрических горизонтах (0, 5, 10, 15 м) (рис. 1, 2).

По разрезам температуры хорошо видно, что не во все исследуемые годы (2014, 2015, 2017 гг.) Финский залив прогревается до самого дна, исключением является 2014 г. На поверхности: максимумы температур наблюдаются в восточно-северо-восточном районе исследуемой области, так в 2014 г. 18.30 °С, в 2015 г. 19.25 °С, в 2017 г. 18.97 °С; минимумы температур наблюдаются в западно-северо-западном районе исследуемой области, в 2014 г. 17.24 °С, в 2015 г. 18.28 °С, в 2017 г. 15.70 °С.

Измерения на горизонте 5 м показывают неоднородную картину распределения температур, наиболее высокие значения наблюдаются в 2014 г. в южном районе (17.94 °С), в 2015 г. – северо-северо-западном (19.19 °С), в 2017 г. – северо-восточном (17.90 °С); минимальные значения в 2014 г. достигают 11.30 °С, в 2015 г. – 17.27 °С и располагаются в восточной части, в 2017 г. произошло смещение положения минимального значения на юго-запад и составило 16.65 °С.

На горизонте 10 м: максимальные значения температуры наблюдаются в 2014 г. и 2015 г. на северной части исследуемой области (17.92 °С и 18.61 °С) и на юго-восточной в 2017 г. (16.92 °С). В 2014 г. минимальные значения смещены на юг и очень малы, в остальные года наблюдаются на северо-западе, северо-востоке и не опускаются ниже 15.21 °С.

Комплексный анализ распределения температуры показал, что разница между температурой воды в поверхностном слое и на горизонте 5 м составляет: в 2014 г. – 1.85 °С, в 2015 г. – 0.14 °С, в 2017 г. – 0.18 °С. А между значениями температур на

горизонтах 5 и 10 м составляет соответственно 3.47 °С, 1.12 °С, 0.97 °С. Вышесказанное, позволяет судить о двухслойном типе стратификации в исследуемом районе, причем, глубина залива здесь не превышает 20 м, и толщина верхнего квазиоднородного слоя (ВКС) составляет 5 м (рис. 1, 2, 3).

Лето 2014 г. выделяется как период с минимальным прогревом относительно 2015 и 2017 гг., где разница температур на поверхности и у дна незначительна. Это связано с тем, что в 2014 г. в большей степени проявлялись сильные колебания температур воздуха – от кратковременно высоких (25-30 °С) до гораздо более долговременных низких (7-10 °С). Когда в остальные годы больших перепадов температур не наблюдалось, и все колебания происходили относительно оси среднеклиматических значений с небольшими дисперсиями, обеспечивая постоянный, равномерный прогрев всей толщи воды.

Вне зависимости от исследуемого года, наблюдается равномерное распределение кислорода, особенно в поверхностном слое, за исключением 2014 г. Однако, как показано на рис. 2 б выделяются некоторые горизонты с очагами повышенного содержания растворенного кислорода, например в 2015 г. в северо-западной части на 10 м его значение достигало 8,45 мг/л.

В 2014 г. максимальные значения в поверхностном слое наблюдаются в центральной части исследуемой области, минимальные на её периферии 8,64 мг/л и 6,08 мг/л, соответственно.

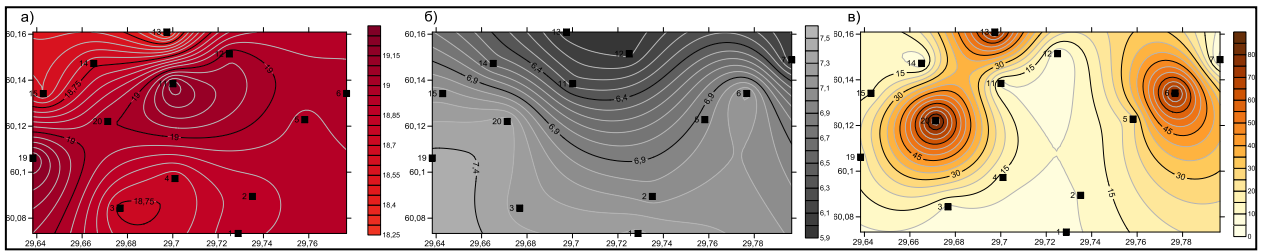
На горизонте 5 м максимальные значения наблюдаются в центральной части исследуемой области, минимальные значения на северо-востоке в 2014 г. (7,25 мг/л и 2,36 мг/л, соответственно). На данном и поверхностном горизонтах 2015 и 2017 гг. не обладают выраженной областью максимумов и минимумов.

На горизонте 10 м максимальные значения сдвигаются к северо-западу, минимальные значения остаются практически на месте в 2015 г. (8,46 мг/л и 5,86 мг/л), а в 2014 . и 2017 гг. выделить области явных очагов максимумов и минимумов не удалось.

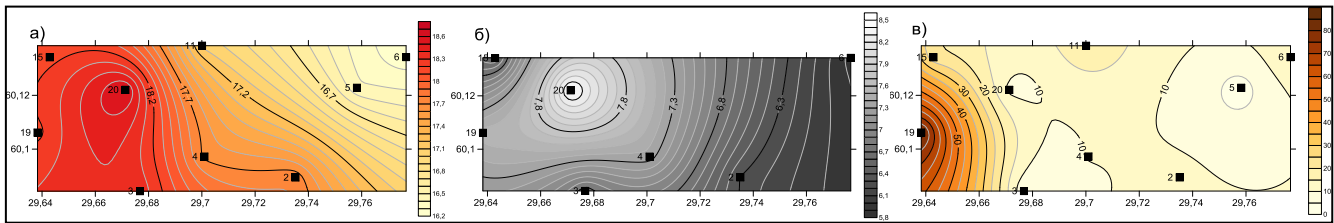
Определен подповерхностный минимум содержания в воде растворенного кислорода на всех станциях во все годы (рис. 1, 2, 3).

Как и ожидалось, взаимосвязь количества растворенного кислорода с температурой воды прослеживается во всех исследуемых периодах (2014, 2015, 2017 гг.). Наиболее яркими примерами являются 2015 и 2017 гг.) 2015 г. был довольно теплым, а 2017 г. - холодным. В 2015 г. при максимальном прогреве воды (до 19.25 °С) в поверхностном слое наблюдается пониженное содержание растворенного кислорода (от 5,95 до 7,43 мг/л). И, наоборот, в холодный 2017 г. отмечаются более высокие показатели содержания кислорода (от 7,29 до 8,6 мг/л) при более низкой температуре поверхностного слоя. Наблюдаемое явление подробно описано в работе (Никаноров, 2001).

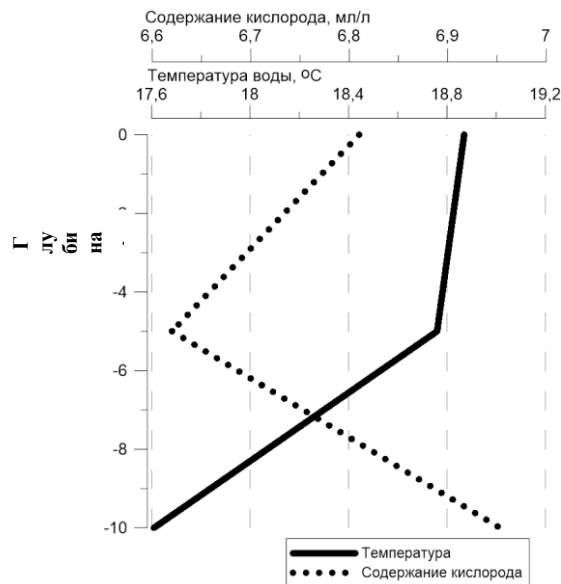
Содержание фосфатов сильно варьируется на всех горизонтах измерений во все годы наблюдений, что, прежде всего, связано с периодом «цветения» воды (массовым развитием микроскопических водорослей) (Шатрова, 2012). Так в 2014 г. – на период пика «цветения» воды – содержание фосфатов наблюдается в очень малых концентрациях (на фоновом уровне) от 0,6 мкг/л на поверхности до 2,2 мкг/л на горизонте 10 метров. В 2015 г. – конец «цветения» - наблюдается очаговое увеличенное содержание фосфатов на поверхности от 78 мкг/л (в очагах) до 14 мкг/л в северной и центральной частях исследуемой области. На горизонтах 5 и 10 м наблюдается снижение содержания фосфатов от 42 мкг/л в очаге на севере исследуемого района до 10 мкг/л у дна. В 2017 г. – период спада «цветения» воды – на поверхности наблюдается содержание фосфатов от 6.9 мкг/л до 8.1 мкг/л. На горизонтах 5 и 10 м наблюдается повышение содержания фосфатов, без явных очагов, распространяется на увеличение с юга на север от 15 мкг/л до 31 мкг/л (Зимин, 2011).



**Рис. 1.** Распределение (а) температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ), (б) растворенного кислорода (мг/л), (в) фосфатов (мкг/л) на поверхностном слое по измерениям за 2015 г.



**Рис. 2.** Распределение (а) температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ), (б) растворенного кислорода (мг/л), (в) фосфатов (мкг/л) на слое 10 м по измерениям за 2015 г.



**Рис. 3.** Распределение средних значений температуры и растворенного кислорода в воде по измерениям за 2015 год

По ходу выполнения данного исследования была прослежена изменчивость распределения характеристик кислорода и фосфатов в летний период в Финском заливе севернее о. Котлин, а также отражена зависимость изменения характеристик согласно условиям наблюдений. Практическая значимость данного исследования состоит в наглядном представлении информации, полученной в ходе учебных практик РГГМУ в 2014, 2015, 2017 гг.

### Список литературы

Зимин А.В. 2011. Особенности течений в восточной части Финского залива по результатам инструментальных измерений в июле 2010 года. *Фундаментальная и прикладная гидрофизика* 4(2), 58-65.

Никаноров А.М. 2001. Гидрохимия: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. СПб: Гидрометеоздат, 444 с.

Шатрова О.В. 2016. Анализ изменчивости параметров эвтрофирования в Финском заливе по данным натурных наблюдений. Ученые записки 44, 129-140.

## Разработка рецептуры салата с бланшированной печенью трески

*О.С. Ковалева*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Мурманский государственный технический университет», Естественно-технологический институт, г. Мурманск  
E-mail: kesendra@yandex.ru

**Ключевые слова:** печень трески, кулинарные изделия, рецептура, органолептическая оценка, показатели качества.

**Аннотация:** Выбрано направление разработки кулинарных изделий – салатов с бланшированной печенью трески. Предложена предварительная рецептура, включающая бланшированную печень, куриное яйцо, лук зелёный, рис и соль; определены органолептические показатели и выбрана наилучшая из предложенных рецептур.

Продукция общественного питания играет важную роль в обеспечении населения нашей страны полноценной пищей. Среди широкой группы блюд следует выделить группу салатов, обладающих хорошими функциональными свойствами и имеющими высокую пищевую и биологическую ценность за счёт большого разнообразия ингредиентов растительного и животного происхождения. С учетом региональных особенностей, разработка еще не представленных ранее рецептур является выигрышной составляющей многих предприятий общественного питания.

Печень трески – достаточно распространённый ингредиент блюд общественного питания, однако практически всегда она используется в виде стерилизованных консервов. Бланшированная печень трески – нетрадиционный основной ингредиент в многокомпонентных кулинарных изделиях.

Было предложено разработать рецептуру одного из кулинарных изделий, а именно салата. В состав салата было предложено ввести, помимо печени трески, яйцо куриное, рис, соль, лук зелёный. Составные ингредиенты данного салата в совокупности имеют высокую биологическую и пищевую ценность.

В печени трески содержится (в зависимости от сезона и района вылова) от 10 до 74 % липидов (печень баренцевоморской трески содержит от 61 до 74 % липидов), из которых большая часть приходится на триглицериды (98,4 %). Жирнокислотный состав печени трески представлен (от суммы жирных кислот) 0,4 % линоленовой кислоты, от 8,8 до 29,8 % гадолеиновой кислоты, 0,4 % арахидоновой кислоты, от 7,6 до 19,2 % эйкозапентаеновой кислоты, 0,6 % докозапентаеновой кислоты и от 10,3 до 24,9 докозагексаеновой кислоты.

В зелёных листьях лука содержатся сахара, белки, аскорбиновая кислота. Лук зелёный выделяется по содержанию витамина К (филлохинона) (в 100 г – 153,8% суточной нормы), витамина С (аскорбиновой кислоты) (соответственно – 51,1%), бета-каротина (46,1%), фолиевой кислоты (16,9%), лютеина и его изомера зеаксантина (14,3%). Среди минеральных элементов преобладают: рубидий (453,0%), кобальт (70,0%), молибден (28,6%), ванадий (28,0%), кремний (16,7%), марганец (12,6%), медь (12,5%), магний (9,2%), калий (9,1%), железо (8,0%), хром (8,0%), также он содержит глюкозу (в 100 г – 20,7% суточной нормы), среди иных углеводов доминирует пектин (12,0 %). Лук зелёный содержит небольшие количества крахмала (в 100 г – 0,1 г) и сахарозы (0,2 г). Содержание суммы пуриновых оснований в 100 г лука зеленого достаточно высоко и составляет 50,0 % суточной нормы. Содержание щавелевой кислоты в 100 г – 89 мг, что составляет 22,3 % от максимально

допустимого суточного уровня ее потребления. Во флавоноидном составе лука зеленого преобладающими компонентами являются кемпферол (в 100 г – 10 мг), изорамнетин (соответственно – 6,8 мг) и кверцетин (4,8 мг). Известно, что для кемпферола и его гликозидов характерно диуретическое (мочегонное) действие, для изорамнетина – гипохолестеринемическое (снижающее уровень холестерина крови), кверцетина – антиишемическое.

Рис богат витаминами группы В, а также Е и РР. Полезные элементы в его составе: железо, цинк, кальций, марганец, фосфор, калий, селен. Пищевая ценность риса складывается из следующих показателей: 6,7 г белков; 0,7 г жиров; 78,9 г углеводов. Калорийность риса определяется, в основном, высоким содержанием углеводов. Содержащиеся в злаке, углеводы – сложные, значит, они надолго насыщают и придают энергию организму, медленно всасываясь и усваиваясь организмом. Несмотря на то, что калорийность риса достаточно высока – около 344 Ккал на 100 г, превысить дневную потребность в калориях с ним практически невозможно в связи с вышеописанными свойствами. Наряду с этим рис состоит на 8 % из белковых соединений. Важно также отметить, что глютена – растительного белка, виновного в возникновении аллергии, – в нем не содержится.

Яичный белок, если рассматривать его как органический «строительный материал», является продуктом идеальным, потому как усваивается организмом практически полностью. Пищевая ценность куриных яиц помимо высокой усвояемости заключается в оптимальном содержании необходимых для человека аминокислот. Благодаря этому белок составляет основу питания мышечных тканей, кожных покровов, сердца, почек, печени. В состав куриного яичного белка входят: вода (85 %), белки (12,7 %), жир (0,3 %), углеводы (0,7 %), глюкоза, различные ферменты (протеаза, дипепсидаза, диастаза), витамины группы В. Белок содержит следующие виды протеинов: овальбумин, овоглобулин, овомуцин, овотрансферрин, лизоцим, овомукоид, овоглобулин. Протеины желтка представлены: фосфолипидами (левитином, вителлином, фосфовитом). Причем данного вида протеины содержатся в природе только в молоке и яйце. Протеины яйца по составу аминокислот, особенно полезны для человека, за счет содержания таких жизненно важных для человека незаменимых аминокислот как: метионин, лейцин, валин, изолейцин, треонин, фенилаланин, триптофан, гистидин. Липиды в яйце представлены фосфолипидами и триглицеридами. В состав яичных липидов входят, как полиненасыщенные и малоненасыщенные жирные кислоты, а также холестерин и лецитин в пропорции 6:1. По аминокислотному составу протеины яйца относятся к полноценным протеинам, в них представлены такие незаменимые аминокислоты, как валин, изолейцин, лейцин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин, гистидин – весь комплекс жизненно важных аминокислот. Аминокислоты яйца обеспечивают оптимальные условия для синтеза белка в организме человека. В составе яиц содержание холестерина достигает – 570 мг. Холестерин содержится только в желтке и считается наименее вредным, потому что уравнивается лецитином, который в свою очередь необходим для питания нервных клеток. В желтке содержатся две крайне полезные для здоровья жирные кислоты – незаменимая докозагексаеновая (омега-3) и арахидоновая кислота (омега-6) в идеальном соотношении. Жиры (липиды) яйца представлены в основном фосфолипидами и триглицеридами в количестве около 12 г на 100 г желтка. Таким образом, протеины и липиды цельного яйца находятся примерно в равном соотношении, что обеспечивает сбалансированность этих важных для организма человека пищевых веществ. Витамины в яйце представлены жирорастворимыми и водорастворимыми витаминами. При этом в желтке содержатся только жирорастворимые витамины. В химическом составе яйца куриного больше десяти основных витаминов – холин, витамины группы: В, А, С, D, Е, К, Н и РР. Куриный желток богат витаминами: А, Е, К.

В рамках исследовательской работы методом органолептической оценки были определены компоненты салата и соответственно создана его рецептура (табл. 1). В

данных изделиях органолептическую оценку осуществляли методом балльных шкал, на основании которого определяли уровень качества.

**Таблица 1.** Предварительная рецептура салата

Наименование продукта	Ед. изм.	Вес брутто	% отходов холодной обработки	Вес нетто	% отходов горячей обработки	Вес готового продукта
Печень трески бланшированная	Кг	0,593	19	0,480		0,480
Лук зеленый	Кг	0,078	10	0,070		0,070
Яйцо куриное отварное	Кг	0,288		0,288	13,1	0,250
Рис	Кг	0,073		0,073	-175	0,200
Соль	Кг	0,006	2	0,005		0,005
Выход						1

Технология приготовления данного кулинарного изделия использовалась следующая: печень трески мелко нарезать, смешать с мелко нарезанным зеленым луком, измельченным яйцом и рисом отварным, с добавлением соли. Органолептическая оценка салата показала перспективность выбранного направления, но желательность улучшения органолептических характеристик.

Для выбора приближенной к оптимальной рецептуре был использован центрально-композиционный рототабельный план факторного эксперимента (табл. 2). Варьируемыми факторами были выбраны дозировки печени и лука.

**Таблица 2.** План факторного эксперимента

Номер	Печень трески бланшированная, %	Лук зелёный, %	Соль, %	Рис, %	Яйцо, %
1	40	4	1	24,44	30,56
2	50	4	1	20	25
3	40	10	1	21,78	27,23
4	50	10	1	17,33	21,67
5	45	7	1	20,89	26,12
6	38	7	1	23,99	30,01
7	52	7	1	17,78	22,23
8	45	2,8	1	22,76	28,44
9	45	11,2	1	19,02	23,78

Соответственно плану полного факторного эксперимента были установлены величины компонентов салата и разработаны рецептуры. Данные представлены в табл. 3.

**Таблица 3.** Величина компонентов салата в рецептурах по плану факторного эксперимента

Рецептура	1	2	3	4	5	6	7	8	9



	Вес нетто, кг								
Печень трески бланшированная	0,400	0,500	0,400	0,500	0,450	0,390	0,520	0,450	0,450
Лук зелёный	0,040	0,040	0,100	0,100	0,070	0,070	0,070	0,028	0,112
Яйцо куриное отварное	0,307	0,251	0,275	0,218	0,264	0,301	0,224	0,285	0,238
Рис отварной	0,248	0,204	0,220	0,177	0,211	0,245	0,181	0,234	0,195
Соль	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Уровень качества, %	67,53	60,76	77,5	53,53	73,58	89,76	82,68	85,55	86,18

Для органолептической оценки девяти рецептов была собрана дегустационная комиссия, были определены единые показатели качества и десятибалльная балльная шкала (табл. 4).

**Таблица 4.** Балльная шкала органолептической оценки качества

Показатели качества	Коэффициент значимости	Баллы и их характеристика
Вкус	1	0-2 – очень плохое качество 3-4 – плохое качество 5-6 – удовлетворительное качество 7-8 – хорошее качество 9-10 – отличное качество
Запах	1	
Консистенция	0,7	
Внешний вид	0,9	

Так как используемые методы регрессионного анализа не позволили получить на основе предложенных данных адекватное уравнение регрессии, поэтому, высчитав среднюю оценку показателей качества всех рецептов, можно установить качество для каждого критерия с помощью балльной шкалы, и выявить наиболее высокие. Результат представлен в табл. 5.

**Таблица 5.** Органолептическая оценка показателей качества (значения средней оценки критерия качества).

Рецептура	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вкус	5,75	4,625	7,75	4,66	7	8,625	7,875	7,875	7,875
Запах	6,5	6,375	8,25	5,66	8,125	9	8,875	9	9,125
Консистенция	7,375	6,375	6,875	4,83	6,75	9,25	7,666	9,125	9,125
Внешний вид	7,25	7,125	7,875	6,166	7,375	9,125	8,5	8,375	8,5
Уровень качества, %	67,53	60,76	77,5	53,53	73,58	89,76	82,68	85,55	86,18

Проанализировав результаты, по десятибалльной шкале, можно выбрать наиболее успешную вариацию количества компонентов салата. Таким образом, определено, что наиболее высокие уровень и критерии качества в рецептуре под номером 6 (табл. 6).

**Таблица 6.** Наилучшая выбранная рецептура салата

Наименование продукта	Ед. изм.	Вес брутто	% отходов холодной обработки	Вес нетто	% отходов горячей	Вес готового продукта

					обработк и	
Печень трески бланшированная	кг	0,469	19	0,390		0,390
Лук зеленый	кг	0,078	10	0,070		0,070
Яйцо куриное отварное	кг	0,346		0,346	13,1	0,301
Рис	кг	0,089		0,089	-175	0,245
Соль	кг	0,006	2	0,005		0,005
Выход						1

На основе полученных данных была разработана и выбрана наиболее приближенная к оптимальной рецептура салата с бланшированной печенью трески.

### Список литературы

Байдалинова Л.С. 2014. Полиненасыщенные жирные кислоты рыбного сырья в технологии функциональных продуктов. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств» 3, 12-17.

Швейкина К.С. 2013. Производство комбинированных пищевых продуктов, богатых  $\omega$ -3 – полиненасыщенными жирными кислотами, с использованием печени трески и её жира. Вестник МГТУ: труды Мурманского государственного технического университета 16(3), 586-590.

Шимук О.С. 2017. Органолептическая оценка качества и выбор рецептуры кулинарных изделий на основе нестерилизованной печени трески. III Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли». Владивосток : Дальрыбвтуз, 352-354.

Волченко В. И. Гроховский В. А., Куранова Л. К., Дворянкина К. В., Шимук О. С., Глухарев А. Ю., Ирлица Е. Л. 2017. Разработка технологии многокомпонентных пищевых продуктов с добавлением печени трески и рыбного белка. Международная научно-практическая конференция «Наука и образование в Арктическом регионе». Мурманск: Издательство МГТУ, 51-58.

## Особенности формирования микробиоты молоди леща и воблы северной части Каспийского моря на фоне развития лигулидозной инвазии

А.В. Конькова, С.А. Дьякова

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГБНУ «КаспНИРХ»), г. Астрахань  
E-mail: [avkonkova@rambler.ru](mailto:avkonkova@rambler.ru)

**Ключевые слова:** молодь рыб, лещ, вобла, микробиота, Каспийское море, *Digamma interrupta*, цестоды сем. Ligulidae, система «паразит-хозяин».

**Аннотация:** В статье приведены материалы о негативном влиянии ремнецов сем. Ligulidae на зараженных рыб, выловленных в северной части Каспийского моря. На фоне нарушений в строении и функционировании органов и тканей у младших возрастных групп леща и воблы отмечены изменения в составе микробиоты.

**Введение.** В Волжско-Каспийском бассейне в последние десятилетия снижаются запасы некоторых промысловых видов карповых рыб, поэтому для рыбохозяйственной отрасли региона приоритетными становятся исследования, направленные на изучение современного статуса популяции рыб, механизмов регуляции их численности, а также оценки потенциальных рисков развития форс-мажорных ситуаций, способных повлиять на общее состояние ихтиофауны. Следует отметить, что молодые особи наиболее подвержены различным негативным проявлениям по сравнению с половозрелыми особями. Организм молоди рыб, находящийся на ранних этапах онтогенеза, испытывает значительную негативную нагрузку со стороны окружающей среды. Факторами, способными снизить резистентность рыб или даже способствовать сокращению их численности, наряду с гидрологическими условиями, с которыми они находятся в непосредственном контакте, будут также являться паразитические формы и сообщества микроорганизмов (способные инвазировать представителей ихтиофауны в первые дни жизни). Наиболее опасным паразитарным заболеванием, способным вызвать гибель молоди леща (*Abramis brama* L., 1758) и воблы (*Rutilus rutilus caspicus*, Yakovlev, 1870), в регионе является лигулидоз. Вместе с тем, микробиота молоди карповых рыб первого года жизни в условиях естественного водоема на нагульных пастбищах в северной части Каспия слабо освещена, поэтому актуальным направлением в оценке эпизоотического состояния Волжско-Каспийского бассейна является изучение особенностей формирования микробиоты молоди леща и воблы на фоне лигулидозной инвазии. Решению данной проблемы посвящена настоящая статья.

**Материал и методы.** Объектом исследований явились годовики леща и воблы, выловленные 4,5-метровым тралом в западной акватории северной части Каспийского моря (прилежащей к Российской Федерации) во время плановых экспедиций, осуществленных Каспийским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства в 2015 г. Вылов рыбы проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Инструкции по сбору ..., 2011; Методика оценки запасов ..., 2011), продолжительность траления составляла 20 мин. Идентификация представителей ихтиофауны осуществлена согласно стандартными методами биологического анализа карповых рыб (Правдин, 1966).

Сбор и обработку паразитологического материала проводили по общепринятым методикам (Лабораторный практикум по ..., 1983; Быховская-Павловская, 1985). Неполному гельминтологическому вскрытию было подвергнуто 728 экз. годовиков леща и 2030 экз. годовиков воблы. В процессе исследования проводили количественный учет выделенных цестод сем. Ligulidae, которых в дальнейшем просветляли в глицерине и

изучали под микроскопом марки МБС-10. Для идентификации обнаруженных паразитов использовали определительные таблицы и рисунки (Дубинина, 1966; Определитель паразитов пресноводных ..., 1987).

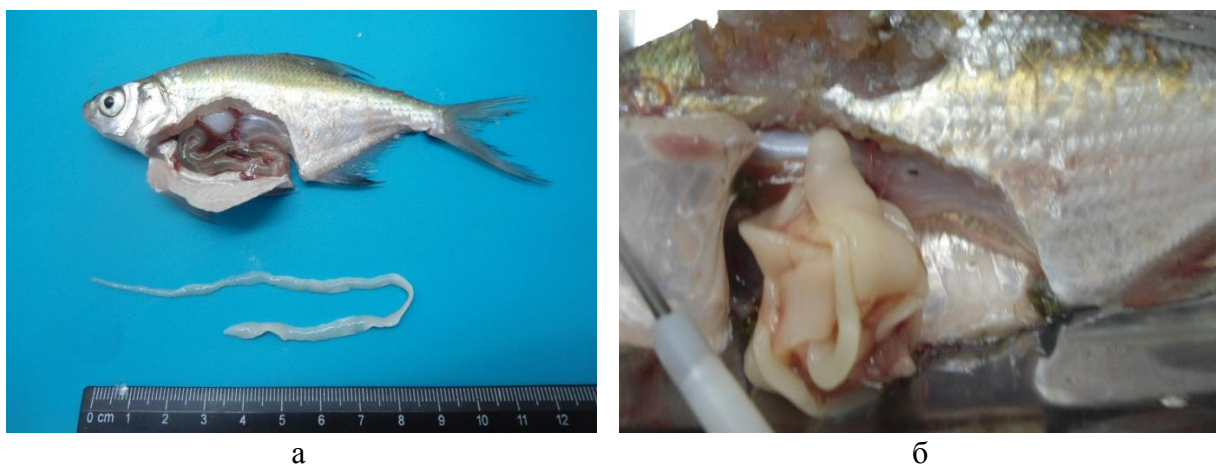
Санитарно-микробиологическое обследование было проведено согласно принятым методикам. Для определения численности гетеротрофных бактерий использовали метод предельных разведений с последующим высевом на плотные питательные среды (Нетрусов, 2005). Для видовой идентификации учитывали основные свойства выделенных бактерий: подвижность, оксидазная активность, наличие каталазы, окисление и ферментация глюкозы, образование ацетилметилкарбинола, индола, сероводорода, газа из глюкозы, способность восстанавливать нитраты в нитриты (Нетрусов, 2005). С помощью пластин биохимических дифференцирующих (ПБДЭ, ПБДС) определяли следующие свойства: утилизация цитрата натрия, малоната натрия, глюкозы, лактозы, маннита, сахарозы, инозита, сорбита, арабинозы, мальтозы; наличие уреазы, декарбоксилаз орнитина и лизина, дегидролазы аргинина, дезаминазы фенилаланина (Инешина, Гомбоева, 2006). Видовую идентификацию выделенных бактерий проводили с помощью определителя Берджи (Хоулт, Криг, 1997).

При исследовании учитывали следующие показатели: экстенсивность инвазии - количество зараженных паразитами рыб одного вида в процентах от числа исследованных особей этого вида; интенсивность инвазии - минимальное или максимальное количество паразитов (одного вида), выявленное в зараженных ими рыбах, определяемое методом прямого подсчета; КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, определяемое в колониеобразующих единицах (КОЕ/г, мл).

Авторы выражают благодарность Шокашевой Д.И. за сбор микробиологического материала от молоди леща и воibly в морской экспедиции, проходившей в северной части Каспийского моря на НИС «Медуза» в июне 2015 г.

**Результаты исследований и их обсуждения.** В результате проведенного обследования, направленного на выявление у молоди карповых рыб северной части Каспия лигулидозной инвазии, было установлено, что цестоды группы ремнецов присутствовали только у годовиков леща. Опасное заболевание было инициировано цестодами вида *Digamma interrupta* (Cestoda: Ligulidae), находившихся на стадии плероцеркоидов. Гельминты паразитировали в полости тела рыбы, имели плотное белое ремневидное тело. Зараженные рыбы отмечены на 2,5 % обследованной акватории, основные концентрации которых были приурочены к району южного свала Чистой банки.

Лигулидоз диагностирован у 0,14 % годовиков леща с единичной интенсивностью. Клинические признаки заболевания у рыб не были отмечены: у инвазированных и свободных от инвазии рыб при визуальном осмотре в пропорциях и строении тела различия не выявлены. Однако при патологоанатомическом обследовании были отмечены значительные патологии, проявившиеся, в первую очередь, в сдавливании внутренних органов зараженной ремнецами рыбы, в результате чего органы, главным образом, печень и селезенка, были атрофированы. Паразиты обладали значительной эластичностью: ремнец мог сжиматься в продольном направлении, разница его длины в расслабленном и в напряженном состоянии достигала 7 раз, при этом длина паразита превосходила длину самой рыбы в 2,5-5,0 раза (рис. а). Данная способность позволяла паразиту свободно располагаться в брюшной полости, вызывая компрессию органов и перекручивание кишечника, а также точечные кровоизлияния на брыжейке (рис. б). Размерно-весовые показатели ремнецов составили: длина -  $19,0 \pm 1,0$  см, масса -  $1,2995 \pm 0,1835$  г, толщина  $0,45 \pm 0,1$  см (минимальные и максимальные промеры у одного паразита составили 0,2-0,7 см). Длина и толщина плероцеркоидов указывала на достижение ими инвазионной стадии, что особенно существенно, так как только инвазионные личинки при попадании в окончательного хозяина (рыбоядную птицу) по истечении 2-5 дней способны продуцировать яйца (Дубинина, 1966).



**Рис.** Годовики леща, инвазированные плероцеркоидом цестоды *Digamma interrupta* (северная часть Каспийского моря, июнь 2015 г.)

В свою очередь, помимо морфофизиологических нарушений, выявленных в организме инвазированных особей леща в ходе патологоанатомического вскрытия, различия между зараженными и незараженными особями были отмечены и на уровне микроорганизмов. Так, результаты микробиологического анализа свидетельствовали, что общая микробная обсемененность внутренних органов и тканей молоди леща и воблы имела свои особенности (табл.).

**Таблица.** КМАФАнМ внутренних органов и тканей молоди воблы и леща, подверженной лигулидозу, КОЕ/г, мл

Обследованный орган/ткань	Вид рыбы		
	Лещ		Вобла
	с лигулидозом	без лигулидоза	без лигулидоза
Кровь	стерильно	стерильно	стерильно
Жабры	$5,0 \times 10^2$	$3,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$
Печень	$9,5 \times 10^3$	$6,0 \times 10^2$	$3,5 \times 10^1$
Мышцы	$7,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^1$	$8,5 \times 10^1$
Кишечник	$4,9 \times 10^3$	$3,3 \times 10^5$	$2,7 \times 10^4$

Кровь всех обследованных рыб была не обсеменена микроорганизмами, что в целом является физиологической нормой. Мышечная ткань и печень гидробионтов в норме должны быть стерильны, однако у всех обследованных рыб в этих органах наблюдали бактериальное загрязнение, что связано с ослаблением резистентности организма на фоне неблагоприятного действия различных стрессовых факторов. Контаминация микроорганизмами жаберного аппарата рыб вполне закономерна и связана с непосредственным контактом данного органа с водой. Максимальная численность бактерий у молоди воблы и леща без паразитов отмечена в кишечнике, что закономерно, поскольку микробиота кишечника играет важную роль в пищеварении и создает иммунную защиту, подавляя рост аллохтонных микроорганизмов. У особей леща, зараженных лигулидами, наблюдали снижение количества кишечных бактерий на 2 порядка по сравнению со здоровыми особями. Наряду с этим показателем значительно возрастала обсемененность тканей печени, как в сравнении со здоровыми особями, так и относительно других обследованных органов. Высокие показатели бактериальной контаминации ткани печени зараженных лигулидами особей леща в совокупности с

супрессией кишечной микробиоты указывало на выраженные патологии в организме инвазированных особей.

Значительных изменений в видовом составе микроорганизмов, изолированных из внутренних органов и тканей зараженных и свободных от инвазии особей молоди леща, не зарегистрировано. Наибольшим видовым разнообразием микроорганизмов отличался жаберный аппарат обследованных представителей леща, что закономерно ввиду его непосредственного контакта с окружающей средой. В накопительных средах из данного органа изолированы следующие микроорганизмы: *Vibrio sp.*, *Enterobacter agglomerans*, *Enterobacter cloacae*, *Acinetobacter sp.*, *Bacillus sp.*, *Aeromonas sp.*, *Pseudomonas sp.* В мышечной ткани лещей регистрировали *Staphylococcus xylosum* и *Enterococcus sp.*, в кишечнике – *Arthrobacter sp.* и *Flavobacterium sp.*

У воблы, также как и у леща, максимальным видовым разнообразием характеризовался жаберный аппарат. Бактериальный пейзаж жабр был представлен следующими микроорганизмами: *Staphylococcus epidermidis*, *Acinetobacter sp.*, *Vibrio sp.*, *Flavobacterium sp.*, *Aeromonas sp.* и *Marinococcus sp.* В накопительных культурах внутренних органов молоди воблы видовое разнообразие бактерий было менее разнообразным. Так, в мышцах отмечали микроорганизмы *Staphylococcus aureus*, *Vibrio sp.*, *Pseudomonas sp.*, в кишечнике – *Arthrobacter sp.*, *Bacillus sp.*, *Citrobacter freundii*, в печени – *Arthrobacter sp.*

В целом следует отметить, что выше приведенный бактериальный пейзаж внутренних органов и тканей молоди леща и воблы вполне характерен для указанных гидробионтов Волго-Каспийского бассейна и подтверждается данными многолетнего мониторинга и литературных источников, посвященных изучению микробиоты половозрелых особей этих видов карповых рыб (Дьякова, 2015; Ларцева и др., 2002; Ларцева, Проскурина, 2003).

**Заключение.** Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствовали о том, что ремнецы сем. *Ligulidae* провоцировали в организме зараженной ими молоди карповых рыб, как патологоанатомические изменения в органах и тканях, так и трансформации в их микробиоте, которые проявлялись у зараженных рыб в более высокой бактериальной контаминации печеночной ткани в совокупности с супрессией кишечных микроорганизмов. Полученные результаты подтверждают негативное влияние ремнецов на организм младших возрастных групп карповых рыб и расширяют общие представления о паразито-хозяйных механизмах взаимодействия в системе «ремнец-молодь рыбы».

### Список литературы

- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 121 с.
- Дубинина М.Н. 1966. Ремнецы (Cestoda, Ligulidae) фауны СССР. Монографическое исследование. М-Л: Наука, 261 с.
- Дьякова С.А. 2015. Оценка санитарно-микробиологического состояния карповых рыб Северного Каспия. Материалы Второй научной школы молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения И.Б. Бирмана. М.: Изд-во ВНИРО. [Электронный ресурс].
- Инешина Е.Г., Гомбоева С.В. 2006. Методические указания к лабораторному практикуму по курсам «Санитарная микробиология», «Санитарно-микробиологический контроль на производстве». Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 90 с.
- Инструкции по сбору и обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания / Под общей редакцией Г.А. Судакова. 2011. Астрахань: КаспНИРХ, 193 с.
- Лабораторный практикум по болезням рыб. В.А. Мусселиус, В.Ф. Ванятинский,

А.А. Вихман и др. / Под ред. В.А. Мусселиус. 1983. М.: Легкая и пищевая промышленность, 296 с.

Ларцева Л.В., Проскурина В.В. Состояние паразитофауны и микрофлоры гидробионтов Волго-Каспийского региона на рубеже XXI века. 2003. Астрахань: Изд-во «КаспНИРХ», 8-11.

Ларцева Л.В., Проскурина В.В., Вьюшкова Л.А., Нестерова Л.А., Болдырева Я.Н., Лисицкая И.А. 2002. Санитарно-эпизоотическая ситуация Волго-Каспийского региона на рубеже XXI века. Рыбное хозяйство, сер. Болезни гидробионтов в аквакультуре. М.: ВНИЭРХ, 51с.

Методики оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов Каспийского бассейна с целью управления рыболовством / Под общей редакцией Г.А. Судакова. 2011. Астрахань: КаспНИРХ, 119 с.

Нетрусов А.И. 2005. Практикум по микробиологии. М.: Академия, 608 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические многоклеточные (Вторая часть), Т.3. / Под редак. О.Н. Бауер. 1987. - Л.: Наука, 583 с.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 375 с.

Хоулт Дж., Криг Н. 1997. Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. М.: Изд-во Мир, 799 с.

## Криоконсервация спермы осетровых рыб

А.А. Красильникова

Федеральный исследовательский центр «Южный научный центр Российской академии наук» (ФГБУН ФИЦ ЮНЦ РАН), г. Ростов-на-Дону  
E-mail: alexandra.kras@ya.ru

**Ключевые слова:** криоконсервация, сперма рыб, криопротектор, осетровые рыбы, выживаемость, сохранение генофонда

**Аннотация:** Цель работы - повышение выживаемости репродуктивных клеток осетровых видов рыб при криоконсервации. Материалом для исследований служили репродуктивные клетки русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt&Ratzeburg, 1833) и белуги (*Huso huso* Linnaeus, 1758), полученные на осетровых рыбоводных заводах Астраханской области в период нерестовой кампании. Выживаемость дефростированных сперматозоидов осетровых видов рыб увеличилась у белуги на 20 %, у русского осетра – на 47 %. Показана эффективность снижения токсического действия веществ в составе криозащитной среды, что привело к повышению выживаемости репродуктивных клеток осетровых видов рыб.

В настоящее время в условиях глобального экологического неблагополучия проблема сохранения биоразнообразия приобрела особую актуальность. Сохранение и увеличение запасов ихтиофауны морей и рек возможно как при поддержании в возможных пределах естественного воспроизводства, так и при обязательном развитии заводского разведения. Для восполнения сократившегося количества каспийских и азовских осетровых, сохранения и увеличения их промысловых запасов необходимо стремительное развитие искусственного воспроизводства осетровых, формирование высокопродуктивных маточных стад редких и исчезающих видов (Матишов и др., 2013). Возникла необходимость разработки разнообразных подходов использования и сохранения популяционного генофонда производителей естественной генерации для целей искусственного воспроизводства.

Методы криобиотехнологии для гидробионтов стали активно применяться последние 10–15 лет и эффективность их внедрения при сокращении численности природных популяций и дефиците производителей может быть достаточно высокой (Пономарева и др., 2012; 2017 а; 2017 б; Красильникова, 2016; Красильникова, Тихомиров, 2018).

В процессе криоконсервирования клетки подвергаются воздействию целого комплекса стрессовых факторов, которые вызывают структурные и функциональные изменения различных субклеточных систем. Данные процессы могут развиваться на этапе, предшествующем замораживанию, в зоне положительных температур в присутствии криопротекторов, а также под влиянием охлаждения и/или отогрева (Красильникова, Тихомиров, 2014; Krasilnikova, Tikhomirov, 2014).

Основными причинами, инициирующими повреждение клеток при воздействии низких температур, являются образование вне- и внутриклеточных кристаллов льда, которые разрушают клеточные структуры, и солевой (осмотический) шок, вызывающий повышение концентрации солей в клетке. Согласно двухфакторной теории, сохранность клеточных суспензий при низкотемпературном консервировании куполообразно зависит от скорости охлаждения на этапе кристаллизации. В настоящее время возможно создание искусственных условий глубокого холода, в которых достигается обратимая остановка жизнедеятельности клеток, пребывающих в состоянии суспензий, и некоторых плотных



тканей. Пределы восстановления жизнедеятельности в значительной степени определяются эффективностью примененных криопротекторов. В связи с этим интерес к криозащитным веществам и исследованиям механизмов их действия не ослабевает (Белоус, Грищенко, 1994).

Анализ накопленных данных убеждает в том, что все известные криопротекторы, в том числе обеспечивающие высокую сохранность клеток и тканей после замораживания, не лишены определенных недостатков и оказывают очень слабое действие при криоконсервировании большинства плотных тканей, органов и многоклеточных особей (Тихомиров и др., 2011).

Основная задача криозащитных сред состоит в связывании внутриклеточной воды в клетках. Однако, криопротекторы, помимо защитного, оказывают также и токсическое действие на клетки, что является стрессовым фактором. Известно, что многие, наиболее часто используемые криопротекторы, такие как диметилсульфоксид (ДМСО), 1,2-пропандиол (1,2-ПД), глицерин (ГЛ), являются пертурбантами плазматических мембран и обладают способностью заменять гидратную воду, стабилизирующую конформацию белков, липидов и других биомолекул. Токсичность данных веществ рассматривается с точки зрения гипотезы денатурации белков, согласно которой криопротекторы связывают воду, препятствуя тем самым нормальной гидратации белков и других макромолекул. В результате стресса, вызванного действием любого химического вещества на живую клетку, нарушается липидный бислой мембран, изменяется активность ферментных комплексов, что, в конечном счете, влияет на структурно-функциональное состояние мембран клеток и органелл, обладающих окислительно-восстановительной функцией (Белоус, Грищенко, 1994).

Учитывая, что любые вещества, используемые в качестве протекторов, являются в том или ином случае токсикантами для любых клеток, в том числе и репродуктивных, является целесообразным использовать криопротекторы в строго дозированных соотношениях клетка-протектор, т.к. излишнее количество криопротектора как токсиканта негативно действует на качество сперматозоидов после двойного температурного шока. Таким образом, дозированное количество эндоцеллюлярного протектора в составе криозащитного раствора, необходимого для связывания внутриклеточной жидкости в половых клетках, может повысить качество дефростированного материала.

В связи с этим нуждаются в пересмотре ряд установленных ранее положений, конкретизация которых может способствовать повышению выживаемости репродуктивных клеток рыб после двойного температурного шока и получению надежной технологии, пригодной для использования в промышленных масштабах.

Объектом исследования служили репродуктивные клетки самцов русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) и белуги (*Huso huso* Linnaeus, 1758), полученные в период нерестовой кампании.

Семенную жидкость собирали в стеклянные емкости, затем помещали их в сумку-холодильник и перевозили в лабораторию при температуре +4 °С, где осуществляли все операции.

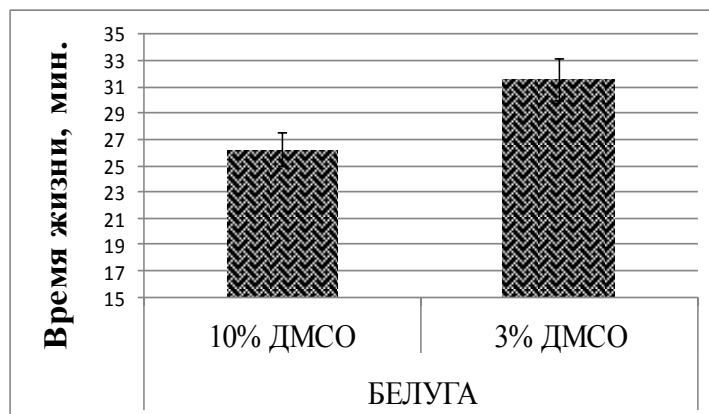
Определение качества спермы проводили визуально с использованием микроскопа и видеоокуляра с выходом на монитор компьютера.

Сперму оценивали по внешнему виду (цвет, консистенция), концентрацию сперматозоидов оценивают в счетной камере Горяева, время жизни устанавливали с помощью секундомера.

Низкотемпературное консервирование репродуктивных клеток самцов осетровых рыб проводили согласно разработанной методике (Красильникова, 2015; Пономарева и др., 2016), однако, в криозащитной среде было скорректировано содержание ДМСО (для сперматозоидов белуги его количество составило 3 %, для русского осетра – 4 %)

(Красильникова, Тихомиров, 2015). Размораживали ампулы в дистиллированной воде при температуре 38 °С.

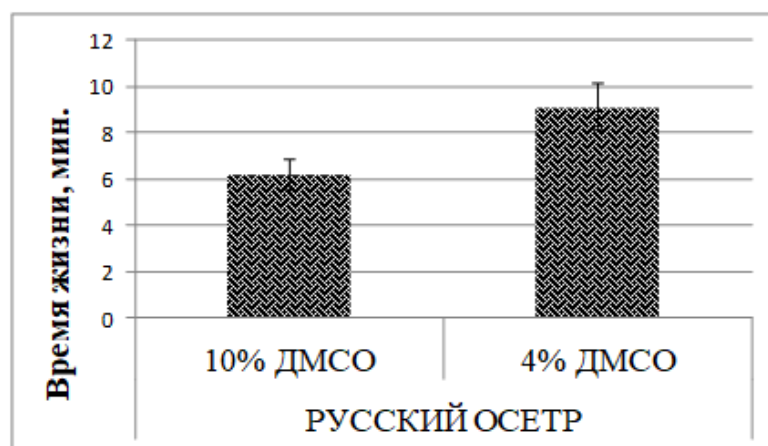
При замораживании семенной жидкости белуги в криосреде стандартного состава, содержащей 10 % проникающего криопротектора – диметилсульфоксида (ДМСО), время жизни спермиев составило  $26,2 \pm 1,4$  мин. При криоконсервации с измененным его количеством произошло увеличение выживаемости сперматозоидов (рис. 1).



**Рис. 1.** Продолжительность жизни сперматозоидов белуги после дефростации (различия достоверны при  $\alpha=0,05$ )

Время жизни спермиев белуги при замораживании в криозащитном растворе с уменьшенным количеством протектора проникающего действия увеличилось на 20 %.

Аналогичные результаты получены при замораживании спермы русского осетра (рис. 2).



**Рис. 2.** Продолжительность жизни сперматозоидов русского осетра после дефростации; различия достоверны при  $\alpha=0,05$

Продолжительность жизни спермиев русского осетра, замороженных в криозащитном растворе, содержащем 4 % диметилсульфоксида увеличилась на 47 % по сравнению с традиционным составом среды.

В результате проведенных исследований установлена эффективность снижения объемов отравляющих веществ в составе криозащитной среды для сперматозоидов осетровых видов рыб, что в свою очередь уменьшило токсическое действие последней на объект и привело к повышению времени жизни дефростированных клеток у белуги на 20 %, у русского осетра – на 47 %. Полученные результаты позволяют рекомендовать

корректировку концентрации проникающих протекторов в криозащитном растворе в зависимости от количества внутриклеточной воды для повышения выживаемости репродуктивных клеток самцов рыб после двойного температурного шока.

**Благодарности.** Работы выполнены с использованием УНУ «МУК» ЮНЦ РАН и Биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов рыб ЮНЦ РАН № 73602 в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН на 2018 г. «Оценка современного состояния, анализ процессов формирования водных биоресурсов южных морей России в условиях антропогенного стресса и разработка научных основ технологии реставрации ихтиофауны, сохранения и восстановления хозяйственно ценных видов рыб», № г/р 01201354245» и Гранта Президента РФ МК-115.2017.11, № г/р АААА-А17-117051110132-5.

### Список литературы

- Белоус А.М., Грищенко В.И. 1994. Кробиология. Киев: Наукова думка, 432 с.
- Красильникова А.А., Тихомиров А.М. 2014. Объем замораживаемого образца как один из факторов выживаемости сперматозоидов осетровых видов рыб при криоконсервации. Естественные науки 2, 62-69.
- Красильникова А.А., Тихомиров А.М. 2015. Корреляция объемов эндоцеллюлярного протектора в криозащитных средах и внутриклеточной жидкости сперматозоидов осетровых рыб. Естественные науки 3(52), 105-111.
- Красильникова А.А. 2015. Совершенствование процесса криоконсервации репродуктивных клеток самцов рыб. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 24 с.
- Красильникова А.А. 2016. Биотехнология низкотемпературного консервирования репродуктивных клеток рыб. Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии материалы международной научной конференции и молодежной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова, 534-536.
- Красильникова А.А., Тихомиров А.М. 2018. Получение жизнеспособной молоди русского осетра с применением криоконсервированной спермы и оценка поведенческих реакций криопотомства. Сельскохозяйственная биология 53(4), 762-768.
- Матишов Г.Г., Пономарев С.В., Баканева Ю.М., Болонина Н.В., Грозеску Ю.Н., Козога А.А., Распопов В.М., Пономарева Е.Н., Федоровых Ю.В., Лагуткина Л.Ю., Белая М.М., Бахарева А.А., Красильникова А.А. 2012. Справочник рыбовода. Инновационные технологии аквакультуры юга России; под ред. С.В. Пономарева. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 224 с.
- Пономарева Е.Н., Тихомиров А.М., Богатырева М.М., Красильникова А.А. 2012. Криоконсервация репродуктивного материала рыб: разработки Южного научного центра Российской академии наук. Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы азово-черноморского региона Материалы VII Международной конференции, 55-58.
- Пономарева Е.Н., Красильникова А.А., Тихомиров А.М., Фирсова А.В. 2016. Новые биотехнологические методы криоконсервации репродуктивных клеток осетровых видов рыб. Юг России: экология, развитие 11(1), 59-68.
- Пономарева Е.Н., Красильникова А.А., Фирсова А.В., Белая М.М. 2017а. Криоконсервация репродуктивных клеток рыб: история и перспективы. Рыбное хозяйство 4, 85-88.
- Пономарева Е.Н., Неваленный А.Н., Белая М.М., Красильникова А.А. 2017б. Использование криоконсервированной спермы для формирования маточного стада стерляди. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство 4, 118-127.
- Тихомиров А.М., Богатырева М.М., Красильникова А.А. 2011. Разработка криозащитных сред для низкотемпературного консервирования сперматозоидов белорыбицы (*Stenodus leucichthys* Gldenstdti, 1772) в целях сохранения генофонда // Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство 1, 58–62.

Krasilnikova A.A., Tikhomirov A.M. 2014. Alternative methods of preparation of fish sperm to freeze at ultra-high values of cooling rate. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Рыбное хозяйство. Астрахань, Издательство Астраханского государственного технического университет 2, 72-78.

## Питание сибирского осетра среднего течения р. Лена

Л.И. Кузьмина, Е.С. Горохова, Е.В. Бурмистров, Ю.А. Свешников

Якутский филиал ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр  
рыбного хозяйства», г. Якутск  
E-mail: grs-sakha@mail.ru

**Ключевые слова:** сибирский осетр *Acipenser baeri* (Brandt, 1869); р. Лена; кормовая база рыб; ихтиофауна.

**Аннотация:** В статье обсуждаются результаты исследований по питанию сибирского осетра, проведенных в июне 2016-2017 гг. на среднем течении р. Лена. Приведена размерно-возрастная характеристика исследованных рыб. Проанализированы собственные и литературные данные по составу питания осетров разных размерных групп. Показано различие в питании в зависимости от размеров осетров.

**Введение.** Сибирский осетр является одним из наиболее ценных промысловых видов рыб и в связи с этим состояние популяций и проблемы их сохранения привлекают повышенное внимание. В Якутии в настоящее время официальный промысел осетра сохранился лишь на р. Лене, где ежегодно добывается в среднем 22-23 т, промысел осетра на остальных крупных реках (Яна, Индигирка, Колыма) запрещен из-за низкой численности (Рубан, Ходоревская, 2015). В настоящее время биология ленской популяции осетра недостаточно изучена, поэтому тема данной работы является достаточно актуальной.

Питание является важным аспектом для роста и развития рыб, в связи с чем, привлекает большой интерес. Исследования многих авторов (Урбан, 1949; Пирожников, 1955; Кириллов, 1955; Карантонис, Кириллов, 1956) показывают, что осетр в отношении питания весьма пластичен. Являясь типичным бентофагом, он обладает низкой избирательностью кормовых организмов. Спектр его питания практически полностью отражает качественный состав бентоса в местах нагула. В питании осетра часто встречаются личинки двукрылых, олигохеты, моллюски, а также личинки ручейников, веснянок, поденок и другие водные беспозвоночные (Соколов, 1966).

**Материал и методы исследования.** Сбор материала для исследований проводился на среднем течении р. Лена в июне 2016-2017 гг., всего за период исследований было проанализировано 222 экземпляра разновозрастного сибирского осетра.

Лов рыбы проводился крючковой снастью, обработку проводили по общепринятой методике (Правдин, 1939). Для анализа питания у всех пойманных рыб вырезали желудки в полевых условиях и фиксировали в 75%-м растворе этилового спирта. Всего было обработано 222 желудков. В лабораторных условиях пищевые объекты анализировались счетно-весовым методом. Для определения индекса наполнения желудка (ИНЖ) содержимое обсушивали и взвешивали согласно методике (Руководство ..., 1961). Упитанность рыб определяли по формуле Кларк. Обнаруженные в желудке гидробионты в силу их сильной нарушенности, определяли по возможности до рода. При определении таксономии организмов зообентоса использовали широко распространенные определители (Определитель ..., 2001; Мамаев, 1972). Преобладающие компоненты определили как «основные», остальные объекты, обнаруженные более чем у одной рыбы, определили как «другие». Единично обнаруженные компоненты определили как «единичные».

В тексте приняты следующие сокращения: ♂ - самцы, ♀ - самки, L – длина рыб от рыла до основания хвостового плавника, Q – масса рыб с содержимым желудка, n – количество, ИНЖ – индекс наполнения желудка.

**Результаты и обсуждение.** В результате проведенных исследований сибирский осетр в июне 2016 г. был представлен 48 особями в возрасте от 5+ до 26+ лет, со средней длиной и весом 41,1 см и 562 г соответственно. Основную долю улова 52% от всей добытой рыбы составляли особи 7+, 8+ и 9+ лет (табл. 1).

**Таблица 1.** Характеристика сибирского осетра среднего течения р. Лена (июнь, 2016 г.)

Возраст	пол	L, см	L, см (средн.)	Q, г	Q, г (средн.)	n, шт.
5+	♀	22,0	22,0	63	63	1
6+	♂	28,0	28,0	145	145	1
7+	♀	35,5-38,0	36,5	272-355	314	3
	♂	34,5-38,5	36,5	252-291	273	4
	♀♂	34,5-38,5	36,5	252-355	290	7
8+	♀	35,0-38,5	37,5	263-390	338	4
	♂	35,0-38,0	37,0	254-401	332	5
	♀♂	35,0-38,5	37,2	254-401	334	9
9+	♀	40,0-42,0	40,8	374-444	404	4
	♂	36,7-42,0	39,3	354-554	434	5
	♀♂	36,7-42,0	40,0	354-554	421	9
10+	♀	37,0-42,5	40,1	405-576	476	4
	♂	41,0	41,0	492	492	1
	♀♂	37,0-42,5	40,3	405-576	479	5
11+	♀	41,0-43,5	42,1	440-512	476	3
	♂	40,5-44,0	42,2	420-604	512	2
	♀♂	40,5-44,0	42,2	420-604	49	5
13+	♂	44,5-47,5	46,5	608-794	697	3
14+	♀	45,5	45,5	560	560	1
	♂	46,0-47,5	46,7	674-772	723	2
	♀♂	45,5-47,5	46,3	560-772	668	3
15+	♂	49,0	49,0	815	815	1
17+	♀	51,0	51,0	1000	1000	1
	♂	55,4	55,4	1300	1300	1
	♀♂	51,0-55,4	53,2	1000-1300	1150	2
18+	♂	53,5	53,5	1170	1170	1
26+	♀	76,5	76,5	4720	4720	1
5+-26+	♀	28,0-76,5	41,4	145-4720	621	22
	♂	22,0-55,4	41,0	63-1300	512	26
	♀♂	22,0-76,5	41,1	63-4720	562	48

В июне 2017 г. осетр был представлен 174 особями в возрасте от 3+ до 24+ лет, со средней длиной 36,4 см при массе 405 г. Основу улова 61 % от всей добытой рыбы составляли особи 6+, 7+ и 8+ лет (табл. 2).

**Таблица 2.** Характеристика сибирского осетра среднего течения р. Лена (июнь, 2017 г.)

Возраст	пол	L, см	L, см (средн.)	Q, г	Q, г (средн.)	n, шт.
3+	♂	18,5	18,5	44	44	1

4+	♂	21,6	21,6	57	57	1
5+	♂	22,2-27,0	25,4	50-121	97	14
	♀	26,5-26,8	26,7	112-117	114	2
	♂♀	22,2-27,0	25,6	50-121	99	16
6+	♂	27,1-32,0	29,7	104-200	152	24
	♀	27,0-32,0	29,8	114-207	162	23
	♂♀	27,0-32,0	29,7	104-207	157	47
7+	♂	32,3-36,6	33,8	165-321	244	18
	♀	32,0-36,6	34	195-318	245	22
	♂♀	32,0-36,6	33,9	165-321	244	40
8+	♂	38,0-39,6	38,6	350-440	386	6
	♀	37,0-39,3	38	315-453	369	14
	♂♀	37,0-39,6	38,2	315-453	374	20
9+	♂	39,7-41,0	40,6	470-480	472	4
	♀	40,0-41,5	40,6	391-485	435	7
	♂♀	39,7-41,5	40,6	391-485	448	11
10+	♂	42,0-42,5	42,1	482-530	504	3
	♀	42,0-43,1	42,5	518-595	552	5
	♂♀	42,0-43,1	42,4	482-595	531	8
11+	♂	44	44	640	640	1
	♀	43,2-44,0	43,6	560	560	2
	♂♀	43,2-44	43,7	560-640	586	3
12+	♂	45	45	570	570	1
13+	♂	46,0-46,6	46,3	690-710	700	2
	♀	46,0-46,6	46,3	600-810	673	3
	♂♀	46,0-46,6	46,3	600-810	684	5
14+	♂	48	48	850	850	1
	♀	47,0-47,5	47,1	720-830	763	3
	♂♀	47,0-48,0	47,3	720-850	785	4
15+	♂	48,9	48,9	940	940	1
16+	♂	50,5-50,6	50,5	88-1020	950	2
17+	♂	51,6	51,6	960	960	1
18+	♂	55,3	55,3	1280	1280	1
	♀	54,9-58,0	56,4	1250-1570	1410	2
	♂♀	54,9-58,0	56	1250-1570	1366	3
19+	♂	58,1-59,5	59	1270-1660	1430	3
	♀	58,2-59,1	58,6	1360-1550	1466	4
	♂♀	58,1-59,5	58,8	1270-1660	1451	7
22+	♀	63,6	63,6	2240	2240	1
23+	♀	71	71	2550	2550	1
24+	♂	74,6	74,6	3260	3260	1
5+-24+	♂	18,5-74,6	35	44-3260	368	85
	♀	26,5-71,0	37,8	112-2550	441	89
	♂♀	18,5-74,6	36,4	44-3260	405	174

Как видно из таблиц (табл. 1, 2), средние показатели длины и массы тела осетров выше в июне 2016 г., ввиду того, что в уловах встречались более крупные особи, чем в 2017 г.

В период наших исследований осетр активно питался, как показал анализ, у более 60 % особей степень наполнения желудков по пятибалльной шкале Лебедева (Руководство, 1961) составляло в среднем 4. Пищевой спектр у осетра был разнообразный. В желудках были обнаружены малощетинковые черви (*Oligochaeta*), личинки хирономид (*Tanytarsus*, *Glyptotendipes*, *Pseudochironomus*), личинки прочих двукрылых (*Dollichopodidae*, *Tipulidae*, *Tabanidae*, *Ceratopogonidae*, *Ephydridae*), жуков (*Coleoptera*), ручейников (*Hydropsyche*, *Agraylea*), веснянок (*Perla*), поденок (*Ephemera*, *Ametropodidae*), стрекоз (*Odonata*), а также нематоды (*Nematoda*) и моллюски (*Sphaerium*). Кроме этого единично встречались пиявки (*Hirudinea*) и личинки миног (*Petromyzontida*), личинки жуков-скосарей (*Otiorhynchus*) и взрослые особи костянок (*Lithobiomorpha*), обитающие в почве и в лесной подстилке, наземные паукообразные (*Arachnida*), попадающие в воду во время паводков. Единично был встречен сибирский углозуб (*Salamandrella keyserlingii*). В желудках нескольких осетров были найдены крылатые муравьи (*Formicidae*), которые были отмечены и другими авторами (Соколов, 1966) (табл. 3).

**Таблица 3.** Состав питания осетров разных размерных групп (2016-2017 гг.)

Длина рыб, см	Кормовые объекты		Частота встречаемости, %	% по биомассе	ИНЖ
18–28	Основные	личинки хирономид	97	23	165,3
		личинки поденок	91	59	
		личинки ручейников	39	15	
Другие	личинки двукрылых нематоды	21	3	48	
		Единичные			личинки веснянок, жуков
28–38	Основные	личинки хирономид	100	25	215,5
		личинки поденок	75	69	
		личинки ручейников	25	2	
Другие	моллюски личинки двукрылых нематоды	10	4	21	
		48			
38–48	Основные	личинки хирономид	89	74	148,7
		личинки поденок	22	22	
		личинки ручейников	56	2	
Другие	моллюски личинки двукрылых нематоды	33	2	34	
		44			
Единичные	пиявки				
48–58	Основные	личинки хирономид	100	84	176,9
		личинки поденок	67	11	
		личинки ручейников	33	2	
Другие	личинки двукрылых нематоды	33	3	34	
		34			



	Единичные	личинки хирономид, олигохеты	
58–68	Единичные	личинки хирономид, стрекоз, веснянок	178,1
68–78	Единичные	личинки миног, крылатые муравьи, жуки, пауки, сибирский углозуб	119,1

Проанализировав желудки разновозрастных рыб можно сделать вывод, что состав кормовых объектов немного различен. В желудках особей с длиной до 68 см состав питания сходный и в основном состоит из зообентоса. По мере роста осетра (с длиной тела более 68 см) в питании добавляются более крупные организмы.

Как и многие бентофаги сибирский осетр в процессе питания вместе с пищевыми остатками захватывает грунт (песок, ил и растительные остатки), что иногда составляет свыше 90% веса пищевого комка (Соколов, 1966). Причиной этого может служить очень бедная кормовая база. За весь период исследований грунт в желудках не превышал 50 % и составлял: у 4 рыб 45 %, у 13 рыб 35 %, у 52 рыб 25 % и у 153 рыб не больше 10 % от всего пищевого комка, при этом максимальный ИНЖ составлял 215,5 у особей 6+ - 8+ лет, минимальный - 119,1 у самых крупных осетров. Средний ИНЖ в 2016 г. составил 128,7, а в 2017 г. – 173,1. При этом средняя упитанность по Кларк составляла 0,65 в 2016 г. и 0,53 в 2017 г.

В ранних исследованиях (в июне 1963 г.) ИНЖ ленского осетра в среднем составлял 128,1 (Соколов, 1966). Как отмечалось ранее, осетр обладает низкой избирательностью кормовых организмов, поэтому в составе питания рыб всегда будут в обилии организмы зообентоса, преобладающие на данном биотопе. Так, в современных показателях в составе питания олигохеты не были обнаружены, но было много личинок двукрылых, что подтверждает вышесказанное.

**Заключение.** Сибирский осетр является типичным бентофагом, обладая низкой избирательностью кормов, поедает все организмы зообентоса, а также при необходимости и наземных организмов. Но объекты, находящиеся в обилии будут играть основную роль в питании. Как показали результаты исследований, состав питания может изменяться по мере роста рыб. Так, у осетров до 68 см в желудках были обнаружены в основном организмы зообентоса. У крупных особей с длиной более 68 см меняется спектр питания и в желудках встречаются более крупные организмы.

### Список литературы

- Карантонис Ф.Э., Кириллов Ф.Н., Мухомедияров Ф.Б. 1956. Рыбы среднего течения реки Лены. Якутск. Тр. Ин-та биологии Якутск. фил. АН СССР 2, 3-144.
- Кириллов А.Ф. 2002. Промысловые рыбы Якутии. Москва. Научный мир, 48-49.
- Кириллов Ф.Н. 1955. Водоемы Якутии и их рыбы. Якутск. 48 с.
- Мамаев Б.М. 1972. Определитель насекомых по личинкам. Москва. Просвещение. 400 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 2001. Т. 5. Высшие насекомые. Наука. 825 с.
- Пирожников П.Л. 1955. Материалы по биологии промысловых рыб реки Лены. Изв. ВНИОРХ, С. 61-128.
- Правдин И.Ф. 1939. Руководство по изучению рыб. Под ред. проф. К.М. Дерюгина. Ленинград. С. 5-55.
- Романов В.И., Петлина А.П., Шаропина И.Б. 2009. Методы исследования пресноводных рыб Сибири: учебное пособие. Томск: изд-во Томск. ун-та, 220 с.
- Рубан Г.И., Ходоревская Р.П., Кошелев В.Н. 2015. О состоянии осетровых в России. // Астраханский Вестник экологического образования 1(31). С. 42-50.
- Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. 1961. Отв. ред. Е.Н. Павловский. Изд-во Академии наук СССР. Москва, 34-261.

- Соколов Л.И. 1966. Питание сибирского осетра *Acipenser baeri* Brandt р. Лены // Вопросы ихтиологии 6(3), 40.
- Урбан В.В. 1949. Гидробиологическое исследование в дельте Лены. Изв. ВНИОРХ, т. 29. С. 75-95.

## О максимальных размерно-весовых характеристиках темного горбыля *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758 у черноморских берегов Крыма

О.Н. Кулешова<sup>1</sup>, И.Ю. Тамойкин<sup>2</sup>, В.С. Кулешов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН (ФГБНУ «ИМБИ РАН»), г. Севастополь

<sup>2</sup>Межрегиональная общественная организация «Ассоциация подводной деятельности Крыма и Севастополя» (МРОО АПДКС), г. Севастополь

E-mail: [v\\_olgo4ka@inbox.ru](mailto:v_olgo4ka@inbox.ru)

**Ключевые слова:** Чёрное море, тёмный горбыль, *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758, максимальные размерно-весовые характеристики.

**Аннотация:** Приведены сведения о максимальных размерно-весовых характеристиках особей тёмного горбыля *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758, добытых в 2015-2018 гг. у черноморских берегов Крыма подводными охотниками в рамках специальной программы.

Надолинским В.П. (2004) при анализе многолетних данных промыслового лова были сделаны выводы о том, что тёмный горбыль *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758 распространен у всех берегов Чёрного моря, чаще встречаясь в восточной половине акватории. Для взрослых особей обычные размеры (SL) отмечены в пределах 19–30 см, масса – 300–500 г. Это единственные обнаруженные отечественные литературные статистически выверенные сведения по размерно-весовым характеристикам половозрелых особей темного горбыля в черноморских водах. При этом по сообщению того же автора отдельные экземпляры могут достигать существенно больших размеров: к примеру, в 2001 г. у Адлера была поймана самка длиной (SL) 86 см и массой 10 кг. Эти показатели являются чрезвычайно высокими показателями для понтийских популяций этого исторически средиземноморского вида. Так, у А.Н. Световидова (1964) указывается, что тёмный горбыль может достигать длины (TL) 70 см, а массы – 3-4 кг, однако у берегов бывшего СССР обычные размеры составляют 25–45 см.

С помощью долгосрочной программы МРОО АПДКС «Трофейная книга Крыма», разработанной нами при участии специалистов-ихтиологов ФГБНУ «ИМБИ РАН» А.Р. Болтачёвым и Е.П. Карповой, появилась возможность ежегодной научной фиксации некоторых характеристик наиболее крупных экземпляров *S. umbra*, добытых в светлое время суток подводными охотниками у берегов Крымского п-ова от пгт Черноморское на западе до пгт Орджоникидзе на востоке с 2015 г. по настоящее время. Фиксируются масса (г), длина (SL), пол. Попутно осуществляется сбор информации об условиях поимки (место, время, глубина, видимость, температура воды, течение), о поведении особи, а также о встречах с другими особями этого вида. Производится обязательное фотоархивирование трофеев. По возможности, ведется видеосъёмка и фиксация биоматериалов для определения возраста и других характеристик. Ежегодно в программе было задействовано до 28 опытных охотников. Всего за 4 года к участию в конкурсе на самый крупный экземпляр Трофейной книги Крыма было допущено 12 особей горбыля.

По итогам 2015 г. самый крупный тёмный горбыль массой 2350 г и длиной 44 см был добыт И.Ю. Тамойкиным у мыса Меганом (г. Судак) в июне на глубине 5 м во время сгонных явлений при температуре воды верхнего слоя 19 °С. В 2016 г. наиболее крупная особь массой 1520 г при длине 39 см была изъята В.П. Сапроновым у мыса Меганом в июне на глубине 13 м при температуре воды 22 °С. В 2017 г. самая крупная *S. umbra* массой 2950 г при длине 49,5 см была поймана С.И. Мызниковым у мыса Херсонес

(г. Севастополь) в октябре на глубине 5 м во время сгонных явлений при температуре воды верхнего слоя 18 °С. В 2018 г. очень крупный тёмный горбыль массой 4030 г и длиной 53,5 см был загарпунен А.Г. Железняком в районе бух. Голубая (г. Севастополь) в июле на глубине 8 м во время сгонных явлений при температуре воды верхнего слоя 19 °С.

На основании имеющегося фактического материала, а также по результатам опроса опытных охотников Крыма о встречах со *S. umbra*, начиная с 1970-х гг., можно сделать вывод о том, что ожидаемые предельные размерно-весовые характеристики наиболее крупных особей тёмного горбыля у берегов Крыма вряд ли превысят величину в 6 кг и длину (SL) в 60 см.

#### **Список литературы**

- Надолинский В.П. 2004. Структура и оценка запасов водных биоресурсов в Северо-восточной части Чёрного моря. Дис. канд. биол. наук. Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 171 с.
- Световидов А.Н. 1964. Рыбы Чёрного моря. М.: Наука, 550 с.

## Размерно-массовые и репродуктивные характеристики черноморской скорпены и ставриды в 2016–2018 гг.

А.Н. Лукашевич<sup>1</sup>, Н.С. Кузьмина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ДО Центр Эколого-натуралистического творчества учащейся молодежи,  
г. Севастополь

<sup>2</sup>ФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН,  
г. Севастополь

E-mail: kunast@rambler.ru

**Ключевые слова:** черноморская ставрида, морской ерш, размер, масса, гонады.

**Аннотация:** Для периода 2016–2018 гг. проанализированы такие параметры черноморского ерша и ставриды как: размер, масса, гонадо-соматический индекс. Впервые проведены наблюдения за морфологической структурой гонад в преднерестовый период. Оказалось, что размерно-массовые параметры двух видов поколений 2016–2017 гг. повысились, особенно у самцов. Тем не менее, отклонения в структуре гонад (в большей степени у самок) свидетельствуют об уязвимости репродуктивной системы и донного оседлого вида (ерша), и вида мигранта (ставриды) по отношению к загрязнению бухт Севастополя. Процент отклонений в структуре гонад ставриды был высоким; формы аномального развития половых продуктов у указанных видов различались.

К настоящему времени биологические особенности и состояние прибрежной ихтиофауны хорошо изучены. Однако остается все еще актуальным изучение параметров, отражающих влияние условий обитания на прибрежные виды.

В настоящей работе мы не только провели анализ основных популяционных показателей двух видов-доминантов (ставриды и морского ерша), но и впервые сделали наблюдения за морфологической структурой гонад этих объектов.

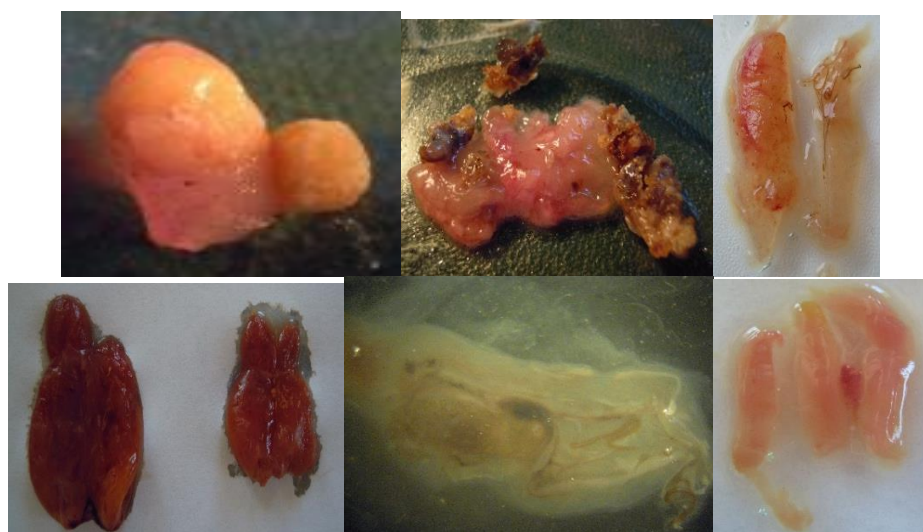
Рыб отлавливали донными ловушками в прибрежной зоне города Севастополя: б. Балаклавская, б. Мартынова, б. Стрелецкая в 2016–2018 гг.

Проводили биологический анализ рыб, включающий в себя определение длины и массы, пола и стадии зрелости (Правдин, 1966). После препарирования рыб извлекали гонады и взвешивали их для дальнейшего расчёта гонадо-соматического индекса. Возраст рыб был определён с помощью отолитов. Расчёт популяционных параметров проводили на двух видах численностью по 100 экземпляров. Было изучено состояние половых продуктов скорпены *Scorpaena porcus* в преднерестовый период (с марта по начало июня 2018 г.) на 70 экземплярах и ставриды *Trachurus mediterraneus* - на 109 экземплярах. Отмечали (в том числе фотографировали) цвет, нарушения структуры (перетяжки, скрученность и другие аномалии), наполненность половых продуктов.

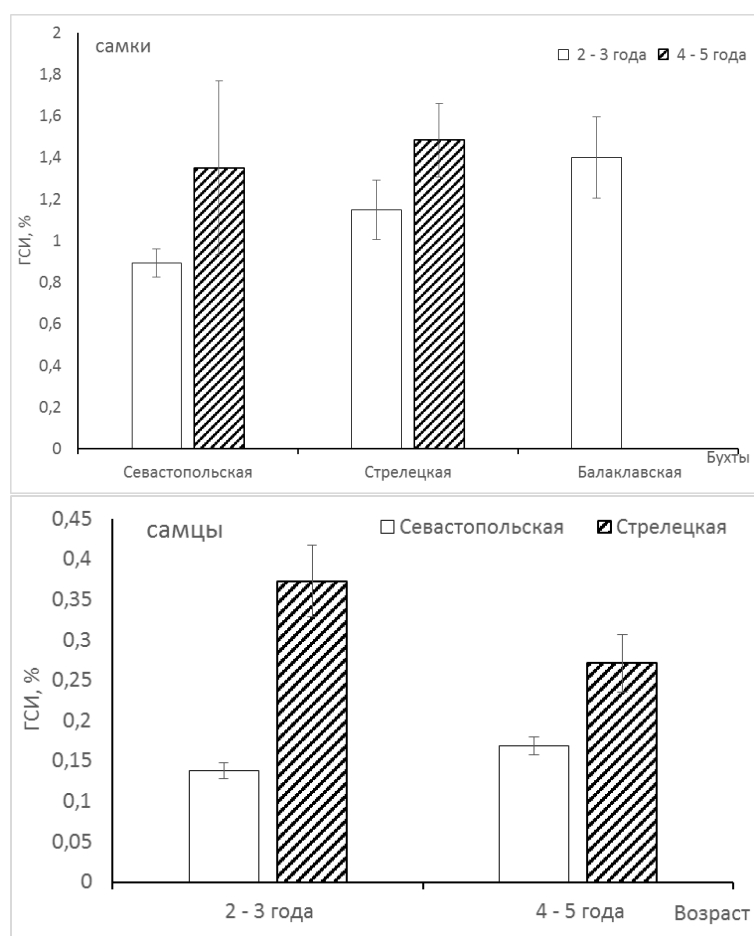
**Морской ерш.** Установлено, что у 29,4 % скорпен, большая часть из которых – самки, есть отклонения в развитии гонад. У четырёх экземпляров разница в весе между долями половых продуктов составила от 0,02 до 0,18 г. Отмечено, что у 14,7 % особей были перетяжки на гонадах; в основном по одной перетяжке на одной из долей. Зафиксирована неравномерная наполненность разных долей. Фото с самыми ярко выраженными нарушениями структуры гонад ерша и ставриды представлены на рис. 1.

Такие морфологические изменения у рыб отмечаются и в других водоемах Мирового океана. Так, основными нарушениями в морфологии гонад щуки, окуня, линя, карася и золотой рыбки после Чернобыльской аварии были: асимметрия, пролиферация соединительной ткани, замена половых клеток (Belova et al., 2009). Число аномальных

гонад, даже спустя 20 лет, колебалось от 100 % в 2003-2005 гг. до 10–0 % к 2007-2008 гг. у разных видов (Belova et al., 2009).



**Рис. 1.** Внешний вид аномально развивающихся половых продуктов: асимметрия по размерам и наполненности долей; перетяжки, наличие паразитов, три доли половых продуктов у одного самца



**Рис. 2.** Гонадо-соматический индекс черноморской скорпены из разных бухт в преднерестовый период

Установлено, что в бухте Севастопольская и у самок, и у самцов величина ГСИ минимальна (рис. 2).

**Таблица 1.** Популяционные параметры морского ерша в бухтах г. Севастополь в 2016–2018 гг.

Параметр	Бухта	Самки				Самцы			
		2	3	4	5	2	3	4	5
SI, см	Севастопольская	11,0± 0,4	11,9± 0,3	11,9± 0,3	12,09± 0,3	10,6± 0,4	11,6± 0,4	11,9± 0,6	11,1± 0,3
	Стрелецкая	10,0± 0,9	12,5± 1,2	11,5± 0,7	12,6± 1,0	9,9± 0,6	11,0± 0,9	9,7± 0,6	9,7± 0,5
	Балаклавская	-	11,5± 0,9	11,6± 0,6	10,05± 0,7	-	10,9± 0,2	10,3± 0,6	13,1± 1,0
Вес рыб, г	Севастопольская	57,56± 7,4	70,6± 5,0	73,6± 5,0	75,1± 4,9	53,5± 4,3	67,4± 7,3	74,2± 10,4	55,3± 4,5
	Стрелецкая	57,38± 19,0	111,62± 30,9	73,19± 11,8	106,5± 26,4	41,4± 8,3	71,9± 19,5	44,8± 8,8	44,9± 8,1
	Балаклавская	-	73,9± 14,3	76,1± 10,1	51,4± 14,2	-	63,3± 20,1	55,3± 10,8	110,2± 22,4

Размеры скорпены, отловленной в разных бухтах г. Севастополь, слабо отличаются как у самок, так и у самцов. В Стрелецкой бухте вес ерша выше, чем масса рыб из других акваторий (табл. 1). Важно отметить, что возрастание размерно-массовых величин с возрастом скорпены происходит слабо или вообще отсутствует (особенно у самцов), что свидетельствует о плохих условиях нагула в период с 2012–2013 гг.

Выявили некоторые колебания размера и массы ерша в различные годы исследования: самки только в возрасте 2-3 года были крупнее в 2018 г. по сравнению с 1998-2014 гг. в то время как особи старших возрастных групп не изменялись по этим параметрам (Экотоксикологические ..., 2016). Интересно отметить, что в современный период длина и масса самцов в возрасте от 2-5 лет значительно возросли, что, вероятно, свидетельствует о начинающихся процессах восстановления данного вида.

Это подтверждает и сравнительный анализ долговременных изменений величины ГСИ в 2018 г. : у самок этот параметр практически не изменялся, в то время как у самцов он значительно возрос у представителей разных возрастных групп (Экотоксикологические ..., 2016).

**Ставрида.** Показано, что почти у половины просмотренных экземпляров ставриды были отклонения во внешнем виде половых продуктов.

В то время как у 5,5 % особей обнаружили различия в размере двух долей и у 8,1 % - по плотности (степени наполнения) гонад, основная доля патологий приходилась на наличие существенных перехлестов долей (15,4 %), а также зараженности их гельминтами (18,1 %).

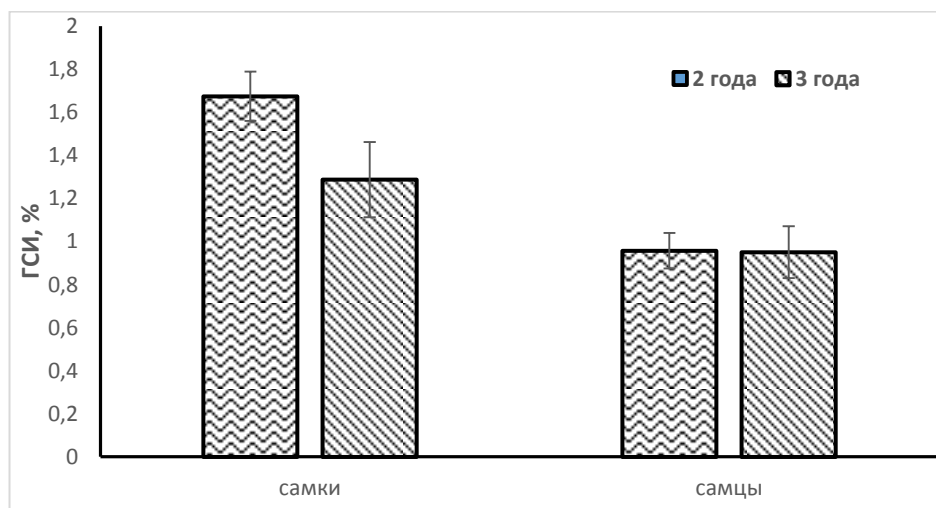
Необходимо указать, что форма стыка двух долей гонад у ставриды были замечены преимущественно у самок (10 особей), а зараженность нематодами – у самцов. У ставрид в возрасте 2 года, являющихся основными производителями в репродуктивный период, выявлен наибольший процент отклонений как по стыкам–перетяжкам, так и зараженности паразитами.

В нашей работе как у ерша, так и у ставриды основные отклонения в морфологии гонад были у самок. Вместе с тем известно, что, например, у сига *Coregonus sp.* из олиготрофного озера Норвегии основной процент аномалий гонад приходился на самцов, причем, как и в нашем случае, главными нарушениями были асимметрия, образование

спаяк, стягиваний и др. (Bernet et al., 2004). Аналогичные отклонения зафиксированы и у щуки, леща и сазана из р. Ишим (Кобетаева, 2011). Количество аномальных по указанным критериям гонад у *Coregonus sp.* из загрязненного токсикантами водоема может составлять до 40 % (Нлива et al., 2011).

В исследованный период величина ГСИ была выше у двухгодовалых экземпляров (рис. 2). Значения ГСИ у самок выше, чем у одновозрастных самцов.

В 2018 г. величины ГСИ у ставриды были близки таковым в 2005-2007 и 2010 гг. и даже выше, чем в более поздний период (Экотоксикологические ..., 2016).



**Рис. 2.** Гонадо-соматический индекс черноморской ставриды в преднерестовый период

Полового диморфизма по размеру и массе у черноморской ставриды нет (табл. 2). С увеличением возраста размер как самок, так и самцов не изменялся в 2016–2018 гг., в то время как по массе отметили значительный прирост с двух до трёх лет.

При сравнении с более ранним периодом (2003-2012 гг.) показано, что в настоящее время размерно-массовые параметры двухгодовалой ставриды, особенно самцов, стали выше, а в возрасте 3 года изменений не установлено. Однако эти величины не превосходили данных, полученных для 2005-2007 и 2010 гг. (Экотоксикологические ..., 2016).

**Таблица 2.** Популяционные параметры черноморской ставриды у побережья Севастополя в 2016–2018 гг.

Параметр	Самки	Самцы	Самки	Самцы
	2 года	2 года	3 года	3 года
SI, см	11,87±0,137	11,81±0,112	12,86±0,213	12,98±0,125
Вес рыб, г	21,96±0,912	21,30±0,504	26,81±1,567	26,49±1,038

На основании проделанной работы можно заключить, что только в последние годы (2017–2018 гг.) наблюдается тенденция улучшения состояния ставриды и скорпены, что выразилось в высоких величинах ГСИ и массы рыб, особенно самцов. Тем не менее, нами отмечены отклонения в структуре гонад (в большей степени у самок), что указывает на чувствительность репродуктивной системы к загрязняющим веществам в бухтах Севастополя. Процент отклонений и характер аномального развития половых продуктов у ставриды и скорпены различные.



Работа выполнена по теме «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (регистрационный номер НИОКТР: АААА-А18-118020890074-2, дата регистрации 08/02/2018).

#### Список литературы

Кобетаева Н.К. 2011. Расчет индекса неблагоприятного состояния (ИНС) для рыбного населения реки Ишим. Аграрный вестник Урала 2(81), 62-64.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Изд. Пищ. пром., 376 с.

Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя. М.: изд. ГЕОС, 2016. 360 с.

Belova N.V., Emel'yanova N.G. 2009. Status of the Reproductive System of Bony Fish from the Terev River and the Kiev Reservoir 20 Years after the Chernobyl Accident. Journal of Ichthyology. 49(9), 793-802.

Bernet D., Wahli T., Kueng C., Segner H. 2004. Frequent and unexplained gonadal abnormalities in whitefish (central alpine *Coregonus sp.*) from an alpine oligotrophic lake in Switzerland. Diseases of aquatic organisms 61, 137-148.

Hliwa P., Demska-Zakęś K, Martyniak A, Król J, Dietrich G. J., Ciereszko A. 2011. Regularities and anomalies in the structure of gonads in coregonid fishes. Pol. J. Natur. Sc. 26(1), 55-64.

## Шримсы – потенциальный объект тралового промысла в Татарском проливе

В.С. Лукьянов, Д.Н. Юрьев

ФГБНУ Хф «ТИНРО-Центр», г. Хабаровск

E-mail: [khv@tinro.khv.ru](mailto:khv@tinro.khv.ru)

**Ключевые слова:** шримсы, креветки, Японское море, Татарский пролив, распределение, промысел, уловы, запасы.

**Аннотация:** Рассматривается возможность ведения промысла шримсов медвежат и козырьковых шримсов, образующих смешанные скопления в северной части Татарского пролива. Приводятся данные по распределению, запасам, уловам на усилии шримса-медвежонка шипастого, прилове козырькового шримса и гребенчатой креветки.

Традиционными объектами креветочного промысла в Татарском проливе уже много лет являются креветки гребенчатая *Pandalus hypsinotus* и северная *Pandalus borealis eous*. Первая добывается ловушками, вторая донным тралом. В 2014 г. здесь начался и получил бурное развитие специализированный траловый промысел углохвостой креветки *Pandalus goniurus* (Юрьев и др., 2016), ранее эпизодически имевший место в Беринговом и Охотском морях. В последние годы добытчики стали проявлять интерес к шримсам, главным образом, медвежонку шипастому *Sclerocrangon salebrosa*, как дорогостоящему и востребованному на рынке объекту. Шримс-медвежонк шипастый – активный ночной хищник, не питающийся падалью, поэтому ловится он преимущественно в темное время суток и только донным тралом. Вместе с ним часто попадает и шримс козырьковый обыкновенный *Argis lar*, обитающий в сходных батиметрических границах.

Совместная добыча этих двух видов шримсов (*Argis lar* – в качестве прилова) в последние годы ведётся креветочными тралами в районе Сахалинского залива Охотского моря. Здесь по данным ХфТИНРО, полученным на промысле в 2015 г., в общей массе уловов шримсов доля козырькового шримса составляла от 11 до 55, в среднем – 30,4 %. В 2017 г. по данным Амурского территориального управления на 80 т вылова шримса-медвежонка шипастого пришлось 30 т козырькового шримса.

В Японском море промысловые концентрации шримса-медвежонка шипастого имеют место в заливе Петра Великого (Мокрецова, Дробязин, 2000), где много лет велся его прибрежный траловый промысел, и в Татарском проливе (Иванов, 1931), где шримс не добывался. В Татарском проливе скопления шримса-медвежонка шипастого сохраняли стационарность своего местоположения, как в сезонном, так и в многолетнем планах, занимая северную часть пролива с «ядром» концентрации у 51°15' с.ш. Почти весь запас шримса в проливе сосредоточен в районе севернее 49°45' с.ш., а южнее 49°15' с.ш. он почти не встречался. Шримс-медвежонк встречался в уловах на глубинах до 170 м, а его промысловые скопления – в диапазоне примерно от 40 до 100 м.

В 2017 г. в северо-западной части Татарского пролива в районе концентрации шримса-медвежонка шипастого в течение четырех дней проводились пробные промысловые траления 59-метровым (раскрытие 35 м) креветочным тралом. Поскольку основную часть времени занял поиск промысловых скоплений, суточные выловы *S. salebrosa* оказались небольшими – от 157 до 645, в среднем 360 кг, что, однако, сопоставимо с таковыми в заливе Петра Великого – 500-600 кг/сутки в среднем. К сожалению, козырьковый шримс в обработку не брался, поэтому данных о его прилове

нет, по визуальной же оценке доля последнего могла составлять около 30-50 % улова шримсов.

При выполнении учетных траловых съемок вместе со шримсом-медвежонком шипастым на севере Татарского пролива практически всегда попадался козырьковый шримс, причем зачастую он в уловах преобладал. Иногда в небольших количествах прилавливался шримс-медвежонк северный *Sclerocrangon boreas* (табл.).

По данным траловых съемок запасы шримса-медвежонка шипастого в заливе Петра Великого и в северо-западной части Татарского пролива составляли в среднем около 1,2 и 2,2 тыс. т, соответственно. Уловы по величине были в этих районах близкими – от 3 до 68 и от 15 до 55 кг/час траления 27-метровым тралом (горизонтальное раскрытие 16 м), соответственно. Отсюда следует, что промысловая обстановка на севере Татарского пролива должна быть не хуже, чем на юге Приморья. При 10%-ном изъятии промыслового запаса возможный вылов шримса-медвежонка шипастого в северо-западной части Татарского пролива таким образом может составлять около 220 т, а прилов козырькового шримса – порядка 80 т. Промысел возможен как в территориальном море (ТМ), так и в исключительной экономической зоне (ИЭЗ) РФ (табл.). Поскольку имеющиеся оценки запасов шримса-медвежонка шипастого в приморском и сахалинском промысловых районах Татарского пролива близки по величине, промысловый потенциал всего пролива теоретически может быть оценен в 440 и 160 т, соответственно.

**Таблица.** Соотношение разных видов шримсов (в % от общей массы их улова) в районе концентрации шримса-медвежонка шипастого на северо-западе Татарского пролива (подзона Приморье от 50°15' до 51°20' с.ш.) по данным учетной траловой съемки 2018 г.

Глубина, м	Район	<i>Argis lar</i>	<i>Sclerocrangon salebrosa</i>	<i>Sclerocrangon boreas</i>
126	ИЭЗ	28	72	0
106	ИЭЗ	30	70	0
77	ТВ	14	86	0
57	ТВ	92	0	8
35	ТВ	3	0	97
30	ИЭЗ	86	14	0
49	ИЭЗ	74	26	0
52	ИЭЗ	45	55	0
35	ТВ	96	4	0
45	ТВ	51	49	0
35	ТВ	24	13	63
20	ТВ	0	0	100
88	ИЭЗ	1	99	0
98	ИЭЗ	6	94	0
83	ИЭЗ	0	100	0
74	ИЭЗ	4	96	0
66	ТВ	37	63	0

С другой стороны, промысел шримса-медвежонка шипастого в проливе ранее не проводился, статистика по его уловам и вылову отсутствует. Не изучены такие важные при организации специализированного промысла особенности биологии вида в Татарском проливе, как сроки размножения и массовых линек, скорость роста, продолжительность жизни. Кроме того, вместе со шримсами на севере Татарского пролива обитает и

гребенчатая креветка, траловый промысел которой в районе запрещен Правилами рыболовства. Согласно данным учетных съемок, в северо-западной части пролива на участке от 49°30' до 50°00' с.ш. шримс-медвежонок шипастый находился в прилове к гребенчатой креветке, на участке от 50 до 51° с.ш. прилов гребенчатой креветки обычно составлял от 30 до 40 % в общей массе со шримсом-медвежонок шипастым, а севернее 51° с.ш. – от 0 до 14 %.

Из приведенных данных следует, что специализированный траловый промысел шримса-медвежонка шипастого на севере Татарского пролива возможен, скорее всего, на ограниченном участке севернее 51° с.ш., где поселение вида достигает наибольших плотностей, прилов козырькового шримса относительно невелик, а прилов гребенчатой креветки минимален. Определение границ такого промыслового участка и уточнение объема возможного изъятия (РВ) шримса-медвежонка шипастого на этом участке на имеющемся материале затруднительны ввиду редкой сетки станций учетных съемок. Для этого нужны специальные исследования.

Таким образом, шримс-медвежонок шипастый и козырьковый шримс могут рассматриваться как потенциальные объекты креветочного промысла в Татарском проливе. В целях рационального использования биоресурсов при осуществлении специализированного тралового промысла шримса-медвежонка шипастого в северной части Татарского пролива, целесообразно наделять добывающие суда совмещенными квотами на изъятие шримсов-медвежат и козырьковых шримсов, а также определить допустимый объем прилова гребенчатой креветки в случае невозможности ее выпуска в среду обитания в живом виде.

#### Список литературы

Иванов А.В. 1931. О нахождении промыслового чилима «медвежонок» – *Sclerocrangon salebrosa* – в северной части Татарского пролива. Соц. реконст. рыб. хоз. Д. В. (11-12), 115-117.

Мокрецова Н.Д., Дробязин Е.Н. 2000. Распределение и некоторые черты биологии шримса-медвежонка залива Петра Великого Японского моря. Известия ТИНРО 127, 326-333.

Юрьев Д.Н., Поваров А.Ю., Лукьянов В.С. 2016. Распределение, запасы, особенности биологии углохвостой креветки *Pandalus goniurus* и первые результаты ее специализированного промысла в Татарском проливе. Известия ТИНРО 184, 105-119.

## Использование запасов тихоокеанских лососей в Сахалинской области

*А.А. Макоедов<sup>1</sup>, А.Н. Макоедов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Южно-Сахалинск

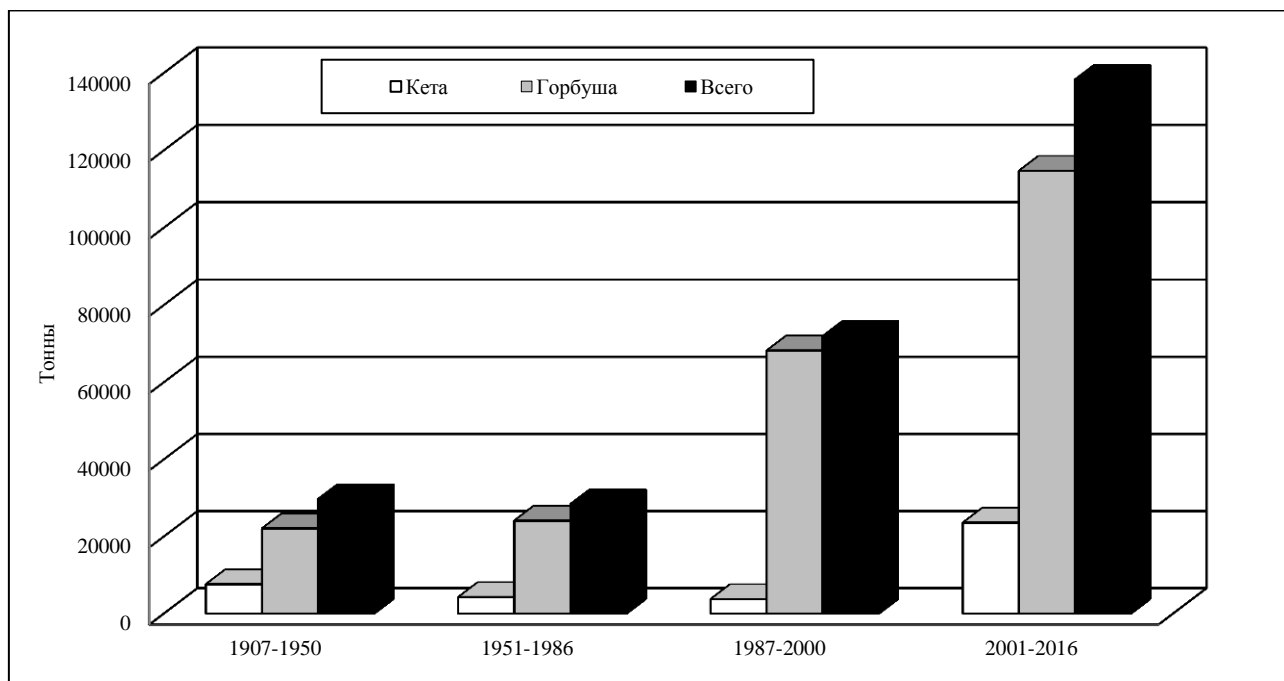
<sup>2</sup>Правительство Сахалинской области, г. Южно-Сахалинск

E-mail: makoevov.a@mail.ru

**Ключевые слова:** горбуша; кета; запасы тихоокеанских лососей; объемы вылова; промысловая нагрузка; рациональное использование запасов; управление биоресурсами; Сахалинская область; Сахалино-Курильский регион; Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн; Восточно-Сахалинская подзона.

**Аннотация:** Представлена информация об использовании запасов тихоокеанских лососей, воспроизводимых в пресноводных водоемах Сахалино-Курильского региона. Дана общая характеристика основных тенденций. Обозначены противоречия в лососевом хозяйстве Сахалинской области и задачи по их минимизации.

Лососевый промысел в Сахалино-Курильском регионе, как и на всем Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне, определяет состояние запасов горбуши и кеты. Среднегодовые объемы вылова упомянутых видов тихоокеанских лососей до недавнего времени демонстрировали устойчивую тенденцию к росту (рис. 1). По этому показателю Сахалинская область традиционно занимала лидирующие позиции на бассейне.



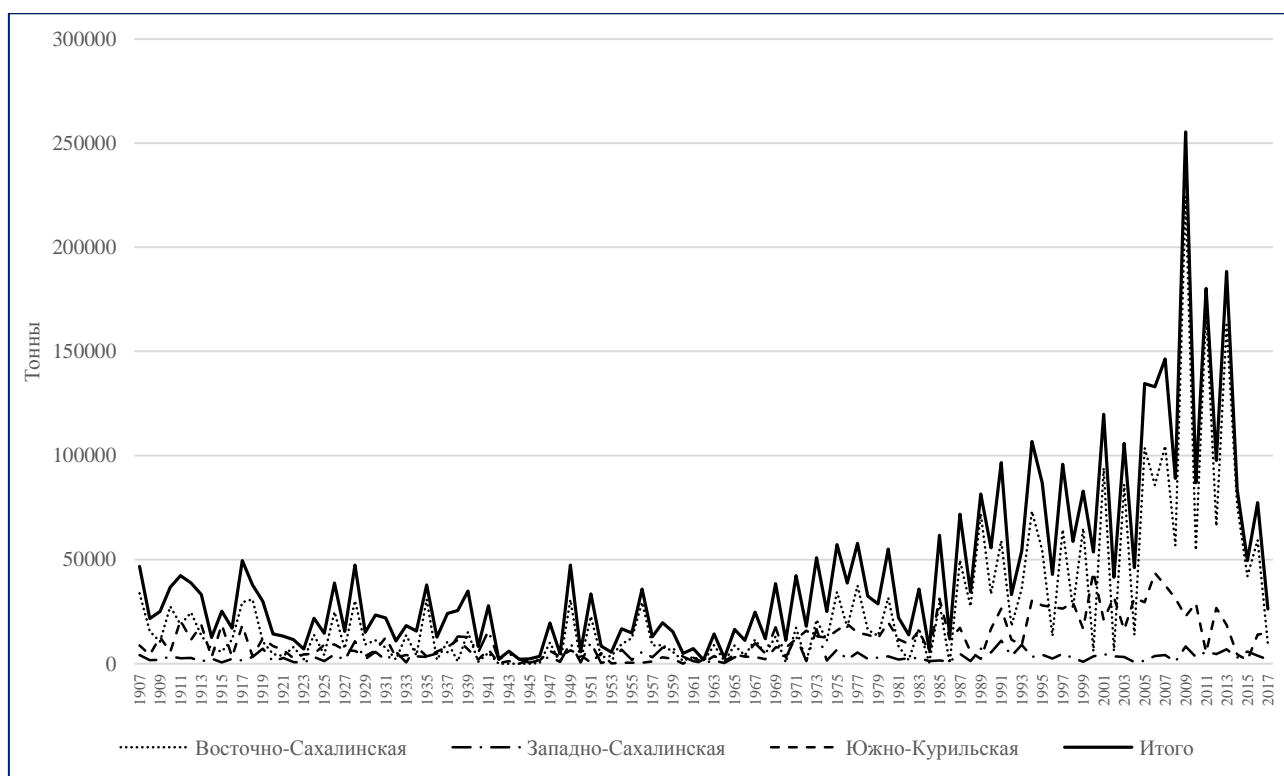
**Рис. 1.** Вылов лососей в Сахалино-Курильском регионе (по данным ВНИРО и СахНИРО)

Последовательное увеличение объемов добычи (рис. 2) наиболее массового объекта промысла – горбуши – происходило в рассматриваемом районе до 2013 г. В 2009

г. был достигнут исторический максимум, составивший более 255 тыс. т. Как правило, численно преобладали генерации нечетных лет.

На протяжении XX века в одном из наиболее продуктивных дальневосточных районов промысла горбуши – охотоморском побережье Сахалина (рис. 3) – среднегодовой улов нечетных генераций составлял 15 тыс. т, а четных – 10 тыс. т. В начале нынешнего столетия показатели вылова существенно возросли, достигнув значений около 95 и 40 тыс. т, соответственно.

Значительный рост объемов добычи сахалино-курильских группировок горбуши в первое и до середины второго десятилетий XXI века был обусловлен не только увеличением численности производителей, но и очевидным повышением промысловой нагрузки. С конца 1980-х – начала 1990-х гг. происходил, практически нерегулируемый количественный рост мест постановки орудий лова. Среди последних преобладали морские ставные невода, у которых поступательно увеличивали длину центрального крыла. В отдельные годы устанавливали до 900 неводов. Обычно 700-800. Кроме этого, так называемые, рыбопромысловые участки формировали в нерестовых реках. Дополнительно широкое распространение получила практика использования рыбоучетных заграждений (РУЗ) для концентрации мигрирующих производителей и их последующего изъятия. Количество РУЗ с изъятием в конце первого десятилетия нынешнего века достигало ста и более единиц.



**Рис. 2.** Вылов горбуши в Сахалино-Курильском регионе (по данным ВНИРО и СахНИРО)

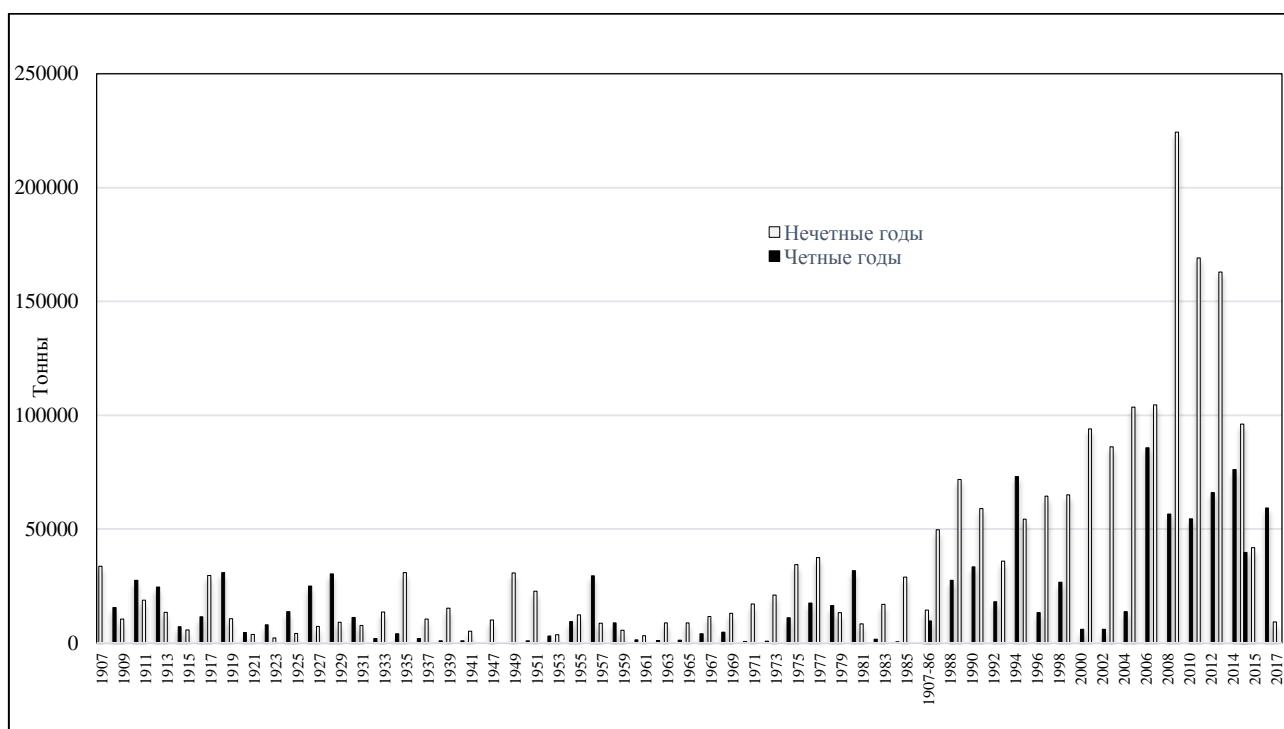
Невиданный размах в Сахалинской области получил ННН-промысел. Судя по информации об объемах продукции (прежде всего, лососевой икры), на которую выдавали разрешения на вывоз из региона, неучтенные объемы вылова в некоторые годы превосходили показатели легального промысла. Наряду с этим совершенствовались технологии легализации браконьерского улова.

Перечисленные факторы привели к тому, что запасы горбуши поколений нечетных лет оказались подорваны. В 2015 г. добыли менее 50 тыс. т горбуши, а в 2017 г. – всего

лишь 26 тыс. т. Наиболее сильно негативные тенденции проявились на охотоморском побережье Сахалина. Если в период с 2001 по 2013 гг. объемы вылова находились на уровне около 100 тыс. т (с рекордом 1907-2017 гг. 224 тыс. т в 2009 г.), то в 2015 г. здесь добыли 42 тыс. т, а в 2017 г. – менее 10 тыс. т, что оказалось минимальным значением для нечетных лет, начиная с 1983 г. Стадо горбуши, приуроченное к заливу Анива, утратило промысловое значение.

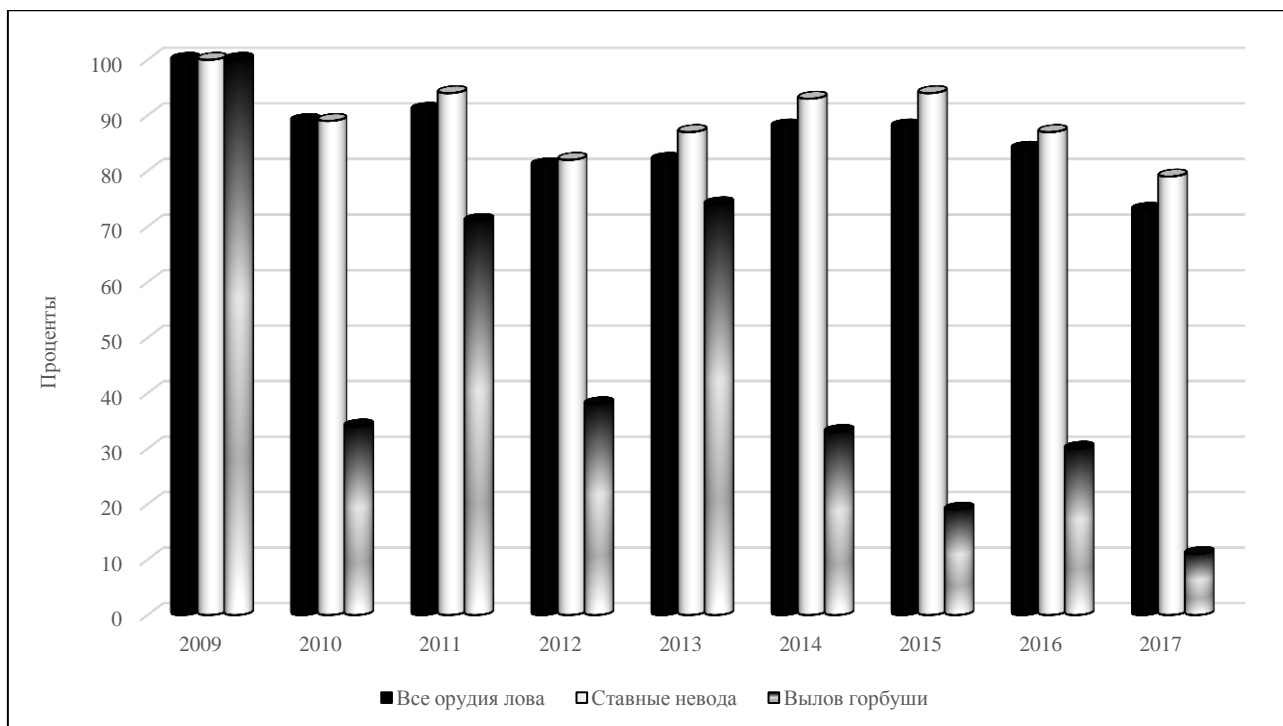
Численность нерестовых группировок генераций четных лет (за исключением воспроизводящихся в реках залива Анива) пока относительно устойчива. В 2018 г. в Сахалино-Курильском регионе добыто более 84 тыс. т горбуши. Из них более 47 тыс. т пришлось на Восточно-Сахалинскую подзону.

Прогрессирующий дисбаланс между ресурсным потенциалом горбуши и промысловой нагрузкой на ее нерестовые группировки отчетливо выражен на рис. 4. За период с 2009 по 2017 гг., когда объемы вылова снизились почти на 90 %, общее количество орудий лова сократили на 27%, а количество ставных неводов – всего лишь на 21%. Несмотря на то, что исторически суммарный ресурсный потенциал производителей горбуши в нечетные годы в 1,5-2,5 раза превышает таковой для генераций четных лет, промысловая нагрузка фактически остается неизменной.



**Рис. 3.** Вылов различных генераций горбуши на охотоморском побережье Сахалина (по данным ВНИРО и СахНИРО)

Последствия нерационального промысла в совокупности с увеличением браконьерства привели к очевидному подрыву запасов горбуши генераций нечетных лет, воспроизводящихся в реках охотоморского побережья Сахалина. Не спасают ситуацию и рыбоводные мероприятия, хотя количество лососевых рыбоводных заводов на острове год от года растет.



**Рис. 4.** Соотношение объемов вылова горбуши и орудий промысла в Сахалинской области (по данным Агентства по рыболовству СО)

Состояние запасов тихоокеанских лососей их рациональное использование и деятельность лососевого хозяйства в целом имеют огромное значение для Сахалинской области и ее жителей.

Отмеченные выше тенденции снижения численности нерестовых подходов и связанные с этим неопределенности или очевидные риски вызывают возникновение и развитие различных неблагоприятных последствий экономического и социального плана.

По информации, полученной от работников рыбного хозяйства, устойчиво возрастают издержки и снижаются доходы связанных с лососевым промыслом и переработкой предприятий, а также их работников. Например, в 2017 г. средний улов горбуши на один ставной невод (при затратах на установку в пределах 1,5-2 млн руб.) составил около 60 т. Учитывая существующие расценки по оплате труда рыбаков на промысле горбуши (около 10 руб/кг на бригаду из 10-15 чел.), можно заключить, что средний заработок на прошлогодней лососевой путине не должен был превышать 60 тыс. руб. Для сравнения, на Восточной Камчатке рыбаки в путину 2017 г. зарабатывали на пай 300-1000 тыс. руб.

Регулирующие промысловую нагрузку механизмы отсутствуют. Многие сахалинские предприятия, особенно небольшие, в сложившихся условиях перестают функционировать. Сокращается занятость местного населения в лососевом хозяйстве.

Резко обострились противоречия между рыбодобывающими и рыболовными предприятиями. Наиболее выражено это при использовании запасов кеты.

Из-за увеличивающейся себестоимости и растущих розничных цен лососевая продукция становится все более дорогой, а, следовательно, менее доступной для существенной части населения Сахалинской области, особенно для малообеспеченных слоев населения.

Необоснованно жесткие ограничения подавляющего большинства местных жителей в праве добывать тихоокеанских лососей (преимущественно горбуши) для личного потребления способствуют росту ННН-промысла. При этом в сферу браконьерства, которое по сути в значительной мере приобрело бытовой характер,



вовлекается все больше и больше жителей региона. В огромных масштабах осуществляется скупка и легализация браконьерских уловов. Законодательная база в этом плане явно не соответствует жизненным реалиям. В сложившихся условиях люди все более и более утрачивают уважение к контролирующим органам и к власти вообще, перестают осознавать возможные для себя и окружающей среды последствия от совершаемых противоправных действий.

Перечень негативных моментов можно продолжить.

Наряду с другими неблагоприятными факторами все это вызывает бурный рост социальной напряженности в Сахалинской области, минимизирует благоприятное восприятие позитивных тенденций в жизни региона.

У современного лососевого хозяйства Сахалинской области отсутствуют не только понятные перспективы дальнейшего развития, но и более-менее обозначенная концептуальная модель, учитывающая современные научные представления о значении объектов промысла в социально-экономическом развитии региона, их популяционной биологии, возможностях и ограничениях добычи и повышения репродуктивного потенциала тихоокеанских лососей, механизмах эффективного государственного управления запасами.

На разработку предложений по сокращению и минимизации обозначенных противоречий в деятельности лососевого хозяйства Сахалинской области предстоит направить усилия рыбохозяйственной науки в ближайшей перспективе. Это жизненная необходимость, поскольку в 2028 г. заканчивается срок действия большинства договоров на пользование рыбопромысловыми участками для промышленного и прибрежного вылова тихоокеанских лососей. От того насколько к тому времени будет проработана модель развития лососевого хозяйства региона зависит не только дальнейшая судьба лососевых запасов, но и в значительной мере дальнейшая история Сахалино-Курильского региона.

## Паразитофауна окуня в водоемах Центрального федерального округа

Е.О. Маркова, Н.Н. Романова

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства» (ВНИИПРХ), п. Рыбное, Московская обл.  
E-mail: [vniprh@mail.ru](mailto:vniprh@mail.ru), [lab.ihtopat@mail.ru](mailto:lab.ihtopat@mail.ru)

**Ключевые слова:** эвтрофирование, паразитофауна, коэффициент Жаккара, окунь  
**Аннотация:** Представлены данные по паразитофауне окуня в водоемах Центрального федерального округа. Проведен сравнительный анализ таксономического разнообразия фауны паразитов окуня в водоемах четырех областей РФ: Тамбовской, Липецкой, Брянской и Белгородской. Видовое разнообразие паразитофауны зависит от размера водоема, его трофотипологических характеристик и состава гидрофауны, определяющего богатство ценологических связей в структуре ихтиоценоза.

ФГБНУ «ВНИИ пресноводного рыбного хозяйства» с 2010 года осуществляет мониторинг водоемов средней полосы России в рамках Государственного задания. Одной из задач являлась оценка среды обитания гидробионтов, их качества и безопасности для потребителей. В рамках этой работы сотрудниками лаборатории ихтиопатологии проведена оценка паразитофауны основных объектов ихтиофауны в водоемах.

В данную статью включен материал по оценке паразитофауны окуня (*Perca fluviatilis*), который является распространенным представителем ихтиофауны в водоемах Центрального федерального округа (ЦФО).

По данным Определителей паразитов пресноводных рыб (1984; 1985; 1987) состав паразитов окуня представлен 89 видами.

Паразитологический анализ окуней проводили общепринятыми в ихтиопаразитологии методами (Быховская-Павловская, 1985; Лабораторный практикум ..., 2016; СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации»), идентификацию паразитов – по: «Определители паразитов ..., 1984; 1985; 1987), также были использованы международные документы (Ветеринарно-санитарный кодекс водных животных, Руководство по водным животным).

Проведен сравнительный анализ таксономического разнообразия фауны паразитов речного окуня в водоемах четырех областей РФ: Тамбовской, Липецкой, Брянской и Белгородской. Для проведения анализа использовался коэффициент Жаккара (от 1 до 0, где 1 – отсутствие разнообразия, 0 – полное несовпадение) (Мэгарран, 1992).

Объем проанализированного материала составил 190 экз. окуней.

У окуня выявлен 21 вид паразитов, относящихся к 9 систематическим группам:

1. Mesomycetozoa (*Dermocystidium percae*),
2. Мухозоа (*Henneguya creplini*),
3. Monogenea (*Diplozoon paradoxum*, *Dactylogirus tenuis*),
4. Cestoda (*Cyathocephalus truncatus*, *Proteocephalus percae*),
5. Aspidogastrea (*Aspidogaster limacoides*),
6. Trematoda (*Tylodelphys clavata*, *Tylodelphys podicipina*, *Diplostomum sp.*, *Postodiplostomum cuticola*, *Postodiplostomum brevicaudatum*, *Ichyocotylurus variegatus*, *Ichyocotylurus platycephalus*, *Ichyocotylurus pileatus*, *Paracoenogonimus ovatus*, *Apophallus miehlingi*, *Bunodera lucioperca*),
7. Acanthocephala (*Acanthocephalus lucii*),

8. *Bivalvia* (глохидии),

9. Crustacea (*Ergasilus sieboldin*, *Argulus foliaceus*).

Наибольшая численность видов паразитов выявлена в Белгородском водохранилище (табл.) - 12 видов, относящихся к 5 систематическим группам: Mesomycetozoa, Monogenea, Cestoda, Trematoda и Acanthocephala.

Многообразие в составе паразитов может объясняться тем, что располагаясь южнее Белгорода, то есть ниже по течению реки Северский Донец, Белгородское водохранилище испытывает на себе мощный антропогенный пресс урбанизированной территории, что привело к высокому уровню эвтрофикации этого водоема. В таких водоемах преобладают паразиты со сложным жизненным циклом, в частности трематоды. В паразитофауне окуня из Белгородского водохранилища трематоды составляют 67 % (8 видов) от общего числа видов паразитов. В жизненном цикле трематод для нормального его завершения требуются два промежуточных хозяина (моллюск и рыба), а окончательным является рыба. В Белгородском водохранилище созданы все условия для развития трематодозов.

Подобным водоемом является Матырское водохранилище, расположенное в Липецкой области. Паразитофауна окуня в нем представлена 11 видами, из которых 73 % составляют трематоды.

В паразитофауне окуня других водоемов выявлено меньшее количество видов (табл.). В Старооскольском и Челнавском водохранилищах – по 9 видов, в озере Бытошь - 7 видов, в Шушпанском и Тамбовском водохранилищах – по 6 видов, в реке Цна - 5 видов, реках Воронеж и Десна - по 4 вида, в реке Дон – 1 вид.

К эпизоотически значимым видам паразитов относят диплостомид, ихтиокотилюрид. Наличие их у рыб в водоеме при определенных условиях может привести к возникновению диплостомоза и ихтиокотилюриоза. Практически во всех водоемах у окуней было выявлено носительство этих паразитов.

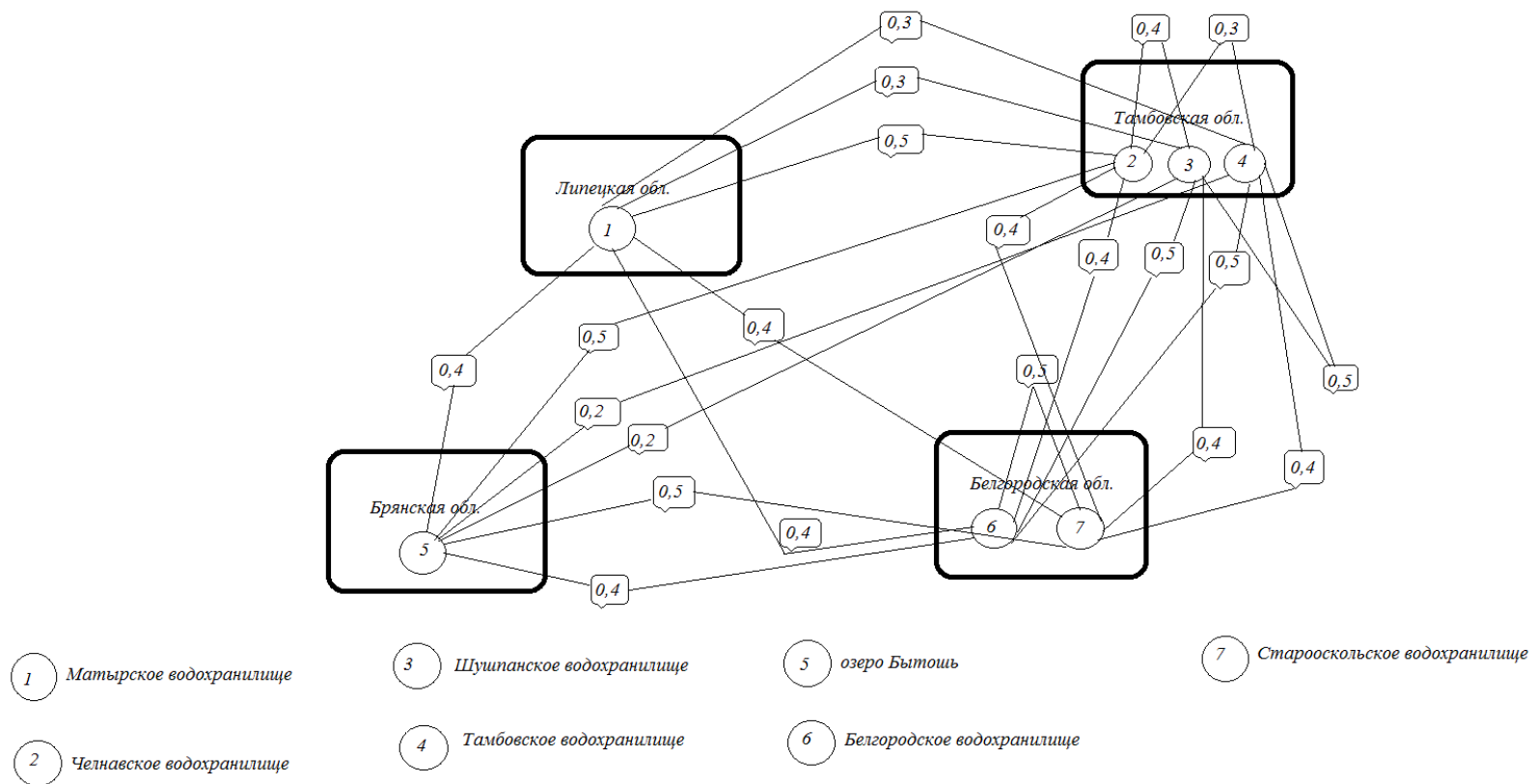
Из потенциально опасных для теплокровных животных и человека гельминтов у окуней были выявлены метацеркарии трематод *Apophallus miehlingi* в Матырском водохранилище (Липецкая обл.) и реке Десна (Брянская обл.).

Проведен сравнительный анализ паразитофауны окуня из разных водных объектов. Результаты обследования окуня из водохранилищ показали, что наибольшее сходство паразитофауны выявлено между Матырским и Челнавским (0,5), Шушпанским и Тамбовским (0,5), озером Бытошь и Челнавским (0,5), озером Бытошь и Старооскольским водохранилищем (0,5). Наименьшее сходство по паразитофауне окуня имеют: озеро Бытошь с Тамбовским водохранилищем (0,2) и с Шушпанским (0,2) (рис. 1).

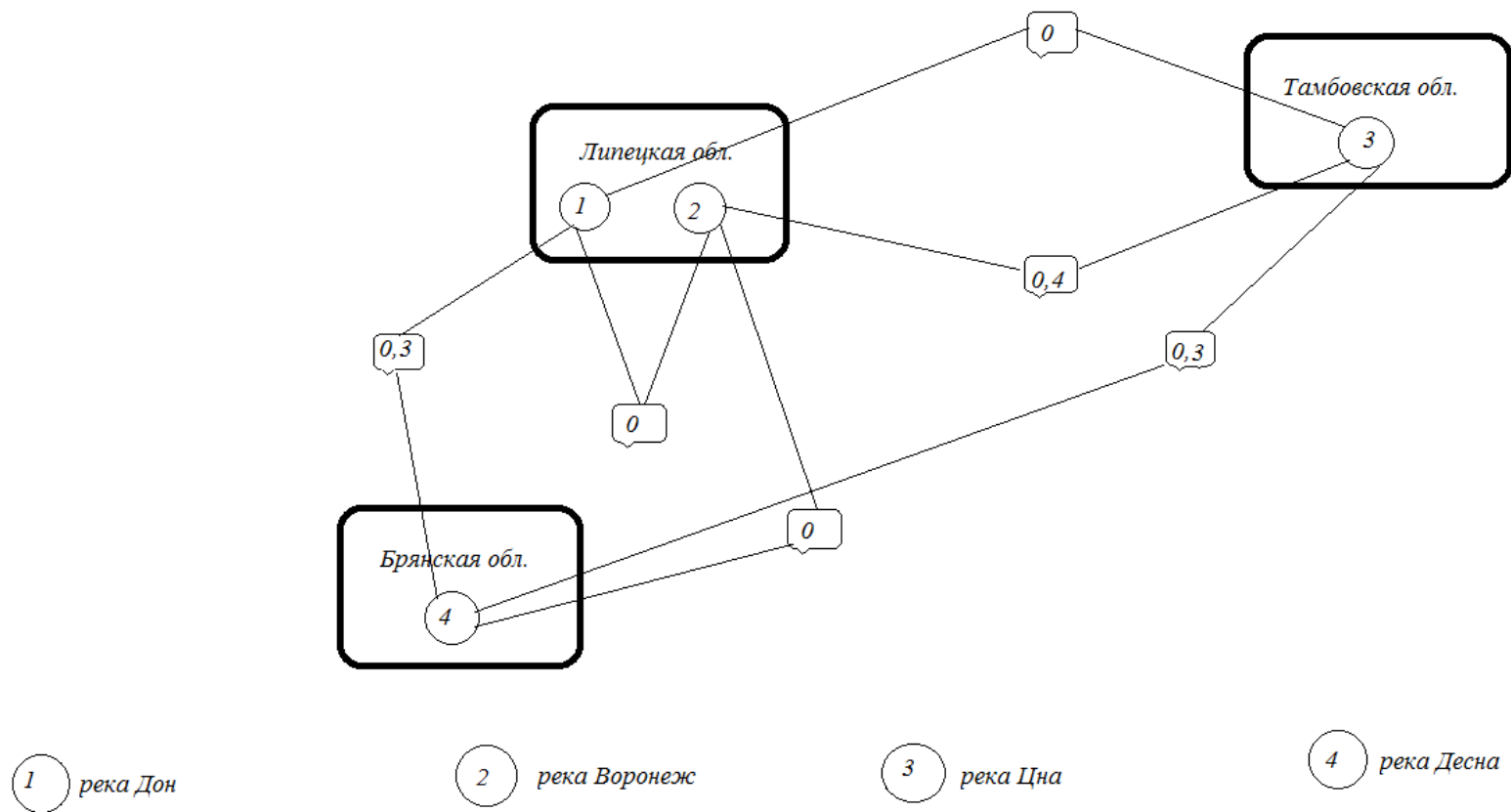
Результаты паразитологического анализа окуня из рек ЦФО показали, что не выявлено сходство в составе паразитов у окуня в реке Дон и реке Цна, реке Дон и реке Воронеж, реке Десна и реке Воронеж. Отмечено сходство в составе паразитов у окуня из рек Воронеж и Цна (0,4) (рис. 2).

Таблица 1. Паразитофауна окуня в водоемах ЦФО

№	Вид паразита	Белгородская область		Липецкая область			Тамбовская область				Брянская область	
		Белгородское вдхр	Старооскольское вдхр	Матвеевское вдхр	р.Дон	р.Воронеж	Челновское вдхр	Шушпанское вдхр	Тамбовское вдхр	р.Цна	о.Бытошь	р.Десна
1	<i>Dermocystidium percae</i>	+										
2	<i>Henneguya creplini</i>		+									
3	<i>Diplozoon paradoxum</i>		+									
4	<i>Dactylogirus tenuis</i>	+										
5	<i>Cyathocephalus truncatus</i>	+						+				
6	<i>Proteocephalus percae</i>			+			+					
7	<i>Aspidogaster limacoides</i>			+								
8	<i>Tylodelphys clavata</i>	+	+	+		+	+	+	+	+	+	
9	<i>Tylodelphys podicipina</i>						+					
10	<i>Diplostomum sp.</i>	+	+	+		+	+	+	+	+		
11	<i>Postodiplostomum cuticola</i>	+						+				
12	<i>Postodiplostomum brevicaudatum</i>	+	+							+	+	
13	<i>Ichtyocotylurus variegatus</i>	+	+	+		+	+	+	+		+	
14	<i>Ichtyocotylurus platycephalus</i>	+	+	+	+		+	+		+	+	+
15	<i>Ichtyocotylurus pileatus</i>	+	+	+			+				+	+
16	<i>Paracoenogonimus ovatus</i>			+								
17	<i>Apophallus miehlingi</i>			+								+
18	<i>Bunodera lucioperca</i>	+	+	+		+			+			
19	<i>Acanthocephalus lucii</i>	+						+	+	+		+
20	<i>Bivalvia</i>			+			+				+	
21	<i>Ergasilus sieboldi</i>										+	
22	<i>Argulus foliaceus</i>						+					
	<i>Всего видов</i>	12	9	11	1	4	9	6	6	5	7	4



**Рис. 1.** Сходство паразитофауны окуня из водохранилищ ЦФО по коэффициенту Жаккара



**Рис. 2.** Сходство паразитофауны окуня из рек ЦФО по коэффициенту Жаккара

В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы:

- 1) У окуня обнаружено 22 вида паразитов, относящихся к 9 систематическим группам.
- 2) Наибольшее количество видов в паразитофауне окуня выявлено в Белгородском (12) и Матырском (11) водохранилищах, возможно, это связано с высоким уровнем эвтрофикации этих водоемов.
- 3) В водоемах ЦФО у окуня выявлены эпизоотически значимые виды паразитов – диплостомиды и ихтиокотилюриды.
- 4) Выявлены потенциально опасные для теплокровных животных и человека гельминты - трематоды *Aporhollus miehlingi*.
- 5) Наибольшее сходство в паразитофауне окуня выявлено между: Матырским (Липецкая обл.) и Челнавским (Тамбовская обл.), Шушпанским (Тамбовская обл.) и Тамбовским (Тамбовская обл.), озером Бытошь (Брянская обл.) и Челнавским, озером Бытошь и Старооскольским (Тамбовская обл.) водохранилищами.

### Список литературы

- Болонев Е.М. 2004. Фауна и экология паразитов окуня бассейна озера Байкал. Автореф. дис. канд. биол. наук. - М: СО РАН., 22 с.
- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 131 с.
- Мэгарран Э. 1992. Экологическое разнообразие и его измерение. - М.: Мир, 184 с.
- Ветеринарно-санитарный кодекс водных животных /Aquatic Animal Health Code / OIE – 15<sup>th</sup> ed – 2012. Paris, France, 293 с.
- Мусселиус В.А., Ванятинский В.Ф., Вихман А.А. и др. 1983. Лабораторный практикум по болезням рыб под ред. В.А. Мусселиус. М.: Легкая и пищевая пром-ть, 296 с.
- Головина Н.А., Авдеева Е.В., Евдокимова Е.Б. 2016. Практикум по ихтиопатологии. Учебник. 2017. под ред. Н.А. Головиной. М.:МОРКНИГА, 417 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб. Под ред. О.Н. Бауера. В 3-х томах Л.: Наука. Т.1, 1984. – 428 с.; Т.2, 1985. – 425 с.; Т.3, 1987. – 583 с.
- СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» <http://medsestrarb.ru/...>

## Биологическое разнообразие донных беспозвоночных Нижнекамского водохранилища по данным 2017 г.

А.В. Мельникова

Татарское отделение – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга» (Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ»), г. Казань  
E-mail: [d.bugensis@mail.ru](mailto:d.bugensis@mail.ru)

**Ключевые слова:** зообентос, Нижнекамское водохранилище, разнообразие, видовое богатство, частота встречаемости, инвазионные виды.

**Аннотация:** По результатам проведения исследований на Нижнекамском водохранилище по данным 2017 года было изучено современное таксономическое разнообразие зообентоса, которое включало 66 таксонов. Наиболее богато была представлена фауна насекомых. Из обнаруженных видов зообентоса 15 являлись инвазионными. Анализ структурных показателей сообщества донных беспозвоночных водохранилища показал довольно низкое значение видового разнообразия и богатства, что в основном связано с доминированием по численности корофиума *Chelicorophium sowinskyi*. А согласно индексу выравненности в целом компоненты бентосного сообщества в водохранилище развиваются одинаково.

Нижнекамское водохранилище является третьим и самым нижним среди камских водохранилищ. Начиная с 1979 г. происходило его наполнение при проектной отметки 68 м БС (Миловидов, 1985). Первоначально водохранилище было заполнено до промежуточной отметки в 62 м БС, в результате площадь его составила около 102 тыс. га, а полный объем – 2,9 км<sup>3</sup> и водное зеркало – 1,08 тыс. км<sup>2</sup>. В 90-е годы XX века средний многолетний уровень воды уже достигал 62,74 м, занимаемая им площадь равнялась около 110 тыс. га. При этом около 40 % площади водохранилища приходилось на мелководные участки. Площадь водосбора соответствовала 366 тыс. км<sup>2</sup>. Наибольшая ширина водохранилища составила 15 км при средней в 4 км. Средняя глубина соответствовала значениям 3,3 м, тогда как максимальная – 20 м (Уманская и др., 2011; Шакирова и др., 2013; Нижнекамское ..., 2018). К концу 2002 г. был осуществлен подъем уровня воды в водохранилище на 0,95 м. Начиная с 2006 г. уровень воды в водоеме уже соответствовал 63,7 м, и тогда общая площадь водохранилища составила 147 тыс. га (Шакирова и др., 2013). Нижнекамское водохранилище делится на три плеса: верхний (от зоны выклинивания подпора до устья р. Белой), центральный (от устья р. Белой до Икского устья) и приплотинный (от Икского устья до плотины Нижнекамской ГЭС).

Фауна донных беспозвоночных в Нижнекамском водохранилище формировалась в основном по тому же пути, как и многие водохранилища такого типа. Так в первые годы под влиянием естественного биогенного загрязнения и изменяющихся условий существования гидробионтов в составе зообентоса произошли существенные изменения, в результате наблюдалось снижение роли реофильных видов. При этом наблюдалось массовое расселение дрейссен, что привело к существенному увеличению биомассы зообентоса. В последующие годы существования водохранилища (1983 г.) в целом наблюдалось снижение уровня развития кормового бентоса, за исключением Приплотинного плеса, где наблюдалось из-за заиления грунтов увеличение количественных показателей олигохет (Миловидов, 1985; Горшкова, 2006). Фауна зообентоса была представлена в основном вторичноводными беспозвоночными: хирономиды рода *Chironomus* и *Cryptochironomus*, олигохеты рода *Tubifex* и моллюски *Viviparus*, *Unio* и *Anadonta* (Горшкова, 2006). Однако, по данным исследований,



проводимых в период с 2006 по 2012 гг. (Шакирова и др., 2013), состав зообентоса уже включал около 50 таксонов, среди которых наиболее разнообразно были представлена фауна хирономид и моллюсков. Таким образом, является актуальным изучение современного биологического разнообразия и состояния сообщества донных беспозвоночных в рассматриваемом водохранилище.

Материалом послужили пробы зообентоса, отобранные в августе и октябре 2017 г. на Нижнекамском водохранилище. Отбор проб производили с помощью дночерпателя Петерсена (с площадью захвата 0,025 м<sup>2</sup>) по общепринятым стандартным методам в гидробиологии (Методика ..., 1975; Методические..., 1984) на шести разрезах: 1) в районе н.п. Менделеевск, 2) у устья р. Иж, 3) у н.п. Красный Бор, 4) в устье р. Белая, 5) у н.п. Каракулино и 6) у н.п. Камбарка. На каждом из разрезов отбор проб зообентоса осуществляли на правобережной и левобережной сторонах, а также в русловой части. В результате было отобрано и обработано 46 количественных проб донных беспозвоночных, камеральную обработку которых выполняли в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми в гидробиологии методами (Руководство ..., 1983; 1992).

Для оценки сообщества донных беспозвоночных на рассматриваемом водоеме были использованы: индекс разнообразия Шеннона (рассчитанный по численности;  $H_N$ ), частота встречаемости ( $P$ , %), индекс видового богатства сообщества ( $d$ ) и индекс выравненности ( $e$ ; Методика ..., 1975; Шитиков и др., 2003; Паньков, 2004). Для оценки достоверности различий в пространственном распределении значений индексов применяли дисперсионный анализ способом ANOVA (Tukey's HSD test).

По результатам проведения исследований на Нижнекамском водохранилище в 2017 г. фауна донных беспозвоночных включала 66 таксонов, представленные группами Nematoda, Annelida, Mollusca, Crustacea и Insecta.

Класс Nematoda является одним из широко распространенных групп беспозвоночных, видовое разнообразие которого в пресных водоемах достигает около 600 видов (Определитель ..., 1994). Определение до вида нематод не осуществляли. Представители класса Nematoda были встречены в пробах, отобранных у н.п. Красный бор, Каракулино и у устья р. Белая. В целом частота их встречаемости составила 13 %.

Тип Annelida в Нижнекамском водохранилище был представлен 3 классами: Polychaeta, Oligochaeta и Hirudinea. Класс Многощетинковых червей включал только один вид, который является инвазионным, – *Hupania invalida* (Grube, 1860) из семейства Ampharetidae. Полихета была обнаружена на всех разрезах за исключением у н.п. Каракулино и Камбарка, и значение частоты встречаемости ( $P$ ) соответствовало 34,8 %.

Малощетинковые черви в водохранилище были представлены 8 таксонами из семейств Naididae, Tubificidae и Enchytraeidae. Обнаруженные виды являются широко распространенными в Палеарктике видами (Определитель ..., 1977; Определитель ..., 1994). Среди выявленных олигохет довольно часто встречались *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862 и *Potamothrix moldaviensis* Vejdovsky et Vrazek, 1902.

Класс Hirudinea включал 5 таксонов из семейств Ichthyobdellidae и Erpobdellidae, из которых два вида пиявок являются инвазионными (*Archaeobdella esmonti* Grimm, 1876 и *Caspiobdella fadejewi* (Erpstein, 1961)). Пиявка *A. esmonti* была встречена на разрезах в районе н.п. Менделеевск, Красный Бор и Камбарка ( $P=10,9$  %), а *C. fadejewi* – в устье р. Белая и у н.п. Камбарка (8,7 %). Остальные виды были обнаружены менее чем в 2 пробах.

Обнаруженные в пробах представители типа Mollusca относились к классам Gastropoda (8 видов) и Bivalvia (4), среди которых 3 вида являются инвазионными: *Lithoglyphus naticoides* C. Pfeiffer, 1828, *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897) и *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). Они были обнаружены в 41,3, 23,9 и 32,6 % отобранных проб, соответственно. Причем среди всех обнаруженных моллюсков *D. polymorpha* встречалась на всех выделенных разрезах.

Фауна ракообразных в водохранилище включала представителей из отрядов Cumacea (2 вида) и Amphipoda (7). Оба указанных отряда были представлены инвазионными видами: кумовые рачки – *Pterocuma sowinskyi* (Sars, 1894) и *Stenocuma cercaroides* Sars, 1894 и

бокоплав – *Chelicorophium curvispinum* (Sars, 1895), *Chelicorophium sowinskyi* (Martynov, 1924), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichw., 1841), *Niphargoides macrurus* (Sars, 1894), *Obesogammarus crassus* (Sars, 1894), *Obesogammarus obesus* (Sars, 1896) и *Pontogammarus abbreviatus* (Sars, 1894). Среди ракообразных наиболее часто в пробах встречались корофиум *C. sowinskyi*, а остальные виды были обнаружены в менее, чем в 33 % отобранных проб.

Наибольшим таксономическим разнообразием в Нижнекамском водохранилище характеризовался класс Insecta, который был представлен 30 таксонами из 5 отрядов: Ephemeroptera, Odonata, Megaleptera, Trichoptera и Diptera.

Фауны поденок, стрекоз и вислоккрылок в период проведения исследований включали по одному виду. Так отряд Ephemeroptera был представлен типичным представителем Голарктики из семейства Caenidae – *Caenis horaria* (Linnaeus, 1758) (Определитель ..., 1977; Определитель ..., 1997), которая была обнаружена единично лишь на разрезе у н.п. Каракулино. Личинка стрекозы являлась представителем семейства Gomphidae – *Gomphus flavipes* Charpentier, 1825 и обнаружена осенью на русловом участке у н.п. Красный Бор. Найденная личинка вислоккрылки относится к семейству Sialidae – *Sialis sordida* Klingstedt, 1933, встреченная только на левобережной стороне у устья р. Белой.

Ручейники в исследуемом водоеме были представлены 2 видами из семейств Hydropsychidae (*Hydropsyche angustipennis* (Curtis, 1834)) и Polycentropodidae (*Neureclipsis bimaculata* (Linnaeus, 1758)). Личинки *H. angustipennis* были обнаружены в пробах начиная с разреза у н.п. Красный бор и выше, в результате частота встречаемости составила 17,4 % отобранных проб. Тогда как второй вид, *N. bimaculata*, встречался на разрезах у н.п. Красный бор и у устья р. Белой и характеризовался величиной  $P$  равной 4,3 %.

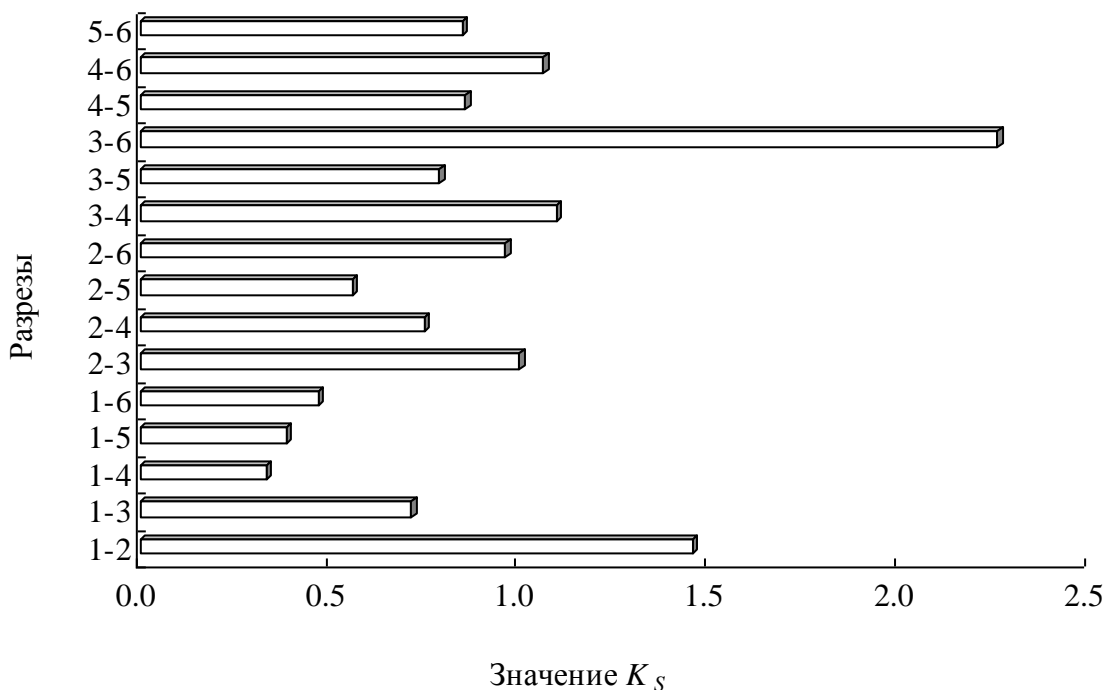
Отряд Двукрылых насекомых в водохранилище по результатам обработки количественных проб был представлен 25 таксонами из 3 семейств: Chaoboridae, Ceratopogonidae и Chironomidae. Семейство Ceratopogonidae и Chaoboridae были представлены только личиночной формой, встречающиеся крайне редко (4,3 % проб). Семейство Chironomidae характеризовалась наибольшим видовым разнообразием и включало 23 таксона из 4 подсемейств: Prodiamesinae (1 вид), Tanypodinae (2), Orthocladiinae (4) и Chironominae (триба Tanytarsini – 2 таксона, и триба Chironomini – 14). Хириноиды были представлены в основном личиночными формами, но попадались и в виде куколок. Среди выявленных хириноид чаще всего встречались *Procladius (Holotanytus) choreus* Meigen, 1804 и *Chironomus plumosus f.l. plumosus-reductus* Lenz, 1924 (по 32,6 % проб). Наименьшее таксономическое разнообразие двукрылых насекомых было характерно для разреза у н.п. Менделеевск.

Таким образом, доминирующим видом в Нижнекамском водохранилище по данным 2017 г. являлся бокоплав *C. sowinskyi*, частота встречаемости ( $P$ ) которого составила 76,1 %. Следовательно, данный вид являлся «константным» (постоянно или почти постоянно присутствующим в водоеме), так как его  $P > 75$  % (Методика ..., 1975). Основная часть выявленных таксонов донных беспозвоночных (78,8 %) являлись случайными или редкими, в связи с тем, что их значения  $P$  составили  $< 20$  %.

В районе н.п. Менделеевск по частоте встречаемости доминирующим видом считалась олигохета *L. hoffmeisteri*, а у устья р. Иж – корофиум *C. sowinskyi* (по 62,5 %). На разрезе у н.п. Красный Бор наибольшие значения показателя  $P$  были выявлены у трех видов – *L. naticoides*, *C. sowinskyi* (по 100 %) и *P. moldaviensis* (62,5 %). У н.п. Каракулино наиболее часто в пробах обнаруживались бокоплав *C. sowinskyi* (87,5 %) и хириноида *C. plumosus f.l. plumosus-reductus* (62,5 %). Тогда как на разрезе у н.п. Камбарка число таких видов составило 6: *N. macrurus* (100 %), *Isochaetides (Tubifex) newaensis* (Michaelsen, 1903) (83,3 %), *Henslowiana (Euglesa) suecica* (Clessin in Westerlund, 1873), *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758), *C. sowinskyi* и *C. plumosus f.l. plumosus-reductus* (по 66,7 %). В районе устья р. Белой наибольшая частота встречаемости наблюдалась у бокоплав *C. sowinskyi* (100 %) и моллюсков *L. naticoides* (75,0 %) и *D. polymorpha* (62,5 %).

Наибольшее количество таксонов донных беспозвоночных было выявлено на двух разрезах – у н.п. Красный Бор (37) и в устье р. Белой (38), тогда как минимальное значение

этого показателя было характерно для разрезов в районе н.п. Менделеевск (12) и у устья р. Иж (15). Согласно коэффициенту общности видового состава Т. Сьеренсена ( $K_S$ ; Шитиков и др., 2003), наибольшее видовое сходство было получено для разрезов у н.п. Красный Бор и в устье р. Белой, где общее количество таксонов составило 26. Наименьшее значение коэффициента было характерно для разреза в районе н.п. Менделеевск с разрезами у н.п. Каракулино и Камбарка, сходных таксонов было выявлено только 5 (рис. 1).



**Рис. 1.** Коэффициенты общности видового состава Т. Сьеренсена ( $K_S$ ) в Нижнекамском водохранилище по разрезам в 2017 г. где: 1) в районе н.п. Менделеевск, 2) у устья р. Иж, 3) у н.п. Красный Бор, 4) у н.п. Каракулино, 5) у н.п. Камбарка и 6) в устье р. Белая

Анализ структурных показателей сообщества донных беспозвоночных Нижнекамского водохранилища выявил довольно низкое видовое разнообразие, что в основном связано с доминирование одного или нескольких видов беспозвоночных (Шитиков и др., 2003). Индекс видового богатства сообщества ( $d$ ) также характеризовался сравнительно низкими значениями по водоему, тогда как индекс выравненности ( $e$ ) имел относительно высокие значения, особенно по медиане (табл. 1).

**Таблица 1.** Средние, максимальные и минимальные значений индексов разнообразия Шеннона ( $H_N$ ), видового богатства сообщества ( $d$ ) и выравненности ( $e$ ) по Нижнекамскому водохранилищу в 2017 г. и их медиана

Индекс	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Медиана
$H_N$ , бит/экз.	1,49±0,14	0,00	3,19	1,58
$d$	0,16±0,01	0,01	0,34	0,15
$e$	0,57±0,05	0,04	1,00	0,70

Пространственное распределение значений структурных показателей зообентоса показал, что наименьшие показатели индекса Шеннона, видового богатства и выравненности были характерны для разреза у устья р. Белая (табл. 2).

**Таблица 2.** Продольное распределение средних значений индексов разнообразия Шеннона ( $H_N$ ), видового богатства сообщества ( $d$ ) и выравненности ( $e$ ) по Нижнекамскому водохранилищу в 2017 г. (в скобках приводится медиана)

Разрез	$H_N$	$d$	$e$
в районе н.п. Менделеевск	1,50±0,27 (1,68)	0,20±0,03 (0,18)	0,83±0,04 (0,79)
у устья р. Иж	1,10±0,34 (1,14)	0,11±0,03 (0,11)	0,55±0,14 (0,72)
у н.п. Красный Бор	1,93±0,27 (1,83)	0,17±0,04 (0,17)	0,59±0,09 (0,52)
устье р. Белой	1,06±0,28 (0,96)	0,10±0,02 (0,09)	0,29±0,07 (0,27)
у н.п. Каракулино	1,72±0,39 (1,87)	0,19±0,04 (0,19)	0,59±0,12 (0,75)
у н.п. Камбарка	1,67±0,48 (1,27)	0,18±0,04 (0,16)	0,61±0,11 (0,62)

Максимальные средние значения  $H_N$  были выявлены для разреза у н.п. Красный Бор,  $e$  – в районе н.п. Менделеевск. Однако по медиане максимальные значения  $H_N$  и  $d$  были характерны для разреза у н.п. Каракулино, а индекса  $e$  – также в районе н.п. Менделеевск. Достоверных различий индексов  $H_N$  и  $d$  по разрезам не было выявлено, тогда как значения индекса  $e$  достоверно отличались между разрезами в районе н.п. Менделеевск и устье р. Белая ( $p=0,005$ )

Сравнительный анализ структурных показателей сообщества донных беспозвоночных по участкам (правобережная и левобережная стороны и русловая часть) показал, что наибольшие средние показатели и медианы рассматриваемых индексов наблюдались на станциях, расположенных на левом берегу водоема (табл. 3).

**Таблица 3.** Средние значений индексов разнообразия Шеннона ( $H_N$ ), видового богатства сообщества ( $d$ ), и выравненности ( $e$ ) по Нижнекамскому водохранилищу в 2017 г. по станциям (в скобках приводится медиана)

Станция	$H_N$	$e$	$d$
Левый берег	1,98±0,32 (2,19)	0,72±0,07 (0,77)	0,20±0,03 (0,19)
Правый берег	1,63±0,24 (1,57)	0,52±0,08 (0,41)	0,17±0,03 (0,14)
Русло	1,14±0,16 (1,16)	0,52±0,07 (0,57)	0,13±0,02 (0,13)

Однако, дисперсионный анализ способом ANOVA (Tukey's HSD test) выявил, что только значения индекса Шеннона и видового богатства достоверно отличаются между левым берегом и руслом ( $p<0,03$ ).

Таким образом, фауна донных беспозвоночных Нижнекамского водохранилища по данным съемки 2017 г. представлена более разнообразно, чем это указывалось ранее (Миловидов, 1985; Горшкова, 2006; Шакирова и др., 2013). По полученным данным зообентос был представлен 66 таксонами, причем наибольшим таксономическим разнообразием характеризовался отряд Diptera. Среди выявленных видов зообентоса 15 являются вилами-вселенцами, преимущественно принадлежащих к Понто-Каспийскому комплексу фаун, которые проникли в водохранилище в результате самопроизвольного расселения из Куйбышевского водохранилища или были акклиматизированы для улучшения кормовой базы рыб. Ранее указывалось также наличие инвазионных видов в таком же количестве, однако их видовой состав несколько отличался. Вселенцы были представлены олигохетой (1), двустворчатыми моллюсками (3) и ракообразными (11 видов) (Яковлев, Яковлева, 2005; Яковлева, Яковлев, 2014). По современным данным фауна вселенцев представлена полихетой (1), пиявками (2), моллюсками (3) и ракообразными (9 видов). Причем наибольшее разнообразие вселенцев было характерно для разреза у н.п. Красный Бор (12 видов), а наименьшее – у устья р. Иж (5).

Среди выявленных видов донных беспозвоночных доминирующим видом был бокоплав-вселенец *C. sowinskyi*, из-за которого показатели видового разнообразия и

доминирования характеризовались невысокими значениями. В тоже время полученные сравнительно высокие значения индекса выравненности указывали на то, что компоненты бентосного сообщества водохранилища в целом развиваются равномерно.

### Список литературы

Гареев А.М., Малмыгин И.А., Максимова Е.И. 2018. Основные тенденции изменения гидрохимических показателей и экологических условий в Нижнекамском водохранилище. Доклады Башкирского университета 3(1), 53-60.

Горшкова А.Т. 2006. Специфика структуры водных экосистем Нижнекамского водохранилища и ее роль в определении экологической ситуации. Актуальные проблемы гидроэкологии. Казань: Отечество, 174-189.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука, 240 с.

Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. 1984. Л.: Гидрометеиздат, 40 с.

Миловидов В.П. 1985. Зообентос Нижнекамского водохранилища в первые годы его существования. Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, вып. 240, 119-129.

Нижнекамское водохранилище [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tatarmeteo.ru/ru/gidrologiya/dannye-po-nizhnekamskomu-vodokhranilishhu.html> (дата обращения: 13.08.2018).

Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1994. Т. 1: Низшие беспозвоночные. СПб.: ЗИН РАН, 395 с.

Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1997. Т. 3: Паукообразные, низшие насекомые. СПб.: ЗИН РАН, 440 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. 1977. Ленинград: Гидрометеиздат, 511 с.

Паньков Н.Н. 2004. Структурные и функциональные характеристики зообентоценозов р. Сылвы (бассейн Камы). Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 161 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. 1983. Л.: Гидрометеиздат, 239 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. 1992. СПб.: Гидрометеиздат, 318 с.

Шакирова Ф.М., Говоркова Л.К., Анохина О.К. 2013. Современное состояние Нижнекамского водохранилища и возможности рационального освоения его рыбных ресурсов. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 15(3), 518–527.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 463 с.

Уманская М.В., Краснова Е.С., Горбунов М.Ю. 2011. Химический состав воды и трофический статус прибрежных участков водохранилищ камского каскада в 2009 г. Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии, 20(3), 39-49.

Яковлев В.А., Яковлева А.В. 2005. Виды-вселенцы в донных сообществах Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ. Современные аспекты экологии и экологического образования: Материалы докладов Всероссийской научной конференции. Казань, 320-322.

Яковлева А.В., Яковлев В.А. 2014. Чужеродные бентосные беспозвоночные в верховьях Куйбышевского водохранилища. Казань: Издательство «Отечество», 199 с.

## Оценка встречаемости панцирной болезни в популяции краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*) Баренцева моря

*С.В. Мишопита*

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ФГБНУ «ПИНРО»), г. Мурманск  
E-mail: [mishopita@pinro.ru](mailto:mishopita@pinro.ru)

**Ключевые слова:** краб-стригун опилио, Баренцево море, панцирная болезнь.

**Аннотация:** В работе представлены результаты изучения распространенности панцирной болезни в популяции краба-стригуна опилио в юго-восточных районах Баренцева моря. Описана клиническая и патологоанатомическая картина заболевания различной степени тяжести.

**Введение.** Краб-стригун опилио – ценный промысловый вид ракообразных впервые зарегистрированный в Баренцевом море в 1996 г. (Кузьмин и др., 1998). К настоящему времени эти крабы в новой для себя экосистеме образовали самовоспроизводящуюся популяцию на северо-востоке моря и активно расширяют свой ареал (Соколов, 2015).

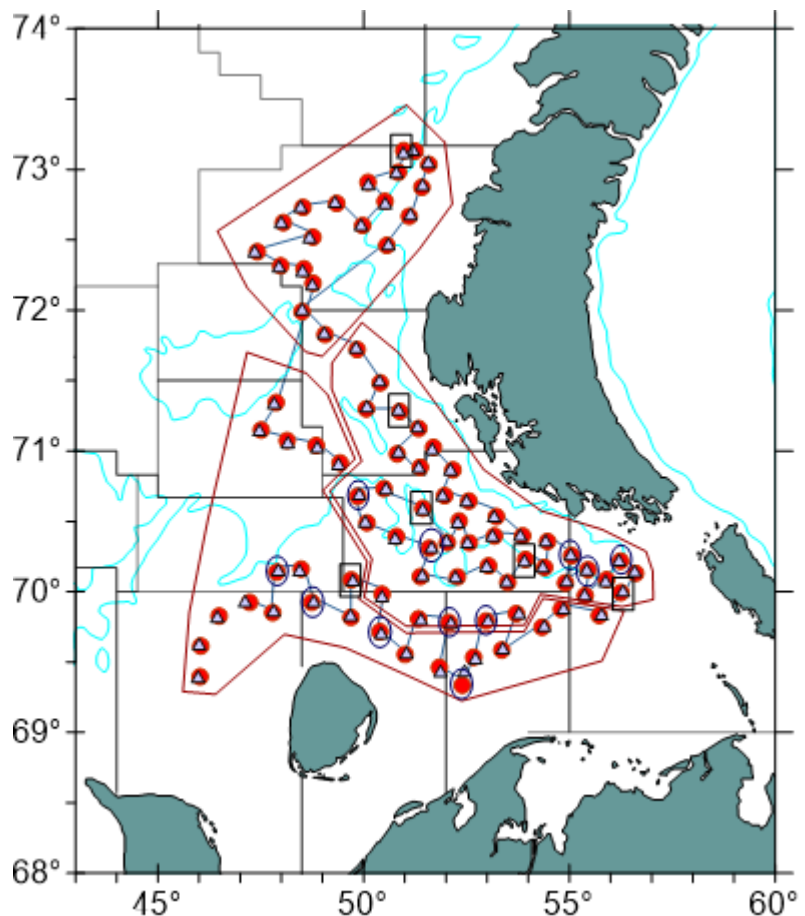
В связи с увеличением общей численности и биомассы краба-стригуна опилио в Баренцевом море возникает необходимость изучения эпизоотической состояния данного вселенца. На сегодняшний день сведения о патогенных организмах баренцевоморского краба-стригуна опилио отсутствуют.

Панцирная болезнь - одно из наиболее распространенных заболеваний ракообразных, характеризующееся язвенным поражением экзоскелета. К основным этиологическим агентам панцирной болезни относят микроорганизмы способные синтезировать внеклеточные энзимы, такие как протеазы, липазы, хитиназы. В литературных источниках представители родов *Vibrio*, *Aeromonas* и *Pseudomonas* рассматриваются как наиболее вероятные хитиноподобные бактерии вызывающие поражения экзоскелета (Пугаева и др., 2002; Shieds, Overstreet, 2003; Wang, 2010). В Баренцевом море у камчатского краба зарегистрирована панцирная болезнь, возбудителями которой считаются бактерии родов *Cytophaga* и *Flavobacterium* (Сердюк, 1999).

Панцирная болезнь в начальной степени развития не опасна. Поверхностная инфекция не передается на новый покров после линьки краба (Sindermann, 1990). Однако вовлечение в патологический процесс тканей и внутренних органов вызывает функциональные и структурные изменения организма в целом. Сильная степень заболевания, особенно в сочетании с внутренней бактериальной инфекцией, может приводить к гибели животных. Также следует отметить, что панцирная болезнь наносит ущерб промыслу, так как особи с сильно поврежденным экзоскелетом (т.н. «гнилой краб») выбраковываются (Рязанова, 2011).

Цель работы – оценка встречаемости панцирной болезни в популяции краба-стригуна опилио юго-восточных районов Баренцева моря. В задачи исследования входили визуальный учет особей с повреждениями экзоскелета и внутренних органов, проведение клинического и патологоанатомического анализа ракообразных.

**Материалы и методика.** Исследования проведены в июне 2018 г. в ходе траловой съемки на НИС ФГБНУ «ПИНРО» «Профессор Бойко» в юго-восточной части Баренцева моря. Всего за период рейса биологическому анализу и клиническому осмотру подвергли 2997 экз. краба-стригуна опилио в 87 точках траления (рис. 1).



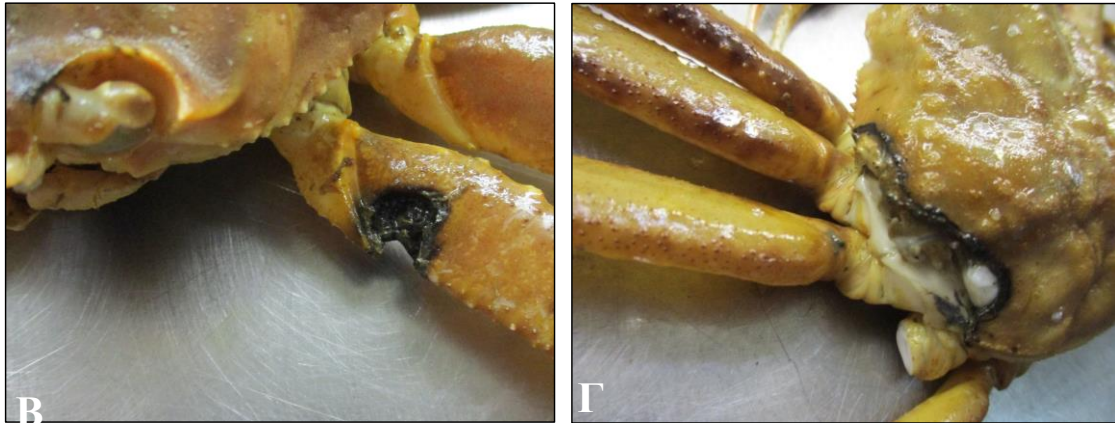
**Рис.1.** Расположение точек траления

Для получения данных о распространение панцирной болезни в популяции краба-стригуна опилию одновременно с полным биологическим анализом особей осматривали и регистрировали ракообразных с внешними признаками заболевания. В зависимости от распространения патологического процесса степень панцирной болезни разделяли на начальную, среднюю и сильную (Вялова, 1999). Клиническое обследование и патологоанатомическое вскрытие крабов проводили в лаборатории судна после их вылова.

**Результаты и обсуждение.** В результате клинического осмотра у 186 особей краба-стригуна опилию зафиксировали внешние проявления панцирной болезни разной степени интенсивности. При начальной степени заболевания у обследованных крабов отмечали пятна и неглубокие эрозии экзоскелета темно-коричневого и черного цвета в основном в области ходильных ног. Площадь отдельных участков поражения не превышала  $0,5 \text{ см}^2$  (рис. 2 А). При дальнейшем развитие заболевания у крабов со II степенью (средняя) панцирной болезни фиксировали расширение зоны поражения экзоскелета до  $1 \text{ см}^2$  и вовлечение в патологический процесс поверхности карапакса и абдомена (рис. 2 Б). У ракообразных с III-степенью ПБ (сильная) наблюдали глубокие изъязвления экзоскелета (площадь поражения более  $1 \text{ см}^2$ ) вплоть до полного его прободения (рис. 2 В, Г).







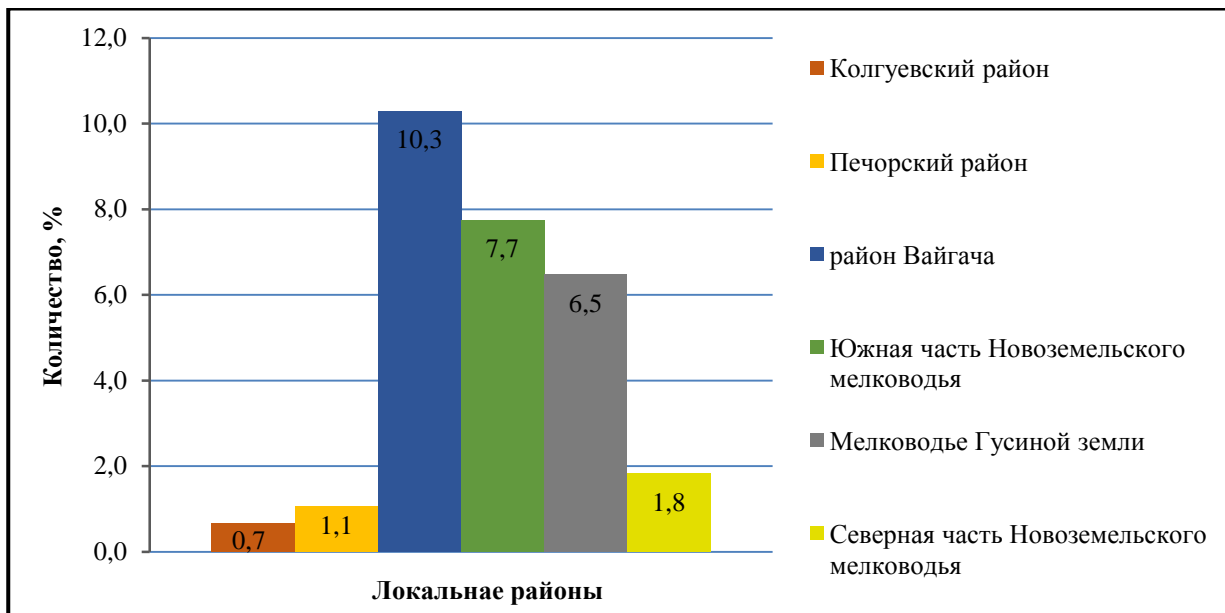
**Рис. 2.** Панцирная болезнь у краба-стригуна опилио: А – множественные неглубокие эрозии на ходильных ногах; Б – эрозии на карапаксе; В – язва на ходильной ноге, некротическое повреждение мышц; Г – глубокое изъязвление карапакса, некротическое повреждение жабр

При патологоанатомическом вскрытии крабов с I и II степенью панцирной болезни изменений внутренних органов и тканей не зафиксировано. При сильной степени развития заболевания у животных отмечали некротическое повреждение мышц и внутренних органов (в основном некроз и редукция жаберных лепестков).

За период наблюдения установлено, что доля краба-стригуна с признаками эрозивного поражения экзоскелета и деструктивными изменениями внутренних органов составила 6,1 % (5,1 % особей с 1 степенью развития панцирной болезни, 0,6 % - со 2-ой и 0,4 % - с 3-ей). Подавляющее большинство животных с характерной клинической картиной заболевания имели «старый» панцирь (86, 9% пораженных крабов находились в 3-ей поздней или 4-ой межлиночной категории). Среди самцов промыслового размера доля особей с визуальными признаками заболевания составила 24,5 % (20,7 % особей с начальной и средней степенью болезни и 3,8 % - с сильной).

Встречаемость панцирной болезни у краба стригуна-опилио в исследуемых районах Баренцева моря варьирует от 0,7 % (Колгуевский район) до 10,3 % (район Вайгача) (рис. 3). В районах Канино-Колгуевского мелководья, Северного склона Канино-Колгуевского мелководья, Южного склона Гусиной банки панцирной болезни не обнаружено.





**Рис. 3.** Доля крабов с внешними признаками панцирной болезни в восточных и центральных районах Баренцева моря, %

**Выводы.** Установлено, что у ракообразных с начальной и средней степенью развития панцирной болезни внутренние органы и ткани не вовлечены в патологический процесс. Для сильной степени заболевания характерны некроз и редукция жаберных лепестков, лизис мышечной ткани.

1. Результаты исследования показали, что с увеличением межлиночной категории происходит постепенное прогрессирование панцирной болезни с вовлечением в процесс язвенного поражения все более обширных участков экзоскелета.

2. Доля особей краба-стригуна опили с клиническими признаками панцирной болезни в юго-восточных районах Баренцева моря составила 6,1 %. Учитывая, относительно невысокий уровень встречаемости заболевания с сильной степенью развития (0,4 %), эпизоотическую ситуацию по панцирной болезни в исследуемых районах можно считать благополучной.

3. Распространенность панцирной болезни в исследуемых районах варьирует от 0,7 % (Колгуевский район) до 10,3 % (район Вайгача). Доля пораженных крабов выше в районах с преобладанием особей с покровами III поздней и IV межлиночных категорий.

#### Список литературы

Вялова Г.П. 1999. Некроз панцирных покровов крабов у побережья Восточного Сахалина. Рыбохоз. исслед. в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях: Сб. науч. тр. СахНИРО. – Ю-Сах. 2, 126–131.

Кузьмин С.А., Ахтарин С. М., Менис Д. Т. 1998. Первые находения краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (Decapoda, Majidae) в Баренцевом море. Зоол. журн. 77(4), 489-491

Матишов Г.Г., Карманова И.В., Дворецкий А.Г., Утевский С.Ю. 2014. Симбионты промысловых видов крабов Охотского и Баренцева морей: изд-во ЮНЦ РАН, 276 с.

Пугаева В.П., Устименко Е.А., Сергеев Н.В. 2002. К вопросу о бактериальных патогенах камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* западного побережья Камчатки. Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, Вып. 6, 318–322.

Рязанова Т.В. 2011. Влияние патогенных агентов на промысловых крабов Западнокамчатского шельфа: Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.02.08. Петропавловск-Камчатский, 24 с.

Сердюк А.В. 1999. «Панцирная болешнь» у камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*), акклиматизированного в Баренцевом море. Рыбохозяйственные исследования Мирового океана, 162-163.

Соколов К.М. 2015. О возможной стихийной интродукции новых видов в экосистему Баренцева моря. Современ. эколого-биол. и хим. исследования, техника и технология производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Мурманск, 7 апр. 2015 г.): в 2 ч. / Мурман. гос. техн. ун-т. - Ч. 1., 165-171.

Sindermann C.J. 1990. Principal disease of marine fish and shellfish. Oxford; Maryland Academic Press. Vol.1. 521 p.

Shields J.D., Overstreet R.M. 2003. Diseases, parasites and other symbionts, Chap. 8. In: Kennedy, V.S., Cronin, L.E. (Eds.): The Blue Crab *Callinectes sapidus*. Maryland Sea Grant University of Maryland System, College Park.

Wang W. 2011. Bacterial diseases of crabs: A review. Journal of Invertebrate Pathology 106, 18-26.

## Оценка заражённости паразитами рыб из оз. Сартлан Новосибирской области

А.В. Морозко, Д.Л. Сукнев, И.В. Поздняк

Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», г. Новосибирск

E-mail: [nagayka.88@mail.ru](mailto:nagayka.88@mail.ru)

**Ключевые слова:** промысловые виды рыб, паразитофауна, показатели заражённости рыб.

**Аннотация:** В статье представлены и проанализированы данные о паразитофауне промысловых видов рыб из оз. Сартлан Новосибирской области, полученные в ходе исследования рыб в 2017 году.

Озеро Сартлан – третье по величине озеро Барабинской озёрно-речной системы. Оно расположено в центральной части Западно-Сибирской низменности на границе лесостепной и степной зон.

Ложе озера имеет блюдцеобразную форму, глубины от берегов нарастают довольно быстро, а затем следует однообразная глубина от 2,9 до 4,2 м. Озеро имеет 9 заливов («отног»), которые соединяются с озером (за исключением одного) каналами. С северо-восточной стороны к Сартлану примыкают оз. Малый Сартлан и оз. Поликашкино. С восточной стороны в озеро впадают реки Карапуз, Татарка и Чёрная. Площадь водосбора озера 2737 км<sup>2</sup>, главным источником воды для озера служат атмосферные осадки. Реакция воды слабощелочная, общая минерализация довольно высокая и колеблется от 1649 до 4398 мг/л (Егоров и др., 2014).

Ихтиофауна оз. Сартлан в настоящее время представлена девятью видами. Щука, язь, елец, плотва, золотой карась, окунь являются в оз. Сартлан видами-аборигенами, при этом язь, плотва и окунь имеют промысловое значение. При проведении рыбоводных работ в оз. Сартлан в разные годы вселялись сазан *Cyprinus carpio*, лещ *Abramis brama*, омуль *Coregonus autumnalis migratorius*, муксун *Coregonus mucsun* и его гибриды с пелядью, пелядь *Coregonus peled*, серебряный карась *Carassius auratus*, нельма *Stenodus leucichthys*, ряпушка *Coregonus albula*.

В настоящее время на товарное выращивание в озеро вселяются пелядь (периодически) и сазан. Серебряный карась полностью акклиматизировался в оз. Сартлан и является одним из основных объектов промысла (Отчет НИР «Внедрение технологии ...», 2002).

По данным многолетних исследований общая фауна паразитов рыб представлена 84 видами из 9 систематических групп (Protozoa, Monogenea, Cestoda, Trematoda, Nematoda, Acanthocephala, Hirudinea, Crustacea, Arachnida). Среди промысловых водоёмов Новосибирской области оз. Сартлан относится к наиболее благополучным по обилию паразитов (Соусь, Ростовцев, 2006).

Цель работы было исследование паразитофауны типичных представителей промыслового ихтиоценоза оз. Сартлан.

В качестве объектов исследования были выбраны окунь (представитель хищной ихтиофауны), язь (аборигенный вид) и серебряный карась (акклиматизант).

Методом полного патолого-анатомического вскрытия исследовано 19 экземпляров окуня, 15 экземпляров язя и 12 экземпляров карася (Быховская-Павловская, 1985), выловленных в оз. Сартлан в октябре 2017 года.

Отлов рыбы проводился ставными сетями. Отловленная рыба подвергалась камеральной обработке (Бауэр, 1987) в охлаждённом виде в лабораторных условиях.

Возраст исследуемых рыб всех 8 видов составил – от 2+ до 4+. Длина рыб находилась в пределах видовых особенностей, характерных для этих возрастов (Егоров и др., 2014).

Всего было зарегистрировано 5 видов паразитов из 4 систематические группы.

У окуня паразитов обнаружено не было.

Паразитофауна язя была представлена 3 видами паразитов из 2 систематических групп – трематоды (*Diplostomum spathaceum* (s.l.) и *Postodiplosma cotricula*) и скребни (*Pomphorinchus laevis*).

У серебряного карася были обнаружены представители 2 систематических групп – цестоды (*Digremma interrupta*) и ракообразные (*Lernaea cyprinacea*).

Оценивая заражённость рыб, мы использовали показатели экстенсивности инвазии (Э.И. – доля заражённых особей в процентах от общего числа обследованных рыб), интенсивности инвазии (И.И. – число паразитов одного вида приходящихся на хозяина одного вида), индекс обилия (И.О. – средняя численность одного вида паразитов у всех особей хозяина, включая незаражённых). Данные по заражённости рыб представлены в таблице.

**Таблица.** Показатели заражённости паразитами рыб из оз. Сартлан

Вид рыбы	Вид паразита	Локализация	Э.И., %	И.О.	Интенсивность инвазии		
					min	max	среднее
Окунь	-	-	-	-	-	-	-
Язь	<i>Diplostomum spathaceum sensu lato</i>	Хрусталик глаза	20	0,53	2	4	3
	<i>Postodiplosma cotricula</i>	Кожные покровы	7	0,07	1	1	1
	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	Кишечник	13	0,33	2	3	2,5
Серебряный карась	<i>Digremma interrupta</i>	Полость тела	8	0,08	1	1	1
	<i>Lernaea cyprinacea</i>	Кожные покровы	42	1,08	1	4	2,5

Бедный видовой состав можно связать со временем отбора проб – в октябре многие виды паразитов уже не встречаются, тем не менее, виды, живущие в организме рыб более длительный срок, чем летний период, были обнаружены. Отсутствие паразитов у окуня и, в частности, трематод, у карася, а также незначительное заражение ими язя объясняется значительной минерализацией озера, что не позволяет развиваться моллюскам – первым промежуточным хозяевам у этой систематической группы. Заражение рыб трематодозами возможно только в более пресных районах – в устьях рек.

Найденные паразиты относятся к генералистам – широкоспецифичным видам (Соусь, 1988), что позволяет сделать вывод о том, что данные паразиты могут встречаться и у других рыб данного водоёма.

Заражение язя и карася всеми видами паразитов было незначительным и не превышало эпидемиологического порога (Профилактика паразитарных болезней ..., 2003).

#### Список литературы

- Бауэр О.Н. 1987. Определитель паразитов пресноводных рыб. Л.: Наука, Т. 1-3.  
 Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 123с.  
 Егоров Е.В., Ермолаев В.И., Зайцев В.Ф., Мильчакова Л.Б., Прусевич Л.С., Ростовцев А.А., Соусь С.М. 2014. Озеро Сартлан (биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования). Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр», 222 с.

Отчет НИР «Внедрение технологии товарного выращивания сиговых рыб в озерах Новосибирской области». Рук. темы Егоров Е.В. 2002. Новосибирск: Новосибирский филиал Сибрыбниипроект.

Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. 2003. Москва.

Соусь С.М. 1988. Эпидемиологическое состояние рыбохозяйственных водоемов Новосибирской области и рекомендации по мерам их профилактики (препринт). Новосибирск, 66с.

Соусь С.М., Ростовцев А.А. 2006. Паразиты рыб Новосибирской области: в 2 ч. Ч.1. Заболевания рыб. Прогнозирование, терапия, профилактика. Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр», 194 с.

## Ресничные инфузории как индикаторы сапробности вод реки Волхов

*Т.В. Никитина, И.А. Дружинина*

Новгородское отделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга» (Новгородское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

E-mail: niorh53@mail.ru

**Ключевые слова:** ресничные инфузории, сапробность, индикаторные организмы.

**Аннотация:** Река Волхов является одной из крупнейших рек Северо-Запада России. Протяженность реки составляет 244 км, ширина варьирует от 100 до 600 м, в нижнем течении построена Волховская ГЭС. Волхов является единственной рекой, которая выносит воды из озера Ильмень, а также собирает воды с 45 притоков и несет их в Ладожское озеро. На всем своем протяжении река Волхов испытывает антропогенное воздействие. В нее сбрасываются сточные, дренажные, коммунально-бытовые и промышленные воды. Все эти факторы негативно сказываются на качестве вод водотока, что требует постоянного контроля за их состоянием. Одним из способов определения сапробности водного объекта являются ресничные инфузории, они одни из первых простейших организмов реагируют на загрязнение вод сменой видового сообщества. Реакция происходит за короткое время. В настоящее время ресничные инфузории являются одним из наиболее используемых индикаторных объектов для определения степени загрязнения водных объектов.

Цель исследования - изучение фауны ресничных инфузурий реки Волхов, как индикаторных организмов сапробности ее воды.

**Материалы и методы.** В основу настоящей работы положены результаты гидробиологических исследований фауны цилиат, выполненных зимой-весной 2012 г. Материал собран на 5 биотопах р. Волхов в пределах Новгородского района (рис. 1).



**Рис. 1.** Исследованные биотопы р. Волхов (1-5)

Отбор проб на каждом биотопе производился через каждые 50 м в трех повторностях. Всего за исследуемый период было отобрано 30 проб из разных биотопов р. Волхов.

Одновременно с отбором проб определялись важнейшие параметры среды: температура воды, прозрачность, O<sub>2</sub>, pH.

Для отбора проб использовали водный сачок диаметром 10 см, изготовленный из мельничного газа № 77. Материал обрабатывался по стандартным методикам (3, 4). Исследованны биотопы р. Волхов (№1 - №5). Пробы отбирались как в горизонтальном (длина протяжки 1 м), так и в вертикальном (длина протяжки от 0,5 до 1 метра) направлениях в водной толще.

После фильтрации пробы через мельничный газ № 77, объем отобранной пробы доводился до объема 100, 250 или 500 мл профильтрованной речной водой.

Для сбора бентосных инфузорий использовался стеклянный цилиндр с пробкой объемом 100 мл (диаметр сечения 2 см). При помощи цилиндра вырезались колонки грунта, а затем каждая делилась на слои: 0-0,5; 0,5-1; 1-2; 2-3 см. Инфузории выделялись из грунта путем многократного промывания профильтрованной речной воды.

Просмотр и детальное изучение проб проводился *in vivo* в возможно короткие сроки (не более 1-2 часов с момента их взятия).

В каждой пробе определялись таксономическая принадлежность инфузорий, их размер и численность.

Сапробиологическое состояние водотока оценивалось на основании индексов сапробиности по Пантле и Букк в модификации Сладечека (Sladocek, 1973).

**Результаты и обсуждение.** В исследуемый период в пробах, взятых в р. Волхов, выявлено 32 вида ресничных инфузорий, относящихся согласно классификации Корлиса (Corliss, 1994) к 5 классам, 9 отрядам, 16 семействам. Наибольшим видовым разнообразием характеризовались классы: Oligohymenophorea – 14 видов, Polyhymenophorea – 11 видов.

Систематический обзор цилиат р. Волхов:

Тип Ciliophora Doflein, 1901

Класс Polyhymenophorea Jankowski, 1967

Подкласс 1. Heterotrichia Stein, 1859

Отряд 1. Heterotrichida Stein, 1859

Семейство Stentoridae Carus, 1863

*Stentor minus*

Семейство Condyllostomatidae Kahl in Doflein & Reichenow, 1929

*Condyllostoma vorticella* Ehrenberg, 1833

Подкласс 2. Spirotrichia Butchli, 1989

Отряд 1. Нуротрихиды Stein, 1859

Семейство Охотрихиды Ehrenberg, 1838

*Oxytricha* sp.

*O. ferruginea* Stein, 1859

*Stylonychia mytilus* Ehrenberg, 1838

*S. pustulata* Ehrenberg, 1838

*S. putrina* Stokes, 1885

*Stylonychia* sp.

Семейство Euplotidae

*Euplotes patella* O.F. Muller, 1786

Отряд 2. Олиготрихиды Butschli, 1887

Семейство Стробилиды Stokes, 1887

*Strobilidium gyrans* Stokes, 1859

Семейство Стробилиды Faure-Fremiet, 1970

*Strobilidium mirabile* Penard, 1916

Класс Phyllopharyngea de Puytorac et al, 1974

Отряд 1. Синтофориды Faure-Fremiet in Corliss, 1956

Семейство Chilodonellidae Deroux, 1970  
*Chilodonella cucullus* (O. F. Müller) Ehrenberg, 1833  
*Chilodonella* sp.

**Класс** Oligohymenophorea de Puytorac et al, 1974

Подкласс 1. Hymenostomatida Delage & Herouard, 1896

Отряд Hymenostomatida Delage & Herouard, 1896

Семейство Tetrahymenidae Corliss, 1971

*Colpidium colpoda* (Losana, 1829) Ganner & Foissner, 1989

*Tetrahymena pyriformis* Ehrenberg, 1830

Подкласс 2. Scuticociliatia Small, 1967

Отряд Scuticociliatida Small, 1967

Семейство Cyclidiidae Ehrenberg, 1838

*Cyclidium glaucoma* O.F. Muller, 1786

Подкласс 3. Peritrichichia Stein, 1859

Отряд Peritrichida Stein, 1859

Семейство Vorticellidae Ehrenberg, 1838

*Vorticella convallaria* Linnaeus, 1757

*Vorticella conica* Stokes, 1887

*Vorticella nutans* O.F. Muller, 1773

Семейство Ehrenberg, 1838

*Epistylis plicatilis* Ehrenberg, 1838

Подкласс 4. Parameciidae Dujardin, 1840, Kent, 1881

*Paramecium aurelia* Ehrenberg, 1838

*P. bursaria* (Ehrenberg) Focker, 1836

*P. caudatum* Ehrenberg, 1838

*P. putrinum* Claparede de Lachmann, 1858

*Paramecium* sp.

Семейство Fontoriidae Ehrenberg, 1838

*Frontonia acuminata* Ehrenberg, 1838

*Frontonia* sp.

**Класс** Prostomatea Schewjakoff, 1896

Отряд Prorodontida Corliss, 1974

Семейство Prorodontidae Corliss, 1974

*Prorodon ovum* Kahl, 1930

*P. teres* Ehrenberg, 1838

**Класс** Litostomatea Small&Lynn, 1981

Отряд Hartorida Corliss, 1974

Семейство Enchelyidae Ehrenberg, 1838

*Enchelys pupa* O.F.Muller, 1786

Семейство Actinobolinidae

*Actinobolina radians* Stein, 1852

Семейство Spathidiidae Kahl in Doflein et Reichnow, 1929

*Spathidium viride* Penard, 1922

Исследуемые биотопы характеризовались разным видовым составом ценоза ресничных инфузорий.

Биотоп 1 (исток р. Волохов). В истоке р. Волхов выявлено 11 видов ресничных инфузорий. Доминирующими по численности выступали такие виды, как: *Chilodonella cucullulus*, *Paramecium aurelia*, *Colpodium colpoda*. Повсеместно встречающиеся виды в пределах станции: *Strobidium gyrans*, *Pidinium balbianii*, *Paramecium bursaria*, *Vorticella conica*, *Stylonychia mytilus*. Малочисленными видами были: *Oxytricha* sp., *Paramecia* sp., *Frontonia acuminata*. Большинство из представленных видов относятся к α-мезосапробным видам. α-сапробных видов здесь было встречено 7 видов (63,6 %), β-мезосапробных 3 вида



(27,3 %) и один вид р-полисапробный (9,0 %). Таким образом, исток р. Волхов относится к аβ-мезосапробной зоне.

Биотоп 2. На данном участке р. Волхов выявлено 10 видов ресничных инфузорий, принадлежащих к 8 отрядам и 8 семействам. Наибольшим видовым разнообразием отличалось семейство *Oxytrichidae* - 2, *Parameciidae* - 2, остальные семейства были представлены одним видом. Доминантами по численности были *Oxytricha sp.*, *Chilodonella sp.*, *Paramecium caudatum*. Из выявленных видов к α-мезосапробным видам относятся 8, или 80 %, к β-мезосапробным 2 вида или 20 %. Соответственно, данный биотоп также можно отнести к аβ-мезосапробной зоне.

Биотоп 3. Здесь было обнаружено 7 видов ресничных инфузорий, принадлежащих к 5 отрядам и 4 семействам. Все семейства были представлены одним-двумя видами. Преобладающие по численности: *Vorticella convalaria*, *Chilodonella sp.*, *Oxytricha ferruginea*. Здесь также, как и в двух предыдущих биотопах присутствовали представители аβ-мезосапробной зоны. α-мезосапробных видов здесь было встречено 5 видов, или 71,4 %, β-мезосапробных 2 вида, или 28,6 %. Таким образом, данный биотоп также относится к аβ-мезосапробной зоне.

Биотоп 4. На этой станции было выявлено 12 видов инфузорий, относящихся к 8 отрядам и 9 семействам. Самым многочисленным по числу видов было семейство *Oxytrichidae* - 4 вида, остальные семейства были представлены одним-двумя видами. Доминантами по численности были: *Oxytricha sp.*, *Oxytricha ferruginea*, *Strobidium gyrans*, *Chilodonella cucullulus*. Представители α-мезосапробных видов в биotope 4 было выявлено 8, или 66,6 %, β-мезосапробных видов 2, или 16,7 %, и аβ-мезосапробных видов 2 или 16,7 %. Соответственно вода в районе данного биотопа не отличалась от рассмотренных ранее биотопов, и относится к аβ-мезосапробной зоне.

Биотоп 5. На данном участке выявлено 18 видов инфузорий, принадлежащих к 8 отрядам и 14 семействам. Преобладающим по числу видов в этом биotope, как и в предыдущих, оказалось семейство *Oxytrichidae* - 3 вида, *Parameciidae* - 3 вида, остальные были представлены одним-двумя видами.

Доминирующими по численности были виды *Oxytricha sp.*, *Strobidium gyrans*, *Chilodonella cucullulus*, *Paramecium sp.*, *Frontonia sp.* Второстепенные виды по численности *Colpidium colpoda*, *Cyclidium glaucoma*, *Vorticella conica*.

Такие виды как *Enchelys pupa*, *Actinobolina radians* были встречены только в этом биotope.

В данном биotope, также преобладали по численности α-мезосапробные виды, и были представлены 11 видами, или 61,1 %, β-мезосапробные 3 вида, или 16,7 %, р-полисапробный 1 вид, или 5,6 %. Данный биотоп также относится к аβ-мезосапробным.

Таким образом, на всех рассмотренных 5-ти биотопах р. Волхов относится к аβ-мезосапробным водным объектам.

Видовое разнообразие, численность и биомасса ресничных инфузорий зависит от сезона года, соответственно и сапробность водного объекта тоже меняется.

Так, в зимний период в фауне цилиат было встречено 14 видов. Массовые виды: *Colpodium colpoda*, *Paramecium aurelia*, *Oxytrichia sp.*, встречались на всех биотопах. Доминирующими видами цилиат по биомассе в зимний период были *Paramecium aurelia* (715 мгС/м<sup>3</sup>), *Chilodonella cucullus* (408 мгС/м<sup>3</sup>), *Stylonychia mytilus* (387 мгС/м<sup>3</sup>).

Биомасса ресничных инфузорий в зимний период составляла от 157 до 1002 мгС/м<sup>3</sup>. Численность - 0,24-5,6 млн экз/м<sup>3</sup>.

В зимней фауне цилиат преобладают α-мезосапробные виды, β-мезосапробные виды не многочисленны и представлены в основном единично. Также следует отметить, что на протяжении исследуемого периода, виды цилиат относящихся к двум пограничным группам аβ-мезосапробным видам в р. Волхов не встречены.

В весенней фауне цилиат было обнаружено 29 видов. Этот период характеризуется более богатым видовым разнообразием и показателями численности, так как наступают благоприятные условия для их развития. Преобладающими по численности в это время года

здесь были следующие виды: *Paramecium caudatum*, *Stylonychia mytilus*, *Oxytricha* sp., *Spathidium parculus*. Численность этих видов составила 0,74 – 51,9 млн экз/м<sup>3</sup>, биомасса 70,8–1350 мгС/м<sup>3</sup>. Основная часть биомассы формировалась за счет *Chilodonella cucullus* (724 мгС/м<sup>3</sup>), *Paramecium caudatum* (513 мгС/м<sup>3</sup>), *Strobidium gyrans* (380 мгС/м<sup>3</sup>).

В весенней фауне ресничных инфузорий, также, как и в зимней, преобладающими по численности были α-мезосапробные виды, β-мезосапробные виды были представлены меньшим числом, также весной были отмечены р-полисапробные виды. Наличие в водоеме р-полисапробных видов в весенний период говорит о автохтонном и аллохтонном загрязнении водоема. Вода данной реки не может быть использована в качестве питьевой, и может ограниченно использоваться в целях ведения хозяйственной деятельности.

**Выводы.** за период исследования (зима-весна 2012 г) в собранных в р. Волхов пробах воды выявлено 32 вида ресничных инфузорий, относящихся к 5 классам, 9 отрядам и 16 семействам. Наиболее многочисленными были классы *Oligohymenophorea* – 14 видов, *Polyhymenophorea* – 11 видов.

Из семейств наиболее разнообразными по числу видов были *Oxytrichidae* – 6 видов, *Parameciidae* – 6 видов. Остальные семейства представлены меньшим количеством видов.

Показатели численности за исследуемый период составили от 0,24 до 51,9 млн экз/м<sup>3</sup>, биомасса от 70,8 до 1350 мгС/м<sup>3</sup>. Такие показатели являются достаточно высокими для рек.

Количественные показатели численности и биомассы ресничных инфузорий, а также их видовой состав и индикаторные особенности, показали, что р. Волхов относится к αβ-мезосапробным водным объектам. Река Волхов на всем своем протяжении находится под постоянным антропогенным воздействием (сброс сточных вод, коммунально-бытовая деятельность, рыболовство, Волховская ГЭС, промышленность и т.д.). Волхов относится к эвтрофным водотокам, что говорит о его аллохтонном и автохтонном загрязнении.

#### Список литературы

Рылов В.М. 1923. Некоторые данные об иловых отложениях озера Ильмень. Материалы по исследованию р. Волхов и его бассейна 10(2), 410-413.

Рылов В.М. 1924. Планктон озера Ильмень. Материалы по исследованию р. Волхов и его бассейна 19(2), 308-310, 325-338.

Wetzel A. 1928. Der Faulschlamm und seine Ciliaten Leitformen. Ztschr. Morphol. Okol. Tiere. 13, 179-328.

Дружинина И.А. 2004. Инфузории (Ciliata, Ciliophora) северо- и юго-западного районов литорали озера Ильмень (НовГУ им. Ярослава Мудрого). Великий Новгород, 131с.

Янковский А.В. 1973. Фауна СССР: Инфузории. Т2. Вып.1. /Ан СССР. Наука. -1973. – 310с.

Мажейкайте С.И. 1977. Ресничные инфузории. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР под ред. Л.А. Кутиковой, Я.И. Старобогатова. Л.:Гидрометеиздат, 46-98 с.

Corliss J.O. 1994. An interim utilitarian (“User-friendly”) hierarchical classification and characterization of the Protists. Acta Protozoologica 33, 1-51.

Foissner W. 1987. Morphologie und Infraciliatur einiger neuer und wenig bekannter terrestrischer und limnischer Ciliaten (Protozoa, Ciliophora). Sitzungsber. Osterr. Akad. Wiss. Math. Naturwiss. Kl. abt. 1. 196(5-10), 155-165.

Sladocek V. 1973. System of water quality from the biological point of view. Ergen. Der Limnol. H. 7. Arsh.hur Hydrodiol. Bienheft. 7, 1-218.

## Гидробиологические исследования Байдарацкой губы Карского моря в 2015 году (фитопланктон, зообентос)

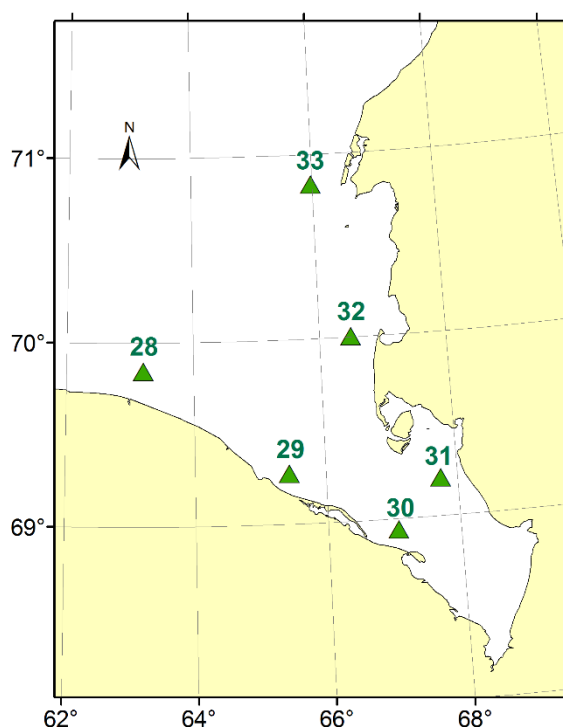
*Ю.В. Новикова, С.Н. Артемьев*

Северный филиал Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (СевПИНРО), г. Архангельск  
E-mail: [novikova@pinro.ru](mailto:novikova@pinro.ru)

**Ключевые слова:** Карское море, Байдарацкая губа, фитопланктон, зообентос, численность, биомасса.

**Аннотация:** В работе представлены результаты анализа проб фитопланктона и зообентоса, собранных в осенний период 2015 г. в юго-западном секторе Карского моря. Дана качественная и количественная характеристика фитопланктона и донных организмов, выделены комплексы доминантных видов.

Материалом для данной работы послужили пробы фитопланктона и макрозообентоса, отобранные в результате комплексных экспедиций ПИНРО в Байдарацкой губе Карского моря на научно-исследовательском судне «Профессор Бойко» 2015 г. Исследования проведены на 6 гидробиологических станциях в осенний период (рис. 1).



**Рис. 1.** Станции отбора проб в районе Байдарацкой губы Карского моря в сентябре 2015 г.

**Материалы и методы.** Отбор проб для определения качественных и количественных показателей фитопланктона осуществлялся с поверхностного горизонта. Отбор и обработка проб фитопланктона осуществлялись согласно стандартным методам (Руководство..., 1980). Численность (млн кл/м<sup>3</sup>) фитопланктона в единице объема воды рассчитывалась

стандартным методом (Руководство ..., 1980). Расчет биомассы ( $\text{мг/м}^3$ ) проводился с помощью таблиц размеров и весов (масс) фитопланктона (Михеева, 1999).

Пробы зообентоса отбирали с помощью дночерпателя Ван-Вина (площадь раскрытия  $0,1 \text{ м}^2$ ). Отобранные пробы промывали через сито с диаметром отверстий 1 мм, фиксировали 4%-ным раствором нейтрализованного формальдегида. Камеральную обработку собранного материала осуществляли в соответствии со стандартными методиками (Руководство ..., 1980; Определитель ..., 1948; WoRMS ..., 2013).

**Результаты и обсуждение. Фитопланктон.** В Байдарацкой губе Карского моря в сентябре 2015 г. всего было обнаружено 72 вида фитопланктона, принадлежащие 7 систематическим группам:

- Bacillariophyta (Диатомовые) – 50 видов,
- Dinophyta (Динофитовые) – 14 видов,
- Chlorophyta (Зеленые) – 2 вида,
- Chrysophyta (Золотистые) – 3 вида,
- Cryptophyta (Криптофитовые) – 1 вид,
- Cyanophyta (Синезеленые) – 1 вид,
- Euglenophyta (Эвгленовые) – 1 вид.

На всех станциях исследования в роли доминантов были отмечены представители отдела Bacillariophyta (табл. 1), в частности, микроводоросли *Leptocylindrus danicus*, *Melosira granulata*, *Nitzschia longissima*, *Paralia sulcata*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*. Указанные виды формировали основу продукционных показателей планктонных альгоценозов и были встречены на всех станциях отбора проб.

**Таблица 1.** Характеристика фитопланктона Байдарацкой губы Карского моря в 2015 г.

Номер станции	Количество видов	Общая численность, млн кл/ $\text{м}^3$	Общая биомасса, $\text{мг/м}^3$	Доминирующие таксоны (% от общей численности)
28	29	12,65	24,02	<i>Nitzschia longissima</i> (22,10 %) <i>Skeletonema costatum</i> (17,63 %) <i>Melosira granulata</i> (16,29 %) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (15,18 %)
29	31	17,11	61,89	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (66,50 %)
30	26	84,74	363,19	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (52,72 %) <i>Paralia sulcata</i> (37,61 %)
31	20	23,78	176,8	<i>Paralia sulcata</i> (51,68 %) <i>Nitzschia longissima</i> (18,17 %)
32	28	23,23	125,49	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (53,31 %)
33	30	7,3	43,03	<i>Nitzschia longissima</i> (32,89 %) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (18,42 %) <i>Leptocylindrus danicus</i> (15,35 %)
Среднее		27,14	132,4	

Количественные характеристики фитопланктона Байдарацкой губы в исследуемый период представлены в табл. 1. Численность фитопланктона изменялась в широком диапазоне, максимальная численность отмечена со стороны Югорского п-ова на станции 30 ( $84,74 \text{ млн кл/м}^3$ ), минимальная численность – со стороны полуострова Ямал на станции 33 ( $7,3 \text{ млн кл/м}^3$ ). Максимальные значения биомассы также наблюдались со стороны Югорского полуострова на станции 30 ( $363,19 \text{ мг/м}^3$ ). Высокие значения биомассы отмечены со стороны п-ова Ямал на станциях 31 ( $176,8 \text{ мг/м}^3$ ) и 32 ( $125,49 \text{ мг/м}^3$ ). Минимальные значения биомассы отмечены на выходе из залива на станциях 28 ( $24,02 \text{ мг/м}^3$ ) и 33

(43,03 мг/м<sup>3</sup>). Средние значения численности и биомассы фитопланктона составили 27,14 млн кл/м<sup>3</sup> и 132,4 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.

**Зообентос.** Состав и количество донных организмов во многом зависят от характера грунта, на которых они формируются. На станциях, расположенных со стороны полуострова Ямал (станции 32, 33) отмечены песчано-илистые грунты, в центральной части Байдарацкой губы (станции 31) отмечались глинистые грунты. На станциях со стороны Югорского полуострова (станции 28, 29) отмечались илисто-глинистые донные отложения, исключение составила станция 30, где были зафиксированы песчаные грунты.

Структуру донных биоценозов в районе исследований образовывали в основном две группы организмов: двустворчатые моллюски и многощетинковые черви. На исследуемой акватории всего было обнаружено 47 таксонов донных организмов. Доля полихет по численности варьировала в пределах от 30 до 93 %, с максимальными значениями на станции 32. В роли субдоминантов по численности выступали двустворчатые моллюски. Их доля от общей численности изменялась в пределах от 20,5 до 26,5 %. Исключение составила станция 31, где субдоминантами были ракообразные.

Максимальная численность зообентоса отмечена со стороны полуострова Ямал на станции 32 (2643,32 экз/м<sup>2</sup>), где преобладающими организмами были многощетинковые черви (*Owenia* sp.). Минимальные значения численности донных организмов отмечены на станции 31 (86,66 экз/м<sup>2</sup>).

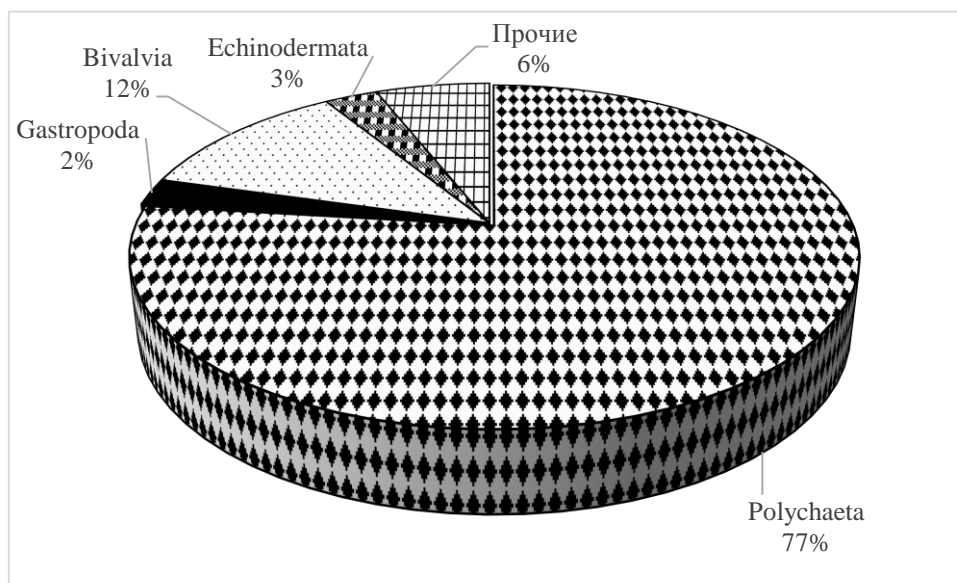
По биомассе в зообентосе также доминировали двухстворчатые моллюски и многощетинковые черви. Минимальное значение общей биомассы зообентоса отмечено на станции 31 (13,36 г/м<sup>2</sup>), максимальное значение – на станции 32 (52,71 г/м<sup>2</sup>). Высокие значения биомассы в основном определяло присутствие в пробах двустворчатых моллюсков *Astarte borealis*, *Mya* sp. (табл. 2).

**Таблица 2.** Характеристика макрозообентоса Байдарацкой губы Карского моря в 2015 г.

Номер станции	Глубина, м	Общая численность экз/м <sup>2</sup>	Общая биомасса г/м <sup>2</sup>	Доминирующие таксоны	Процент от общей численности	Процент от общей биомассы
28	37,0	616,67	55,77	Polychaeta	55	18,5
				Bivalvia	20,5	46,5
				Sipunculoidea	0,5	25
				Hydrozoa	15	7
29	17,0	853,33	108,57	Bivalvia	26,5	81
				Polychaeta	62,5	8
				Gastropoda	2,5	10
30	13,0	206,66	34,88	Polychaeta	30,5	2,5
				Bivalvia	22,5	76,5
				Ophiuroidea	21	10
				Gastropoda	16	10
31	16,0	86,66	13,36	Polychaeta	65,5	98
				Crustacea	19	0,5
32	18,0	2643,32	52,71	Polychaeta	93	63
				Bivalvia	3	18
				Ophiuroidea	1,5	6
33	18,0	356,65	49,27	Polychaeta	57	46
				Bivalvia	22,5	31,5
				Holothuroidea	1	9,5

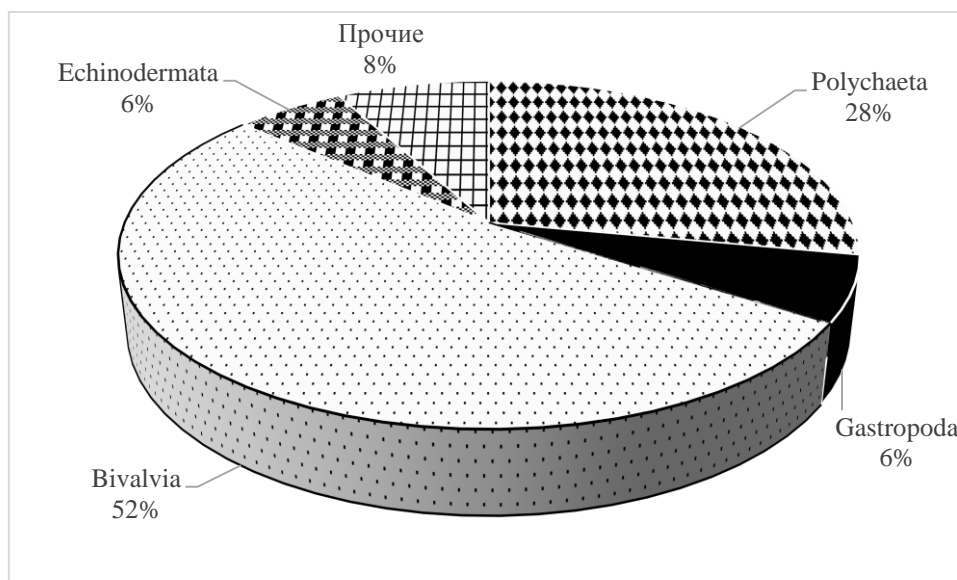
На рис. 2 приведен качественный состав макрозообентоса исследуемого района. Доминируют по численности многощетинковые черви (77 % от общего количества); в роли

субдоминантов выступают двустворчатые моллюски (12 %). Весомый вклад в создание общей численности организмов внесли иглокожие (3 %) и брюхоногие моллюски (2 %). Доля саркодовых, фораминифер, гидроидов, сипункулид, немертин, мшанок и асцидий была незначительной и в сумме составила около 6 %.



**Рис. 2.** Соотношение отдельных групп организмов в общей численности зообентоса в исследуемом районе в 2015 г.

Оценивая вклад отдельных таксонов в создании общей биомассы макрозообентоса, из приводимых данных видно, что в исследуемом районе доминировали двустворчатые моллюски. Вклад данных организмов в общую биомассу зообентоса составил 52 %. Вторыми по биомассе были многощетинковые черви с долей 28 %. Вклад в общую биомассу иглокожих и брюхоногих моллюсков составил по 6 % для каждой группы. Доля прочих таксонов составила в совокупности 8 % (рис. 3).



**Рис. 3.** Соотношение отдельных групп организмов в общей биомассе зообентоса в исследуемом районе в 2015 г.

Полученные в ходе исследований результаты показали:

1. Микрофитоценоз Байдарацкой губы в осенний период 2015 г. характеризуется абсолютным доминированием диатомовых водорослей, разнообразием видового состава. Данное фитопланктонное сообщество характеризуется пространственной неоднородностью. Количественные показатели варьировали в широких пределах. Средние значения численности и биомассы фитопланктона составили 170,12 млн кл/м<sup>3</sup> и 740,16 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

2. Макрозообентос исследуемого района характеризуется относительно низкими количественными показателями численности и биомассы. Распределение донных организмов было неравномерным и носило мозаичный характер. Всего было обнаружено и определено 47 таксонов зообентосных организмов. Средняя численность их составила 794 экз/м<sup>2</sup>, средняя биомасса – 52,4 г/м<sup>2</sup>.

#### **Список литературы**

Михеева Т.М. 1999. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог. Минск: БГУ, 396 с.

Определитель фауны и флоры северных морей СССР. 1948. Под ред. Н.С. Гаевской. М.: Сов. Наука, 737 с.

Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. 1980. Под ред. А.В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат. 190 с.

WoRMS 2013. Editorial Board. World Register of Marine Species. URL: <http://www.marinespecies.org>. at VLIZ. Accessed 2013-11-02.

## Паразитофауна наваги дальневосточной (*Eleginus navaga*) из прибрежных вод восточного и западного Сахалина

С.В. Новокрещенных, А.В. Полтева

Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск)

E-mail: [a.polteva@sakhniro.ru](mailto:a.polteva@sakhniro.ru)

**Ключевые слова:** навага дальневосточная, *Eleginus navaga*, паразитофауна, экстенсивность, индекс обилия, амплитуда интенсивности, о. Сахалин, восточное и западное побережье.

**Аннотация:** Приведены результаты изучения паразитофауны наваги дальневосточной (*Eleginus navaga*), выловленной на восточном и западном побережье Сахалина в январе 2018 года. В ходе исследований были обнаружены личиночные формы гельминтов рр. *Anisakis*, *Nybelinia*, *Corynosoma*, *Pyramicocephalus* и класса *Trematoda* и половозрелые формы р. *Echinorhynchus*. Выявлены количественные различия паразитофауны у рыб из разных районов промысла.

Навага дальневосточная является важным объектом промысла на о. Сахалин и пользуется стабильным потребительским спросом, особенно в зимний период.

По данным Г.П. Вяловой и С.А. Виноградова (2003), паразитофауна наваги дальневосточной представлена 16 видами, в том числе: цестодами (*Pyramicocephalus phocarum* и *Nybelinia surmenicola*), трематодами (*Brachiphilus crenatus*, *Derogenes varicus*, *Genolinea anura*, *Hemiurus levinseni*, *Lecithaster gibbosus*), скребнями (*Corynosoma strumosum* и *semerme*, *Echinorhynchus gadi*), нематодами (*Anisakis simplex*, *Pseudoterranova decipiens*, *Contraeaecum osculatum*, *Ascarophis pacifica*), паразитическими ракообразными (*Clavella adunca*, *Lepeophtheirus parviventris*).

Из указанного списка виды *Pyramicocephalus phocarum*, *Corynosoma strumosum* и *semerme*, *Anisakis simplex*, *Pseudoterranova decipiens*, *Contraeaecum osculatum* являются опасными для здоровья человека.

Цель настоящей работы - выявить количественный и качественный состав паразитофауны наваги дальневосточной, выловленной в ходе зимней путины 2018 г., а также оценить степень зараженности наваги из разных районов промысла, в том числе паразитами, опасными для здоровья человека.

Объектом исследований служила навага дальневосточная, выловленная на участках восточного (траверз г. Поронайск и п. Стародубское) и западного (траверз с. Трамбаус) побережья о. Сахалин, в зимний период (январь) 2018 года (рис. 1, табл. 1). С целью изучения паразитофауны полному паразитологическому вскрытию было подвергнуто 150 замороженных экземпляров наваги дальневосточной в соответствии с общепринятыми методиками (Скрябин, 1928; Быховская-Павловская, 1985).

При исследовании определялись размерно-весовые показатели рыбы и показатели паразитарной зараженности – экстенсивность (Э), индекс обилия (ИО) и амплитуда интенсивности (АИ). Расчет показателей паразитарной зараженности велся по следующим формулам:

экстенсивность (Э), % –  $Э = n/N * 100\%$ ,

где  $n$  - число зараженных рыб,  $N$  – число исследованных рыб;

индекс обилия (ИО), экз/рыбу –  $ИО = m/N$ ,

где  $m$  - число обнаруженных гельминтов,  $N$  – число исследованных рыб.





**Рисунок 1.** Районы отбора проб.

Проведенный анализ выявил варьирование размерно-весовых показателей у наваги с разных промысловых участков (табл. 1).

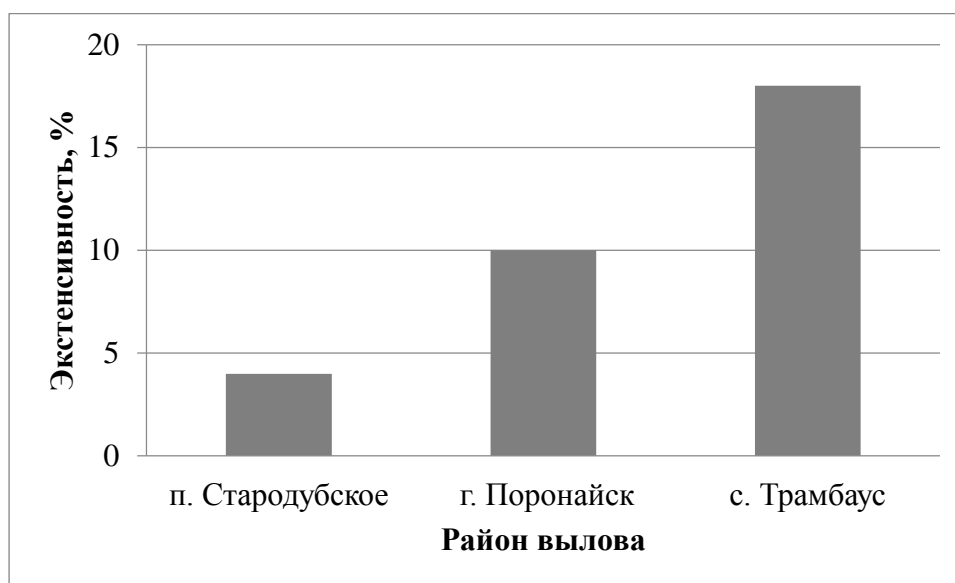
**Таблица 1.** Размерно-весовые показатели наваги дальневосточной из прибрежных вод о. Сахалин в январе 2018 г.

Район/дата отбора проб	Кол-во исслед. рыб, экз.	Масса тела, г	Длина АС, см	Длина АД, см
Траверз п. Стародубское (юго-восточное побережье о. Сахалин), 23.01.2018 г.	50 (33♂, 17♀)	$\frac{21,5-113,5}{57,3\pm 2,5}$	$\frac{14,3-24}{18,9\pm 0,2}$	$\frac{12,9-21,7}{17,1\pm 0,2}$
Траверз г. Поронайск (зал. Терпения), 20.01.2018 г.	50 (33♂, 17♀)	$\frac{43,5-298}{92,78\pm 6,1}$	$\frac{17,5-31}{21,9\pm 0,3}$	$\frac{15,8-28,3}{19,8\pm 0,3}$
Траверз с. Трамбаус (Татарский пролив), 23.01.2018 г.	50 (43♂, 7♀)	$\frac{65,5-359,5}{172,1\pm 8,8}$	$\frac{19,7-33,8}{26,7\pm 0,4}$	$\frac{18,1-31,1}{24,3\pm 0,4}$

Примечание: числитель – min и max значения, знаменатель – среднее значение.

Средние значения размерно-весовых характеристик у наваги, выловленной в прибрежье на траверзе п. Стародубское, были ниже, чем у наваги, добытой в зал. Терпения и на западном побережье. Длина рыб по Смиуту составила  $18,9\pm 0,2$  см, масса –  $57,3\pm 2,5$  г. Средние показатели длины и массы наваги из зал. Терпения были соответственно  $21,9\pm 0,3$  см и  $92,78\pm 6,1$  г. Относительно крупной была навага с западного побережья. При средней массе рыб  $172,1\pm 8,8$  г и длине  $26,7\pm 0,4$  см, в выборке встречались особи с массой 359,5 г и длиной 33,8 см.

В ходе исследований мышечной ткани наваги с восточного побережья Сахалина были обнаружены личинки нематод – *Anisakis* sp., локализовавшиеся в спинных и брюшных мышцах. Зараженность рыб анизакидами с разных промысловых участков была на уровне 4 и 10%, при амплитуде интенсивности 1-2 шт. (рис. 2).



**Рис. 2.** Экстенсивность инвазии *Anisakis* sp. мускулатуры наваги дальневосточной, январь 2018 г.

Цестоды *Nybelinia surmenicola* l. у наваги с восточного побережья обнаружены не были (табл. 2).

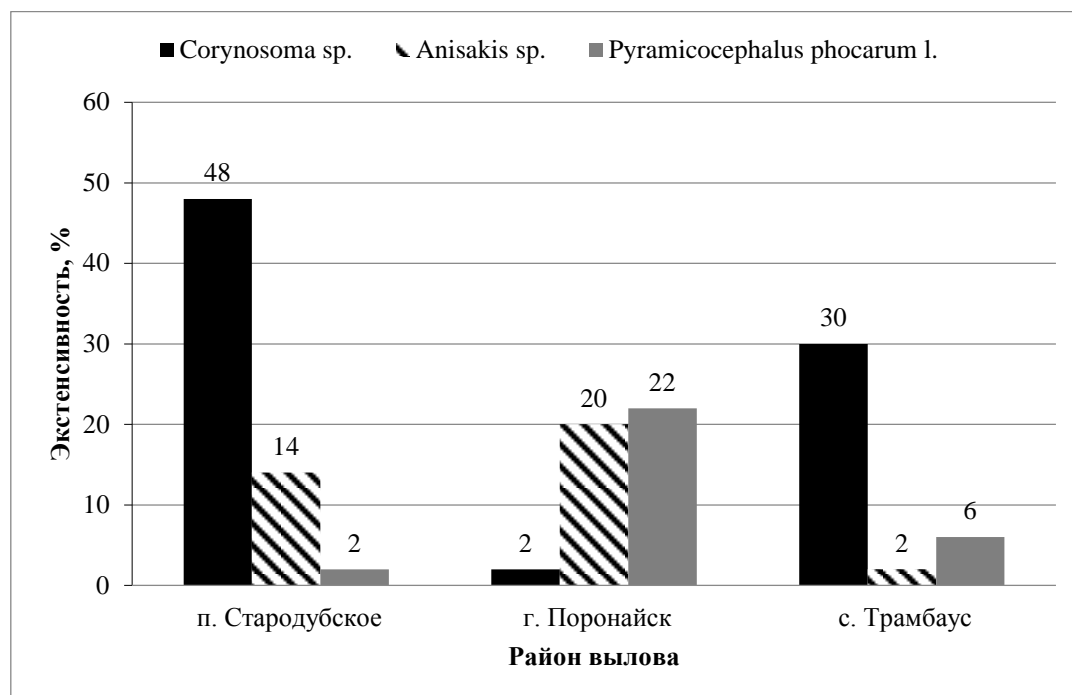
**Таблица 2.** Паразитофауна наваги, выловленной в прибрежных водах восточного и западного Сахалина в январе 2018 г.

Вид паразита	Районы вылова								
	Траверз п. Стародубское			Траверз г. Поронайск			Траверз с. Трамбаус		
	Э, %	ИО	АИ, шт.	Э, %	ИО	АИ, шт.	Э, %	ИО	АИ, шт.
<b>Мускулатура</b>									
<i>Nybelinia surmenicola</i> l.	0	0	0	0	0	0	4	0,06	1-2
<i>Anisakis</i> sp.	4	0,04	1	10	0,14	1-2	18	0,28	1-2
<b>Полость</b>									
<i>Corynosoma</i> sp.	48	0,8	1-3	2	0,06	3	30	0,56	1-4
<i>Anisakis</i> sp.	14	0,18	1-2	20	0,52	1-5	2	0,02	1
<i>Pyramicocephalus phocarum</i> l.	2	0,02	1	22	0,48	1-5	6	0,06	1
<b>Пищеварительный тракт</b>									
<i>Nybelinia surmenicola</i> l.	2	0,02	1	0	0	0	40	1,0	1-5
<i>Echinorhynchus gadi</i>	82	3,72	1-19	94	4,08	1-23	96	13,08	1-76
<i>Trematoda</i> sp.	32	1,38	1-37	2	0,06	1-2	14	0,64	1-16

У наваги с западного побережья зараженность мышечной ткани личинками нематод отмечалась чаще. Экстенсивность составляла 18% (рис. 2). У 4 % рыб в спинных и брюшных

мышцах наряду с личинками нематод *Anisakis* sp. были найдены цестоды *Nybelinia surmenicola* l. Амплитуда интенсивности цестодами не превышала 2 шт. (см. табл. 2).

В полости тела исследованных рыб с разных участков промысла были обнаружены личинки паразитов из pp. *Corynosoma*, *Pyramicocephalus*, *Anisakis* (рис. 3).



**Рис. 3.** Экстенсивность инвазии паразитами полости тела наваги дальневосточной, январь 2018 г.

Почти у половины исследованных рыб, выловленных в районе п. Стародубское (48 %), и трети рыб с западного побережья (30 %) полость тела была заражена кориносомами. Редко (экстенсивность 2 %) представители этого рода встречались у наваги из зал. Терпения.

Рыбы с западного побережья отличались низкой степенью инвазии (2 %) личинками анизакид. Инвазирование полости тела наваги с восточного побережья нематодами *Anisakis* sp. фиксировалось чаще, экстенсивность была на уровне 20 %.

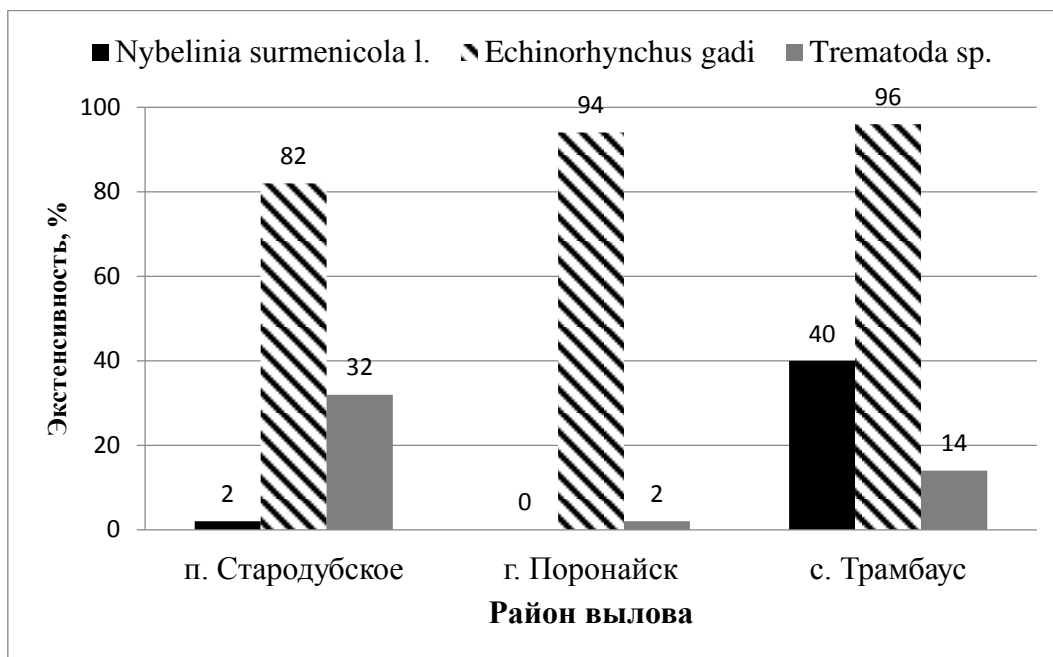
*Pyramicocephalus phocarum* l. встречался в полости тела 22 % рыб из зал. Терпения. Единично этот вид присутствовал у 2 и 6 % рыб в выборках из других районов вылова.

При осмотре пищеварительного тракта наваги дальневосточной были выявлены представители родов *Echinorhynchus*, *Nybelinia* и класса *Trematoda*.

*Echinorhynchus gadi* встречались по всему пищевому тракту у образцов с обоих побережий Сахалина. Экстенсивность на восточном побережье варьировалась от 82 до 94 % при индексе обилия 3,72-4,08 экз/рыбу и амплитуде интенсивности 1-23 экз. (см. табл. 2, рис. 4). У рыб с западного побережья экстенсивность составила 96 % при индексе обилия 13,08 экз/рыбу и амплитуде интенсивности 1-76 экз.

Единичные особи цестод *Nybelinia surmenicola* l. были извлечены из стенок желудков рыб, добытых в районе п. Стародубское. Экстенсивность инвазии составила 2 %. У крупных особей с западного побережья зараженность цестодами достигала 40 %.

На восточном побережье (район п. Стародубское) зараженность *Trematoda* sp. составила 32 % с индексом обилия 1,38 экз/рыбу, в то время как у образцов добытых у г. Поронайск экстенсивность не превысила 2 % с индексом обилия 0,06 экз/рыбу (рис. 4). У наваги с западного побережья зараженность *Trematoda* sp. составила 14 % с индексом обилия 0,64 экз/рыбу. Патологических изменений в местах локализации паразитов не наблюдалось.



**Рис. 4.** Экстенсивность инвазии паразитами пищеварительного тракта наваги дальневосточной в зал. Терпения, январь 2018 г.

В исследованных экземплярах наваги дальневосточной не были обнаружены *Pseudoterranova decipiens*, *Contracaecum osculatum* и *Ascarophis pacifica*, ранее описанные для наваги в работе Г.П. Вяловой и С.А. Виноградова (2003).

Как показали проведенные в январе 2018 г. паразитологические исследования, фауну паразитов наваги дальневосточной, выловленной на участках промысла восточного и западного побережья Сахалина формировали представители родов *Anisakis*, *Echinorhynchus*, *Nybelinia*, *Corynosoma*, *Pyramicocephalus* и класса - *Trematoda*. Среди них были выявлены паразиты, опасные для здоровья человека: *Anisakis* sp., *Corynosoma* sp., *Pyramicocephalus phocarum* l.

Качественный состав паразитов, экстенсивность и интенсивные показатели инвазии мышц, полости тела и пищеварительного тракта у рыб из разных районов промысла варьировались.

Зараженность мышц *Anisakis* sp. была выше у рыб с западного побережья, где составляла 18 % с индексом обилия 0,28 экз/рыбу. Наряду с анизакидами мышцы рыб с западного побережья были заражены *Nybelinia surmenicola* l. (4 %, 0,06 экз/рыбу). У рыб с восточного побережья этот вид паразита в мышцах не был обнаружен.

В полости тела наваги встречались *Corynosoma* sp., *Anisakis* sp., *Pyramicocephalus phocarum* l.. Личинками *Corynosoma* sp. были заражены 48 % рыб с юго-восточного и 30% с западного побережья. У рыб из залива Терпения чаще встречались личинки *Anisakis* sp. (20 %) и *Pyramicocephalus phocarum* l. (22 %).

В пищеварительном тракте наваги присутствовали: *Trematoda* sp., *Nybelinia surmenicola* l., *Echinorhynchus gadi*. Экстенсивность инвазии *Echinorhynchus gadi* у рыб с западного побережья достигала 96 % с индексом обилия 13,08 экз/рыбу. На участках восточного побережья этот вид паразита встречался у 82 и 94 % исследованных рыб при индексе обилия 3,72 и 4,08 экз/рыбу, соответственно.

*Nybelinia surmenicola* l. паразитировали в пищеварительном тракте у 40 % рыб с западного побережья и редко присутствовали у наваги, выловленной на восточном побережье. В пищеварительном тракте наваги из зал. Терпения нибелинии обнаружены не были и редко встречались трематоды (2 %). Зараженность трематодами рыб с других промысловых участков была выше: на западном побережье – 14 % (0,64 экз/рыбу), на юго-восточном – 32 % (1,38 экз/рыбу).

### Список литературы

Быховская-Павловская И. Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. М.: Изд-во «Наука», 121 с.

Вялова Г.П., Виноградов С.А. 2003. Фауна паразитов и динамика их численности у наваги *Eleginus gracilus Tilesius* (Gadidae) в промысловых районах Сахалина – Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях. Труды СахНИРО 5, 243-250.

Скрябин К.И. 1928. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: Изд. 1-го МГУ, 45 с.

## Сравнительная оценка чувствительности *Atherina boyeri pontica*, *Oreochromis mossambicus* и морской культуры *Poecilia reticulata* к острому токсическому воздействию

Е.В. Оганесова<sup>1,2</sup>, Д.М. Саидов<sup>1</sup>, М.В. Медянкина<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (ФГОУ ВПО «МГУ им. Ломоносова»), г. Москва

E-mail: [toxic\\_fish@mail.ru](mailto:toxic_fish@mail.ru)

**Ключевые слова:** загрязнения, *Atherina*, адаптация, тест-объект.

**Аннотация:** Исследована сравнительная чувствительность стандартного тест-организма *Poecilia reticulata* и адаптированных к лабораторным условиям природных морских рыб *Atherina boyeri pontica* и *Oreochromis mossambicus*, с целью использования их для разработки предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ для морских водных объектов рыбохозяйственного значения в качестве тест-объектов.

**Введение.** Проблема исследования загрязнения морской среды постоянно актуальна в связи с расширением хозяйственной деятельности человека в прибрежных районах, а также с развитием морского транспорта и нефтедобычи на шельфе. Кроме того, за последние десятилетия увеличился объем сточных вод, содержащих промышленные и бытовые стоки. В связи с этим существует необходимость усовершенствования контроля качества природных вод.

В основе методик исследования токсичности загрязняющих веществ на морских тест-организмах лежат схемы проведения токсикологических исследований на пресноводных организмах, получившие широкое распространение, благодаря большей востребованности по сравнению с морскими. Несмотря на многолетнюю систему разработки ПДК требуется дальнейшее совершенствование системы рыбохозяйственного нормирования допустимого загрязнения водоемов, в т.ч. для повышения экспрессивности, унификации условий и методов постановки токсикологических экспериментов, а также расширения спектра чувствительных тест-объектов для проведения исследований.

Различная чувствительность организмов при воздействии загрязняющих веществ наблюдается не только на видовом, но и на популяционном уровне. Учитывая разную чувствительность организмов к токсикантам, сложно, а зачастую и невозможно, найти идеальную модель (тест-организм) для проведения экспериментов при установлении нормативов. На протяжении многих лет происходило внедрение в лабораторную практику организмов разных трофических уровней, проводились интеркалибрационные работы для выявления воспроизводимости результатов, полученных в разных лабораториях. Такие исследования помогли установить группы организмов, пригодных к использованию в лабораторной практике при нормировании загрязняющих веществ в основном для пресной воды.

Анализ практики разработки нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДК р/х) показал, что в большинстве случаев лимитирующим звеном оказываются рыбы на разных стадиях развития - 47,5 %. Далее по чувствительности следует зоопланктон - 32,5 % и наименее чувствительными оказались простейшие - 0,3 % (Медянкина и др., 2017). Поскольку нормативы ПДК охраняют наиболее уязвимое звено в экосистеме, то это обуславливает

необходимость поиска удобных и надежных видов рыб для проведения исследований в рамках разработки ПДК р/х.

Для биотестирования морской среды в качестве тест-объектов используют как организмы, собранные в природных водоемах и адаптированные к лабораторным условиям, так и стандартные тест-организмы (табл. 1).

**Таблица 1. Виды морских рыб, рекомендованные в качестве тест-организмов**

Регион	Виды, рекомендованные в РФ	Виды, используемые в ЕС и других странах*
Чёрное море	Смарида <i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	Карпозубик <i>Cyprinodon variegatus</i>
Дальневосточный регион	Анчоус японский <i>Engraulis japonicus</i> (Temminck & Schlegel, 1846) Желтопёрная камбала <i>Limanda aspera</i> (Pallas, 1814) (личинки) Минтай <i>Theragra chalcogramma</i> (Pallas, 1814) Кета <i>Oncorhynchus keta</i> (Walbaum, 1792), Горбуша <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792) (молодь), Красноперка сахалинская - угай <i>Tribolodon ezo</i> (Okada & Ikeda, 1937) (взрослые особи)	Менидия <i>Menidia peninsulae</i> , <i>M. menidia</i> ранние стадии развития: Сельдь <i>Clupea</i> (Linnaeus, 1758) Треска <i>Gadus</i> (Linnaeus, 1758)
Каспийский регион	Кутум <i>Rutilus frisii kutum</i> (Kamensky, 1901) Бычок-кругляк <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814) (молодь) Вобла <i>Rutilus caspicus</i> (Yakovlev, 1870) (молодь)	
Северные моря	Сельдь <i>Clupea</i> (Linnaeus, 1758), Навага <i>Eleginus</i> (Tilesius, 1810) (икра, личинки), Треска <i>Gadus</i> (Linnaeus, 1758) Камбалообразные <i>Pleuronectiformes</i> и др. (икра, половозрелые особи)	
Универсальный лабораторный культивируемый вид	Гуппи <i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859)	

\*Соответствуют международным стандартам ГОСТ принятым в РФ для оценки опасности химической продукции для водной среды.

Транспортировка, адаптация к искусственным условиям, получение икры и молоди, как и содержание взрослых морских рыб, весьма затруднительны и требуют дополнительных исследований по доработке соответствующих методик. Поэтому, предпочтительнее использовать лабораторные культуры гидробионтов, что позволяет проводить биотестирование независимо от доступности выборок природных тест-объектов и их состояния (Оганесова Е.В. и др., 2018).

К числу немногих культивируемых солоноводных рыб принадлежат гуппи *Poecilia reticulata* (Peters, 1859). Морская культура этих рыб является удобным и весьма

чувствительным объектом для токсикологических исследований, поскольку легко переносит соленость от 0-20‰, а при постепенной адаптации и до 35‰.

Целью нашей работы была исследование возможности использования новых видов рыб атерины черноморской *Atherina boyeri pontica* (Eichwald, 1838) и тилипии мозамбикской *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) в качестве тест-объектов для оценки токсичности и разработки нормативов качества морских вод. Сравнение чувствительности выбранных видов рыб с морской лабораторной культурой *Poecilia reticulata* при остром воздействии химических веществ, на примере, диспергентов 3-го поколения.

**Материалы и методы.** В качестве представителя природной популяции была выбрана черноморская атерина – морская эвригалинная рыба отряда атериноподобных (как и рекомендуемая в странах ЕС *Menidia peninsulae*). Обитает в Средиземном, Чёрном, Азовском и Каспийском морях, заходит в низовья рек и лиманов и добывается как прилов при промысле других видов рыб (Крыжановский, Троицкий, 1954). Для проведения исследований рыба была выловлена в гирле Бугазского лимана, с помощью сачка 20×30 с ячейей 2 мм в непосредственной близости от берега во время осенней миграции рыб.

Выловленных особей в количестве около полутора тысяч содержали в течение двух суток в проточных бассейнах объемом 3 м<sup>3</sup>, после чего перевозили в стационарную лабораторию в баках объемом 40 литров с постоянной аэрацией и заменой половины объема воды через 24 часа. По приезду рыба была переведена в термостатируемые ёмкости 0,5 м<sup>3</sup> с солёностью 24‰. Акклиматизация производилась в течение трех недель. Питание осуществляли живым и замороженным мотылём и комбикормами производства «СОРПЕНС», Нидерланды. Во время акклиматизации рыба успешно перешла на питание комбикормами, вспышек естественных заболеваний отмечено не было. Выловленные экземпляры представляли собой половозрелых особей размером 8-10 см весом до 3 грамм. Общий отход за период перевозки и адаптации к условиям лаборатории составил около 30 %.

Второй объект – мозамбикская тилипия *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852), популярная в аквакультуре рыба, являющаяся пищевым объектом. Токсикологические исследования с использованием данного вида рыб проводились с 80-х гг. 20-го века и были направлены на изучение патологических изменений систем органов и тканей. Так, оценивали влияние тяжелых металлов и их солей (Panigrahi, Misra, 1980), пестицидов, инсектицидов и химических удобрений (Sailatha et al., 1981; Rabia Sarikayal et al., 2009). Все описанные исследования проводились в пресной воде, тогда как наша задача была исследовать возможность использования данного вида для оценки морской среды.

Для проведения экспериментов были использованы особи в возрасте 6 месяцев размером 6-8 см и весом 5-6 грамм, полученные из европейской лабораторной аквакультуры. С целью поиска наилучшего подхода перевод молоди тилипии с пресной воды на искусственную солёную проводили несколькими способами:

1. многоступенчатый перевод – повышение солёности производили постепенно, повышая солёность на 4‰ каждые 6-8 часов, доведя солёность до 20‰ через 48 часов;
2. двухступенчатый перевод – повышение солёности в два этапа (8‰ – 20‰) с промежутком в 24 часа;
3. шоковый перевод – мгновенный перевод особей в воду с солёностью 20‰.

Акклиматизация в морской воде проводилась в течение двух недель. Питание осуществляли живым и замороженным мотылём и комбикормами производства «СОРПЕНС», Нидерланды. Интересно, что даже шоковый перевод не привёл к гибели рыбы, уже на следующие сутки особи после шокового перевода активно питались комбикормами и проявляли явную активность, что подтверждает довольно высокую толерантность данного вида даже к резкому изменению солёности (Мозамбикская тилипия исконно обитает в дельте р. Замбези – солоноватоводных водоёмах).

Для острых и хронических экспериментов на морской воде использовались только особи, переведенные на солёную воду многоступенчатым способом. Акклиматизированные



особи *A. boyeri pontica* и *O. Mossambicus*, а также *P. reticulata* из морской культуры использовали при проведении исследований по определению предельно допустимых концентраций химических веществ. В качестве токсикантов использовали компоненты современного диспергента третьего поколения (исследования с *A. boyeri pontica* и *P. reticulata*) и сам препарат (исследования с *O. mossambicus* и *P. reticulata*).

Исследования с молодью рыб проводили в аквариумах объемом 10 и 50 литров для гуппи и атерины с тилляпией, соответственно. Плотности посадки составляла не более 1 г веса рыбы /1 литр воды. Для каждой из выбранных концентраций повторность была трехкратной. Длительность экспериментов составляла 4 суток для острых и 30 суток для хронических испытаний. Подмену 1/3 объема воды в длительном опыте производили еженедельно. Оценивали и фиксировали следующие показатели токсического воздействия: выживаемость рыб, пищевое поведение, активность, изменения в окраске, состояние жабр и плавников. Исследуемые вещества были зашифрованы соответственно: смесевой препарат, компонент I, компонент II и компонент III.

**Результаты и обсуждения.** По результатам проведенных испытаний получены следующие данные (табл. 2).

**Таблица 2.** Сравнительные результаты проведенных исследований

Вещества	Показатели токсичности, мг вещества(препарата) /л								
	<i>P. reticulata</i>			<i>A. boyeri pontica</i>			<i>O. mossambicus</i>		
	ЛК <sup>96</sup> <sub>50</sub>	ПК	МДК	ЛК <sup>96</sup> <sub>50</sub>	ПК*	МДК**	ЛК <sup>96</sup> <sub>50</sub>	ПК	МДК
Компонент I	> 250	5,0	1,0	> 250	100	50	-		
Компонент II	> 100	> 100	≥ 100	375,8	150	100	-		
Компонент III	> 250	100	50	>1000	> 1000	≥ 1000	-		
Смесевой препарат	21,8	25,0	18,5	-			> 50	50	10

\* Пороговая концентрация.

\*\*Максимально допустимая концентрация.

Полулетальная концентрация смесевоего препарата за 96 часов (ЛК<sup>96</sup><sub>50</sub>) составила 21,8 и более 50,0 мг/л для гуппи и тилляпии, соответственно. Хроническую токсичность препарата изучали в диапазоне концентраций от 0,01 до 50,0 мг/л для тилляпии и гуппи – от 1,0 до 25,0 мг препарата/л. Исследуемые концентрации препарата не вызывали гибели тилляпий во всех концентрациях кроме 50,0 мг/л, где гибель была 100 %. Абсолютно летальной для гуппи была концентрация препарата 25,0 мг/л, при воздействии 18,5 мг препарата/л гибель составила 7 % особей за 30 суток. Изменения пищевого поведения и внешних покровов, окраски и увеличения количества слизи у обоих видов рыб не наблюдали. Таким образом, по показателю выживаемости максимально допустимая концентрация препарата для *Poecilia reticulata* составляет 18,5 мг/л, пороговая - 25,0 мг/л. Для *Oreochromis mossambicus* по показателю выживаемости МДК является концентрация 10,0 мг/л, пороговой 50,0 мг/л.

Острая токсичности Компонента I по показателю ЛК<sup>96</sup><sub>50</sub> для гуппи и атерины составила ≥ 250,0 мг/л. Хроническая токсичность данного компонента изучена в диапазоне концентраций от 1,0 до 250,0 мг/л, табл. 2. Для *Poecilia reticulata* выживаемость составила от 20% в концентрации 250,0 мг/л до 47% - в 5,0 мг/л. Таким образом, по показателю выживаемости МДК компонента I для гуппи составляет 1,0 мг/л, а пороговая концентрация – 5,0 мг/л. Для атерины выживаемость в 5,0 мг/л составила 100 %, тогда как концентрация 250,0 мг/л вызывала полную гибель рыб. Оценка статистической значимости отклонений в выживаемости атерины черноморской от контроля при воздействии различных концентраций компонента I показала, что МДК составляет 50,0 мг/л.

Компонент II в остром опыте за 96 часов вызывал гибель 50 % особей в концентрациях 375,8 для атерины, и более 100,0 мг/л - для гуппи. Для исследований выбрали

концентрации 5,0-100,0 мг/л для гуппи и от 10,0-1000,0 мг/л для атерины. Компонент II не вызывал гибели молоди рыб на протяжении опыта в диапазоне концентраций от 5,0-100,0 мг/л. Отклонения в выживаемости атерины наблюдаемые в концентрациях от 10,0 до 100,0 мг/л, также не являются статистически значимыми. МДК для атерины составляет 100 мг/л.

При воздействии компонента III значения показателя ЛК<sub>50</sub><sup>96</sup> для гуппи и атерины составили более 250,0 и 1000,0 мг/л, соответственно. Хроническое воздействие для гуппи оценивали в диапазоне концентраций компонента III от 10,0-250,0 мг/л и от 10,0 до 1000,0 мг/л для атерины. По показателю выживаемости МДК для гуппи составляет 50,0 мг/л, для атерины более 1000,0 мг/л.

Результаты проведенных исследований показывают, что компоненты диспергента по степени острой токсичности для рыб относятся к практически не токсичным веществам по ГОСТ 32424-2013 «Классификация опасности химической продукции по воздействию на окружающую среду. Основные положения».

*Atherina boyeri pontica* оказалась менее чувствительной к действию компонентов препарата по сравнению с *Poecilia reticulata*. Так, значение пороговой концентрации для компонента I и III было в 20 и 10 раз ниже для гуппи, чем для атерины, соответственно. *Oreochromis mossambicus*, в целом показала схожую чувствительность с *Poecilia reticulata* – значения пороговых концентраций препарата составили 25,0 мг/л для гуппи и 50,0 мг/л для тилапии.

По результатам исследований, можно отметить, что целесообразным представляется продолжение поиска удобных и достаточно чувствительных видов рыб для токсикологических экспериментов в морской воде, чтобы максимально приблизить оценку воздействия загрязняющих веществ в лабораторных опытах к реальным природным условиям. *Oreochromis mossambicus* может быть рекомендована для проведения исследований по оценке токсичности для морской среды, поскольку легко переносит перевод на соленую воду и показывают сходную с гуппи чувствительность к исследуемым токсикантам. Кроме того данный вид доступен в течение всего года, легко содержится в стабильной культуре и не требует длительной адаптации к условиям и кормам, как *Atherina boyeri pontica*.

### Список литературы

Крыжановский С.Г., Троицкий С.К. 1954. Материалы по ихтиофауне рек Черноморского побережья. Вопросы ихтиологии 2, 144-150.

Медянкина, М.В., Соколова, С.А., Оганесова, Е.В., Тригуб, А.Г., Дмитриева, Е.С. 2017. О проблемах установления нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения. Водоснабжение и санитарная техника 10, 12-18.

Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Утверждены приказом Росрыболовства от 4 августа 2009 года № 695, 186 с. (с изменениями на 22 декабря 2016 г, утвержденными приказом Росрыболовства № 857).

Оганесова Е.В., Павлов А.Д., Саидов Д.М., Медянкина М.В. 2018. Поиск новых видов морских тест-объектов в целях совершенствования методологии разработки ПДК вредных веществ для воды водных объектов рыбохозяйственного значения. Всероссийская научная конференция с международным участием «ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОРСКОЙ СРЕДЫ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, БИОИНДИКАЦИЯ, НОРМИРОВАНИЕ», 28 мая - 1 июня 2018 г. Севастополь: изд-во «Колорит», 177-183.

Toxicity of technical and commercial grade malathion to the fish, *Tilapia mossambica* (Peters). D. Sailatha, I. Rabeer Ahammad Sahib, K.V. Ramana. RAO/Proc/Indian.Acad.Sci. (Anim.Sci.), Vol.90, Number 1, January 1981, 87-92.

Panigrahi A. K., Misra B. N. 1980. Toxicological Effects of a Sub-Lethal Concentration of Inorganic Mercury on the Fresh Water Fish, *Tilapia mossambica*. Arch. Toxicol. 44, 269-278.

Rabia Sarıkaya1. 2009. Investigation of Acute Toxicity of Alpha-Cypermethrin on Adult Nile *Tilapia* (*Oreochromis niloticus* L.). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 9, 85-89.

## Сравнительный анализ генетического разнообразия и генетической структуры групп естественных популяций и ремонтно-маточных стад стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus)

А.Р. Пелеева, Л.В. Комарова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь  
E-mail: [al.peleeva@yandex.ru](mailto:al.peleeva@yandex.ru)

**Ключевые слова:** ISSR-PCR маркеры, полиморфизм ДНК, естественные популяции, ремонтно-маточные стада, *Acipenser ruthenus* Linnaeus.

**Аннотация:** Проведен сравнительный анализ генетического разнообразия и генетической структуры группы естественных популяций стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, *Acipenseridae*): из нижнего течения реки Сухона в Вологодской области и из среднего течения реки Кама Пермского края с группой ремонтно-маточных стад стерляди из Саратовского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» и из рыбоводного хозяйства «ООО Тополь» Пермского края. Для определения показателей генетического разнообразия был использован ISSR (Inter Simple Sequence Repeats)-метод анализа полиморфизма ДНК с использованием ПЦР. У изученных выборок из группы естественных популяций *A. ruthenus* всего было выявлено 82 ISSR-PCR маркеров. Число амплифицированных ISSR-PCR маркеров у данной группы варьировало в зависимости от праймера от 6 (CR-212 [(CT)<sub>8</sub>TG]) до 14 (X9 [(ACC)<sub>6</sub>G]), а их размеры – от 200 (ISSR-9 [(ACG)<sub>7</sub>G]) и X9 [(ACC)<sub>6</sub>G]) до 1000 (CR-215 [(CA)<sub>6</sub>GT]) п.н. У изученных выборок из группы ремонтно-маточных стад всего было выявлено 73 ISSR-PCR маркера. Число амплифицированных ISSR-PCR маркеров варьировало в зависимости от праймера от 4 (CR-212 [(CT)<sub>8</sub>TG]) до 15 (CR-215 [(CA)<sub>6</sub>GT]), а их размеры – от 200 (ISSR-9 [(ACG)<sub>7</sub>G]) и X9 [(ACC)<sub>6</sub>G]) до 1000 (CR-215 [(CA)<sub>6</sub>GT]) п.н. Показатели генетической структуры оказались незначительно выше в группе естественных популяций ( $H_T = 0,314$ ;  $H_S = 0,221$ ;  $G_{ST} = 0,297$ ) по сравнению с группой ремонтно-маточных стад ( $H_T = 0,263$ ;  $H_S = 0,189$ ;  $G_{ST} = 0,281$ ). При сравнении показателей генетического разнообразия и генетической структуры группы естественных популяций и группы ремонтно-маточных стад не установлено достоверных различий.

Сокращение биологического разнообразия животных, в том числе и в водных экосистемах, является глобальной проблемой современности (Raymarkers, 2006). В связи с этим большое внимание уделяется восстановлению численности естественных популяций рыб, а также изучению их генетического разнообразия и структуры (Политов и др., 2016). Стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linnaeus) является представителем редкого вида современной фауны, охрана которого осуществляется как на законодательном уровне в Российской Федерации (Красная книга Российской Федерации, 2001), так и за рубежом (Raymarkers, 2006). Резкое сокращение численности осетровых вызвано следующими причинами: нерациональным браконьерским промыслом, причинением ущерба местам обитания осетровых рыб, а также нарушением условий их размножения и нагула (Сытова, 2016). Возможным вариантом решения данной проблемы является восполнение численности естественных популяций данных рыб за счет искусственного воспроизводства на рыбоводных хозяйствах с последующим выпуском молоди в естественную среду обитания (Чебанов, Галич, 2013).

Современным подходом для изучения генетического разнообразия популяций и ремонтно-маточных стад рыб, межвидовой и видовой идентификации особей, которая связана с эффективным подбором пар производителей, установлением их географического происхождения, является использование молекулярных маркеров (Козлова и др., 2013).

Целью данной работы является сравнительный анализ генетического разнообразия и генетической структуры групп естественных популяций и ремонтно-маточных стад стерляди из Приволжского федерального округа на основании полиморфизма межмикросателлитных маркеров.

**Материал и методика.** Материалом для выявления генетического разнообразия на основании межмикросателлитного метода полиморфизма ДНК послужили группа из двух естественных популяций стерляди, отобранных из рек Кама и Сухона, и группа из двух ремонтно-маточных стад, отобранных на рыбоводных хозяйствах Пермского края и Саратовской области (Табл. 1).

**Таблица 1.** Исследованные выборки *A. ruthenus*

Обозначение	Место сбора	Регион	Количество
<i>Ar_Km</i>	Река Кама, ниже плотины Воткинской ГЭС (среднее течение)	Пермский край, Волжский речной бассейн	30
<i>Ar_Su</i>	Река Сухона, участок между н.п. Тотьма и Полдарса (нижнее течение)	Вологодская область, Северо-Двинский речной бассейн	35
<i>Ar_Sr</i>	Ремонтно-маточное стадо Саратовского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ»	Саратовская область	40
<i>Ar_Ah</i>	Ремонтно-маточное стадо стерляди рыбоводного хозяйства «ООО Тополь»	Пермский край	30

Для молекулярно-генетического анализа отбирались фрагменты грудных плавников с последующим выпуском рыбы в водоём. Фиксация материала была проведена сразу же после взятия проб в 96%-ном этиловом спирте. Хранение материала до выделения ДНК проводилось при температуре + 4 °С.

Выделение ДНК осуществлялось по стандартной методике С. Роджерса и Бендиха (Rogers, Bendich, 1985). Качество и концентрацию ДНК определяли при помощи Spectrofotometr<sup>TM</sup> NanoDrop 2000, концентрацию каждой пробы, в свою очередь, выравнивали до 10 нг/мкл. Молекулярно-генетическое исследование естественных популяций и ремонтно-маточных стад были проведены с применением ISSR (Inter Simple Sequence Repeats)-метода анализа полиморфизма ДНК (Zietkiewicz, Rafalski, Labuda, 1994) с использованием ПЦР. Реакционная смесь для ПЦР, объемом 25 мкл, содержала: 2 единицы *Taq*-полимеразы; 2,5 мкл 10x буфера и MgCl<sub>2</sub> «Силекс М»; 25 пМ праймера «Синтол»; 0,25 мМ dNTP «Fermentas»; 5 мкл ДНК. Амплификацию проводили в термоциклере «My Cycler» (Bio-Rad, USA) с пятью ISSR-праймерами, эффективными для *A. ruthenus*, подобранными ранее (Комарова, Костицына, Боронникова, 2015), по стандартной программе ISSR-метода (табл. 2)

Для проверки чистоты реактивов в качестве отрицательного контроля (К-) в реакционную смесь добавляли 5 мкл деионизированной воды вместо ДНК. Ампликоны разъединяли электрофорезом в 1,7 % агарозном геле в 1x TBE буфере, окрашивали бромистым этидием. Для определения длин ампликонов использовался маркер молекулярной массы (100 bp +1.5 + 3 Kb DNA Ladder, ООО «СибЭнзим-М»). Фотографирование электрофореграмм проводили с помощью системы гель-документации GelDoc XR, а анализ молекулярного веса ампликонов в программе Quantity One. Обработка данных проведена с поддержкой общепризнанных компьютерных программ POPGENE 1.31 (Yeh, Mao, Young, 1999) и специального макроса GenAlEx6 для MS-Excel (Peakall, Smouse, 2006) с определением доли (P<sub>95</sub>) полиморфных локусов, а также ожидаемой (H<sub>E</sub>) гетерозиготности, абсолютного (n<sub>a</sub>) и эффективного числа аллелей (n<sub>e</sub>), числа редких (R) аллелей. Сравнение

показателей генетического разнообразия между группой естественных популяций и группой ремонтно-маточных стад проведено по критериям Стьюдента и Фишера при  $P=0,95$  (Урбах, 1963; Животовский, 1983).

**Таблица 2.** Условия проведения полимеразно-цепной реакции (ПЦР)

Этап	$t^{\circ}$	Время	Число циклов	Последовательности эффективных для стерляди праймеров и температура ( $t^{\circ}$ ) их отжига	
Предварительная денатурация	94°C	2 мин	1		
Отжиг	94°C	20 сек	5	(ACC) <sub>6</sub> G (AGC) <sub>6</sub> G	64
	$t^{\circ}$ отжига праймера	10 сек			
	72°C	10 сек			
	94°C	5 сек	35	(ACG) <sub>7</sub> G (CT) <sub>8</sub> TG (CA) <sub>6</sub> GT	56
$t^{\circ}$ отжига праймера	5 сек				
72°C	5 сек				
Элонгация	72°C	2 мин	1		
Охлаждение	4°C	20 мин	-		

Примечание: [X9 (ACC)<sub>6</sub>G], [X11 (AGC)<sub>6</sub>G], [CR-212 (CT)<sub>8</sub>TG], [CR-215 (CA)<sub>6</sub>GT], [ISSR-9 (ACG)<sub>7</sub>G] – праймеры, использованные для проведения для ПЦР.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе анализа полиморфизма ДНК у 65 особей из группы естественных популяций *A. ruthenus* всего было выявлено 82 ISSR-PCR маркеров, 75 из которых оказались полиморфными. Доля полиморфных локусов составила 0,915. Число амплифицированных ISSR-PCR маркеров *A. ruthenus* варьировало в зависимости от праймера от 6 (CR-212 [(CT)<sub>8</sub>TG]) до 14 (X9 [(ACC)<sub>6</sub>G]), а их размеры – от 200 (ISSR-9 [(ACG)<sub>7</sub>G]) и X9 [(ACC)<sub>6</sub>G]) до 1000 (CR-215 [(CA)<sub>6</sub>GT]) п.н/ (табл. 3).

**Таблица 3.** Характеристика ISSR-PCR маркеров групп естественных популяций и ремонтно-маточных стад *A. ruthenus*

ISSR-праймеры	Нуклеотидная последовательность (5'→3')	Длина маркеров, п.н	Общее число полиморфных ISSR-PCR маркеров (их частота) на выборку			
			Естественные популяции ( <i>Ar_Km</i> , <i>Ar_Su</i> )		Ремонтно-маточные стада ( <i>Ar_Sr</i> , <i>Ar_Ah</i> )	
			всего	полиморфных	всего	полиморфных
CR-212	(CT) <sub>8</sub> TG	230-960	18	14 (0,778)	12	8 (0,666)
X11	(AGC) <sub>6</sub> G	280-1000	17	16 (0,941)	15	15 (1,000)
CR-215	(CA) <sub>6</sub> GT	210-1000	17	15 (0,882)	16	15 (0,937)
ISSR-9	(ACG) <sub>7</sub> G	200-800	13	13 (1,000)	13	12 (0,923)
X9	(ACC) <sub>6</sub> G	200-1500	17	17 (1,000)	17	16 (0,941)

Всего ISSR-PCR маркеров	82	75 (0,915)	73	66 (0,904)
-------------------------	----	------------	----	------------

Примечание: *Ar\_Km* – природная популяция из реки Кама; *Ar\_Su* – естественная популяция из реки Сухона; *Ar\_Sr* – ремонтно-маточное стадо из «ЦВР Саратовского отделения ГосНИОРХ»; *Ar\_Ah* – ремонтно-маточное стадо из «ООО Тополь»; CR-212, X11, CR-215, ISSR-9, X9 – обозначения праймеров.

При проведении анализа полиморфизма ДНК у 70 особей из выборки ремонтно-маточных стад *A. ruthenus* всего было выявлено 73 ISSR-PCR маркеров, из которых 66 оказались полиморфными. Доля полиморфных локусов составила 0,904. Число амплифицированных ISSR-PCR маркеров *A. ruthenus* варьировало в зависимости от праймера от 4 (CR-212 [(CT)<sub>8</sub>TG]) до 15 (CR-215 [(CA)<sub>6</sub>GT]), а их размеры – от 200 (ISSR-9 [(ACG)<sub>7</sub>G] и X9 [(ACC)<sub>6</sub>G]) до 1000 (CR-215 [(CA)<sub>6</sub>GT]) п.н.

Ожидаемая гетерозиготность ( $H_E$ ) на общую выборку *A. ruthenus* составила 0,296 (табл. 4). Данный показатель наибольший в группе естественных популяций ( $H_E = 0,221$ ), а минимальный – в группе ремонтно-маточных стад ( $H_E = 0,189$ ). Абсолютное число аллелей на локус ( $n_a$ ), как и эффективное число аллелей на локус ( $n_e$ ) наибольшее в группе естественных популяций ( $n_a = 1,921$ ;  $n_e = 1,538$ ). У группы ремонтно-маточных стад эти показатели незначительно ниже ( $n_a = 1,538$ ;  $n_e = 1,444$ ).

**Таблица 4.** Генетическое разнообразие группы естественных популяций и группы ремонтно-маточных стад *A. ruthenus*

Популяции и стада / показатели	Естественные популяции ( <i>Ar_Km</i> , <i>Ar_Su</i> )	Ремонтно-маточные стада ( <i>Ar_Sr</i> , <i>Ar_Ah</i> )	На общую выборку
$H_E$	0,221(0,021)	0,189 (0,021)	0,296 (0,015)
$n_a$	1,921 (0,271)	1,809 (0,395)	2,000 (0,000)
$n_e$	1,538 (0,348)	1,444 (0,360)	1,518 (0,308)

Примечание:  $H_E$  – ожидаемая гетерозиготность;  $n_a$  – абсолютное число аллелей на локус;  $n_e$  – эффективное число аллелей на локус; в скобках даны стандартные отклонения; R – число редких аллелей; обозначения выборок: *Ar\_Km* – природная популяция из реки Кама, *Ar\_Su* – природная популяция из реки Сухона, *Ar\_Sr* – ремонтно-маточное стадо из «ЦВР Саратовского отделения ГосНИОРХ», *Ar\_Ah* – ремонтно-маточное стадо из «ООО Тополь».

Показатели генетической структуры, такие как общее генное разнообразие, внутривидовое разнообразие, подразделенность популяций (табл. 5) оказались незначительно выше в группе естественных популяций ( $H_T = 0,314$ ;  $H_S = 0,221$ ;  $G_{ST} = 0,297$ ) по сравнению с группой ремонтно-маточных стад ( $H_T = 0,263$ ;  $H_S = 0,189$ ;  $G_{ST} = 0,281$ ).

**Таблица 5.** Генетическая структура групп естественных популяций и ремонтно-маточных стад *A. ruthenus*

Выборка / ISSR-праймер	Показатели	CR-212	X11	CR-215	ISSR-9	X9	На общую выборку

Естественные популяции ( <i>Ar_Km</i> , <i>Ar_Su</i> )	$H_T$	0,299 (0,023)	0,340 (0,021)	0,340 (0,023)	0,335 (0,032)	0,318 (0,036)	0,314 (0,027)
	$H_S$	0,178 (0,010)	0,223 (0,017)	0,228 (0,012)	0,241 (0,018)	0,258 (0,026)	0,221 (0,018)
	$G_{ST}$	0,404	0,346	0,286	0,280	0,187	0,297
Ремонтно-маточные стада ( <i>Ar_Ah</i> , <i>Ar_Sr</i> )	$H_T$	0,252 (0,024)	0,382 (0,012)	0,337 (0,025)	0,315 (0,031)	0,305 (0,023)	0,263 (0,034)
	$H_S$	0,169 (0,012)	0,208 (0,023)	0,267 (0,019)	0,247 (0,030)	0,248 (0,022)	0,189 (0,025)
	$G_{ST}$	0,330	0,456	0,207	0,216	0,187	0,281

Примечание:  $H_T$  – общее генное разнообразие;  $H_S$  – внутривидовое разнообразие;  $G_{ST}$  – показатель подразделенности популяций; в скобках даны стандартные отклонения; *Ar\_Km* – природная популяция из реки Кама, *Ar\_Su* – естественная популяция из реки Сухона, *Ar\_Sr* – ремонтно-маточное стадо из «ЦБП Саратовского отделения ГосНИОРХ», *Ar\_Ah* – ремонтно-маточное стадо из «ООО Тополь»; CR-212, X11, CR-215, ISSR-9, X9 – обозначения праймеров.

Наибольшая дифференциация в группе естественных популяций *A. ruthenus* установлена с использованием праймера CR-212. В группе ремонтно-маточных стад праймер X11 выявил наибольшую степень дифференциации среди исследованных выборок. Коэффициент подразделенности популяций показывает, что на межпопуляционную компоненту в группе естественных популяций приходится 29,7 % всего генетического разнообразия, этот же показатель в группе ремонтно-маточных стад составляет 28,1 %. Итак, исследованные группы естественных популяций ( $G_{ST} = 0,297$ ) и ремонтно-маточных стад ( $G_{ST} = 0,281$ ) *A. ruthenus* дифференцированы почти в равной степени.

При сравнении показателей генетического разнообразия и генетической структуры группы естественных популяций и группы ремонтно-маточных стад, таких как доля полиморфных локусов ( $P_{95}$ ), ожидаемая гетерозиготность ( $H_E$ ), подразделенность популяций ( $G_{ST}$ ) по критерию Фишера, абсолютного ( $n_a$ ) и эффективного числа ( $n_e$ ) аллелей на locus по критерию Стьюдента, достоверных различий не установлено (табл. 6)

**Таблица 6.** Сравнение показателей генетического разнообразия и генетической структуры групп естественных популяций и ремонтно-маточных стад *A. ruthenus*

Показатели	Группа естественных популяций ( <i>Ar_Km</i> , <i>Ar_Su</i> )	Группа искусственных стад ( <i>Ar_Ah</i> , <i>Ar_Sr</i> )	Значение критерия	Сравнения критерия со стандартным значением критерия $t^< > t_{st}$
Критерий Фишера				
$P_{95}$	0,915	0,904	$F = 0,087$	$0,087 < F_{st} = 1,96$
$H_E$	0,221	0,189	$F = 0,457$	$0,457 < F_{st} = 1,96$
$G_{ST}$	0,297	0,281	$F = 0,209$	$0,209 < F_{st} = 1,96$
Критерий Стьюдента				
$n_a$	1,921	1,809	$t_{st} = 0,23$	$0,23 < 1,98$
$n_e$	1,538	1,444	$t_{st} = 0,19$	$0,19 < 1,98$



Примечание:  $P_{95}$  – доля полиморфных локусов,  $H_E$  – ожидаемая гетерозиготность,  $G_{ST}$  – показатель подразделенности популяций,  $n_a$  – абсолютное число аллелей на локус;  $n_e$  – эффективное число аллелей на локус;  $Ar_{Km}$  – природная популяция из реки Кама,  $Ar_{Su}$  – естественная популяция из реки Сухона,  $Ar_{Sr}$  – ремонтно-маточное стадо из «ЦВР Саратовского отделения ГосНИОРХ»,  $Ar_{Ah}$  – ремонтно-маточное стадо из «ООО Тополь».

Обе исследованные группы характеризуются высокими показателями генетического разнообразия и генетической структуры. Различия данных показателей между группой естественных популяций и группой ремонтно-маточных стад по критериям Фишера и Стьюдента недостоверны.

**Выводы.** В ходе анализа полиморфизма ДНК у 65 особей из группы естественных популяций *A. ruthenus* было выявлено 82 ISSR-PCR маркеров, из которых 75 оказались полиморфными. У 70 особей из выборки ремонтно-маточных стад было выявлено 73 ISSR-PCR маркеров, из которых 66 оказались полиморфными.

1. Доля полиморфных локусов высока как в группе естественных популяций ( $P_{95} = 0,915$ ), так и в группе ремонтно-маточных стад ( $P_{95} = 0,904$ ).

2. Показатели генетического разнообразия выше в группе естественных популяций ( $H_E = 0,221$ ;  $n_a = 1,921$ ;  $n_e = 1,538$ ), чем в группе ремонтно-маточных стад ( $H_E = 0,189$ ;  $n_a = 1,538$ ;  $n_e = 1,444$ ).

3. Генетическая структура группы исследуемых естественных популяций стерляди ( $H_T = 0,314$ ;  $H_S = 0,221$ ;  $G_{ST} = 0,297$ ) сходна с этими же параметрами у группы ремонтно-маточных стад ( $H_T = 0,263$ ;  $H_S = 0,189$ ;  $G_{ST} = 0,281$ ).

4. При сравнении показателей генетического разнообразия и генетической структуры групп естественных популяций и ремонтно-маточных стад стерляди не установлено достоверных различий.

### Список литературы

Животовский Л.А. 1983. Статистические методы анализа частот генов в природных популяциях. Итоги науки и техники. Общая генетика. М.: ВИНТИ АН СССР, Т.8, 76-104.

Козлова Н.В., Базелюк Н.Н. 2013. Применение молекулярно-генетических исследований в аквакультуре осетровых рыб. Физиология и биохимия гидробионтов 3, 113-117.

Комарова Л.В., Костицына Н.В., Боронникова С.В. 2015. Подбор ISSR-праймеров для молекулярно-генетического анализа стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus). Международная научно-практическая конференция «Тенденции инновационных процессов в науке», Москва, 20 марта 2015 г., 6-8.

Красная книга Российской Федерации. Животные. Под ред. А.С. Замотайлова. 2001. М., 863 с.

Сытова М.В. 2016. Разработка научных подходов развития осетрового хозяйства на основе прослеживаемости продукции из осетровых рыб. Труды ВНИРО 159, 143-150.

Политов Д.В., Гордон Н.Ю., Семченко С.М., Смешливая Н.В. 2016. Генетическая идентификация межвидовых гибридов сиговых рыб из бассейна Северной Сосьвы. Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб: тез. Девятого Междунар. науч.-произв. совещ. Тюмень, 82-83.

Урбах В.Ю. 1963. Математическая статистика для биологов и медиков. Москва: Изд-во академии наук СССР, 323 с.

Чебанов М.С., Галич Е.В. 2013. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Анкара: Изд-во продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, 325 с.

Peakall R., Smouse P.E. 2006. GenAlEx6: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Mol. Ecol. Not. 6, 288-295.

Raymakers C. 2006. CITES, the Convention on International trade in Endangered Species of wild fauna and flora: its role in the conservation of Acipenseriformes. *J. Appl. Ichthyol.* 22, 53-65.

Rogers S.O., Bendich A.J. 1985. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology* 5(2), 69-76.

Yeh F.C., Mao J., Young R.C. 1999. POPGENE, the Microsoft Windows-based user-friendly software for population genetic analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits. Alta, Department of Renewable Resources, Univ. of Alberta, Edmonton, 238 p.

Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D. 1994. Genome Fingerprinting by Simple Sequence Repeat (SSR)-Anchored Polymerase Chain Reaction Amplification. *Genomics* 20(2), 176-183.

## Сравнительная характеристика консервов и полуконсервов из трески и атлантического лосося с добавлением масла

*К.Н. Петрова<sup>1</sup>, Л.А. Шаповалова<sup>1</sup>, В.А. Гроховский<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ФГБНУ «ПИНРО»), г. Мурманск

<sup>2</sup>Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск

E-mail: [petrova@pinro.ru](mailto:petrova@pinro.ru)

**Ключевые слова:** полуконсервы, пастеризация, стерилизация, показатели качества.  
**Аннотация:** Проведены исследования по изучению микробиологических и биохимических показателей полуконсервов и консервов «Треска и лосось атлантический с добавлением масла». Экспериментально доказано влияние режима тепловой обработки на биологическую ценность продукта. Дана высокая органолептическая оценка качества полуконсервов.

При изготовлении традиционных стерилизованных рыбных консервов в температурном диапазоне от 105 до 120 °С, обеспечивающим микробиологическую безопасность и кулинарную готовность продукции, происходит снижение ее пищевой и биологической ценности вследствие деградации ценных нутриентов. Одним из путей снижения негативного высокотемпературного воздействия на продукт является использование щадящих режимов термической обработки (в температурном диапазоне от 70 до 95 °С), в результате чего максимально сохраняются полезные свойства продукта. Такие продукты относят к группе полуконсервов.

В процессе разработки технологии нового вида рыбных полуконсервов «Треска и лосось атлантический с добавлением масла» была изучена динамика показателей качества данной продукции и аналогичного ассортимента консервов в целях проведения сравнительного анализа влияния режимов тепловой обработки на конечный продукт. Для этого подготовленный к тепловой обработке полуфабрикат (содержимое банок) подвергали пастеризации при температуре греющей среды 85 °С и стерилизации при температуре греющей среды 120 °С.

Вначале были проведены микробиологические исследования готовых продуктов – полуконсервов (табл. 1) и консервов (табл. 2).

Согласно представленным в таблицах данным был сделан вывод о соответствии стерилизованной и пастеризованной рыбной продукции требованиям промышленной стерильности, установленной действующим законодательством в сфере санитарно-эпидемиологического контроля (надзора). Это дало возможность проводить дальнейшие исследования, направленные на изучение качественных показателей. Были определены биохимические показатели, такие как: содержание белкового азота, содержание небелкового азота, аминокислотный состав белков, жирнокислотный состав липидов.

**Таблица 1.** Результаты микробиологических исследований продукта, подвергнутого пастеризации

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	НД на метод определения	Значение показателя по НД	Результат испытаний
1	КМАФАнМ, КОЕ в 1,0 г,	ГОСТ 10444.15-94	$2,0 \times 10^2$	менее $2,0 \times 10^2$

	не более			
2	БГКП, в 1,0 г	ГОСТ 31747-2012	не допускаются	не обнаружены
3	<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1,0 г	ГОСТ 31746-2012	не допускаются	не обнаружены
4	Сульфитредуцирующие клостридии, в 1,0 г	ГОСТ 29185-2014 (ISO 15213:2003)	не допускаются	не обнаружены
5	Сальмонеллы, в 25 г	ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002)	не допускаются	не обнаружены
6	Спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы группы <i>B.cereus</i> в 1,0 г	ГОСТ 30425-97	не допускаются	не обнаружены

**Таблица 2.** Результаты микробиологических исследований продукта, подвергнутого стерилизации

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	НД на метод определения	Значение показателя по НД	Результат испытаний
1	Герметичность	ГОСТ 8756.18-70	-	герметичны
2	Внешний вид после термостатирования	ГОСТ 8756.18-70	-	не изменился
3	Спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы группы <i>B.subtilis</i> в 1,0 г	ГОСТ 30425-97	не допускаются	не обнаружены
4	Спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы группы <i>B.cereus</i> и <i>B.polymyxa</i> в 1,0 г	ГОСТ 30425-97	не допускаются	не обнаружены
5	Мезофильные клостридии <i>C.botulinum</i> и <i>C.perfringens</i>	ГОСТ 30425-97	не допускаются	не обнаружены
6	Мезофильные клостридии, в 1 г	ГОСТ 30425-97	не допускаются	не обнаружены
7	Спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы	ГОСТ 30425-97	не допускаются	не обнаружены

Данные, представленные в табл. 3, показывают, что содержание белкового азота уменьшилось после пастеризации на 0,17 %, а после стерилизации – на 0,32 %, в то время как количество небелкового азота увеличилось в среднем на 0,04 и 0,07 %, соответственно. Основываясь на полученных результатах, можно с уверенностью констатировать факт

присутствия денатурации и частичного гидролиза белков под действием высоких температур.

**Таблица 3.** Содержание азотистых веществ полуфабриката и продукции в зависимости от режимов тепловой обработки

Формы азота	Массовые доли форм азота, %		
	До тепловой обработки	После пастеризации	После стерилизации
Белковый азот	2,36±0,02	2,19±0,04	2,04±0,03
Небелковый азот	0,21±0,06	0,25±0,02	0,28±0,02

Это подтверждают и результаты определения аминокислотного состава белков. Установлено, что, чем выше температура обработки полуфабриката, тем ниже содержания аминокислот в конечном продукте (табл. 4). Наряду с повышением показателей небелкового азота это может свидетельствовать о процессе распада аминокислот под действием высоких температур.

**Таблица 4.** Изменение аминокислотного состава продукта до и после тепловой обработки

№ п/п	Название аминокислоты	До тепловой обработки, % от суммы аминокислот	После пастеризации (I режим), % от суммы аминокислот	После стерилизации (II режим), % от суммы аминокислот
1	Аспарагиновая кислота	7,09	6,73	5,47
2	Глутаминовая кислота	16,14	15,56	14,24
3	Серин	3,96	3,27	2,99
4	Гистидин	1,35	1,24	1,09
5	Глицин	2,70	2,61	2,52
6	Треонин	3,45	3,20	2,84
7	Аргинин	6,73	5,90	5,72
8	Аланин	2,76	2,12	1,11
9	Таурин	1,98	1,99	2,01
10	Тирозин	2,08	1,90	1,60
11	Валин	6,04	5,59	5,19
12	Метионин	3,05	3,13	2,15
13	Изолейцин	6,00	5,48	5,04
14	Фенилаланин	3,23	2,80	2,31
15	Лейцин	9,32	9,26	7,53
16	Лизин	5,76	5,66	5,61

Результаты исследований аминокислотного состава белков стерилизованных и пастеризованных консервов однозначно доказали, что при высокотемпературном автоклавировании разрушение незаменимых аминокислот более значительно, чем при проведении пастеризации. Как следствие, в консервах более существенно снижается биологическая ценность по сравнению с полуконсервами.

Кроме того, были проведены исследования, направленные на изучение жирнокислотного состава (табл. 5). Согласно полученным данным, было выявлено, что мононенасыщенные жирные кислоты в отличие от полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) более устойчивы к температурному воздействию, так как количественно они изменялись незначительно.

**Таблица 5.** Изменение жирнокислотного состава липидов в зависимости от режимов тепловой обработки

№ п/п	Название жирной кислоты	До тепловой обработки, % от суммы ЖК	После пастеризации (I режим), % от суммы ЖК	После стерилизации (II режим), % от суммы ЖК
1	Эйкозапентаеновая	2,23	2,23	2,21
2	Докозагексаеновая	9,41	9,41	0,81
3	Пальмитолеиновая	38,30	35,59	34,19
4	Пальмитиновая	14,83	14,69	12,55
5	Олеиновая	33,12	28,30	27,65
6	Стеариновая	4,23	3,71	3,27
7	Гадолеиновая	0,68	0,67	0,54

Также удалось установить, что в ходе стерилизации при изготовлении консервов происходит разрушение одной из самых ценных ПНЖК омега-3, определяющих биологическую ценность липидов, – докозагексаеновой кислоты. Количество этой кислоты (% от суммы всех жирных кислот) в консервах уменьшилось в 11,6 раз по сравнению с исходным сырьем (полуфабрикатом), в то время как в полуконсервах оно осталось неизменным. Более мягкий режим пастеризации способствовал сохранению практически на одном и том же уровне всех жирных кислот, за исключением пальмитолеиновой и олеиновой кислот.

Полученные экспериментальные данные исследования химических показателей качества полуконсервов хорошо коррелировали с органолептической оценкой, полученной при проведении дегустационного совещания с привлечением специалистов Полярного института (ПИНРО), Северной торгово-промышленной палаты (г. Мурманск) и АО «Таурус» (г. Мурманск). Членами дегустационного совещания было высказано единогласное мнение о превосходстве по своим потребительским свойствам полуконсервов над консервами, а также целесообразности выпуска продукции, рассчитанной на потребителя разного уровня дохода за счет варьирования оптимизации рецептуры полуконсервов. Учитывая высокую оценку органолептических показателей полуконсервов, продукция была рекомендована к выпуску после окончания исследований и разработки необходимой документации.

Таким образом, сравнительный анализ качественных показателей полуконсервов и консервов «Треска и лосось атлантический с добавлением масла» доказал, что применение шадящих режимов тепловой обработки позволяет более полно сохранять биологическую ценность продукта. Помимо этого, показано, пастеризация положительно влияет на потребительские свойства полуконсервов, которая способствует получению продукции, отвечающей запросам и желаниям современного потребителя.

Авторы выражают огромную благодарность заведующему лабораторией биохимии и технологии ПИНРО, доктору биологических наук, Мухину Вячеславу Анатольевичу, а также сотрудникам этой лаборатории – Барышникову Андрею Владимировичу, научному сотруднику, Лыжову Ивану Ивановичу, младшему научному сотруднику, Узбековой Ольге Раиловне, младшему научному сотруднику за организацию и помощь в проведении исследований.

## Результаты гидроакустической съемки каспийских килек в средней части Каспийского моря в июне 2018 г.

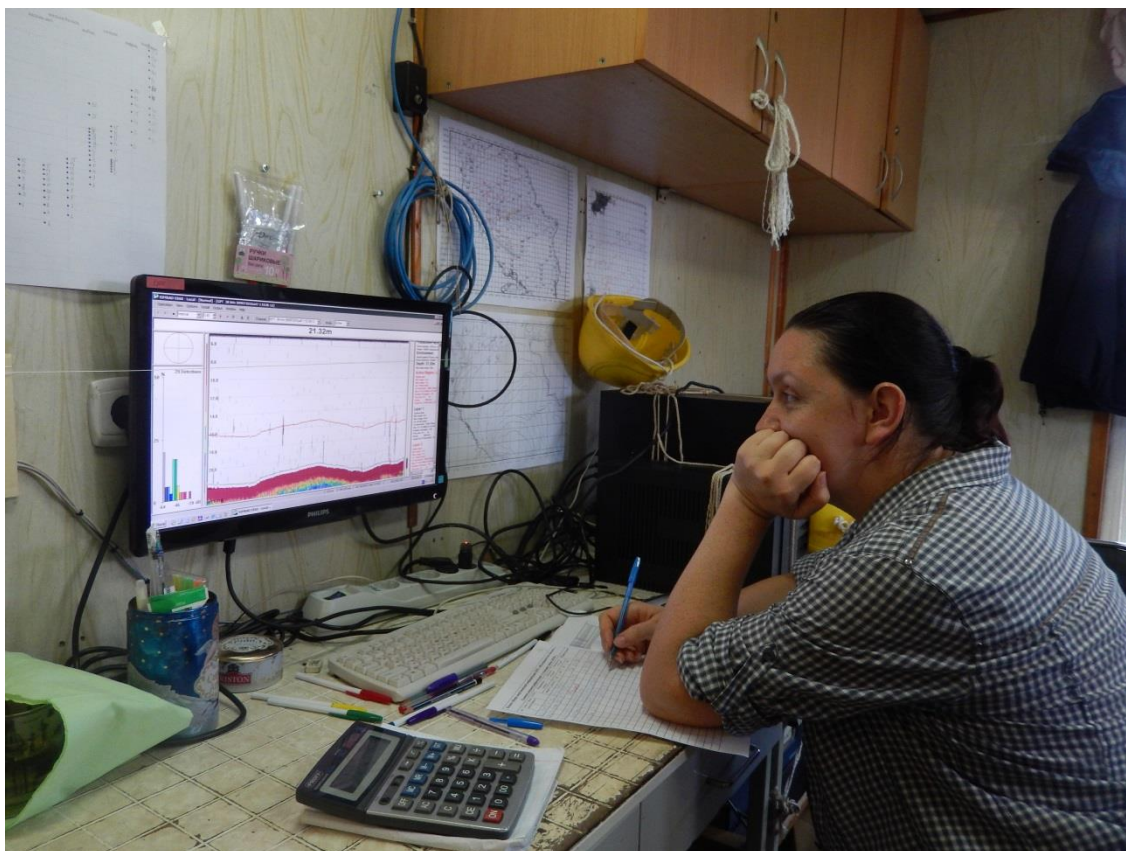
*Т.В. Помогаева*

ФГБНУ «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,  
г.Астрахань  
E-mail: [pomogatyana@mail.ru](mailto:pomogatyana@mail.ru)

**Ключевые слова:** гидроакустические исследования, каспийская килька, Средний Каспий, эхоинтенсивность, эхограмма, плотность скоплений килек.

**Аннотация:** Исследовалось поведение и распределение каспийских килек в средней части Каспийского моря. Оценивались результаты гидроакустической съемки в июне 2018 года, охватывающей акваторию с глубинами от 50 до 800 метров. Полученные данные, описывающие особенности поведения килек в летний период, могут быть использованы при организации килечного промысла в средней части Каспийского моря.

Исследования каспийских килек проводились в июне 2018 года гидроакустическим комплексом «Simrad» EK-60 (Норвегия) со стационарно установленными антеннами с расщепленным лучом на 38 и 120 кГц на НИС «Исследователь Каспия» (рис. 1). На глубинах более 100 метров учитывались показания антенны частотой 38 кГц. Особое внимание уделялось вечерним и ночным записям эхограмм, где видовые характеристики килек ярче выражены.



**Рис. 1.** Выполнение гидроакустической съемки



Эхозаписи в восточной части Каспийского моря над глубинами от 200 метров и более варьировали от 800 до 2500  $m^2/nmi^2$ . На рис. 2 и 3 представлены типичные эхограммы записей каспийских килек, распределяющихся в верхних слоях воды.

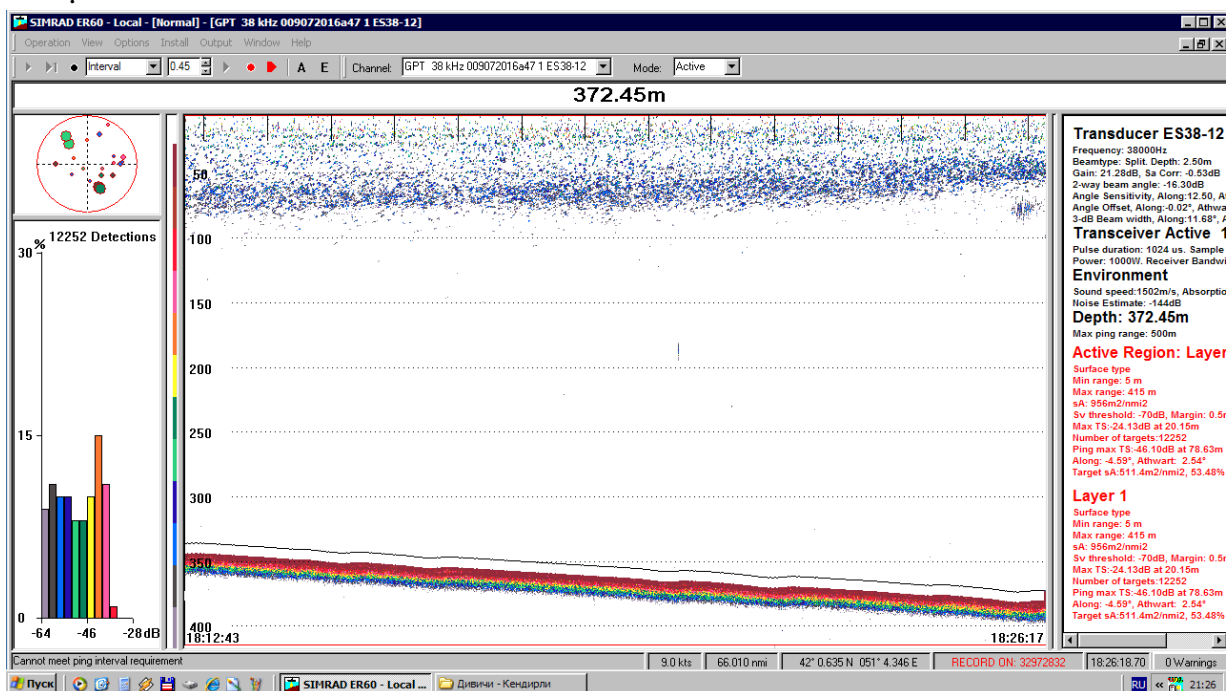


Рис. 2. Эхозапись килек (42°01' с.ш., 51°04' в.д.), глубина 372 м. Вечерняя запись. Эхоинтенсивность 956  $m^2/nmi^2$

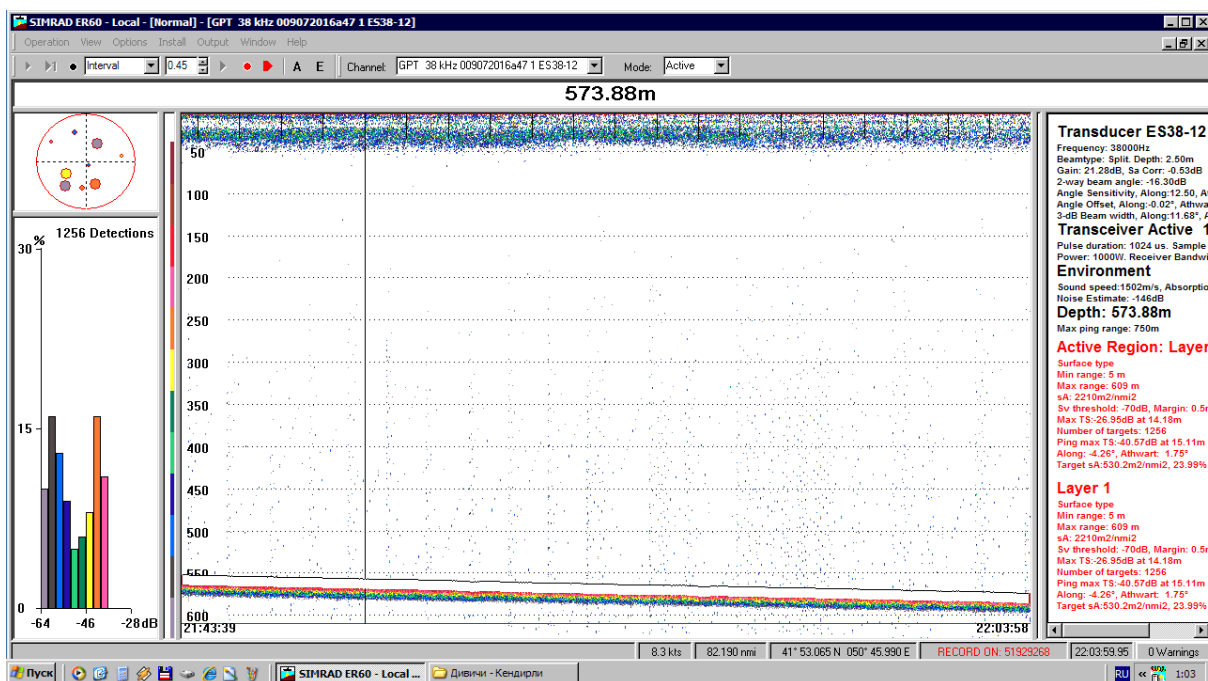


Рис. 3. Эхозапись килек (41°53' с.ш., 50°46' в.д.), глубина 574 м. Ночная запись. Эхоинтенсивность 2210  $m^2/nmi^2$

В западной части Каспийского моря максимальные концентрации эхоинтенсивности достигали 3500  $m^2/nmi^2$ , и становились более плотными с уменьшением глубин. На рис. 4 выделен слой 100 метров от поверхности, показатель эхоинтенсивности в выделенном слое



составил  $856 \text{ m}^2/\text{nm}^2$ , показатель общей эхоинтенсивности был равен  $909 \text{ m}^2/\text{nm}^2$ . На рис. 5 и 6 эхоинтенсивность составляла 2919 и  $3256 \text{ m}^2/\text{nm}^2$  соответственно.

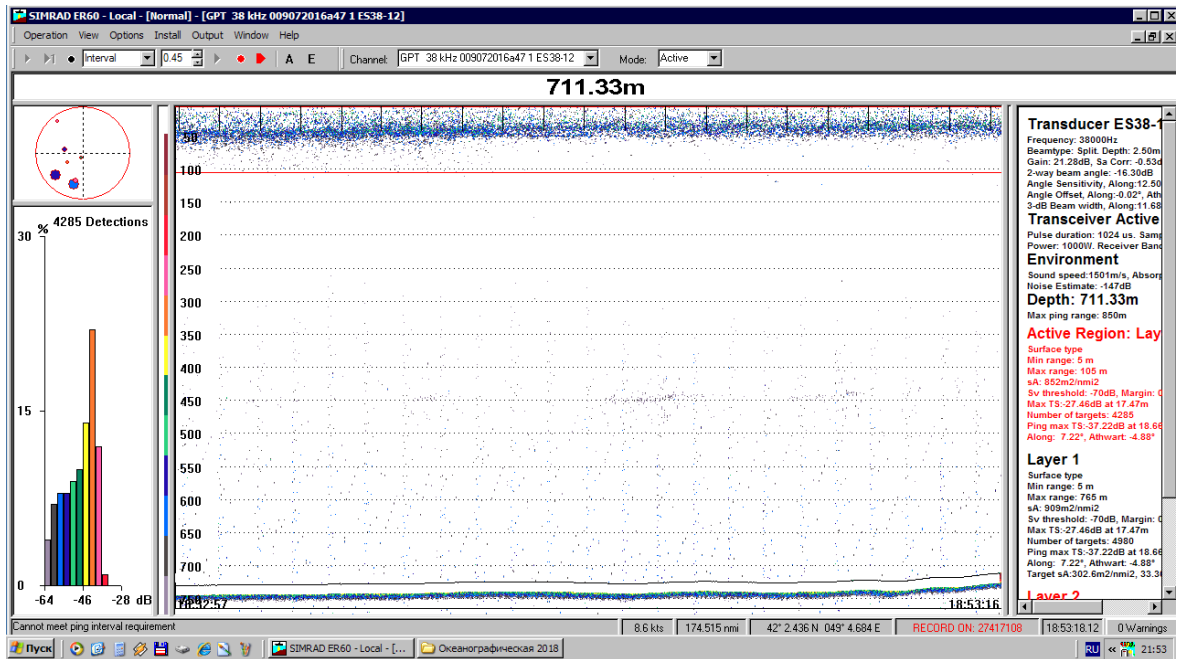


Рис. 4. Эхозапись килек ( $42^{\circ}02'$  с.ш.,  $49^{\circ}05'$  в.д.), глубина 711 м. Ночная запись. Эхоинтенсивность  $909 \text{ m}^2/\text{nm}^2$ . Эхоинтенсивность в выделенном слое  $856 \text{ m}^2/\text{nm}^2$

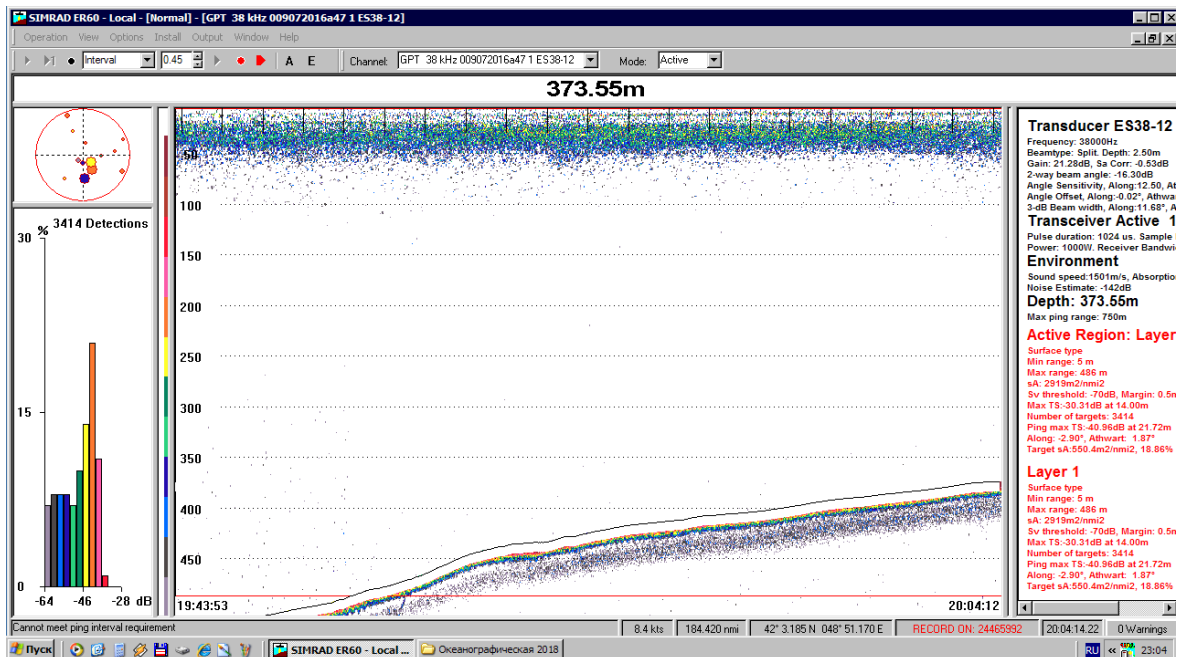


Рис. 5. Эхозапись килек ( $42^{\circ}03'$  с.ш.,  $48^{\circ}51'$  в.д.), глубина 374 м. Ночная запись. Эхоинтенсивность  $2919 \text{ m}^2/\text{nm}^2$

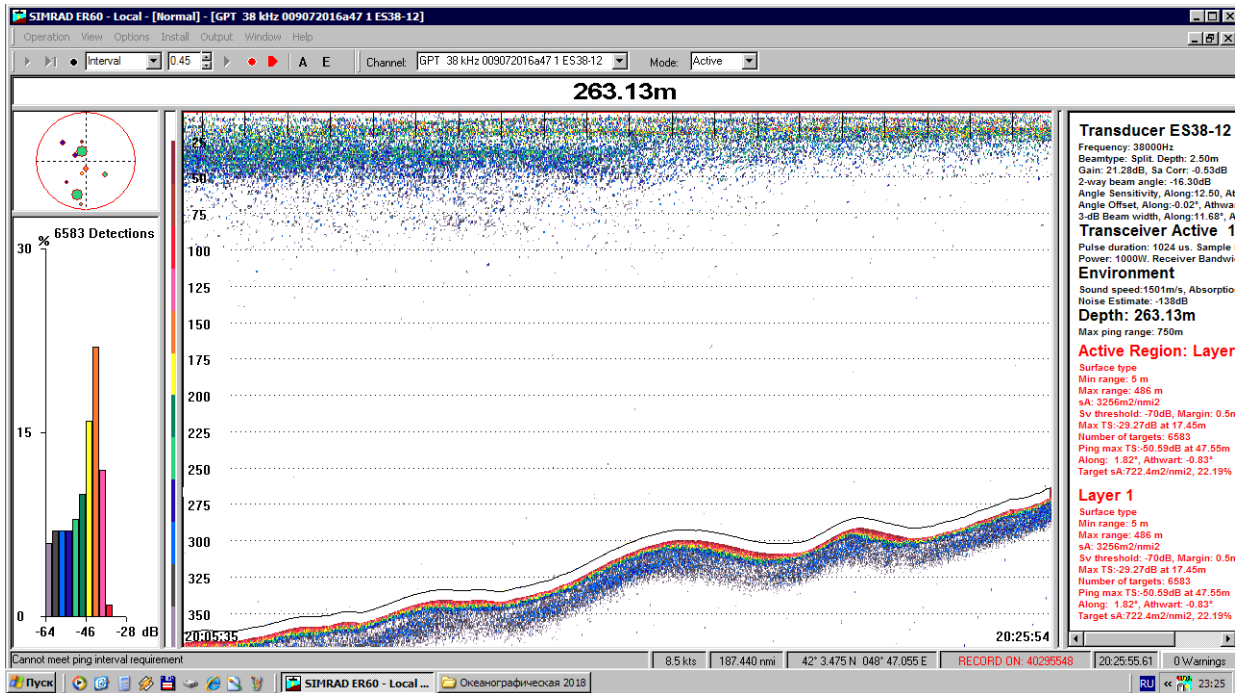


Рис. 6. Эхозапись килек (42°03' с.ш., 48°47' в.д.), глубина 263 м. Ночная запись.  
 Эхоинтенсивность 3256 м<sup>2</sup>/nm<sup>2</sup>

В северо-западной части Среднего Каспия над глубинами 500-600 метров значения эхоинтенсивности превышали показатель 2000 м<sup>2</sup>/nm<sup>2</sup>, уменьшаясь к северу акватории (рис. 7, 8).

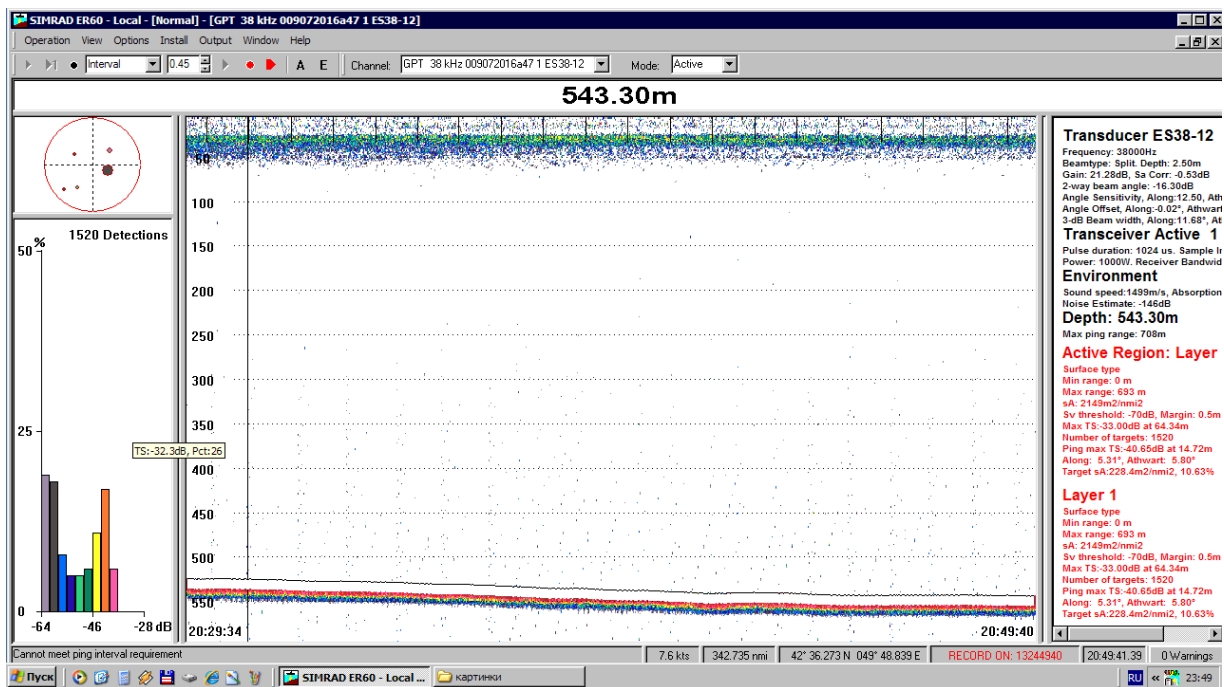
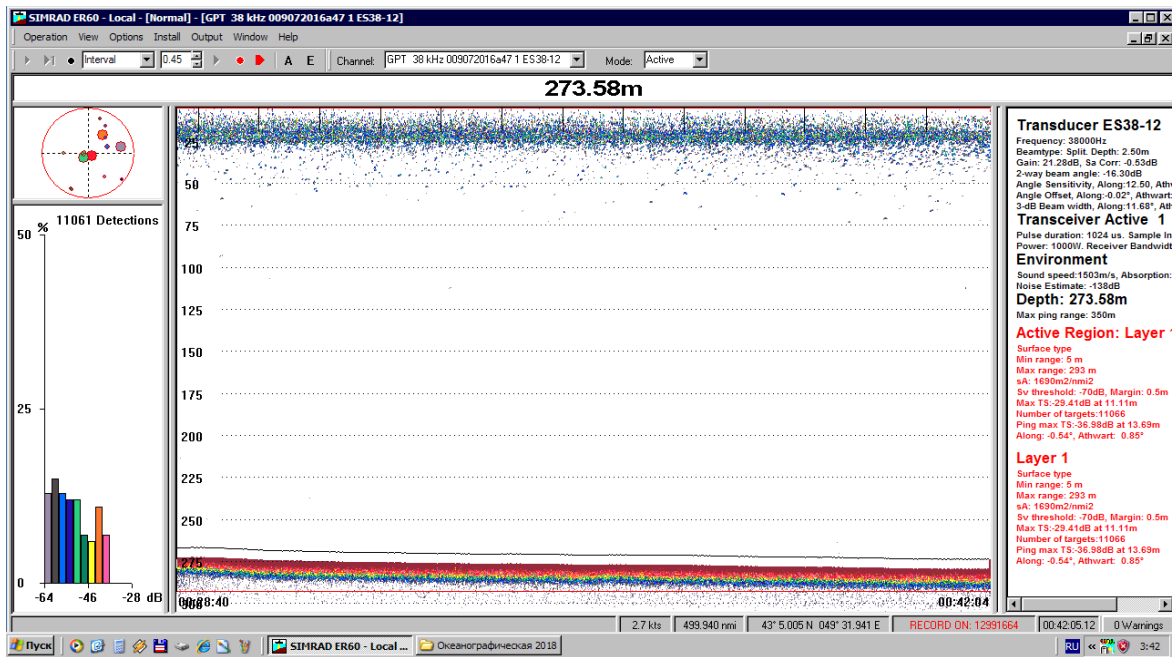
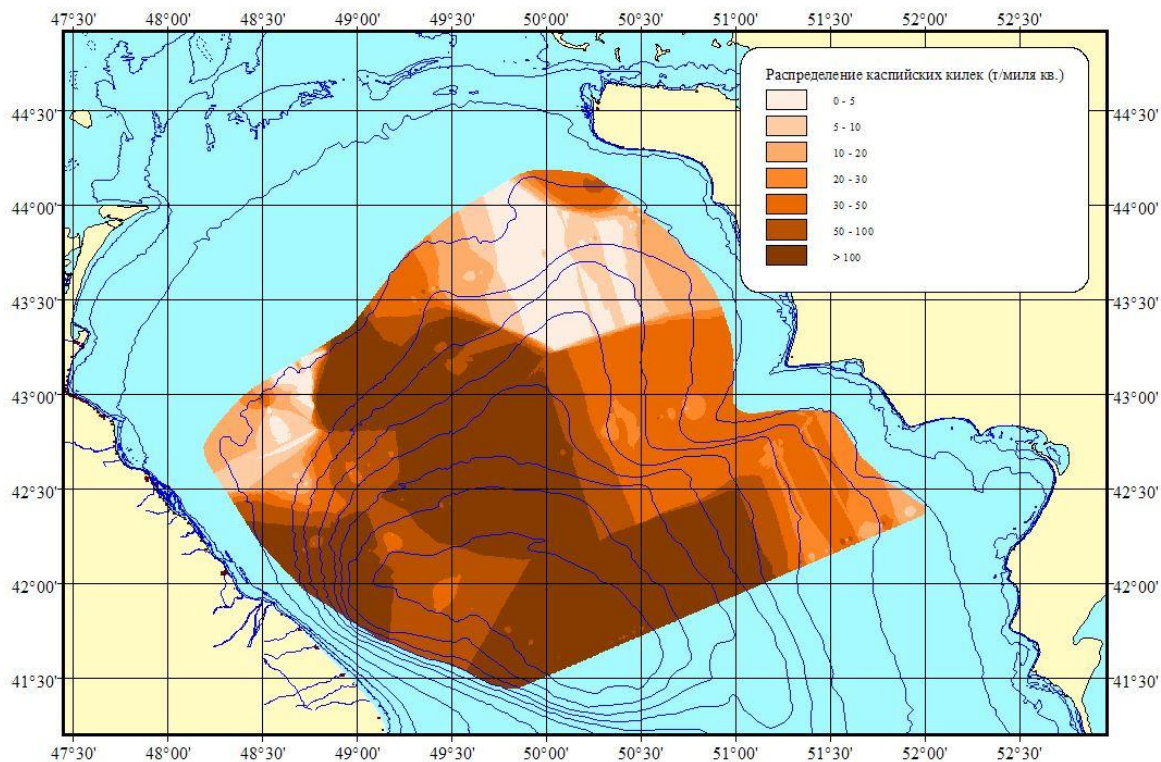


Рис. 7. Эхозапись килек (42°36' с.ш., 49°49' в.д.), глубина 543 м. Ночная запись.  
 Эхоинтенсивность 2149 м<sup>2</sup>/nm<sup>2</sup>



**Рис. 8.** Эхозапись килек (43°05' с.ш., 49°32' в.д.), глубина 274 м. Ночная запись. Эхоинтенсивность 1690 м<sup>2</sup>/nmi<sup>2</sup>

После обработки гидроакустической информации в программе постобработки «Simrad» VI-60 была построена карта распределения каспийских килек в Среднем Каспии. Обследована акватория с глубинами от 50 до 800 метров. Скопления с плотностью свыше 100 т/миля<sup>2</sup> преобладали в центральной, южной частях акватории. Также плотные скопления отмечались вдоль побережья Дагестана (рис. 9).



**Рис. 9.** Распределение каспийских килек в средней части Каспийского моря в июне 2018 г.

В методических рекомендациях по проведению гидроакустических съемок запасов килек в Каспийском море (1990) указано, что промысловыми скоплениями принято считать скопления килек с плотностью свыше 50 т/миля<sup>2</sup> (Методические рекомендации ..., 1990). Следует учитывать, что в летний период в ночное время килька концентрируется в верхнем 50-метровом слое, где плотность скоплений превышает 100 т/миля<sup>2</sup>. Съемка, проведенная в июне 2018 года, показала, что в этот период года на скоплениях, зарегистрированных в Среднем Каспии, можно было бы получить хорошие уловы промышленного масштаба.

#### **Список литературы**

Методические рекомендации по проведению гидроакустических съемок запасов килек в Каспийском море. 1990. Мурманск: ПИНРО - КаспНИРХ, 90 с.

## Характеристика ламинарий прибрежных зон Сахалино-Курильского региона

А.Н. Рощина, А.В. Подкорытова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва  
E-mail: [chitosan@vniro.ru](mailto:chitosan@vniro.ru)

**Ключевые слова:** ламинарии, химический состав, альгиновая кислота, альгинат натрия, технология.

**Аннотация:** Приведены данные по химическому составу ламинарий Сахалино-Курильского региона *S. japonica*, *S. kurilensis*, *S. angustata*, добытых в разных местах обитания. Определены технологический выход альгината натрия и его характеристика.

**Введение.** Прибрежные зоны морей Дальневосточного бассейна чрезвычайно богаты запасами промысловых бурых водорослей. Их общие запасы экспертно оцениваются более чем в 25 млн. т сырой массы. Основными промысловыми видами являются водоросли семейства ламинариевых – их 15, запас составляет более 16 млн т. Потенциально промысловые – это 10 видов ламинариевых, их запас более 12 млн т, 5 видов фукусовых, запас более 9 млн т (Суховеева, Подкорытова, 2006). Наиболее ценными считаются ламинариевые водоросли, основная часть которых является пищевыми. В прибрежной зоне Курильских островов от о. Кунашир до о. Парамушир сконцентрировано около половины мировых ресурсов ламинариевых, что определяет этот район как наиболее перспективный для их промысла. В настоящее время промысел ламинарий проводится в основном в Сахалинской области. В северных регионах – побережье п-ва Камчатка, Курильских островов, материковое побережье Охотского моря промысел практически не проводится, за исключением сбора штормовых выбросов. По данным Сахалино-Курильского территориального управления Федерального агентства по рыболовству стало известно, что по состоянию на 25 сентября 2018 года в Западно-Сахалинской подзоне добыли ламинарии в объёме 4563,966 тонн, что составляет 101,1 % от рекомендованного объема (РВ 4,519 тыс. т.) в 2018 году добычи ламинарии в Западно-Сахалинской подзоне (Интернет ресурс, 2018).

Периоды сбора двулетних водорослей, используемых для производства пищевых продуктов, альгинатов или других биологически активных веществ (БАВ) варьируются в зависимости от сезона и накопления целевых компонентов (Подкорытова, 2005). Добывают ламинарию в период с 1 июня по 30 сентября с целью использования её в различных направлениях, главным образом при производстве кулинарной и консервной продукции.

Из научных публикаций известно, что в ламинарии японской содержится в среднем: альгиновой кислоты – 26,3-38,5 %, маннита – 11,1-19,1 %, азотсодержащих веществ – 9,4-10,1 %, минеральных веществ – 28,8-30,5 %, йода – 0,226-0,235 % и эти водоросли используются в качестве сырья при производстве различной консервной и кулинарной продукции. для получения йод- и альгинатсодержащих продуктов, альгинатов (Вишневская, 2003; Подкорытова, 2005; Вафина, 2010).

В настоящее время в России и других странах мира интенсивно развивается актуальное направление – это разработка технологий производства и применения БАД из натурального, экологически чистого сырья растительного происхождения. Для этих целей целесообразно использовать высушенные естественным способом или контролируемым тепловым ламинариевые водоросли с сохранением качества сырья. Поэтому разработка и внедрение на предприятиях рыбной промышленности высокоэффективных технологических сушильных аппаратов, очевидно, позволят перевести отрасль на современный



технологический уровень, а также получать новые виды продуктов и значительно снизить энергозатраты (Горяка, Балыкова, Алексейчук, 2012).

Материалы и методы. В качестве объектов исследований использовали 2-х летние промысловые водоросли семейства ламинариевых (Laminariaceae): сахарину японскую (*Saccharina japonica*), добытую в Татарском проливе, западное побережье о. Сахалин в период с мая по август в 2015-2016 гг., *Saccharina japonica* – у о. Полонского, *Saccharina angustata* (= *Laminaria angustata*)- у о. Зелёный, *Saccharina kurilensis* (= *Cymathere japonica*) – у о. Полонского, *Saccharina japonica* – у о. Зелёный.

Слоевища ламинарий были добыты водолазным способом на глубине более 5 м, перевозились наземным транспортом к месту переработки в течение 10 ч не более с момента вылова, где они высушивались в слоевищах при температуре 60-80°C в течение 8-10 ч в тепловых сушилках, оснащённых калориферами. Подготовленные образцы сушёных водорослей прессовали, упаковывали в картонные коробки и транспортировали в лабораторию ФГБНУ «ВНИРО». Образы ламинарии подготовлены сотрудниками ООО «Ника» и доставлены в ФГБНУ «ВНИРО» для исследований.

Проводили исследования на содержание сухих, минеральных и азотистых веществ ( $N_{\text{общ}} \times 6,25$ ), а также йода. Определяли выход альгината. В подготовленных средних пробах образцов исследования проводили стандартными методами по ГОСТ 2618. Набухаемость (коэффициент гидратации) тканей ламинарии определяли при 20°C в течение 8 ч. С целью определения технической ценности сырья выделяли альгиновую кислоту и определяли выход альгината натрия весовым методом, а также исследовали физико-химические свойства полученных альгинатов натрия по методикам (Подкорытова, Кадникова, 2009).

**Результаты и обсуждение.** Результаты исследований химического состава бурых водорослей семейства Laminariaceae - *S. japonica*, *S. angustata*, *S. kurilensis* представлены в табл. 2.

**Таблица 2.** Химический состав ламинариевых водорослей, заготовленных в разных районах

Образец		Содержание, % на 100 г продукта					Выход альгината натрия, %
		Сумма веществ		Йод	Азотистые вещества	Альгиновая кислота	
		Органических	Минеральных				
<i>S. japonica</i> западное побережье о. Сахалин	15.05.15	68,42	31,58	0,175	6,05	24,43	25,51
	05.06.16	67,44	32,56	0,113	7,40	24,90	23,43
	01-15.07.16	67,79	32,21	0,153	6,88	22,68	25,72
	20.08.15	69,38	30,62	0,280	5,07	24,36	27,86
<i>S. japonica</i> о. Полонского	12.08.15	61,82	38,18	0,143	6,64	29,05	Не опред.
<i>S. angustata</i> о. Зелёный	12.08.15	75,52	24,48	0,128	6,59	28,67	Не опред
<i>S. kurilensis</i> о. Полонского	12.08.15	75,11	24,89	0,165	6,65	27,59	Не опред
<i>S. japonica</i> о. Зелёный	12.08.15	75,40	24,60	0,182	5,84	29,93	Не опред

Результаты, представленные в табл. 2, показывают, что сухое вещество ламинарий состоит из минеральных (24,48-38,18%) и органических веществ (61,82-75,52%). Содержание минеральных веществ изменяется в зависимости от периода сбора: наименьшее их

содержание соответствует концу лета (август-сентябрь). По составу минеральных элементов различий между изученными видами бурых водорослей не обнаружено, но они отличаются их количеством. Во всех образцах ламинарий количественно преобладающим макроэлементом является калий. Обнаружено достаточно высокое содержание кальция, магния, натрия, железа. Содержат биологически необходимые микроэлементы – хром, селен, цинк, медь марганец и йод в органически связанной и минеральной формах. Содержание органических веществ увеличивается к августу-сентябрю; состоят из углеводов, азотистых веществ, липидов, пигментов и витаминов, а так же клетчатки. Содержание азотистых соединений колеблется в пределах от 5,1 до 7,4 %. Белки ламинарии содержат в своём составе 17 аминокислот. Превалирующими аминокислотами являются глутаминовая кислота, аспарагиновая, аланин, лейцин, фенилаланин, пролин, лизин, гистидин. Биохимическая особенность белков состоит в том, что они содержат моно- и дийодаминокислоты - это тирозин, моно и дийодтирозин. Йод может входить в состав других азотистых соединений, поэтому бурые водоросли считаются полноценным источником природного йода, минеральных биогенных элементов и свободных аминокислот. (Усов, 2001; Подкорытова; 2005; Рощина, Родина, Подкорытова, 2017).

Основную часть углеводов ламинарии составляют соли альгиновых кислот – альгинаты, относящиеся к природным биополимерам. Их содержание увеличивается в процессе роста и развития, зависит от вида, сезона и места произрастания. Альгинаты являются структурными элементами клеточных стенок бурых водорослей. Повышенный интерес к этим уникальным биологически активным полисахаридам связан с широким спектром полезных свойств, нетоксичностью для организма и возможностью получения на их основе продуктов нового поколения. Основным показателем возможности применения сырья для производства альгинатов считается содержание альгиновой кислоты в интервале 20-40 % от сухой массы (Подкорытова, 2005). Из данных по химическому составу наших объектов изучения: ламинарий Сахалино-Курильского региона видно, что все они пригодны для производства альгинатов. Для выбора технологических режимов и параметров при производстве альгинатов учитывается химический состав сырья, поступающего на переработку. Основная задача – это получение очищенного продукта, без цвета и запаха и имеющего высокую вязкость водных растворов. Эти показатели имеют первостепенное значение при определении качества готового продукта.

Технологический выход альгината из сушёных слоевищ ламинарии определяли по технологии, описанной в (Подкорытова, 2005). Сушёные слоевища измельчали до кусочков размером 10-20 см, затем их замачивали в воде до полного восстановления, сливали водный экстракт. Восстановленные кусочки водорослей ещё раз измельчали до кусочков размером 3-5 мм. В эмалированной ёмкости проводили процесс деминерализации 1%-ным раствором соляной кислоты в течение 1 ч при периодическом перемешивании. По окончании процесса сливали солянокислый экстракт и промывали водоросли водой до pH 6-7 промывных вод. Затем проводили экстракцию в слабощелочной среде, регулируя pH среды углекислым натрием ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в течение 8 ч при температуре 80-90 °С. Экстракт отделяли, фильтровали методом центрифугирования. Альгиновую кислоту осаждали 10%-ным раствором соляной кислоты до образования крупных белых сгустков при pH 2-3. Выдерживали гель альгиновой кислоты в течение 30 мин для полного созревания, затем сливали отслоившийся солянокислый раствор и промывали горячей дистиллированной водой 80-90°С, а затем холодной до pH 3-3,5. Промытый гель альгиновой кислоты отделяли от избытка воды прессованием. К гелю альгиновой кислоты добавляли углекислый натрий ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) до pH 7,5-8,5 при периодическом перемешивании до полного растворения. Однородную пасту альгината заливали 96%-ным спиртом для обезвоживания, перемешивали, выдерживали не менее 30 мин, затем отделяли спирт от волокон альгината. Обезвоженный спиртом альгинат досушивали до содержания влаги 11 %. Готовый продукт представляет собой порошок воздушно-пористой структуры кремового, без запаха и вкуса, растворимый в воде с образованием вязких растворов при достаточно низкой концентрации (0,1-0,5 %). Исследования показали, в экспериментальных альгинатах содержится золы 22,37-23,81 %,

азотистых веществ 0,94-2,5 %, вязкость 0,2%-ных растворов составляет от 12,0 до 13,0  $10^{-3}$  Па с. Следует отметить, что выход альгината натрия во всех проведенных экспериментах довольно высок и составляет 23,4 -27,8 % от массы воздушно сухих водорослей.

**Заключение.** Таким образом, было показано, что ламинарии, добытые в прибрежных зонах Сахалино-Курильского региона, содержат комплекс биологически активных веществ (углеводы (альгинаты), белки, липиды, биогенные микро- и макроэлементы, в том числе йод), поэтому их рекомендуется использовать как в натуральном виде в составе пищевых продуктов, так и в виде выделенных из них биологически активных веществ, добавок к пище и БАД. Исследования по технологии альгината натрия показали достаточно высокий его выход (от 23,4-27,8 %). Физико-химические свойства альгината натрия соответствуют требованиям на альгинат натрия пищевой. Благодаря тому, что альгинат натрия обладает рядом биологических и физиологических свойств целесообразно его использование при изготовлении пищевых, лечебно-профилактических продуктов и БАД. Применение альгинатсодержащих продуктов в рационе лечебно-профилактического питания будет оказывать несомненное положительное воздействие на отдельные органы человека и организм в целом.

### Список литературы

Суховеева М.В., Подкорытова А.В. 2006. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки: монография. Владивосток: ТИНРО-Центр, 243 с.

Интернет ресурс. 2018. <http://sktufar.ru/2018/12733/> Секретарь

Подкорытова А.В. 2005. Морские водоросли – макрофиты и травы. - М.: Изд-во ВНИРО, 175 с.

Вишневская Т.И. 2003. Комплексная технология йод- и альгинатсодержащих продуктов из бурых водорослей дальневосточных морей. Автореф. дис. канд. техн. наук. Владивосток, 23 с.

Вафина Л.Х. 2010. Обоснование комплексной технологии переработки бурых водорослей (РНАЕОРНУТА) при получении функциональных пищевых продуктов. Автореф. дис. канд. техн. наук. М., 24 с.

Горяка Е.Н., Балыкова Л.И., Алексейчук С.И. 2012. Обоснование сушки бурых водорослей при использовании парокомпрессионного теплового наноса. Вестник КамчатГТУ 19, 42-46.

Подкорытова А.В., Кадникова И.А. 2009. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. Вып. 3. Руководство по современным методам исследований морских водорослей, трав и продуктов их переработки. – М.: Изд-во ВНИРО, 108 с.

Усов А.И., Смирнова Г.П., Клочкова Н.Г. 2001. Биорганическая химия 27, 450-454.

Рощина А.Н., Родина Т.В., Подкорытова А.В. 2017. Химический состав *Saccharina japonica*, добываемой в прибрежной зоне Западного Сахалина, и рекомендации по её использованию. V научно-практическая конференция молодых учёных с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса». М.: Изд-во ВНИРО, 243-248.



## Пространственные особенности размерно-возрастного состава уловов сельди на российской акватории 26-го подрайона ИКЕС Балтийского моря

И.С. Труфанова

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «АтлантНИРО»), г. Калининград  
E-mail: [inna-baltic@yandex.ru](mailto:inna-baltic@yandex.ru)

**Ключевые слова:** балтийская сельдь, *Clupea harengus membras*, Балтийское море, длина, возраст, промысел, распределение

**Аннотация:** Рассмотрены особенности пространственного распределения размерно-возрастного состава российских промысловых уловов сельди в 26-м подрайоне ИКЕС Балтийского моря. Данные были сгруппированы по четырем основным статистическим квадратам ИКЕС. Прибрежные квадраты характеризовались двумя модальными размерными группами в уловах, образованными молодью и старшими рыбами, большим количеством сеголеток и особей непромысловой длины. В мористых выделялась одна модальная группа, представленная более взрослыми особями. Сеголетки здесь были редкими или отсутствовали, количество непромысловых рыб низкое.

Сведения о пространственной локализации скоплений балтийской сельди (салаки) (*Clupea harengus membras* L. 1761) имеют первостепенное значение для рационального ведения ее специализированного промысла. Коммерческая добыча ориентирована на изъятие более крупных особей, что сказывается на объемах уловов, и в то же время необходимо минимизировать прилов особей непромысловой длины (менее 16 см) (Правила рыболовства, 2014). Поэтому информация о распределении рыб разных размерно-возрастных групп на акватории промысла может быть весьма полезной.

Изучению данного вопроса в 1960-1980-х гг. было посвящено несколько работ Червонцева с соавторами (Червонцев, Феттер, 1989; Червонцев, Давидюк, 1991), а также Оявеера (1967, 1987) и других (Дмитриев, 1954; Popiel, 1958; Николаев, 1961). В последние годы в связи с выявленными экосистемными изменениями в Балтике (Casini, 2010) эти проблемы вновь стали актуальными. В прошлом десятилетии особенности распространения запаса в литовской зоне были изложены Е. Федотовой (2006). Кроме того, ежегодно осуществляется мониторинг распределения и оценка численности поколений сельди в рамках международных тралово-акустических съемок по оценке запасов рыб (ICES, 2018).

Цель данной работы – характеристика размерно-возрастного состава сельди по статистическим квадратам ИКЕС на российской акватории 26-го подрайона ИКЕС Балтийского моря по данным за 1992-2017 гг.

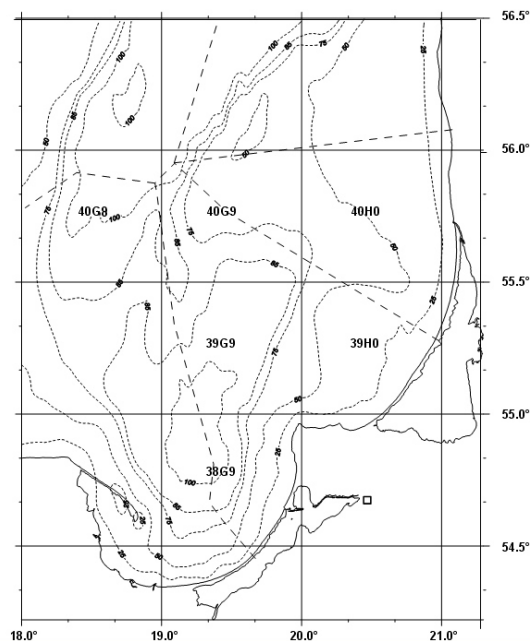
Материал собран наблюдателями ФГБНУ «АтлантНИРО» в 1992-2017 гг. на промысловых судах типа МРТК и СРТМ (на последних – в 1992-2005 гг.), ведущих траловый пелагический промысел в пределах ИЭЗ и территориального моря РФ 26-го подрайона ИКЕС Балтийского моря (рис. 1). Используются данные массовых промеров и биологических анализов с определением возраста (таблица).

**Таблица.** Количество обработанного материала в 1992-2017 гг.

Квадрат ИКЕС	38G9	39G9	39H0	40G9	Всего
Количество тралений	788	441	135	190	1554
Массовые промеры, экз.	179549	81712	33096	33260	327617
Биологические анализы, экз.	33939	9053	5976	3570	52538

Сбор материала осуществлялся круглогодично, фиксировались координаты постановки / выборки трала, продолжительность лова, глубины в месте траления, горизонт лова и метеорологические условия, величина и видовой состав улова, размерный состав и биологическое состояние рыб. Массовый промер сельди проводили из улова каждого траления с использованием случайной пробы, включающей не менее 200 экз. Измерялась зоологическая длина сельди от конца рыла до самой длинной лопасти хвостового плавника с погрешностью 0,5 см. Для оценки биологического состояния рыб ежеквартально проводился сбор проб на неполный и полный биологический анализ согласно методике ИКЕС (ICES, 2012). Определение возраста по отолитам выполнялось с использованием методики А. Комповского (Kompowski, 1969; Оявеер, 1987; Fetter et al., 1992).

Результаты обработки биостатистических материалов были сгруппированы по статистическим квадратам. В российской зоне 26-го подрайона ИКЕС выделяются шесть статистических квадратов ИКЕС (30' по широте и 1° по долготе): 40G8, 40G9, 40H0, 39H0, 39G9 и 38G9 (Рис. 1). В данной работе подробно рассмотрены только четыре квадрата: два мелководных, прибрежных – 38G9, 39H0, и два сравнительно глубоководных, мористых – 39G9 и 40G9. Оставшиеся два квадрата (40G8 и 40H0), не описанные далее, расположены большей частью на акватории ИЭЗ соседних государств, в российской зоне их площадь незначительна.



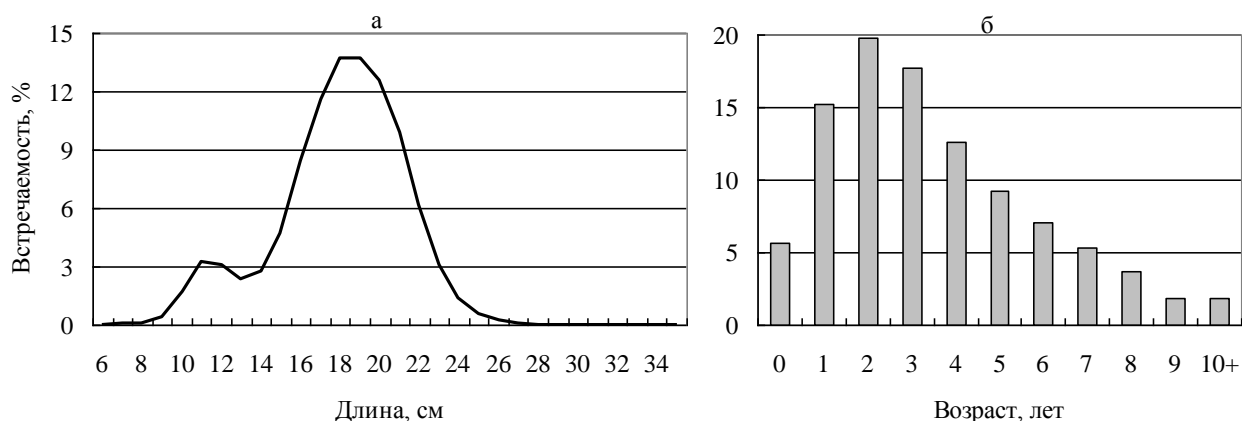
**Рис. 1.** Статистические квадраты исключительной экономической зоны Российской Федерации в 26-м подрайоне ИКЕС Балтийского моря

Размерный и возрастной состав сельди, выловленной в различных квадратах на акватории 26-го подрайона, неодинаков и имеет свои особенности в каждом из них.

Квадрат ИКЕС 38G9 (прибрежный) находится в южной части ИЭЗ РФ. Этот участок располагается в пределах Гданьской впадины, занимая её юго-восточную часть с большим диапазоном глубин – от мелководья до более 100 м. Для промысла данный квадрат имеет особую важность из-за близости к основным береговым базам сдачи уловов.

В этом районе вылавливалась сельдь возрастом от 0 до 19 лет, длиной 6,0-35,0 см (рис. 2). Размерный ряд состоял из двух модальных групп. Более половины уловов (62 % численности) была представлена особями размерных классов 17,0-21,0 см. Рыбы непромысловой длины на рассматриваемой акватории очень многочисленны (19 %).

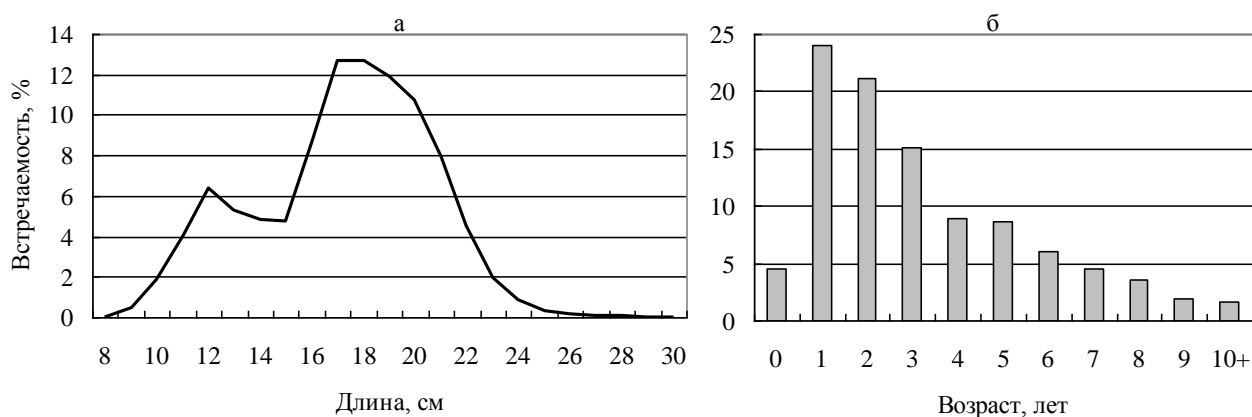
Возрастная структура состояла преимущественно из 1-4-летних особей, доля сеголеток высокая – 6 %, а рыб в возрасте 8+ лет насчитывалось 8 %.



**Рис. 2.** Длина (а) и возраст (б) сельди в квадрате 38G9

Квадрат ИКЕС 39Н0 (прибрежный) находится в восточной части ИЭЗ РФ и является самым мелководным из рассматриваемых квадратов. Большую площадь квадрата занимает акватория с глубинами менее 50 м, на северо-западе имеется участок с глубинами до 70 м. Имеет заметное значение в промысле сельди.

Уловы сельди состояли из рыб возрастом от 0 до 15 лет, длиной 8,0-30,0 см (рис. 3). Размерный ряд здесь также имел два пика, один из которых образован молодь 11-15 см (25 %), а второй старшими особями 16-20 см (57 %). Доля рыб длиной до 16 см среди всех квадратов на этом участке была максимальна и составила в среднем 28 % уловов. Такое обилие молоди связано с мелководностью квадрата и нагулом здесь младших возрастных групп. Сеголетки представлены в этом районе в несколько меньшем количестве (5 %), по сравнению с квадратом 38G9. Основой промысла являлись рыбы в возрасте 0-4 года (74 %), сельдь старше четырех лет в этом месте акватории немногочисленна. Возрастная группа 8+ составила всего 7 % численности.

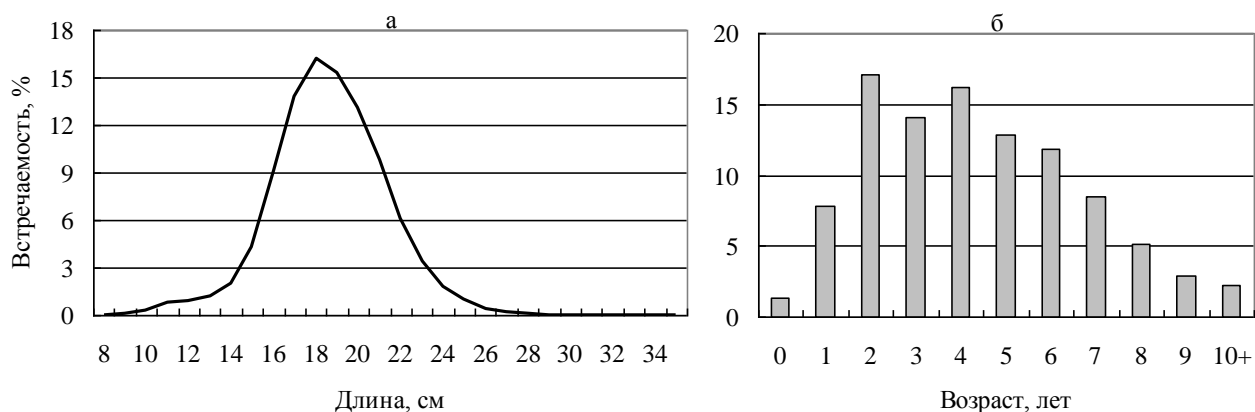


**Рис. 3.** Длина (а) и возраст (б) сельди в квадрате 39Н0

Квадрат ИКЕС 39G9 (мористый) расположен в центральной части российской зоны. Включает центральную и северную акватории Гданьской впадины с глубинами от 40 до 105 м. Здесь также ведется интенсивный промысел, но в несколько меньшей степени, чем в квадрате 38G9.

В данном районе вылавливалась сельдь от 0 до 14 годов длиной 8,0-35,0 см (рис. 4). Размерный ряд содержал одну модальную группу – 16-21 см (77 %). Количество

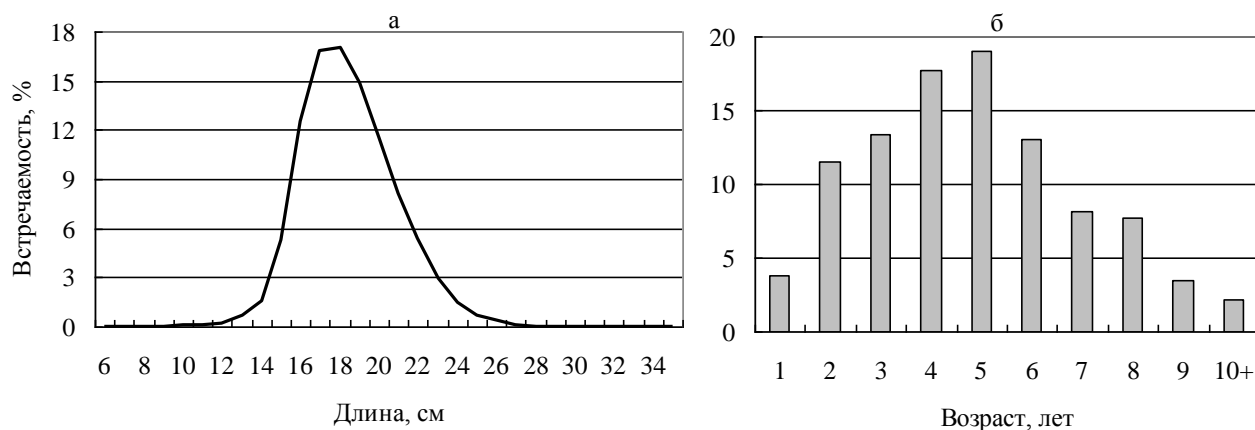
непромысловых особей снижено (10 % уловов). Вылов сформирован рыбами возрастом 2-6 лет (72 %). Сеголетки очень немногочисленны, их доля несколько выше 1 %. Количество рыб группы 8+ лет равно 10 %.



**Рис.4.** Длина (а) и возраст (б) сельди в квадрате 39G9

Квадрат ИКЕС 40G9 (мористый) представляет северную часть ИЭЗ РФ на акватории подрайона. Диапазон глубин здесь достаточно широкий – от 55 до 111 м. Он удален от берега и редко используется промысловыми судами при специализированном лове сельди.

Вылов включал сельдь возрастом от 1 до 14 лет, при длине от 8,0 до 32,5 см (рис. 5). Основу промысла составляла модальная группа 16-21 см (81 %). Доля рыб непромыслового размера здесь незначительная (8 %). Возрастная структура основана на 2-6-летних особях (75 % численности). Сеголетки на этом участке ИЭЗ РФ никогда не встречались, а количество рыб в возрасте 8+ лет наибольшее по подрайону – 13 %.



**Рис. 5.** Длина (а) и возраст (б) сельди в квадрате 40G9

Согласно литературным данным, основополагающее значение в распределении пелагических рыб Балтики принадлежит гидрологическим факторам. Температура воды, соленость и концентрация кислорода влияют на расположение косяков рыб в пределах ареала, воздействуя на скопления кормовых объектов. Второстепенную роль имеют ветры, течения, первичная продукция, питание, освещенность, хищничество и антропогенный фактор, также сказывающиеся на локализации пятен планктона и перемещениях сельди (Николаев, Феттер, 1976).

Сеголетки, как правило, держались ближе к береговой линии, область их распространения лимитирована 60 м изобатой (Червонцев, Феттер, 1989). Годовики перемещались дальше, но их численность также падала по мере удаления от берега. Район

размещения особей этих возрастных групп ограничен, т.к. они не обладают достаточными физическими возможностями для дальних миграций (Червонцев, Феттер, 1989; Aro, 1989). Более взрослые рыбы 2-4 лет относительно равномерно распределялись в целом по акватории Балтийского моря, в том числе в 26-м подрайоне (Червонцев, Феттер, 1989). Для особей старших возрастных групп (8+) характерно увеличение их доли в мористых районах (Poriel, 1958; Оявеер, 1967), что выявлено и в настоящее время. Модальные длины сельди также изменялись в большую сторону с ростом глубины места лова в пределах одного района (Червонцев, Феттер, 1989).

Таким образом, прибрежным и мористым квадратам свойственны разные черты размерно-возрастного состава сельди, вылавливаемой на этих акваториях. Размерный ряд рыб из прибрежных районов характеризовался бимодальной кривой, один пик которой образован молодью, а второй – более взрослыми особями. Основой вылова являлись рыбы в возрасте 1-4 лет, доля особей непромыслового размера высокая.

Уловы вида в мористых квадратах, наоборот, были сформированы преимущественно представителями старших возрастных групп 2-6 лет, а размерный ряд имел одну модальную группу, состоящую из взрослых особей. Сельдь длиной до 16 см на этих акваториях присутствовала в существенно меньшем количестве, а сеголетки не встречались вовсе, либо были редкими.

### Список литературы

- Дмитриев Н.А. 1954. Распределение салаки в периоды ее нагула и нереста в открытой части Балтийского моря. Труды ВНИРО 26, 5-15.
- Николаев И.И. 1961. Влияние планктона на распределение салаки и балтийской кильки. Труды научно-исслед. ин-та рыбного хоз-ва. Рига: Изд-во АН Латв. ССР. 3, 201-224.
- Оявеер Э.А. 1987. Балтийские сельди (биология и промысел). М.: Агропромиздат, 205 с.
- Оявеер Э.А. 1967. Распределение скоплений салаки. Вопросы ихтиологии 2(43), 240-246.
- Правила рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна. Приложение к Приказу № 427 Минсельхоза России от 06 ноября 2014 г.
- Федотова Е., Максимов Ю. 2006. Качественная структура и сезонное распределение промыслового запаса балтийской сельди (*Clupea harengus membras* L.) в экономической зоне Литвы Балтийского моря. Тез. докл. IX съезда Гидробиологического общества РАН. Тольятти: ИЭВБ РАН. 2, 211.
- Феттер М.Е., Давидюк А.П. 1976. О связи некоторых гидрологических факторов с распределением нагульных скоплений сельди. Fisherei Forshung 14(1), 17-18.
- Червонцев В.Б., Давидюк А.П. 1991. Влияние обеспеченности пищей на распределение разновозрастных группировок балтийской сельди в период осеннего нагула в 1987-1988 гг. Проблемы рыбопромыслового прогнозирования. Калининград: АтлантНИРО, 125-126.
- Червонцев В.Б., Феттер М.Е. 1989. Распределение сельди в нагульный период 1987 г. в восточной части Балтики. Fisherei Forshung 27(2), 29-36.
- Aro E. 1989. A review of fish migration patterns in the Baltic. Rapport et Procés Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer. 190, 72-96.
- Casini M., Bartolino V., Molinero J.C., Kornilovs G. 2010. Linking fisheries, trophic interactions and climate: threshold dynamics drive herring growth in the central Baltic Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 413, 241-252.
- Fetter M., Groth B., Kestner D., Wyshinski M. 1992. Guide for the use of Baltic herring otoliths in fisheries studies. Fischerei-Forschung 29, 18-42.
- ICES. 2012. Manual for the Baltic International Trawl Survey. Helsinki, Finland: ICES CM, 71 pp.
- ICES. 2018. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). Copenhagen, Denmark: ICES HQ, 727 pp.

Kompowski A. 1969. The types of otoliths in herring from the Southern Baltic. Prace Morskiego Instytutu Rybackiego. ICES CM. H. 12, 17 pp.

Popiel J. 1958. Differentiation of the biological groups of herring in the Baltic. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 143, 114–121.

## О применении термического мечения у ранней молоди окунеобразных рыб

Е.Б. Фурсенко, И.В. Бурлаченко

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: [veta-08@inbox.ru](mailto:veta-08@inbox.ru)

**Ключевые слова:** мечение, отолиты, судак, тилапия, отолитное мечение, термическое мечение, искусственное воспроизводство.

**Аннотация:** В статье описаны результаты применения отолитного мечения у ранней молоди тилапии мозамбикской (*Oreochromis mossambicus*) и судака обыкновенного (*Sander lucioperca*). Личинок на завершающихся стадиях метаморфоза метили с использованием термического шока. Было применено шестикратное кратковременное повышение температуры воды на 7,0-9,9 °С для тилапии, для судака – трехкратное повышение на 5,5-6,5 °С. Для обоих видов рыб получены результаты термического мечения в виде четких колец прироста на отолитах. В рамках эксперимента наблюдения вели до возраста в 47 суток для судака и 362 суток для тилапии; на протяжении всего периода метки легко идентифицировались на отолитах обоих видов, при этом видимость меток была выше на лапиллюсах рыб.

Оценка выживаемости рыб, выпускаемых в естественную среду обитания для пополнения природных популяций, остается актуальным вопросом, несмотря на длительную историю искусственного воспроизводства (Запорожец, Запорожец, 2011; Шibaев, Шibaев, 2016 и др.). Массовое мечение молоди с последующим учетом ее доли в уловах может дать ответ на этот вопрос. Например, техника термического маркирования, осуществляемого для оценки вклада лососевых рыбоводных заводов в пополнение ими запасов, с успехом применяется в России, США и других странах (Mercer, Kurth, 2014; Литвиненко, Попова, 2016; Запорожец, Запорожец, 2011). Суть метода заключается в направленном воздействии внешней среды на скорость формирования слоев белка и кальция на отолитах зародыша, что проявляется в наличии более ярких колец прироста на отолите. В качестве действующего фактора используется изменение температуры, объектом воздействия является икра лососевых. Длительные сроки инкубации икры лососевых позволяют осуществлять несколько циклов мечения. Мечение икры производят от стадии пигментации глаз до начала выклева. Градиент изменения температуры должен быть не менее 3 °С. В мальковом периоде мечение лососевых не является эффективным (сост. Хованская, Сафроненков, Фомин, 2014).

В тоже время подобное массовое мечение молоди других объектов искусственного воспроизводства, а также выпускаемых на ранних стадиях развития или имеющих при выпуске малые размеры, в настоящее время не используется. Это связано, главным образом, с отсутствием методик его проведения, учитывающих специфику непродолжительного, по сравнению с лососевыми рыбами, периодов эмбрионального и раннего постэмбрионального развития. В доступной нам литературе есть данные об успешных результатах термического мечения, выполненных Song et al. (2007), на двухдневных личинках азиатского чукучана (*Muxosyrpinus asiaticus*). Китайские ученые Yang K. с соавторами (2016) на 7-ми дневных личинках лептоботии элонгаты (*Leptobotia elongata*) получили четкие метки, хорошо считываемые на лапиллусе. В тоже время результатов аналогичных исследований, выполненных на окунеобразных рыбах, нам обнаружить не удалось.

В этой связи целью работы явилось исследование возможности результативного термического мечения отолитов ранней молоди рыб с относительно короткими периодами эмбрионального и постэмбрионального развития.

Работа была выполнена в экспериментальной аквариальной ФГБНУ «ВНИРО». В качестве объектов исследований использовали личинок мозамбикской тилапии и судака обыкновенного на завершающих стадиях метаморфоза. Оба вида характеризуются коротким периодом эмбрионального развития, в отличие от лососевых, имеют значительно более высокий температурный оптимум, что соответственно, определяет более быстрое протекание процессов морфогенеза. Тилапия была выбрана также в связи с возможностью круглогодичного получения эмбрионов и молоди для проведения предварительных экспериментов. Интерес к судаку был обусловлен возрастанием роли искусственного воспроизводства в пополнении его запасов в Центральном и Южном регионах России.

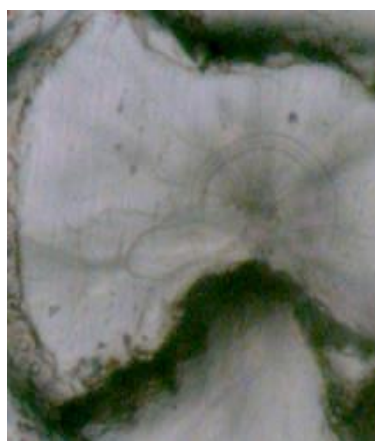
Для выполнения экспериментов были сформированы по две группы (экспериментальная и контрольная) личинок каждого вида. Личинок судака содержали в аквариумах с ежедневной подменой воды, составлявшей около 30 % от объема аквариумов. В период проведения опытов кормление личинок тилапии осуществляли комбикормом, судака – науплиями артемии. Термическому воздействию подвергали личинок экспериментальных групп. Температурный режим в контрольных аквариумах не изменяли. В обобщенном виде условия экспериментов приведены в табл. 1.

**Таблица 1.** Условия экспериментов

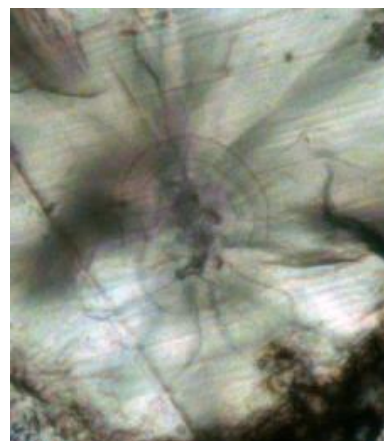
Вид	Возраст начала мечения, сут	Количество особей в эксперименте	Температура содержания, °С	Температура мечения, °С	Количество циклов нагрев-охлаждение	Градиент изменения температуры, °С
Тилапия	19	196	19,3-21,7	29,0-31,4	6	7,0-9,9
Судак	25	200	21,6-22,3	27,4-27,7	3	5,5-6,5

Фиксацию рыб проводили в 96,3 % спирте, начиная со 2 суток после окончания опытов для тилапии и с 8 суток - для судака. После этого отолиты извлекали и фиксировали на предметном стекле термопластическим цементом TriPod Wax. Шлифовали отолиты вручную, на шлифовальных дисках Buehler абразивностью от 3 микрон. Подготовка и анализ препаратов производились с помощью бинокулярного микроскопа Olimpus SZX-12 и тринокулярного микроскопа Leica DMLS, оборудованного камерой для микроскопов Leica DC 100.

**Тилапия мозамбикская.** До начала опытов по термическому мечению нами были проведены исследования формирования отолитов у предличинок тилапии. С этой целью у предличинок в возрасте 3-7 дней были извлечены и затем обработаны отолиты. Обработка показала, что уже в этом возрасте, еще в период желточного питания, при средней длине тела около 8 мм у тилапии наблюдаются 2 сагитты и 2 лапиллуса, при этом хорошо различимы не менее 3 колец прироста (рис. 1).



а



б

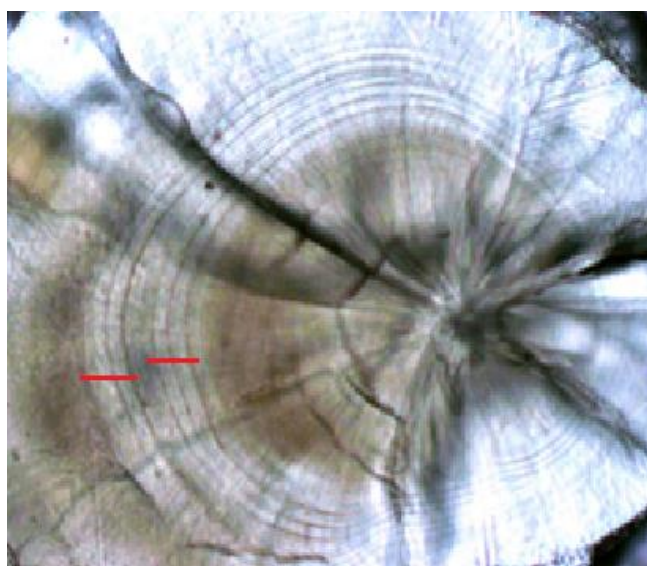


**Рис. 1.** Отолиты тилапий 3-7 дней; увеличение 400х

Термическое мечение тилапий начали в возрасте 19 суток. До начала экспериментов по мечению личинок содержали в аквариуме при температуре 25-27 °С. Эту температуру понизили в течение 12 часов до 21,5 °С за 3 дня до начала эксперимента. К моменту начала опыта возраст тилапий составил 19 суток, средняя длина - 16 мм, масса - 66 мг. В аквариуме с контрольной группой температуру не регулировали, она была комнатной и колебалась незначительно во время всего эксперимента, осуществляли только ее фиксацию несколько раз в день. При проведении опытов температура воды в экспериментальном аквариуме повышали с 20 до 29 °С при помощи электрического терморегулятора, в этот аквариум молодь экспериментальной группы пересаживали сачком, не проводя адаптации к температуре среды. Экспозиция на теплой воде составляла 24 часа, после чего рыб возвращали обратно и выдерживали при комнатной температуре (19,3-21,7 °С) также 24 часа. Такое мечение повторили 3 раза. Аналогичная процедура была проведена для экспериментального варианта через 5 дней после окончания первого этапа мечения. Таким образом, всего было выполнено 6 туров мечения. К концу мечения возраст молоди составил 33 суток. Через два дня после окончания мечения произвели замер и взвешивание молоди с дальнейшей фиксацией. Масса и длина в экспериментальной и контрольной группах различалась и составила в среднем 22,7 мм, 158 мг для контрольной и 23 мм, 176 мг для опытной.

Контроль сохранности меток проводили с периодичностью один раз в неделю первые 3 месяца, далее 2 раза в месяц, спустя полгода – один раз в месяц. Метки удалось идентифицировать у 100 % особей из экспериментального варианта. В качестве примера на рисунке 2а приведена фотография метки, имеющаяся на отолите на 139 сутки после завершения мечения. Можно видеть две серии по три близко расположенных кольца с одинаковыми расстояниями между ними. Сохранность меток была проверена через 329 (рис. 2б) после окончания мечения. После шлифовки на лапиллюсах хорошо были видны результаты термомечения в виде широких колец.

Наличие широких колец термической метки в экспериментальной группе было хорошо заметно на отолитах. На рисунке видны широкие полосы прироста во время проведения мечения, более тонкие полосы между двумя сериями мечения почти не заметны.



а

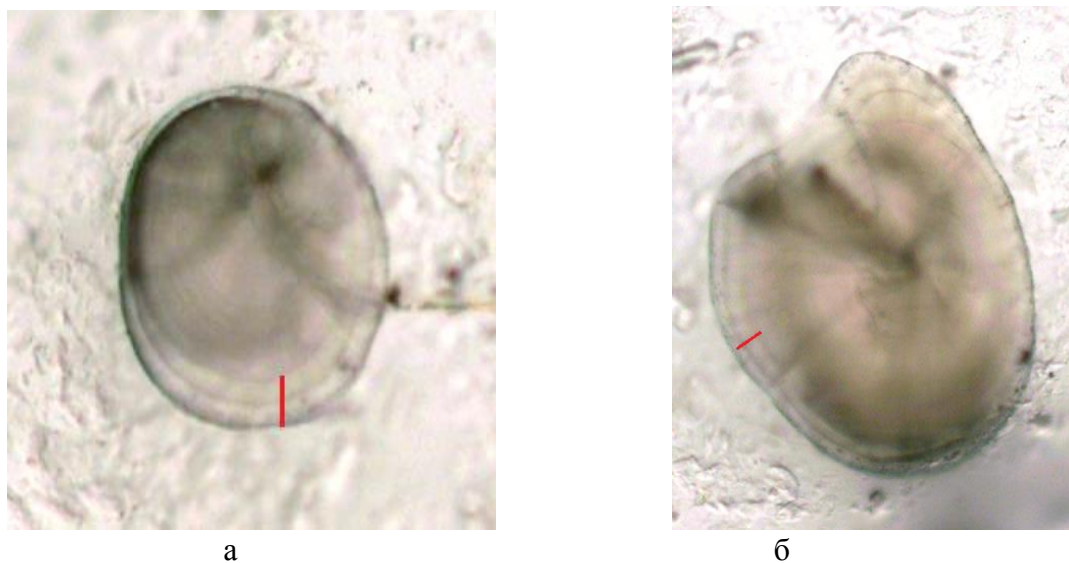


б

**Рис. 2.** Отолиты тилапий после окончания термического мечения, красными отрезками обозначены кольца термической метки, увеличение 200х:

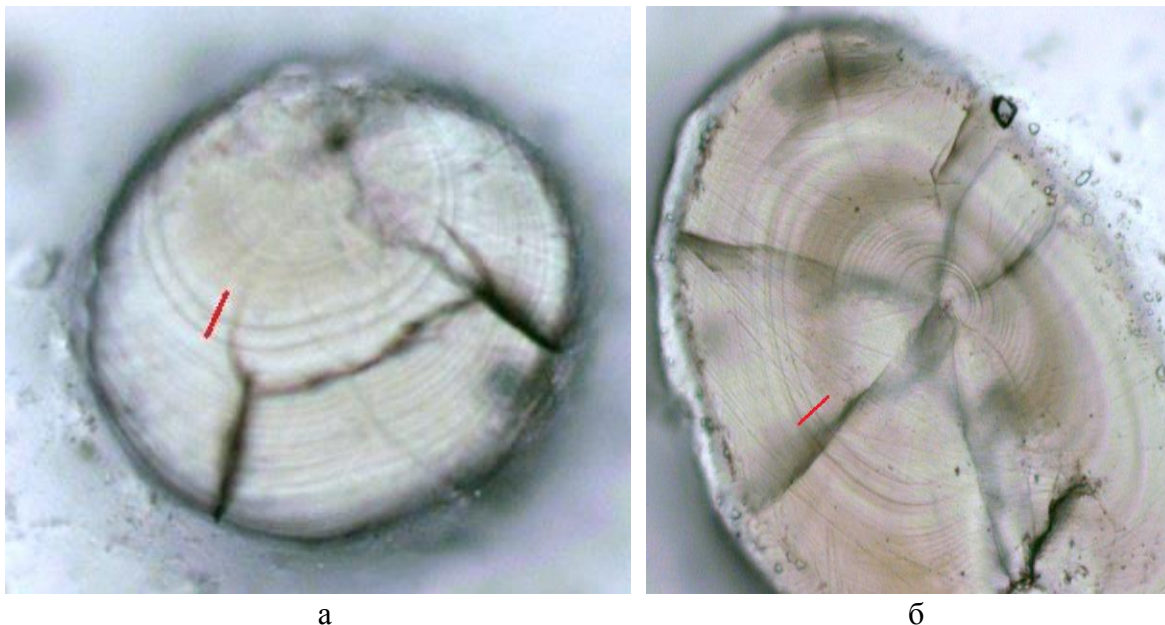
а – через 139 дней; б – через 329 дней

**Судак.** После того, как технология термического мечения тилапии дала положительные результаты, мы приступили к мечению судака. Термическое мечение начали на 25 сутки от вылупления. Мечение опытной группы происходило в том же аквариуме, где содержали молодь, изменением температуры воды в аквариуме. В аквариуме с контрольной группой температуру воды не меняли, она колебалась незначительно под действием температуры воздуха. Нагрев воды во время экспериментального термического мечения занимал около получаса, как и охлаждение до требуемой температуры. Экспозиция составляла 24 часа на теплой воде и 24 часа – на холодной, мечение проводили три раза. Полученные метки были хорошо заметны даже на нешлифованных липиллюсах многих мальков судака, просмотренных на просвет на микроскопе (рис. 3а). На нешлифованных (рис. 3б) сагиттах или после легкой шлифовки метки редко были видны, но хорошо различимы после нее.



**Рис. 3.** Нешлифованные отолиты помеченой молоди судака через 9 дней после мечения; увеличение 200х; красными отрезками обозначены кольца термической метки: а – липиллюс; б – сагитта

В возрасте 47 суток (через 22 дня после завершения мечения) метки легко обнаруживаются на отолитах после шлифовки (рис. 4).



**Рис. 4.** Отолиты меченой группы молоди судака через 22 дня после мечения, красными отрезками обозначены кольца термической метки, увеличение 200х:  
а – лапиллюс; б – сагитта

Таким образом, выполненные исследования показали принципиальную возможность термического отолитного мечения двух видов окунеобразных рыб в период завершения личиночного и начала малькового развития. Следует отметить, что полученные результаты являются первыми в данной области. Безусловно, методические аспекты выполнения работ по термическому мечению отолитов требуют дальнейшего уточнения, прежде всего, относительно наиболее ранних периодов развития рыб, а также в части кратности и стандартизации условий выполнения мечения.

#### Список литературы

- Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2011. Лососевые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 268 с
- Литвиненко А.В., Попова Д.С. 2016. Эффективность работы некоторых рыболовных заводов Сахалина по результатам массового маркирования тихоокеанских лососей. Вестник Камчатского государственного технического университета 38, 81-89.
- Руководство по искусственному разведению тихоокеанских лососей на рыболовных заводах Магаданской области (сост. Л.Л. Хованская, Б.П. Сафроненков, Е.А. Фомин). 2014. Магадан. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. Магадан: Кордис, 147 с.
- Шибяев С.В., Шибяев Л.В. 2016. К методике оценки приемной емкости и промыслового возврата при искусственном воспроизводстве сига (*Coregonus lavaretus* L.) Куршского залива. Вестник рыбохозяйственной науки 3(2),4–17.
- Mercer M., Kurth R. 2014. An Evaluation of Otolith Thermal Marking at the Feather River Hatchery, California. San Francisco Estuary and Watershed Science 12(4), 1-14.
- Song Z., He C., Fu Z., Shen D. 2008. Otolith thermal marking in larval Chinese sucker, *Muxocyprinus asiaticus*. Environmental Biology of Fishes 82(1), 1–7.
- Yang K., Zeng R., Gan W., Deng L., Song Z. 2016. Otolith fluorescent and thermal marking of elongate loach (*Leptobotia elongata*) at early life stages. Environmental Biology of Fishes 99(1. 8–9), 687–695.

## Структурные изменения в рыбохозяйственном комплексе северо–западного федерального округа (на примере калининградской области)

*В.И. Часовский, Л. В. Амвросьева*

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, г. Калининград  
E-mail: kemd53@mail.ru

**Ключевые слова:** структурные сдвиги, рыбохозяйственный комплекс, Калининградская область, факторы, структурные сдвиги, пространственная проекция.

**Аннотация:** В данной статье предлагается анализ различных факторов, влияющих на структурные сдвиги в рыбохозяйственном комплексе Северо-Западного федерального округа. В соответствии с выше изложенным, усилия авторов направлены на восполнение пробелов исследовании транзитивных процессов, выявление основных тенденций трансформации территориально-отраслевой структуры РХК СЗФО и Калининградской области. А так же наметить и обосновать перспективы развития РХК СЗФО для определения конкурентных преимуществ и импортозамещения, самообеспечения российских регионов рыбной продукцией.

**Введение.** Теоретические и научно-практические исследования по региональной экономике, экономике РХК слабо затрагивают методологию и методику изучения отраслевых проблем, предусматривающих их углубленную практическую разработку в условиях современной транзитивной экономики России и трансформации её отраслей (Часовский, 2015).

В мире постоянно идут интенсивные процессы структурных трансформаций национальных экономик, сочетающиеся с усилением неравномерности развития и общей неопределенности (НИУ ВШЭ, 2018). Структурные сдвиги в экономике неодинаковы на различных территориальных уровнях. Микроэкономические тенденции на нижних иерархических уровнях проявляются динамичнее, что обусловлено особым характером структурных сдвигов, напрямую зависящих от природно-климатических и социально-экономических факторов развития территории.

Новый динамично развивающийся рынок рушит старые экономические методы управления. Тема системных преобразований и развития объектов РХК Калининградской области недостаточно изучена, необходимо проведение дальнейших исследований по развитию методов, инструментария региональных экономических исследований закономерностей и факторов развития функционирования объектов РХК.

Современная российская экономика не только имеет выраженную структурно сырьевую направленность, но и экстравертна, зависима, как от динамики глобальных рынков, так и от условий логистики, включения в транснациональные воспроизводственные сети и потоки (Дружинин и др., 2018).

Структурные сдвиги в экономике Калининградской области, как и страны в целом, вызваны экономическими циклами в мировой экономике, современным международным географическим разделением труда, социально-экономической политикой государства и т.д. Пространственные и отраслевые макросдвиги имеют специфическое отражение на локальном уровне.

Неравномерность регионального развития напрямую зависит от пространственной дифференциации факторов различных иерархических уровней. О чём в своих трудах писали отечественные экономкогеографы XX века, такие как: Мошков (2005), Фёдоров (2015), Хрущев (1990), Часовский (2015) и др.

Но и в XXI веке есть острая необходимость в выявлении основных причин образования пространственного неравенства, поэтому авторы статьи предлагают рассмотреть

взаимодействие и взаимообусловленность различных факторов и структурных сдвигов в отдельных отраслях специализации регионального хозяйственного комплекса, как на отраслевом, так и на пространственно-локальном уровнях.

Целью статьи является изучение различных факторов, влияющих на структурные сдвиги в рыбохозяйственном комплексе (РХК) Калининградской области. В соответствии с выше изложенным, усилия авторов направлены на исследование отраслевых трансформаций, выявление основных тенденций развития территориальной структуры РХК СЗФО и Калининградской области.

**Результаты исследования.** На современном этапе развития российской экономики удельный вес отечественной рыбной продукции в общем объеме товарных ресурсов внутреннего рынка из водных биоресурсов должен быть не менее 80 % (Чупкиова, 2013). Поэтому в обеспечении продовольственной безопасности России важная роль отводится, в том числе рыбохозяйственному комплексу.

Показатели добычи основных видов продукции рыболовства – рыба живая, свежая и охлажденная, по России в целом за последние годы имеют отрицательную динамику. Небольшой подъем наблюдался в период с 2010 года – 1151 тыс. т по 2013 г. – 1461 тыс. т. В 2016 году добыча рыбы составила всего 902 тыс. т. Однако розничная продажа рыбы и морепродуктов в целом по стране увеличилась от 314, 1 млрд руб. (2010 г.) до 601, 1 млрд руб. (2016 г.). Розничная продажа рыбных консервов, также увеличила объемы продаж от 76, 2 млрд руб. (2010 г.) до 136, 5 млрд руб. (2016 г.) (Рыболовство и рыбоводство, 2017).

В разрезе экспорт/импорт РФ рыбы, рыбопродуктов и морепродуктов прослеживается отрицательная динамика показателей импорта рыбы и ракообразных, моллюсков и других беспозвоночных от 2033 (2010 г.) до 1392 млн. дол. США (2016 г.). Из них рыба свежая или охлажденная за исключением рыбного филе составляет от 104 тыс. тонн (2010 г.) до 25,7 тыс. тонн (2016 г.), показатели экспорта рыбы в целом по стране увеличились от 1, 3 (2010 г.) до 2,9 тыс. тонн (2016 г.) (Рыболовство и рыбоводство, 2017).

Показатели экспорта рыбы мороженой, за исключением рыбного филе в период с 2010 по 2016 года имеют положительную динамику увеличения от 1501 до 1677 тыс. тонн. Отрицательная динамика наблюдается в целом по стране по экспорту готовой, или консервированной рыбы, икры осетровой от 25,7 до 15,6 тыс. тонн, импорта от 94,2 до 56,6 тыс. тонн (Рыболовство и рыбоводство, 2017). Общая тенденция показывает, что российский потребитель отдает все большее предпочтение мороженой и свежей рыбе.

Одной из главных отраслей специализации в СЗФО является рыбная промышленность. По данным Федерального агентства по рыболовству в 2015 году ФГБНУ «АтлантНИРО» провел 67 экспедиций: 65 морских, 2 пресноводных водоёмах. Региональный рыбохозяйственный комплекс, как традиционно стратегически важный сектор экономики находится в состоянии стагнации, подчеркивая первостепенные задачи современности по поиску верных направлений для экономического роста, совместно с рациональным взаимодействием правительства и бизнес-сообщества. Необходимо создать условия для устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса Северо-Запада России, что позволит увеличить валовой региональный продукт и приведет к продовольственной безопасности страны.

В РХК СЗФО наблюдается увеличение выловов водных биологических ресурсов в Архангельской области, а снижение показателей - в Мурманской области (табл. 1).

**Таблица 1.** Выловы водных биологических ресурсов СЗФО (в тоннах)

Федеральный округ и субъекты	2007 г.	2012 г.	2017 г.
СЗФО, в том числе:	1034,2	1640	2170
Калининградская область	241,8	490	650
Мурманская область	550,3	820	109
Архангельская область	154	19	260
Санкт-Петербург и Ленинградская область	28,6	34	43



Республика Карелия	51,3	65	86
--------------------	------	----	----

Примечание. Составлено авторами по «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» (Стратегия ... до 2030 года, электронный ресурс).

Вылов водных биологических ресурсов демонстрировал незначительный рост и вышел на стабильный уровень в диапазоне 4,0-4,7 млн т в 2010-2016 гг. (Стратегия ... до 2030 года, электронный ресурс). Из российских регионов наибольшие перспективы развития международных связей внутри Балтийского региона имеют расположенные на морском побережье: Санкт-Петербург, Ленинградская и Калининградская области (Федоров и др., 2016).

Устойчивое развитие РХК невозможно осуществить без крупных инвестиций, научного сопровождения, грамотного кадрового обеспечения. Инвестиционный бюджет развития РХК СЗФО составит 155 млрд рублей (2018-2020 гг.). В перспективе развития РХК СЗФО планируется функционирование береговых заводов по производству филе тресковых рыб, рост индустриального выращивания сёмги и форели, организация выпуска рыбных кормов (250 000 т/год), развитие центров по обслуживанию рыбопромыслового флота в Мурманске (200-220 тыс. т/год), Архангельске (40-50 тыс. т/год), и Калининграде (230-250 тыс. т/год), без существенного увеличения мощностей холодильников (Стратегия ... до 2030 года, электронный ресурс). В перспективе в поддержку организаций рыбной инфраструктуры, финансирование за счёт средств областного бюджета составляет: 46 370 тыс. руб. (2018 г.); 41 630 тыс. руб. (2019 г.); 41 630 тыс. руб. (2020 г.) (Стратегия ... до 2025 года, электронный ресурс).

Для Калининградской области огромное значение имеют специфические факторы эксклавного региона, включая природные условия и ресурсы. Калининградскую область отличают малые размеры территории с характерными для эксклавного региона социально-экономическими условиями развития. При этом фактор расселения обуславливает приморскую закономерность в распределении территории со схожими структурными сдвигами в хозяйстве. Трансграничное положение региона по отношению к крупным экономическим центрам, влияние трудовых ресурсов и инфраструктурных факторов исторически привело к изменению центр-периферийного градиента и трансформационным сдвигам в экономике региона.

Из истории развития РХК Калининградской области известно, что регион приобретает всё большее значение в рыболовстве страны после 1952 года, когда был освоен круглогодичной промысел в водах Северной Атлантики (Опарин, 1961). Тогда сдвиги в размещении рыбодобывающей промышленности вызвали большие изменения породного состава рыбы. Так в 1956 году в десятки раз увеличился улов океанической рыбы (тресковых, камбаловых), добыча салаки, кильки, шпрот. Добыча рыбы, морского зверя и китов по РСФСР в разрезе некоторых совнархозов (современного СЗФО) за 1958 год составила в тыс. центнеров: Мурманский – 5077, Калининградский – 1506, Архангельский – 931, Ленинградский – 523, Карельский – 344.

Близость Калининградской области к промысловым районам Атлантики, незамерзающий морской порт, близость к потребителям продукции РХК способствуют рыбной отрасли, как и в прежние времена, оставаться специализацией экономики Калининградской области. Развитие до 1990 гг. характеризовалось динамичным ростом производства. Основу регионального РХК советской экономики составляли рыбодобывающий и транспортный флот, прибрежные рыбоперерабатывающие предприятия, инфраструктура с судоремонтом, орудиями лова и тарой, отраслевые научно – исследовательские организации. Важное внимание уделялось кадровому обеспечению по подготовке и переподготовке квалифицированных кадров.

Распад Советского Союза повлиял на экономические последствия в рыбной промышленности Калининградской области. В результате длительного перехода к рыночной экономике, единый рыбохозяйственный комплекс распался на отдельные структуры по

добыче, переработке и сбыту рыбной продукции, что привело к разрушению отрасли и значительному снижению эффективности деятельности её предприятий.

Анализ состояния РХК Калининградской области в постсоветский период выявил проблемы снижающие темпы развития и конкурентоспособность предприятий рыбной отрасли. Наиболее сложными решениями проблем РХК являются: рыбопереработка, рыбопромысловый флот и судоремонт, аквакультура.

Половину валовой и более 40 % чистой продукции первичного сектора Калининградской области обеспечивает сельское хозяйство. Из других производств заметную роль играет рыбная промышленность (Федоров, 2015).

В 2017 году в Калининградской области на 408, 2 тыс. т вырос объем вылова в сравнении с 2007 годом (табл. 1). В последние годы рыболовство и рыбоводство Калининградской области в структуре валовой добавленной стоимости по видам экономической деятельности составляет отрицательную динамику в диапазоне от 2,1 % (2010 г.) до 1,8 % к итогу (2016 г.), согласно данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области (Территориальный орган ..., электронный ресурс).

В перспективе, согласно Государственной программы Калининградской области «Развитие рыбохозяйственного комплекса» предусмотрены следующие мероприятия, направленные на создание условий для развития экспортного потенциала рыбной отрасли: создание рыбоперерабатывающего кластера на территории ФГУП «Калининградский морской рыбный порт» (114 га), поддержка рыбодобывающих организаций, осуществляющих промысел кильки (шпрота) и сельди балтийской (салаки); модернизацию береговой инфраструктуры и прибрежной переработки; модернизацию судов рыбопромыслового флота; поддержка производителей продукции аквакультуры (рыбоводства) (Дружинин и др., 2018).

**Заключение.** В условиях специфических факторов эксклавного региона, включая природные условия и ресурсы, трансграничное положение региона по отношению к крупным экономическим центрам, влияние трудоресурсного и инфраструктурного факторов, исторически привело к изменению центр – периферийного градиента и трансформационным сдвигам в экономике региона.

Необходимо создание рыбоперерабатывающего кластера на территории ФГУП «Калининградский морской рыбный порт», поддержка рыбодобывающих организаций (промысел кильки (шпрота), салаки), модернизация береговой инфраструктуры, прибрежной переработки; модернизация судов рыбопромыслового флота; производство аквакультуры.

В результате научного исследования выявлено влияния различных факторов на структурные сдвиги в рыбохозяйственном комплексе СЗФО и Калининградской области. Устойчивое развитие РХК невозможно осуществить без крупных инвестиций, научного сопровождения, грамотного кадрового обеспечения. Для конкурентных преимуществ, прогресса импортозамещения регионов СЗФО и Калининградской области необходима перспектива развития РХК с функционированием современных береговых заводов, развитием центров по обслуживанию рыбопромыслового флота (Мурманск, Архангельск, Калининград), организацией рыбоводной инфраструктуры.

### Список литературы

Дружинин А.Г., Федоров Г.М., Дец А.И., Горочная В.В., Гонтарь Н.В., Лачининский С.С., Михайлов А.С. 2018. Локализация крупного бизнеса в приморских зонах как фактор трансграничной кластеризации (на примере Европейской части России). Вестник балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер: Естественные и медицинские науки 1, 5-17.

Опарин Д.И. 1961. Анализ графиков по добыче рыбы. Вопросы экономики рыбной промышленности СССР. Труды Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства. Том XII (ред. Д.И. Опарина). Калининград: Калининградское книжное издательство, 175-185.

Мошков А.В. 2005. Промышленные узлы Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 192 с.

Рыболовство и рыбоводство. 2017. Россия в цифрах, 2017: Крат. стат. сб. / Росстат. – М., 264 с.

Федоров Г.М. 2015. Роль первичного сектора в структуре экономики региона // Калининградская область. Природные условия и ресурсы: рациональное использование и охрана: монография (под ред. Г.М. Фёдорова). Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 124 – 130.

Федоров Г.М., Зотов С.Ю., Кузнецова Т.Ю., Часовский В.И. 2016. Балтийский регион: состав территории и внутренняя структура. Региональные исследования 2(52), 113-121.

Хрущев А.Т. 1990. География промышленности СССР. М.: Высш. школа, 223 с.

Часовский В.И. 2015. Основные тренды территориально-отраслевых изменений в промышленности России. Балтийский регион (3), 154-169.

Чупикова Е.С., Якуш Е.В., Селеванчик С.А. 2013. Техническое регулирование как средство повышения эффективности работы рыбопромышленного комплекса. Труды XI Международной научной конференции «Инновации в науке, образовании, бизнесе – 2013», Калининград, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2013, в двух частях, часть 1, 16.

НИУ ВШЭ. 2018. Структурные изменения в российской экономике и структурная политика. Аналитический доклад. / под научным руководством Ясина Е.Г. [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/EUDV8> (дата обращения 11.09.2018 г.).

Стратегия по обеспечению благоприятных условий для развития экспортной деятельности в Калининградской области на период до 2025 года [Электронный ресурс]. URL: <https://minprom.gov39.ru/> (дата обращения: 20.09.2018 г.).

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <http://fish.gov.ru/files/documents/files/proekt-strategiya-2030.pdf> (дата обращения: 02.09.2018 г.).

Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Калининградской области [Электронный ресурс]. URL:

[http://kaliningrad.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/kaliningrad/ru/statistics/](http://kaliningrad.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kaliningrad/ru/statistics/) (дата обращения: 23.09.2018 г.).



## Макроэлементный состав красной и белой мускулатуры промысловых видов рыб Красноярского водохранилища

Н.О. Яблоков

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск  
Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов (ФГБНУ «НИИЭРВ»), г. Красноярск  
E-mail: [noyablokov@mail.ru](mailto:noyablokov@mail.ru)

**Ключевые слова:** мускулатура рыб, красная мускулатура, белая мускулатура, макроэлементы, Енисей, Красноярское водохранилище

**Аннотация:** В работе приведены данные о составе и распределении макроэлементов в красной и белой мускулатуре плотвы *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas, 1814), леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) и щуки *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), обитающих Красноярском водохранилище. Отмечено количественное преобладание К, Р и S, вне зависимости от вида рыбы и типа мускулатуры. В ходе сравнительного анализа содержания макроэлементов в двух типах мышечной ткани изученных видов рыб выявлены достоверные различия в содержании 5 химических элементов. Концентрации К, Mg и Р были выше в белой мускулатуре плотвы и леща; Са – в белой мускулатуре плотвы. Красная мускулатура леща и щуки была богаче Na, чем белая. При анализе различий в макроэлементном составе скелетной мускулатуры в белых мышцах обнаружены статистически значимые различия в содержании Са и S, в красной – S.

Рыба и рыбная продукция, на протяжении многих лет являются одним из наиболее востребованных продовольственных товаров и представляют собой важный источник макроэлементов и других питательных веществ в рационе питания населения многих стран. Перечень ценных химических элементов, содержащихся в рыбе и рыбопродуктах, включает кальций, фосфор, йод, селен и др. (ФАО, 2018). Плановые работы, посвященные элементному составу морских и пресноводных видов рыб, ведутся во всем мире, начиная с конца XIX века (Виноградов, 2001). Послужив основой для ряда информационных и рекомендательных документов о составе и качестве рыбной продукции (Murraу, Burt, 1969, Huss, 1995, Химический состав ..., 1977, Химический состав..., 1987). Однако стоит отметить, что результаты данных работ содержат информацию либо о минеральном составе целой рыбы, либо недифференцированной мышечной ткани (главным образом, в виде филе).

Как известно, мускулатура большинства видов рыб, имеет неоднородную структуру и представлена двумя или тремя типами мышечной ткани (красной, белой и розовой), сгруппированными в обособленные пласты, различные в структурном и функциональном отношении (Moyle et al., 2004). Белые мышцы составляют основную часть скелетной мускулатуры, их волокна гетерогенны по размеру и функционируют преимущественно за счет анаэробных процессов. Красные мышцы обычно локализованы непосредственно под кожей, главным образом в районе боковой линии. Волокна красной мускулатуры однородны по размеру и характеризуются преобладанием аэробных процессов. Красная мускулатура обеспечивает медленную, но продолжительную работу, белая, в свою очередь, поддерживает ритмичную работу красных мышц кратковременными интенсивными движениями. Розовая мускулатура расположена между пластами красной и белой мускулатуры и выполняет промежуточные функции (Moyle et al., 2004). Принимая во внимание тот факт, что анализ содержания макроэлементов в рыбопродуктах проводится, в большинстве работ без дифференцировки по типам мышц, а основу мускулатуры рыб составляет преимущественно белая мышечная ткань, макроэлементный состав и особенности распределения макроэлементов в красной мускулатуре остаются практически не изученными. Данные о

минеральном составе красных мышц известны лишь по нескольким представителям ихтиофауны морей и эстуарных зон. Аналогичные работы по пресноводным видам рыб ранее не проводились.

Среди рыбохозяйственных объектов Красноярского края важную роль играет Красноярское водохранилище. Оно является одним из самых крупных пресноводных водоемов на территории Красноярского края. Площадь водохранилища составляет около 2000 км<sup>2</sup>, объем - 73,3 км<sup>3</sup> (Красноярское водохранилище ..., 2008). По данным промысловой статистики, вылов в водохранилище за последние 5 лет в среднем составляет около 25 % от общей величины уловов в Енисейском рыбохозяйственном районе (Богданов и др., 2016). В связи с высокой значимостью Красноярского водохранилища в рыбном промысле Красноярского края и Республики Хакасия исследование содержания макроэлементов в мускулатуре представителей ихтиофауны водохранилища имеет важное пищевое и экологическое значение.

Целью данного исследования было выявление общих тенденций содержания и распределения макроэлементов в красной и белой мускулатуре трех видов промысловых рыб Красноярского водохранилища.

Материалы и методы. Ихтиологический материал отбирался в июне 2017 г. из уловов в заливе Убей Красноярского водохранилища (55°06'59" с.ш., 91°37'44" в.д.). Лов производился набором жаберных сетей с размером ячеи 30-70 мм. Объектами исследования послужили три промысловых вида рыб Красноярского водохранилища: плотва *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas, 1814), лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) и щука *Esox lucius* (Linnaeus, 1758). Объем выборки для каждого вида составлял 5 экз. Неполный биологический анализ рыб и определение возраста выполнялись по общепринятым методикам (Правдин, 1966). Размерно-возрастные характеристики отобранных экземпляров рыб приведены в табл.1.

**Таблица 1. Размерно-возрастные характеристики исследованных видов рыб (под чертой указаны минимальные и максимальные значения)**

Вид рыбы	Абсолютная длина тела (L), мм	Масса тела (W), г	Возраст, лет	N, экз.
Плотва	<u>229,8 ± 5,8</u> 214 – 245	<u>137,4 ± 2,6</u> 130 – 145	4+	5
Щука	<u>488,0 ± 23,1</u> 420 – 560	<u>782,8 ± 10,8</u> 751 – 811	4+	5
Лещ	<u>222,0 ± 17,4</u> 200 – 290	<u>236,6 ± 12,9</u> 190 – 263	4+	5

Образцы мускулатуры отбирались у свежепойманных рыб: красной – в районе боковой линии, белой – под спинным плавником. Сырая масса образцов мускулатуры варьировала в пределах 3-5 г. Полученные образцы предварительно сушились до постоянного веса при температуре 105 °С, затем измельчались до однородной консистенции в агатовой ступке. 0,2 г сухих мышц растворяли в смеси азотной и хлорной кислот (HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>, 1:1) нагреванием на лабораторной плитке. Полученный осадок переносили в полипропиленовые пробирки и доводили до 14 мл деионизированной водой (18 МОм), с дополнительным разведением в 5-7 раз.

Определение содержания химических элементов проводилось с помощью эмиссионного спектрометра с индуктивно связанной плазмой (ИСП) iCAP 6300 Duo (Thermo Scientific, England, 2010). В качестве внутреннего стандарта использован раствор Sc (5 мг/л, Scandium Standard for ICP, Fluka, Switzerland). Калибровочные растворы приготавливались разведением мультиэлементных стандартов «ICP multi-elements solutions» IV и XVI фирмы Merck (Darmstadt, Germany). Анализ включал измерение холостых проб, также выпаренных с пробами на плитке. Подробное описание методики анализа и условий измерения приведены

в работе (Anishchenko et al., 2017). Контроль качества анализа проводился путем измерения стандартного образца состава мышечной ткани байкальского омуля (ГСО № 9055-2008, Институт геохимии им. Виноградова, Иркутск).

Статистическая обработка данных выполнена с использованием программных пакетов Microsoft Excel и PAST. При статистической обработке материала рассчитывалось среднее арифметическое и ошибка среднего. Значимость различий между содержанием элементов в красной и белой мускулатуре оценивалась при помощи t-теста Стьюдента ( $p < 0,05$ ). Достоверность различий средневыборочных значений оценивалась при помощи однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Парный анализ значимости различий средних для каждого вида произведен на основании теста Тьюки.

**Результаты и обсуждения.** В ходе работы было проанализировано содержание 6 макроэлементов, содержащихся в красной и белой мускулатуре трех представителей ихтиофауны Красноярского водохранилища. Доминантами по содержанию в тканях белой мускулатуры, вне зависимости от вида рыбы выступали К, Р и S. Далее, у мирных видов рыб (плотва, лещ) в близких концентрациях следовали Са и Na, минимальные значения были характерны для Mg. У щуки следующими за доминантами элементами выступали Na и Mg. Содержание кальция в мускулатуре щуки было в 2,5 раза ниже, нежели у мирных видов рыб. В красной мускулатуре изученных видов доминантами также выступали К, Р и S, однако, в мышечных тканях леща и щуки содержание серы было в 2 раза выше, чем у плотвы. Распределение элементов, характеризующихся наименьшими концентрациями, независимо от вида рыбы выглядело следующим образом  $Na > Ca > Mg$ .

**Таблица 2.** Среднее содержание макроэлементов в белой и красной мускулатуре рыб Красноярского водохранилища, мкг/г сырой массы

Показатель	Вид рыбы			F	p
	Плотва	Лещ	Щука		
	Белая мускулатура				
Ca	2588,34 ± 81,76 <sup>A</sup>	2598,33 ± 425,15 <sup>A</sup>	1001,19 ± 252,26 <sup>B</sup>	10,10	0,003
K	21042,70 ± 664,05 <sup>A</sup>	21568,4 ± 374,75 <sup>A</sup>	18556,16 ± 2668,44 <sup>A</sup>	1,008	0,393
Mg	1498,26 ± 26,08 <sup>A</sup>	1421,45 ± 28,10 <sup>A</sup>	1364,39 ± 201,62 <sup>A</sup>	0,321	0,731
Na	2430,21 ± 376,31 <sup>A</sup>	1860,21 ± 125,96 <sup>A</sup>	1538,22 ± 279,18 <sup>A</sup>	0,584	0,573
P	9798,37 ± 242,724 <sup>A</sup>	11498,55 ± 585,58 <sup>A</sup>	8942,57 ± 1156,88 <sup>A</sup>	2,918	0,093
S	4374,98 ± 418,06 <sup>A</sup>	9102,45 ± 400,50 <sup>B</sup>	6898,78 ± 928,53 <sup>B</sup>	14,02	0,001
	Красная мускулатура				
Ca	1016,25 ± 354,92 <sup>A</sup>	1272,91 ± 550,85 <sup>A</sup>	1233,12 ± 279,58 <sup>A</sup>	0,113	0,894
K	14349,53 ± 2042,95 <sup>A</sup>	13116,6 ± 646,11 <sup>A</sup>	17437,00 ± 951,68 <sup>A</sup>	2,703	0,107
Mg	929,41 ± 145,55 <sup>A</sup>	822,39 ± 32,11 <sup>A</sup>	1157,69 ± 48,45 <sup>A</sup>	3,582	0,060
Na	2278,1 ± 339,80 <sup>A</sup>	2417,69 ± 150,65 <sup>A</sup>	3330,25 ± 513,57 <sup>A</sup>	2,437	0,129
P	8257,67 ± 473,31 <sup>A</sup>	8678,60 ± 391,38 <sup>A</sup>	10679,55 ± 607,12 <sup>A</sup>	6,735	0,011
S	5355,40 ± 529,81 <sup>A</sup>	9766,05 ± 482,29 <sup>B</sup>	9279,55 ± 447,27 <sup>B</sup>	24,59	0,000

Примечание: ± стандартная ошибка среднего; F – критерий Фишера и его значения, p – уровень значимости (значимые значения выделены полужирным шрифтом; значения, помеченные одной и той же буквой, не имеют достоверных отличий при  $p < 0,05$  (ANOVA, Тьюки тест).

В ходе сравнительного анализа макроэлементного состава красной и белой мускулатуры у изученных представителей ихтиофауны Красноярского водохранилища были выявлены достоверные различия (t-тест,  $p < 0,05$ ) в содержании 5 элементов. Так концентрации К, Mg и P были выше в белой мускулатуре плотвы и леща; Са – в белой мускулатуре плотвы. Содержание Na в красной мускулатуре леща и щуки было выше,

нежели в белой (табл. 3). При анализе межвидовых различий в макроэлементном составе скелетной мускулатуры (ANOVA, тест Тьюки) в белых мышцах обнаружены статистически значимые различия в содержании Ca и S, в красной – S. Подробные результаты определения содержания макроэлементов в белой и красной мускулатуре плотвы, леща и щуки приведены в таблице 2.

**Таблица 3.** Значения  $T_{\text{крит}}$  при сравнении содержания микроэлементов в белой и красной мускулатуре рыб Красноярского водохранилища (t-тест,  $p < 0,05$ )

Показатель	Вид рыбы		
	Плотва	Лещ	Щука
Ca	4,3	1,9	0,6
K	3,1	11,3	0,4
Mg	3,8	14,0	1,0
Na	0,1	2,8	3,1
P	2,9	4,0	1,3
S	1,5	1,1	2,3

Примечание. Полужирным шрифтом отмечены статистически значимые отличия.

В настоящее время в литературе имеются фрагментарные сведения о распределении макроэлементов в красной и белой мускулатуре нескольких морских видов рыб, в частности атлантического палтуса *Hippoglossus hippoglossus* (Linnaeus, 1758), роху *Labeo rohita* F. Hamilton, 1822, дальневосточной сельди *Sardina melanosticta* (Schlegel, 1846), крапчатого аргуса *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766), хамсы *Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758, черноморской сельди *Alosa immaculata* Bennett, 1835 и других представителей морской ихтиофауны (Fujikawa, Naganuma, 1936; Alexander, 1955; Лисовская, Петкевич, 1968; Виноградов, 2001). Большая часть данных была систематизирована в монографии Р. М. Лава «Химическая биология рыб» (1976), в которой он отмечает повышенное содержание в красной мускулатуре Na и S, пониженное содержание K и отсутствие достоверных различий в содержании Ca. Данные Виноградова (2001) также подтверждают отсутствие отличий в содержании Ca в двух типах мускулатуры рыб. Согласно работе Фуджикавы и Наганумы (1936) белые мышцы богаче P, но беднее S, в красной мускулатуре проявляется обратная зависимость. Однако, Лисовская и Петкевич (1968), исследуя содержание K, Na, Ca, Mg и P в мускулатуре сардины и хамсы фиксируют незначительное превышение количества K, Na, Ca, Mg в белой мускулатуре сельди, по сравнению с красной мускулатурой. В то же время, Торстон и МакМастер (1960) не обнаружили различий в содержании K и Na в красной и белой мышечной ткани палтуса.

В работе А.А. Гнедова (2010), посвященной пищевой ценности 15 промысловых видов рыб, населяющих низовья р. Енисей, приводятся данные о содержании кальция, натрия, фосфора и калия в мышечной ткани. Среди представленных видов присутствует щука, для которой характерны следующие значения: Ca – 10200 мг/кг, P – 9700 мг/кг, K – 14050 мг/кг, Na – 2670 мг/кг. При сопоставлении с нашими данными наблюдаются значительные (более чем в 10 раз) расхождения в количестве Ca.

Сравнение полученных нами концентраций Ca, K, Mg, Na, P и S макроэлементов с доступной информацией о содержании данных химических элементов в мясе плотвы, леща и щуки из других частей ареала, а также с таблицами химического состава свежих рыбопродуктов выявило следующие особенности (Химический состав ..., 1977; Химический состав ..., 1987; Sidwell et al., 1977; Venugopal, Shahidi, 1996). Для всех исследованных видов рыб отмечено значительное превышение средних концентраций данных химических элементов (в качестве вида-аналога для плотвы использована каспийская вобла *Rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870), что говорит о высокой вариабельности содержания макроэлементов в мускулатуре рыб. Данный тезис подтверждают результаты ряда работ о содержании макроэлементов в мускулатуре и внутренних органах пресноводных,

солоноватоводных и морских видов рыб (Venugopal, Shahidi, 1996; Thurston et al., 1959; Thurston, MacMaster, 1960; Causeret, 1962; Виноградов, 2001; Elagba Mohamed et al., 2010; Mantley-Karl et al., 2016).

При сопоставлении наших данных с имеющимися в литературе результатами исследований макроэлементного состава рыб, схожие тенденции распределения макроэлементов были отмечены для ряда пресноводных видов – нильского окуня, *Lates niloticus* Linnaeus, 1758, нильской тиляпии *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), фахаки *Tetraodon lineatus* Linnaeus, 1758, пангассиуса *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) и др. (Elagba Mohamed et al., 2010; Manthey-Karl et al., 2016). Для некоторых морских видов рыб в числе доминантов по содержанию в мускулатуре выступает Na, в ряде исследований количественно находясь на одном уровне с K (Causeret, 1962; Виноградов, 2001; Mantley-Karl et al., 2016). Козре (1962), обобщая содержание макроэлементов в рыбах, в ряде случаев также указывает на более высокие концентрации Na в мускулатуре морских видов рыб, по сравнению с пресноводными. Виноградов (2001) указывает на то, что мышечная ткань увеличивает содержание натрия в соленой воде, и, по-видимому, играет важную роль в регуляции обмена Na.

Резюмируя полученные результаты, следует отметить, что доля красной мускулатуры от общей массы мышечной ткани у пресноводных видов, как правило, невелика. По данным Панова (1982) массовая доля красной мускулатуры составляет в среднем около 3,5 % от массы всей мышечной ткани для плотвы, 3,1 % для леща. Объемная доля красной мускулатуры для представителей рода *Esox* в среднем составляет 2% от общего объема мышечных волокон (Hoyle et al., 1986). Тем не менее, учитывая тот факт, что особенности накопления и распределения химических элементов в красной мускулатуре пресноводных видов рыб до настоящего времени изучены фрагментарно, результаты настоящей работы также представляют определенный интерес с точки зрения физиологии рыб.

Заключение: В результате работы определено содержание 6 макроэлементов, содержащихся в красной и белой мускулатуре трех представителей ихтиофауны Красноярского водохранилища. Отмечено количественное преобладание K, P и S, вне зависимости от вида рыбы и типа мускулатуры. В ходе сравнительного анализа содержания макроэлементов в двух типах мышечной ткани изученных видов рыб выявлены достоверные различия в содержании 5 элементов. Концентрации K, Mg и P были выше в белой мускулатуре плотвы и леща; Ca – в белой мускулатуре плотвы. Красная мускулатура леща и щуки была богаче Na, чем белая. При анализе различий в макроэлементном составе скелетной мускулатуры в белых мышцах обнаружены статистически значимые различия в содержании Ca и S, в красной – S.

**Благодарности:** автор выражает благодарность с.н.с аналитической лаборатории ИБФ СО РАН (г. Красноярск), к.б.н. Анищенко (Барсуковой) О.В. за неоценимую помощь в определении макроэлементного состава мускулатуры рыб.

### Список литературы

Богданов Н.А., Богданова Г.И., Гадинов А.Н., Заделёнов В.А., Матасов В.В., Михалёв Ю.В., Шадрин Е.Н. Пресноводные рыбы Средней Сибири. 2016. Норильск: Изд-во АПЕКС, 200 с.

Виноградов А.П. Химический элементарный состав организмов моря: Избр. труды. 2001. М.: Изд-во «Наука», 619 с.

Гнедов А.А. 2010. Биохимический состав мяса северных рыб как фактор, формирующий их качество. Вестник Красноярского государственного аграрного университета 11, 184-189

Красноярское водохранилище: мониторинг, биота, качество вод. 2008. Красноярск: Изд-во СФУ, 538 с.

Лисовская В.И., Петкевич Т.А. 1968. Биохимический состав мышц некоторых черноморских рыб. Рыбное хозяйство 9, 65-66

Малькольм Л.Р. 1976. Химическая биология рыб. М.: Изд-во Пищ. пром-ть, 349 с.

- Панов В.П. 1982. Морфобиохимическая характеристика туловищной мускулатуры некоторых рыб семейства карповых. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. М.: ТСХА, 22 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). 1966. М.: Изд-во Пищ. пром-ть, 377 с.
- ФАО. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018. Достижение целей устойчивого развития. 2018. Рим: ФАО, 226 с.
- Химический состав пищевых продуктов. 1977. М.: Изд-во Пищ. пром-ть, 228 с.
- Химический состав пищевых продуктов. Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. 1987. М.: Изд-во «Агропромиздат», 224 с.
- Alexander K.M. 1955. A comparison of the gross chemical composition of the red and white muscles in the two fishes, *Scatophagus argus* and *Labeo rohita*. J. Anim. Morph. Physiol. 1. 58-61.
- Anishchenko O.V., Sushchik N.N., Makhutova O.N., Kalachova G.S., Gribovskaya I.V., Morgun, V.N., Gladyshev M.I. 2017. Benefit-risk ratio of canned pacific saury (*Cololabis saira*) intake: Essential fatty acids vs. heavy metals. Food and chemical toxicology 101. 8-14.
- Causeret J. 1962. Fish as a source of mineral nutrition. In: Fish as food. Vol. 2. Nutrition, Sanitation and Utilization. ed. G. Borgstrom. Orlando, Florida: Academic Press Inc., 205-234.
- Elagba Mohamed H.A., Al-Maqbaly R., Mansour, H.M. 2010. Proximate composition, amino acid and mineral contents of five commercial Nile fishes in Sudan. African Journal of Food Science 4 (10). 640-654.
- Fujikawa K., Naganuma H. 1936. Chemical composition of sardine, *Sardinia melanosticta* (C and V) from Tyosen. 1. Comparative study on dark muscle and white muscle. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 5. 95-102.
- Hoyle J., Gill H.S., Weatherley A.H. 1986. Histochemical characterization of myotomal muscle in the grass pickerel, *Esox americanus vermiculatus* (LeSeuer), and the muskellunge, *E. masquinongy* (Mitchell). Journal of fish biology 28(4). 393-401.
- Huss H.H. 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. FAO Fisheries Technical Paper. № 348. Rome: FAO, 195 p.
- Manthey-Karl M., Lehmann I., Ostermeyer U., Schröder U. 2016. Natural chemical composition of commercial fish species: characterisation of pangasius, wild and farmed turbot and barramundi. Foods 5(3). 58
- Moyle P.B., Joseph J., Cech Jr. 2004. Fishes: an Introduction to Ichthyology. 5th Edition. 590 p.
- Murray J., Burt J.R. 1969. The composition of fish. Torry Advisory Note. № 38. UK: Ministry of Technology. Torry Research Station. Prentice-Hall: Upper Saddle River, 590 p.
- Sidwell V.D., Buzzell D.H., Foncannon P.R., Smith A.L. 1977. Composition of the edible portion of raw (fresh or frozen) crustaceans, finfish, and mollusks. II. Macroelements: sodium, potassium, chlorine, calcium, phosphorus, and magnesium. Marine Fisheries Review 39(1). 1-11.
- Thurston C.E., MacMaster P.P. 1960. Variations in chemical composition of different parts of halibut flesh. Journal of Food Science 25(2), 229-236.
- Thurston C.E., Stansby M.E., Karrick N.L., Miyauchi D.T., Clegg W.C. 1959. Composition of certain species of fresh-water fish. II. Comparative data for 21 species of lake and river fish. Journal of Food Science 24(5), 493-502.
- Venugopal V., Shahidi F. 1996. Structure and composition of fish muscle. Food Reviews International 12(2), 175-197.

## Non-genetic tools for cephalopod stock identification

*J.B. Jones<sup>1</sup>, F.V. Lishchenko<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Falkland Islands Fisheries Department (Stanley, Falkland Islands)

<sup>2</sup>FSBSI – VNIRO (Moscow, Russia)

e-mail: fedor-ln@ya.ru

**Ключевые слова:** головоногие моллюски, единица запаса, популяционная принадлежность, морфология, облик, микроэлементный состав, регистрирующие структуры.

**Аннотация.** Надежные методы идентификации единиц запаса являются основой рациональной эксплуатации ресурсов головоногих моллюсков. В настоящее время идентификация единиц запаса строится на использовании одного или нескольких подходов: генетического, морфологического и химического. Анализ строения тела является самым старым методом, однако, и по сей день, он позволяет получать точные и надежные результаты. С другой стороны, анализ микроэлементного состава тканей моллюсков (в частности твердых структур) не только обладает большей точностью идентификации, но и позволяет описать изменения среды обитания головоногих, происходящие в ходе онтогенетического развития.

**Keywords:** Cephalopoda, stock determination, morphometric measurements, geometric morphometrics, elemental signatures, hard structures.

**Annotation.** Reliable stock identification is a fundamental basis of sustainable cephalopod fisheries. Nowadays three general approaches are applied to stock identification: genetic, morphological and trace elemental based analysis. Analysis of morphological traits is the oldest method of stock determination but modern approaches, such as geometric morphometrics, provide precise identification of cephalopod stocks. On the other hand analysis of trace element composition allows not only to identify stock affiliation with great precision but also to describe changes in the environmental conditions experienced by an animal during ontogeny.

Historically, general observation of morphological traits, body shape and patterns of colouration served as a tool for distinguishing stocks, populations, subspecies or races of animals. However, application of this approach to cephalopods could lead to confusion due to the high morphological plasticity and ability to change colouration and patterns using chromatophores.

The analysis of body shape was one of the earliest means of distinguishing between cephalopod populations from different areas (Borges 1995; Pierce et al. 1994a; Sabriov et al. 2012), of different forms (Chembian and Mathew, 2014), stocks and management units (Pierce et al. 1994b) or sympatric species that were visually alike (Haefner 1964; Bonnaud et al. 1998; Barón and Ré 2002; Zaleski et al. 2012). Traditionally, a series of linear measurements between two anatomical points would be collected from soft tissue (i.e. mantle, head, arms, tentacles, fins, gills, siphon and reproductive organs) and hard structures (predominantly the gladius). Indices were generated of body parts as a percentage of mantle length (ML) or ratios of lengths to widths (i.e. fin length to fin width) for simple comparisons.

Multivariate analysis would often be used to distinguish between geographically distinct regions (Borges 1995). A classic example of this is found in Pierce et al. (1994b), where geographic variation of *Loligo forbesii* was analysed using morphometric and meristic characters from 13 different areas of the northeast Atlantic Ocean. Results suggested that *L. forbesii* from the Azores can be regarded as a separate stock, differing significantly from ones on the continental shelf. Multivariate techniques also appear to be effective for differentiating between sympatric or cryptic

species (Barón and Ré 2002; Pineda et al. 2002; Sin et al. 2009). Canonical variate analysis (CVA) on morphometric measurements of six groups of loliginid squid, separated a priori based on the shape of the funnel organ, was undertaken on the Pacific coast of Mexico (Granados-Amores et al. 2014). This multivariate analysis supported the existence of four species previously identified in Mexican waters together with two forms of unclear taxonomic status, suggestive of greater species diversity to what was previously reported for the Mexican Pacific.

However, care must be taken during the collection of morphometric measurements, as there are often sources of error such as significant between-sampler bias (Pierce et al. 1994a). This can often be exacerbated by the fact that soft-body parts are prone to stretching and warping. Using the same individual to collect all morphological measurements is therefore recommended, in addition to the use of hard body parts that cannot be distorted such as the; gladius (Barón and Ré 2002), statoliths (Clarke 1978; Arkhipkin and Bizikov 1997; see “Systematics” section in Arkhipkin 2005) and beaks (Borges 1995; Chen et al. 2012; Hu et al. 2018).

These hard structures can be used on an individual basis or in combination with soft body parts for population discrimination. A discriminant analysis between *Doryteuthis gahi* populations from southern Chile, Peru and the Falkland Islands concluded that hard structures such as the gladius, beak and statolith were more accurate than soft body parts to separate between populations (Vega et al. 2002). Hard structures were also shown to be more effective than soft body parts in the discrimination of *Dosidicus gigas* from Ecuador, Peru and Chile (Liu et al. 2015). Conversely, a spatial comparison of morphological characters throughout the distributional range of *Loligo reynaudii* showed the most consistent separation of samples from the south and west coast of South Africa and Angola was found when soft body parts were used (Van der Vyver et al. 2016). Morphological characters which best separate population units may be species or site-specific and it would therefore be prudent to use a combination of hard and soft body parts in future morphological studies.

The traditional morphometrics approach has its limitations, such as the loss of information by simplifying the shape and the risk of selecting dimensions that do not adequately represent the actual shape variation (Braga et al. 2017). Geometric morphometrics is a promising alternative method which has been developed over the last few decades. In this technique, biologically definable ‘landmarks’ or outlines of the entire shape (Fourier shape analysis) visualise deformations, in theory retaining more detail about the geometry of the structure. Geometric morphometric techniques using ‘landmarks’ have been used to determine body shape variation between regions (Braga et al. 2017), spawning groups (Crespi-Abril et al. 2010) and between migratory routes (Schroeder et al. 2017). Landmarks and semi-landmarks have also been collected on beaks to differentiate between stocks (Fang et al. 2017) and sympatric species (Díaz-Santana-Iturríos et al. 2017). The elliptical Fourier outline method has been applied to beaks for species identification of ommastrephids (Fang and Chen 2017), but is most commonly applied to statoliths (Lishchenko et al. 2017). Comparisons of statolith, upper beak and lower beak landmarks indicated that geometric morphometrics using a combination of different hard structures was best for discrimination between three loliginid species in the South China Sea (Jin et al. 2017), again highlighting the need for a combination of body parts in future morphological analyses. Though the study of body shape has been happening for decades, it still remains one of the most population methods for identification of cephalopod stock affiliation, due to its low cost and relative simplicity.

Hard structures such as statoliths grow continually throughout life, with accretion of new material occurring on a daily basis. Throughout this accretion process, trace elements are incorporated with their uptake dependent on intrinsic factors and ambient conditions (Arkhipkin 2005; Zumholz et al. 2007). Thus, trace elemental concentrations are constantly changing throughout an individual’s ontogeny. Efforts to investigate the otolith elemental signatures of fish (see Campana 1999 for a review) prompted the application of statoliths as natural markers of cohort and population structure in squid. An alternative technique where each individual is essentially ‘tagged’ already is preferable to traditional tagging techniques because the latter have low rates of return and are often difficult to implement on cephalopods, which are too fragile for an external tag and are lacking a suitable attachment site that does not inhibit their behaviour (Arkhipkin, 2005).



One of the earliest studies to analyse elemental data in a population structure context combined trace element analysis using a wavelet dispersive spectrometer with tag-recapture data, using a small sample (25 analysed for Sr/Ca and 12 tagged individuals) of *Todarodes pacificus* from the Sea of Japan (Ikeda et al. 2003). The two geographically separate groups had significant differences in Sr/Ca, reflecting different spawning grounds and transport routes. Since then, the elemental composition of statoliths has been used to distinguish between spawning cohorts (Liu et al. 2011) and geographical regions (Wang et al. 2012; Liu et al. 2013; Arbuckle and Wormuth 2014) for several species. Significant geographic variability was found when analysing 6 trace elements in *D. gahi*, along with a significant difference between spring and autumn spawning cohorts (Arkhipkin et al. 2004). Significant differences between two geographic regions and seasonal cohorts were also found in the *Sepioteuthis lessoniana* population around Taiwan (Ching et al. 2017). However, both studies used solution based inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), which gives an integrated signal over an individual's lifetime. A subsequent analysis of the *D. gahi* population was able to produce high-resolution elemental chronologies by ageing individual ablation spots using laser ablation ICP-MS analysis. These Sr/Ca and Ba/Ca chronologies were significantly different between the two spawning cohorts and consistent between two consecutive years, suggesting that these chronologies have applications in stock discrimination (Jones et al. 2018).

Other studies have focused on the early life history and allocation of natal origins to determine population structure (Warner et al. 2009; Liu et al. 2015). Multi-elemental signatures within the pre-hatch region of two octopus species were used to investigate population structure and dispersal patterns in Tasmania, both of which found evidence of distinct groupings (Doubleday et al. 2008a/b). A robust machine learning classification technique was successfully applied to natal elemental signatures of *Sepioteuthis australis*, with 55-84% of individuals classified back to an area closed to commercial fishing over peak spawning (Pecl et al. 2011).

Combining different population discrimination techniques is a promising area of research. High resolution ICP-MS and statolith Fourier shape data were used to discriminate between temporal and spatial stocks of *Nototodarus gouldi* (Green et al. 2015). Though shape analysis indicated two separate stocks, elemental analysis showed hatching throughout their distribution. There was also evidence that adults in Victoria were contributing more to the Great Australian Bight stock than vice versa, with implications for stock management (Green et al. 2015). Trace element analysis and morphometric measurements combined found three discrete cuttlefish populations in Algerian coastal waters (Kennouche and Nouar 2017). A recent study used stable isotope analysis to elucidate migration and trophic patterns in *Ommastrephes bartramii* (Kato et al. 2016). This could be combined with trace element analysis to provide exciting new insights into migratory behaviour in cephalopods, which can significantly benefit stock discrimination assessments in the future. Trace element analysis was initially incredibly expensive to undertake, which was reflected in the small sample sizes (often less than 20 individuals). Although it is still costly, the process is becoming cheaper with every year, which should be reflected by an increase in sample size. Though it comes at an expense, this sampling technique is beneficial not only for stock discrimination but also for understanding life history traits without the need for traditional tagging techniques.

**Acknowledgements.** Current review was developed in the framework of the ICES working group on cephalopod fisheries and life history and represents a section of annual report devoted to advances in cephalopod stock identification techniques. We sincerely thank Dr. Graham J. Pierce and Dr. Jean-Paul Robin for guidance and support in preparation of this review.

## References

- Arbuckle N.S.M., Wormuth J.H. 2014. Trace elemental patterns in Humboldt squid statoliths from three geographic regions. *Hydrobiologia*, 725(1), pp.115-123.
- Arkhipkin A.I. 2005. Statoliths as 'black boxes' (life recorders) in squid. *Marine and Freshwater Research*, 56(5), pp.573-583.

- Arkhipkin A.I., Bizikov V.A. 1997. Statolith shape and microstructure in studies of systematics, age and growth in planktonic paralarvae of gonatid squids (Cephalopoda, Oegopsida) from the western Bering Sea. *Journal of plankton research*, 19(12), pp.1993-2030.
- Arkhipkin A.I., Campana S.E., FitzGerald J. and Thorrold S.R. 2004. Spatial and temporal variation in elemental signatures of statoliths from the Patagonian longfin squid (*Loligo gahi*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(7), pp.1212-1224.
- Barón P.J. and Ré M.E. 2002. Reproductive cycle and population structure of *Loligo sanpaulensis* of the northeastern coast of Patagonia. *Bulletin of Marine Science*, 71(1), pp.175-186.
- Bonnaud L., Rodhouse P.G. and Boucher-Rodoni R. 1998. A phylogenetic study of the squid family Onychoteuthidae (Cephalopoda: Oegopsida). *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 265(1407), pp.1761-1770.
- Borges T.C. 1995. Discriminant analysis of geographic variation in hard structures of *Todarodes sagittatus* from the North Atlantic. In ICES Marine Science Symposia Copenhagen, Denmark: International Council for the Exploration of the Sea, Vol. 199, pp. 433-440.
- Braga R., Crespi-Abril A.C., Van der Molen S., Bainy M.C.R.S. and Ortiz N. 2017. Analysis of the morphological variation of *Doryteuthis sanpaulensis* (Cephalopoda: Loliginidae) in Argentinian and Brazilian coastal waters using geometric morphometrics techniques. *Marine Biodiversity*, 47(3), pp.755-762.
- Campana S.E. 1999. Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *Marine Ecology Progress Series*, 188, pp.263-297.
- Chembian A.J. and Mathew S. 2014. Population structure of the purpleback squid *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson, 1830) along the south-west coast of India. *Indian Journal of Fisheries*, 61(3), pp.20-28.
- Chen X., Lu H., Liu B., Chen Y., Li S. and Jin M. 2012. Species identification of *Ommastrephes bartramii*, *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis* and *Illex argentinus* (Ommastrephidae) using beak morphological variables. *Scientia Marina*, 76(3), pp.473-481.
- Ching T.Y., Chen C.S. and Wang C.H. 2017. Spatiotemporal variations in life-history traits and statolith trace elements of *Sepioteuthis lessoniana* populations around northern Taiwan. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97(1) pp.1-11,
- Clarke M.R. 1978. The cephalopod statolithan-introduction to its form. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 58(3), pp.701-712.
- Crespi-Abril A.C., Morsan E.M. and Barón P.J. 2010. Analysis of the ontogenetic variation in body and beak shape of the *Illex argentinus* inner shelf spawning groups by geometric morphometrics. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(3), pp.547-553.
- Díaz-Santana-Iturríos M., Salinas-Zavala C.A. and Granados-Amores J. 2017. Description of the statolith shape of two sympatric ommastrephids in the Mexican Pacific obtained from geometric morphometrics as a tool for identification at the species level. *Marine Biodiversity*, 47 (1) pp.1-5.
- Doubleday Z.A., Pecl G.T., Semmens J.M. and Danyushevsky L. 2008a. Stylet elemental signatures indicate population structure in a holobenthic octopus species, *Octopus pallidus*. *Marine Ecology Progress Series*, 371, pp.1-10.
- Doubleday Z.A., Pecl G.T., Semmens J.M. and Danyushevsky L. 2008b. Using stylet elemental signatures to determine the population structure of *Octopus maorum*. *Marine Ecology Progress Series*, 360, pp.125-133.
- Fang Z. and Chen X. 2017. Statolith-based species identification methods for ommastrephidae species. In *Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI), 2017 10th International Congress on* (pp. 1-6). IEEE.
- Fang Z., Chen X., Su H., Thompson K. and Chen Y. 2017. Evaluation of stock variation and sexual dimorphism of beak shape of neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, based on geometric morphometrics. *Hydrobiologia*, 784(1), pp.367-380.

- Granados-Amores J., García-Rodríguez F.J., Hochberg F.G. and Salinas-Zavala C.A. 2014. The taxonomy and morphometry of squids in the family Loliginidae (Cephalopoda: Myopsida) from the Pacific coast of Mexico. *American Malacological Bulletin*, 32(2), pp.198-208.
- Green C.P., Robertson S.G., Hamer P.A., Virtue P., Jackson G.D. and Moltschaniwskyj N.A. 2015. Combining statolith element composition and Fourier shape data allows discrimination of spatial and temporal stock structure of arrow squid (*Nototodarus gouldi*). *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 72(11), pp.1609-1618.
- Haefner P.A. 1964. Morphometry of the common Atlantic squid, *Loligo pealei*, and the brief squid, *Lolliguncula brevis* in Delaware Bay. *Chesapeake Science*, 5(3), pp.138-144.
- Hu G., Fang Z., Liu B., Chen X., Staples K. and Chen Y. 2018. Using Different Standardized Methods for Species Identification: A Case Study Using Beaks from Three Ommastrephid Species. *Journal of Ocean University of China*, 17(2), pp.355-362.
- Ikeda Y., Arai N., Kidokoro H. and Sakamoto W. 2003. Strontium: calcium ratios in statoliths of Japanese common squid *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) as indicators of migratory behavior. *Marine Ecology Progress Series*, 251, pp.169-179.
- Jin Y., Liu B., Li J. and Chen X. 2017. Identification of three common Loliginidae squid species in the South China Sea by analyzing hard tissues with geometric outline method. *Journal of Ocean University of China*, 16(5), pp.840-846.
- Jones J.B., Arkhipkin A.I., Marriott A.L. and Pierce G.J., 2018. Using statolith elemental signatures to confirm ontogenetic migrations of the squid *Doryteuthis gahi* around the Falkland Islands (Southwest Atlantic). *Chemical Geology*, 481, pp.85-94.
- Kato Y., Sakai M., Nishikawa H., Igarashi H., Ishikawa Y., Vijai D., Sakurai Y., Wakabayashi T. and Awaji T. 2016. Stable isotope analysis of the gladius to investigate migration and trophic patterns of the neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*). *Fisheries Research*, 173, pp.169-174.
- Kennouche H. and Nouar A. 2017. First population identification of common cuttlefish (*Sepia officinalis*, L.1758) by body morphometry and cuttlebone chemistry along the Algerian coast (South-western Mediterranean Sea). [Poster] International symposium on ecology and environmental problems. Çanakkale, Turkey.
- Lishchenko F., Lishchenko A. and Bizikov V. 2017. Statolith shape variability of *Berryteuthis magister*. [Poster] CephInAction and Cephalopod International Advisory Council joint meeting. Haraklion, Crete, Greece.
- Liu B., Chen X., Chen Y., Lu H. and Qian W. 2011. Trace elements in the statoliths of jumbo flying squid off the Exclusive Economic Zones of Chile and Peru. *Marine Ecology Progress Series*, 429, pp.93-101.
- Liu B., Chen X., Chen Y. and Tian S. 2013. Geographic variation in statolith trace elements of the Humboldt squid, *Dosidicus gigas*, in high seas of Eastern Pacific Ocean. *Marine biology*, 160(11), pp.2853-2862.
- Liu B., Chen Y. and Chen X.J. 2015. Spatial difference in elemental signatures within early ontogenetic statolith for identifying Jumbo flying squid natal origins. *Fisheries oceanography*, 24(4), pp.335-346.
- Liu B., Fang Z., Chen X. and Chen Y. 2015. Spatial variations in beak structure to identify potentially geographic populations of *Dosidicus gigas* in the Eastern Pacific Ocean. *Fisheries Research*, 164, pp.185-192.
- Pecl G.T., Tracey S.R., Danyushevsky L., Wotherspoon S. and Moltschaniwskyj N.A. 2011. Elemental fingerprints of southern calamary (*Sepioteuthis australis*) reveal local recruitment sources and allow assessment of the importance of closed areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68(8), pp.1351-1360.
- Pierce G.J., Hastie L.C., Guerra A., Thorpe R.S., Howard F.G. and Boyle P.R. 1994a. Morphometric variation in *Loligo forbesi* and *Loligo vulgaris*: regional, seasonal, sex, maturity and worker differences. *Fisheries Research*, 21(1-2), pp.127-148.

Pierce G.J., Thorpe R.S., Hastie L.C., Brierley A.S., Guerra A., Boyle P.R., Jamieson R. and Avila P. 1994b. Geographic variation in *Loligo forbesi* in the Northeast Atlantic Ocean: analysis of morphometric data and tests of causal hypotheses. *Marine Biology*, 119(4), pp.541-547.

Pineda S.E., Hernandez D.R., Brunetti N.E. and Jerez B. 2002. Morphological identification of two southwest Atlantic loliginid squids: *Loligo gahi* and *Loligo sanpaulensis*. *Revista de Investigacion y Desarrollo Pesquero*, 15, pp.67-84.

Sabirov R.M., Golikov A.V., Nigmatullin C.M. and Lubin P.A., 2012. Structure of the reproductive system and hectocotylus in males of lesser flying squid *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Journal of natural history*, 46(29-30), pp.1761-1778.

Schroeder R., Schwarz R., Crespi-Abril A.C. and Alvarez Perez J.A. 2017. Analysis of shape variability and life history strategies of *Illex argentinus* in the northern extreme of species distribution as a tool to differentiate spawning groups. *Journal of Natural History*, 51(43-44), pp.2585-2605.

Sin Y.W., Yau C. and Chu K.H. 2009. Morphological and genetic differentiation of two loliginid squids, *Uroteuthis (Photololigo) chinensis* and *Uroteuthis (Photololigo) edulis* (Cephalopoda: Loliginidae), in Asia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 369(1), pp.22-30.

Van Der Vyver J.S.F., Sauer W.H.H., McKeown N.J., Yemane D., Shaw P.W. and Lipinski M.R. 2016. Phenotypic divergence despite high gene flow in chokka squid *Loligo reynaudii* (Cephalopoda: Loliginidae): implications for fishery management. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(7), pp.1507-1525.

Vega M.A., Rocha F.J., Guerra A. and Osorio C. 2002. Morphological differences between the Patagonian squid *Loligo gahi* populations from the Pacific and Atlantic Oceans. *Bulletin of Marine Science*, 71(2), pp.903-913.

Wang C.H., Geffen A.J. and Nash R.D. 2012. Geographical variations in the chemical compositions of veined squid *Loligo forbesi* statoliths. *Zoological Studies*, 51(6), pp.755-761.

Warner R.R., Hamilton S.L., Sheehy M.S., Zeidberg L.D., Brady B.C. and Caselle J.E. 2009. Geographic variation in natal and early larval trace-elemental signatures in the statoliths of the market squid *Doryteuthis* (formerly *Loligo*) *opalescens*. *Marine Ecology Progress Series*, 379, pp.109-121.

Zaleski T. and Perez J.A.A. 2012. Morphological and morphometric variability of the squid *Lolliguncula brevis* (Mollusca: Cephalopoda) in brazilian waters: evidence for two species in the western atlantic?. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84(4), pp.1015-1028.

Zumholz K., Klügel A., Hansteen T. and Piatkowski U. 2007. Statolith microchemistry traces the environmental history of the boreoatlantic armhook squid *Gonatus fabricii*. *Marine Ecology Progress Series*, 333, pp.195-204.

## Оглавление

Критические значения водного режима водохранилища Буктырма и его влияние на состояние запасов рыб.....	7
С.М. Ануарбеков, А.М. Касымханов, И.В. Притыкин	
Морфология женских половых клеток камбалы-ершоватки <i>Limanda limanda</i> (L., 1758) ...	11
К.И. Баранова, К.А. Жукова	
Научные коммуникации, как средство продвижения научной работы.....	16
А.Б. Бобылев	
Таксономическое разнообразие и структура мейзообентоса озера Большое Голубое (ГПЗ «Голубые озера», Татарстан) .....	23
С.В. Бердник, Л.Е. Буторова, Р.П. Токинова	
Изучение фауны жуков-водолюбов (Coleoptera: Hydrophilidae) на территории Кемеровской области .....	26
Ф.А. Будаев	
Исследование гистологического строения посленерестовых гонад малоротой корюшки <i>Hypomesus olidus</i> (Pallas, 1814) бассейна реки Амур.....	31
О.В. Бурлак, К. Жукова	
Химический состав и технологические свойства красной водоросли <i>Ahnfeltia plicata</i> , собранной из штормовых выбросов прибрежной зоны Онежского залива Белого моря....	35
Н.В. Бурова, Т.А. Игнатова, А.В. Подкорытова, А.И. Усов	
Экосистема озера Телецкое Республики Алтай.....	42
Л.В. Веснина, А.Н. Трофимов, И.Ю. Теряева, Г.А. Романенко	
Состояние популяции артемии в гипергалинных озерах Новосибирской области .....	53
Л.В. Веснина, Т.О. Ронжина, Д.А. Сурков	
Содержание металлов в мышцах и печени леща ( <i>Abramis brama</i> ) в реках Шешма и Кама	64
А.Р. Гайсин, Л.В. Новикова, Н.Ю. Степанова	
Биоразнообразие зоопланктона прибрежных участков Мешинского залива Волжско-Камского плеса Куйбышевского водохранилища в 2017 году.....	67
М.А. Гвоздарева	
Экстрацеллюлярные везикулы в паразито-хозяйственных отношениях у цестод и трематод ..	74
М.С. Голованева, Н.М. Бисерова	
Биологическая характеристика скатов моря Росса и моря Амундсена по результатам ярусного промысла в 2015 г.....	80
И.И. Гордеев	
Динамика фитопланктонных сообществ в прудах комплексного назначения в раннелетний период.....	86
Л.Г. Гречухина, О.С. Любина, Р.К. Ахтямова	
Кариологические исследования и типы хромосомных перестроек бычковых рыб .....	91
С. А. Гуцуляк	
Оценка чувствительности модели <i>ADAPT-VPA</i> с помощью ретроспективного анализа на примере популяции леща ( <i>Abramis brama</i> ) Чудского озера .....	97
М.Б. Данилов	
Воздействие повышенной температуры на сперму карпа .....	99
И.В. Зингис	
Методические подходы к инструментальной оценке численности молоди рыб .....	103
И.Г. Истомина	
К вопросу об управлении отечественным рыболовством в Балтийском море в свете реализации экосистемного подхода .....	111
А.И. Карпушевская	
Наше видение будущего рыбохозяйственной науки.....	117
К.К. Кивва, А.Б. Бобылев, Р.В. Артёмов, В.А. Мухин, Н.С. Мюге, А.М. Орлов, С.Ю. Орлова	

Некоторые результаты анализа по японскому промыслу тихоокеанского минтая <i>Gadus chalcogrammus</i> в Кунаширском проливе в 2016 г.....	123
А.Ч. Ким	
Исследование изменчивости кислорода и фосфатов в восточной части финского залива по натурным данным в летний период .....	128
А.А. Кирилова, К.С. Терентьева, Н.А. Подрезова, О.И. Шевчук	
Разработка рецептуры салата с бланшированной печенью трески.....	132
О.С. Ковалева	
Особенности формирования микробиоты молоди леща и воблы северной части Каспийского моря на фоне развития лигулидозной инвазии .....	137
А.В. Конькова, С.А. Дьякова	
Криоконсервация спермы осетровых рыб .....	142
А.А. Красильникова	
Питание сибирского осетра среднего течения р. Лена.....	147
Л.И. Кузьмина, Е.С. Горохова, Е.В. Бурмистров, Ю.А. Свешников	
О максимальных размерно-весовых характеристиках темного горбыля <i>Sciaena umbra</i> Linnaeus, 1758 у черноморских берегов Крыма .....	153
О.Н. Кулешова, И.Ю. Тамойкин, В.С. Кулешов	
Размерно-массовые и репродуктивные характеристики черноморской скорпены и ставриды в 2016 – 2018 гг. ....	155
А.Н. Лукашевич, Н.С. Кузьминова	
Шримсы – потенциальный объект тралового промысла в Татарском проливе .....	160
В.С. Лукьянов, Д.Н. Юрьев	
Использование запасов тихоокеанских лососей в Сахалинской области .....	163
А.А. Макоедов, А.Н. Макоедов	
Паразитофауна окуня в водоемах Центрального федерального округа.....	168
Е.О. Маркова, Н.Н. Романова	
Биологическое разнообразие донных беспозвоночных Нижнекамского водохранилища по данным 2017 г.....	174
А.В. Мельникова	
Оценка встречаемости панцирной болезни в популяции краба-стригуна опилио ( <i>Chionoecetes opilio</i> ) Баренцева моря .....	180
С.В. Мишопита	
Оценка заражённости паразитами рыб из оз. Сартлан Новосибирской области .....	185
А.В. Морозко, Д.Л. Сукнев, И.В. Поздняк	
Ресничные инфузории как индикаторы сапробности вод реки Волхов .....	188
Т.В. Никитина, И.А. Дружинина	
Гидробиологические исследования Байдарацкой губы Карского моря в 2015 году (фитопланктон, зообентос).....	193
Ю.В. Новикова, С.Н. Артемьев	
Паразитофауна наваги дальневосточной ( <i>Eleginus navaga</i> ) из прибрежных вод восточного и западного Сахалина .....	198
С.В. Новокрещенных, А.В. Полтева	
Сравнительная оценка чувствительности <i>Atherina boyeri pontica</i> , <i>Oreochromis mossambicus</i> и морской культуры <i>Poecilia reticulata</i> к острому токсическому воздействию.....	204
Е.В. Оганесова, Д.М. Саидов, М.В. Медянкина	
Сравнительный анализ генетического разнообразия и генетической структуры групп естественных популяций и ремонтно-маточных стад стерляди ( <i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus) .....	210
А.Р. Пелеева, Л.В. Комарова	
Сравнительная характеристика консервов и полуконсервов из трески и атлантического лосося с добавлением масла.....	217
К.Н. Петрова, Л.А. Шаповалова, В.А. Гроховский	

Результаты гидроакустической съемки каспийских килек в средней части Каспийского моря в июне 2018 г.

Т.В. Помогаева

Характеристика ламинарий прибрежных зон Сахалино-Курильского региона..... 227

А.Н. Рощина, А.В. Подкорытова

Пространственные особенности размерно-возрастного состава уловов сельди на российской акватории 26-го подрайона ИКЕС Балтийского моря..... 231

И.С. Труфанова

О применении термического мечения у ранней молоди окунеобразных рыб..... 237

Е.Б. Фурсенко, И.В. Бурлаченко

Структурные изменения в рыбохозяйственном комплексе северо–западного федерального округа (на примере калининградской области) ..... 242

В.И. Часовский, Л. В. Амвросьева

Макроэлементный состав красной и белой мускулатуры промысловых видов рыб

Красноярского водохранилища ..... 247

Н.О. Яблоков

Non-genetic tools for cephalopod stock identification.....253

J.B. Jones, F.V. Lishzhenko

ОГЛАВЛЕНИЕ.....259

**VI научно-практическая конференция  
молодых учёных с международным участием**

**СОВРЕМЕННЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**11-12 октября 2018 года, г. Москва**

**Издательство ВНИРО  
107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17  
Тел.: +7 (499) 264-65-33  
Факс: +7 (499) 264-91-87**