



Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина
Российской академии наук



**ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

посвящённая 70-летию лаборатории ихтиологии (экологии рыб),
90-летию В. Н. Яковлева и 95-летию А. Г. Поддубного

**Современные проблемы
ИХТИОЛОГИИ
КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВОДОЁМОВ**

Тезисы докладов

11–15 ноября 2024 года
Борок

УДК 597.2/.5
ББК 28.693.33
С56

Ответственный редактор:

Ю. В. Герасимов, доктор биологических наук, профессор,
Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН

Рецензенты:

В. Н. Михеев, доктор биологических наук,
Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН
А. П. Новоселов, доктор биологических наук,
Институт комплексных исследований Арктики (ИКИА) ФИЦКИА
им. академика Н. П. Лаверова УрО РАН

Современные проблемы ихтиологии континентальных водоёмов :
С56 тезисы докладов / отв. ред. Ю. В. Герасимов. – Ярославль : Филигрань,
2024. – 114 с. – Всероссийская научная конференция с международным
участием, посвящённая 70-летию лаборатории ихтиологии (экологии
рыб), 90-летию В. Н. Яковлева и 95-летию А. Г. Поддубного (Инсти-
тут биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии
наук, Борок, 11–15 ноября 2024 г.).
ISBN 978-5-6052860-3-5

В сборнике тезисов научной конференции представлено содержание до-
кладов, в которых отражены основные достижения современной ихтиологии.
Сборник рассчитан на зоологов, гидробиологов, ихтиологов и экологов широ-
кого профиля.

Издание зарегистрировано в Научной электронной библиотеке.



УДК 597.2/.5
ББК 28.693.33

Д. Ф. Аверьянов

ФГБУ НП «Нижняя Кама»; *adf-66@yandex.ru*

ОБНАРУЖЕНИЕ БЫЧКА-КРУГЛЯКА В ПРИТОКАХ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. КАМА

Проблема биологических инвазий стала одной из ключевых в исследованиях экосистем Земли, претерпевающих деформацию в следствии хозяйственной деятельности и требует пристального внимания в решении вопроса устойчивости самих экосистем, как среды обитания человеческой цивилизации.

В отношении водных организмов установлено, что расселения новых видов обусловлено строительством каналов, созданием водохранилищ, интенсификацией транспортных перевозок и глобальным потеплением (Самые опасные ..., 2018).

До создания Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ в средневожском бассейне встречался 51 вид рыб. С постройкой плотин из состава ихтиофауны выпало большинство проходных видов, при этом с севера и с юга проникли новые виды рыб, и на сегодня в составе рыбного населения региона отмечается 59 видов, из которых более 30 % составляют вселенцы (Кузнецов, 2005; Шакирова, Северов, 2014).

Успешность проникновения разных видов вселенцев проходит неодинаково. На данное время сведения об одних видах вселенцев отсутствуют, другие отмечаются редко единичными экземплярами или малочисленны, некоторые достигли заметной численности (Шакирова и др., 2015).

Одним из успешных вселенцев является южный вид бычок-кругляк (*Neogobius Apollonia melanostomus* (Pallas, 1814) из семейства Gobiidae.

В Куйбышевском водохранилище бычок-кругляк натурально обнаружен в 1968 г. (Гавлена, 1970), в низовьях р. Кама впервые отмечен в 2002 г., в 2003 г. зарегистрирован в среднем течении реки (Зиновьев, Мандрица, 2003; Коротаева С. Е., Шагалыева С. Р., 2013).

Несмотря на успешную натурализацию и массовую встречаемость в водохранилищах средневожского бассейна, сведения об проникновении бычка-кругляка в их притоки весьма ограничены. По литературным данным на 2006–2017 гг. бычок-кругляк обитает в реке Оке – крупном притоке р. Волга длиной 1500 км, где местами занимает доминирующее положение; в нижнем течении рек Проня и Пра – притоках р. Ока, в которых характеризуется, как малочисленный вид (Иваничев, Иваничева, 2010); единично встречен в нижнем течении р. Сура – крупном притоке р. Волга длиной 841 км (Рыбное население ..., 2016); не упомянут для бассейна р. Мокша – крупного притока р. Ока длиной 656 км (Артаев О. Н., Ручин А. Б., 2017) и в реках бассейна нижнего течения р. Вятки – крупного притока нижнего течения р. Кама длиной 1314 км (Котегов Б. Г., 2006).

Летом 2007 г., одна особь бычка-кругляка размером 6,5 см и весом 6,2 г отмечена в уловах мальковой волокуши в нижнем течении р. Степной Зай – притоке р. Кама длиной 211 км, на удалении приблизительно 20 км от его устья (Аверьянов, Яковлев, 2010). Ещё две особи размером 4,1 и 4,2 см были выловлены нами в 2020 г. на территории национального парка «Нижняя Кама» в р. Танайка (длина водотока 33 км) – притоке камской протоки Криуша, в 3 км от устья. В обоих случаях рыбы пойманы на участках рек с каменистым дном.

По мнению ряда авторов, характер темпов инвазий в Волжском бассейне, выражается в преимущественном ускоренном расселении южных видов и является прямым следствием процесса глобального потепления (Слынько и др., 2010). В связи с чем, освоению бычком-кругляком сравнительно небольшого по протяженности камского притока – реки Степной Зай, по отношению, к более крупным притокам р. Волга, которая ранее р. Камы была освоена видом, может способствовать сброс подогретых вод из Заинского водохранилища, служащего водоемом-охладителем для Заинской ГРЭС, в нижнее течение реки.

**О. Н. Артаев, А. А. Гандлин,
И. С. Турбанов, А. А. Болотовский**

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук, Борок,
artaev@gmail.com*

САМЫЙ РАСПРОСТРАНЕННЫЙ ГОЛЬЯН ЕВРОПЫ – *PHOXINUS ISETENSIS* (GEORGI, 1775): ТАКСОНОМИЯ И ФИЛОГЕОГРАФИЯ

До недавнего времени широко был распространен таксономический взгляд, предложенный Л. С. Бергом, что гольян от Пиренеев до Тихоокеанского побережья это один полиморфный вид *Phoxinus phoxinus* с несколькими подвидами. Применение молекулярных методов показало огромное разнообразие митохондриальных линий в Европе, только часть из которых подтверждала описанные ранее на основании морфологии виды. Особый интерес вызвала митохондриальная линия с самым большим ареалом – от Урала до Британских островов по северу Европы. Мы решили выяснить её таксономический статус и изучить филогеографию. Сравнение пластических признаков с тремя валидными видами из Крыма и Кавказа показало, что рассматриваемая клада отличается более тонким хвостовым стеблем и меньшим числом чешуй вокруг хвостового стебля. Сравнение счетных признаков с одиннадцатью видами и митохондриальными кладами из Европы показало, что рассматриваемая клада отличается большим числом позвонков прежде всего за счет их увеличения в хвостовом отделе позвоночника (модальное и среднее значение 41). Помимо этого, найдены парные отличия между изучаемой кладой и другими видами из Европы. На основании генетических и морфологических отличий митохондриальную кладу можно считать самостоятельным видом *Phoxinus isetensis* (Georgi, 1775), названным и описанным из окрестностей Екатеринбурга. В филогенетическом отношении по гену COI внутри вида наблюдается разделение на две клады – северную (верхняя Волга и бассейны Балтийского и Баренцева морей) и южную – бассейн Камы, Средней Волги, Урала и редко в бассейне Баренцева моря. Максимальные значения филогенетического разнообразия и эндемизма характерны: для северной клады – в районе Верхней Волги, для южной – Южный и Средний Урал, однако в пределах всего вида Южный и Средний Урал имеет максимальные значения. Данная территория не подвергалась оледенениям и здесь находятся многочисленные выходы подземных карстовых вод со стабильной круглогодичной температурой. Эти два фактора вместе с расчлененностью рельефа и изолированностью водотоков могли положительно сказаться на формировании повышенного филогенетического эндемизма и разнообразия, создавая благоприятные условия в изолированных местообитаниях во времена неблагоприятных климатических условий. Вся территория современного ареала северной гаплогруппы находилась под ледником во время MIS6, соответственно, формировалась после его отступления 136 тыс. лет назад. Оледенение LGM могло повлиять на текущую картину филогенетического разнообразия и эндемизма северной гаплогруппы, сформировав рефугиум в районе Верхней Волги. После отступления ледника носители северной гаплогруппы колонизировали освободившиеся водоемы почти по всей территории, ранее покрытой ледником, увеличив площадь ареала вида более чем в два раза.

Исследование поддержано грантом РФФ 24-44-20019.

© Артаев О. Н., Гандлин А. А., Турбанов И. С., Болотовский А. А., 2024

**А. О. Аськеев, И. В. Аськеев,
С. П. Монахов, Н. М. Яныбаев, О. В. Аськеев**

*Институт проблем экологии и недропользования Академии Наук Республики Татарстан, г. Казань,
parus.cyanus@rambler.ru*

**НАСЕЛЕНИЕ РЫБ
СВЕРХМАЛЫХ ВОДОТОКОВ ВОСТОКА ЕВРОПЫ**

Малые реки являются наиболее многочисленными водными объектами на территории Востока Европы, но в тоже время остаются малоизучаемыми в ихтиологическом плане. Особенно это касается водотоков длиной меньше 10 км, в связи с этим целью данной работы было проведение комплексной инвентаризации населения рыб на участках самых малых рек Востока Европы на территории Республик Татарстан и Башкортостан.

Ежегодный сбор ихтиологического материала проводился в течение последних двенадцати лет (2012–2023) на территории крайнего Востока Европы. В данной работе под сверхмалой рекой понимались водотоки длиной меньше 10 км. Участки рек, в которых отсутствовала ихтиофауна, были исключены из последующего анализа, таким образом, в матрицу данных вошло 137 водотоков. Отлов осуществлялся при помощи крупной сетью мальковой волокуши-бредня длиной 5–15 м (с ячей в крыльях 5×5 мм, в кутке 3×3 мм) и рыболовными сачками (диаметр сачка 40–50 см, с ячей 4×4 мм). Для каждого участка было вычислено: общее число видов рыб, общая численность рыб, и индекс биологического разнообразия Шеннона – H' . Так же нами были вычислены вероятность обнаружения и процентная доля по численности каждого отдельного вида по всем участкам мельчайших рек, а также высчитан процент группировок рыб по образу жизни. Для обработки данных использовались следующие прикладные статистические программы: Past 4.12 и MINITAB 19.

Всего за период исследования в мельчащих реках на территории Республик Татарстан и Башкортостан было отловлено 21 вид рыб (на разных участках видовое богатство варьировало от 1 до 10 видов, в среднем $3,36 \pm 0,14$), что составляет 50 % от наблюдаемого видового богатства рыб в малых реках Татарстана и Башкортостана. Из них три вида занесено в Красную Книгу Республики Татарстан (2016): обыкновенный горчак (*Rhodeus sericeus*), европейский хариус (*Thymallus thymallus*) и ручьевая форель (*Salmo caspius fario*) и четыре в Красную Книгу Республики Башкортостан (2014): таймень (*Hucho taimen*), европейский хариус, ручьевая форель и обыкновенный подкаменщик (*Cottus gobio*). К числу интересных находок следует отнести и девятиглаую колюшку (*Pungitius pungitius*), которая является очень редким видом для малых рек Татарстана. Напротив, мы видим полное отсутствие потамальных видов рыб (таких, как например лещ (*Abramis brama*), густера (*Blicca bjoerkna*), сазан (*Cyprinus carpio*)), а также некоторых реофильных видов рыб, предпочитающих большие по морфологическим характеристикам реки, таких, как например обыкновенная быстрянка (*Alburnoides bipunctatus*) и волжский подуст (*Chondrostoma variable*). Наиболее встречаемыми видами рыб были: усатый голец (*Barbatula barbatula*) – 79,5 %, речной голяк (*Phoxinus phoxinus*) – 62,8 %, обыкновенный пескарь (*Gobio gobio*) – 41,6 % и европейский хариус – 24,8 %. Индекс Шеннона изменялся на исследованных участках от 0 до 1,65 (в среднем $0,64 \pm 0,04$). Данный показатель существенно ниже, чем средняя величина, наблюдаемая для всех малых рек Востока Европы. В связи с этим мы видим полное отсутствие нескольких видов хищных рыб, таких как жерех и судак, что являются биоиндикаторами биоразнообразия в малых реках

на Востоке Европы. Численность рыб, варьировала от 2 до 520 особей (среднее значение $92,4 \pm 9,1$) на участок обследования. Речной голяк был наиболее многочисленным видом. Его доля от всех пойманных рыб в исследовании составила 66,7 %. Кроме него в тройку наиболее многочисленных видов входили усатый голец с долей в 15,4 % и обыкновенный пескарь 5,9 %. По экологическим группировкам в общей численности населения рыб доминировали реофилы – их доля достигла 95 %, доля лимнофилов равна 3,7 %, а эвритопов – 1,3 %. Таким образом, мы видим, что самые мельчащие водотоки на крайней востоке Европы могут служить рефугиумом для сохранения многих редких видов рыб предпочитающих ритральные условия среды.

**М. А. Бакланов^{1,3}, П. Б. Михеев^{1,2},
С. Н. Казаринов³, Л. В. Мерзлякова^{1,3}**

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь,
tabakl@yandex.ru

²Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Хабаровск

³Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»), Пермь

ПРЕСНОВОДНАЯ ИХТИОФАУНА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАСОЛЕНИЯ ВОД

Разработка Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (Пермский край) приводит к значительному засолению подземных и поверхностных вод, что вызывает кардинальные преобразования водных сообществ малых водотоков. Наблюдается полное исчезновение ихтиофауны на участках с интенсивным засолением, но при постепенном разбавлении загрязненных вод в низовьях рек вновь появляются отдельные виды рыб.

Целью работ являлось определение видового состава и относительной численности рыб на участках малой реки с разной степенью засоления в весенне-летний период. Модельным водотоком является р. Волим – правый приток р. Яйвы (впадает в Камское в-ще). Длина реки 12 км, площадь водосбора 62 км². Калийная промышленность располагается в среднем течении реки. Около 50 лет источником засоления вод являлся соледозвал БКПРУ–3 ПАО «Уралкалий», а с 2018 г. на водосборе р. Волим начал свою деятельность комбинат ООО «ЕвроХим–УКК». Общая минерализация вод реки варьирует от 7 до 20 г/л. Наиболее высокие концентрации характерны для Cl⁻, SO₄²⁻, K⁺, Mg²⁺ и Na⁺.

Материалом для работы послужили обследования, проведенные в мае-августе 2022–2024 гг. в низовьях р. Волим (59°15'N 56°44'E), подверженной засолению, и р. Нечаихи (59°31'N 56°35'E) с фоновой минерализацией воды. Из-за подпора водами р. Яйвы в устье р. Волим формируется приустьевой залив, в котором более плотные соленые воды движутся по дну, а сверху находятся пресные воды. С помощью мультисонда AquaRead AP-7000 определяли участок р. Волим перед заливом, где имелись только соленые воды и участок в заливе, где слой пресных вод составлял не менее 1–1,5 м. На этих участках выставлялись одинаковые наборы ставных сетей сечением ячеи от 8 до 60 мм с одинаковой продолжительностью экспозиции. Аналогичным образом проводили облов залива и нижнего течения р. Нечаихи.

Число видов рыб в отдельных уловах на участке р. Волим с засолением варьировало от 4 до 7, тогда как в условиях фоновой минерализации отмечено от 6 до 14 видов. В большинстве случаев число видов в пресной воде было в два раза выше числа видов в условиях засоления. В уловах в опресненном заливе р. Волим и в р. Нечаихе отмечены:

уклея, плотва, елец, окунь, ерш, лещ, чехонь, голавль, щука, судак, серебряный карась, синец, язь, тюлька, жерех. В условиях засоления отмечены: елец, уклея, плотва, окунь, ерш, голавль, язь, лещ, судак. Сравнимые участки существенно отличались и по численности рыб – в условиях засоления количество рыб в уловах было от 1,6 до 5 раз ниже, чем на опресненных участках.

На участке с выраженным засолением в большинстве случаев доминирующим видом был елец, а с опреснением вод в уловах начинает доминировать плотва. При минерализации вод свыше 10 мг/л стабильно присутствовали два вида – елец и ёрш. По литературным источникам оба вида рассматриваются как типично пресноводные рыбы, но при этом ёрш способен обитать в солоновато-водных условиях речных эстуариев, тогда как по ельцу аналогичных данных в литературе обнаружить не удалось.

В результате проведенных наблюдений выявлено, что в весенне-летний период наблюдаются постоянные заходы ряда видов рыб на участок р. Волим с минерализацией воды свыше 10 г/л. Влияние периодического присутствия рыб в условиях засоления на их физиологическое состояние, эффективность нереста и нагула требует дополнительного изучения.

А. Е. Барминцева, В. Д. Щербакова, Н. С. Мюге
*ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии», Москва,
bae69@mail.ru*

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РУССКОГО ОСЕТРА. ПЕРВЫЕ 8 ЛЕТ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

С 2015 года по настоящее время ФГБНУ «ВНИРО» совместно с ФГБУ «Главрыбвод» участвует в программе «Осетровые Каспия». Целью данной программы является разработка научно-обоснованной стратегии восстановления природных популяций осетровых видов рыб.

Запасы осетровых видов на Каспии – русского осетра, белуги и севрюги – были катастрофически подорваны в 90-е годы прошлого столетия в связи с загрязнением среды обитания, бесконтрольным масштабным ННН-промыслом и зарегулированием русел нерестовых рек.

В наши главные задачи входило проанализировать эффективность восьми работающих ОРЗ на Каспии по искусственному воспроизводству, оценить вклад естественного размножения и заводского воспроизводства в пополнение популяций осетровых рыб, определить оптимальную массу молоди осетровых для выпуска с заводов в естественную среду обитания. Для решения данных вопросов использовался метод генетического мечения получаемой молоди. Сущность метода состоит в определении генотипов самцов и самок, участвующих в нерестовых кампаниях, составление схем скрещиваний производителей, определение генотипов молоди, выловленной в море и сопоставление этих генотипов с генотипами производителей. На основании полученных результатов проводилась идентификация происхождения молоди до уровня конкретной родительской пары. Генотипирование проводилось по ядерным (6 микросателлитных локусов) и митохондриальным (фрагмент Д-петли) маркерам.

Ежегодно в нерестовой кампании на Каспии участвуют около 1000 производителей, что позволяет генетически пометить около 33 млн мальков, выпускаемых от этих особей. Если в начале Программы приходилось генотипировать всех вступающих в нерест производителей,

то в последние 2–3 года доля негенотипированных особей, вступающих в нерест впервые, уменьшилась до нескольких десятков рыб, которые пополняют маточные стада из ремонта. Количество генотипированной молоди варьирует от года к году (от 600 до 70 штук) в зависимости от успешности мониторинговых рейсов по Каспию, проводимых ежегодно КаспНИРХ ВНИРО.

В результате проведенных исследований показано, что эффективность рыбоводных заводов сильно отличается, что зависит как от качества производителей, так и применяемых технологий, и ответственного отношения к процессу. Безусловным лидером всех наблюдаемых лет является Лебяжий рыбоводный завод. Установлено, что доля рыб заводского происхождения – не менее 75–80 %, выживаемость более крупной выпускаемой навески молоди (до 6 г), в отличие от плановой заводской (3 г) в 2–3 раза выше.

Воспроизводственные усилия на Каспии сильно смещены в сторону русского осетра, его выпуск составляет 98 %, остальные 2 % распределяются между белугой и севрюгой, что ведет практически к потере этих видов в акватории Волго-Каспийского бассейна.

Метод генетического мечения в настоящее время также применяется в других водных бассейнах – на Азове (русский осетр, севрюга, белуга), на оз. Байкал (байкальский осетр), на р. Амур (калуга и амурский осетр), а также бассейны сибирский рек (сибирский осетр).

На сегодняшний день искусственное воспроизводство – единственный способ поддержания природной популяции осетровых, которое должно проводиться при научной поддержке, опираясь на знание генетической и популяционной составляющей вида.

Э. И. Бознак, А. Б. Захаров, В. И. Пономарев

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар,

boznak@ib.komisc.ru

ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГРУППИРОВОК ЕВРОПЕЙСКОГО ХАРИУСА ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ

В результате возрастающего пресса рыболовства (в том числе незаконного) наблюдается снижение численности популяций многих промысловых видов рыб, сопровождающееся изменениями их структурных и функциональных характеристик (возрастной структуры, темпа роста и скорости полового созревания). Европейский хариус *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758) в реках Урала и Среднего Тимана является доминантом (доля в уловах может превышать 90 %), определяющим облик промысловой части рыбного населения. Этот вид испытывает на себе и основное воздействие со стороны рыболовов.

Однако при условии сохранения среды обитания и наличии действующих охранных мероприятий группировки хариуса могут достаточно долго находиться в относительно благополучном состоянии. Так в р. Щугор (уральский приток р. Печора) в 1986–1987 гг. в контрольных уловах преобладали особи возрастом 6+–7+ (максимальный возраст 13+), что характерно для длинноцикловых популяций хариуса, формирующихся в горных реках (речной экотип). В 1990–1994 гг. здесь наблюдалось повышение доли неполовозрелых рыб (3+), которое могло быть вызвано как появлением в уловах рыб многочисленных генераций,

Работа выполнена в рамках государственного задания (№ 122040600025-2) и финансовой поддержке АО «Боксит Тимана» (№ БТ-Д-21-127).

© Бознак Э. И., Захаров А. Б., Пономарев В. И., 2024

так и являться следствием интенсивного вылова крупных половозрелых особей. Показательно, что после организации в 1994 г. национального парка «Югд ва» и введения режимом особой охраны здесь наблюдается восстановление возрастной структуры (уловы 2011–2016 гг.), характерной для конца 1980-х гг. При этом стабильными оставались сроки наступления половозрелости (5–6+) и темп линейного роста.

В другой популяции хариуса, обитающей в верхнем течении р. Вымь (водоток Среднего Тимана, относящийся к Северодвинскому бассейну), на этапе снижения численности (2005–2006 гг.) и ее стабилизации на низком уровне (2007–2018 гг.) возростала доля рыб младших возрастных групп, в уловах преобладали впервые созревающие и неполовозрелые особи, отсутствовали экземпляры возрастом 10+ и старше, ускорилось половое созревание. Все это свидетельствовало о перестройке данной популяции с длинноциклового на среднециклового тип. Последовавшее после 2019 г. повышение численности хариуса происходило без значительных изменений популяционных параметров. Несмотря на увеличение доли уже нерестившихся рыб (5+–6+), в уловах сохранялось значительное количество неполовозрелых и впервые созревающих особей, максимальный возраст не превышал 8+, возростала величина (и вариабельность) коэффициента общей смертности, прежними оставались характер роста и темп полового созревания рыб. Наблюдаемый подъём численности произошёл вследствие наложения друг на друга пиков обилия двух многочисленных поколений хариуса (2015 и 2016 гг. рождения) и присутствия в уловах значительного числа особей 2017 и 2018 гг. рождения. При этом на фоне стабильного состояния среды обитания рыб наблюдалась значимая положительная корреляция (по Спирмену: $\rho_s = 0.75$) между относительным обилием поколения и уровнем воды в тёплый период года, предшествовавшего его появлению. В многоводные периоды снижается эффективность вылова хариуса, что в свою очередь положительно сказывается на численности репродуктивной части популяции и способствует появлению многочисленной генерации.

Таким образом, популяции хариуса, сохранившие свой репродуктивный потенциал, способны восстанавливать свою численность. При сохранении низкой промысловой нагрузки можно ожидать восстановления структурно-функциональных показателей, характерных для ненарушенных группировок этого вида рыб.

Н. Л. Болотова

*Вологодский государственный университет, Вологда,
bolotova.vologda@mail.ru*

К ВОПРОСУ СОХРАНЕНИЯ УНИКАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ СУХОНСКОЙ СТЕРЛЯДИ

Проблема поддержания биоразнообразия, сохранения и использования рыбных ресурсов в речных экосистемах осложняется их протяженностью в обширных бассейнах, подвергающихся многоплановому антропогенному прессу. Так, в Вологодской области крупные реки потеряли прежнее промысловое значение, используются любительским рыболовством, а особо чувствительные к ухудшению условий обитания и воспроизводства популяции рыб перешли в разряд редких. К их числу относится ценная и ранее промысловая популяция стерляди *Acipenser ruthenus* в реке Сухоне, являющейся притоком Малой Северной Двины. Судьба жилой формы сухонской стерляди может служить примером неоднозначных последствий хозяйственной деятельности. Предположительно, через построенный Северо-Екатерининский канал в XIX веке произошло проникновение волж-

ской стерляди из бассейна р. Камы в Северодвинский бассейн. Благоприятные природные условия обитания и воспроизводства, в том числе в Нижней и Средней Сухоне способствовали быстрому формированию крупной промысловой популяции. Затем хищническое изъятие в течение столетия привело к заметному сокращению численности популяции. Во второй половине XX века продолжающееся снижение численности и темпа роста сухонской стерляди определялось в основном резким ухудшением условий обитания и воспроизводства из-за сильного загрязнения реки и утраты части нерестилищ при гидромеханизированных работах и захламлении отходами лесосплава. Потеря стерлядь в 1980-х годах промыслового статуса стимулировало принятие мер по сохранению ее популяции в р. Сухоне. В начале XXI в. было создано маточное стадо стерляди и осуществлено несколько выпусков выращенной молоди в р. Сухону. Законодательный этап природоохранных мер приходится на 2010 г. при внесении уникальной жилой формы стерляди в региональную Красную книгу со статусом 2 (EN). Это стало весомым аргументом для проводимого с 2014 г. ежегодного зарыбления реки молодью стерляди с целью восстановления численности популяции. Однако для сохранения генетической изолированности жилой формы стерляди, генофонд которой в конкретных условиях реки Сухоны формировался почти 200 лет, недопустимо используемого в последние годы рыбопосадочного материала из волжских стад стерляди, выращиваемой в соседних регионах. Возникла опасность гибридизации внутривидовых форм и соответственно потери уникальности жилой формы сухонской стерляди. Поэтому нужен строгий контроль за отбором производителей только из сухонского стада стерляди, тем более что есть положительный опыт ее реинтродукции. Высокая степень выживаемости и генетической приспособленности сухонской стерляди, ранее выращиваемой на Кадуйском рыбохозяйственном заводе в Вологодской области, была подтверждена в 2016 г. молекулярно-генетическими исследованиями ИБВВ РАН. Эффективность восстановительных мероприятий при искусственном воспроизводстве стерляди зависит также от успеха борьбы с браконьерством и ужесточения природоохранных мер. С этой целью в 2024 г. была создана «Особо охраняемая природная территория регионального значения государственный биологический (зоологический) заказник «Нерестилища стерляди» с общей площадью 1627,4226 га на основе кластерного подхода. Обосновано зонирование акватории с выделением 9 кластеров с наиболее значимыми нерестовыми субстратами на Средней и Нижней Сухоне (190–475 км от истока). Большая протяженность охраняемой территории (285 км) позволяет охватывать также места выпуска молоди и зимовальные ямы, что учитывает регуляторный принцип воспроизводства популяции стерляди на основе экосистемного подхода. При сочетании функционального, природного и экономических критериев к зонированию акватории данного заказника выделенные кластеры формируют зоны восстановления стерляди как редкого вида и единственного представителя осетровых рыб Вологодской области в рамках решения проблемы – охраны водных биоресурсов.

**А. А. Болотовский, А. А. Гандлин,
М. А. Лёвина, Б. А. Лёвин**

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок,
bolot@ibiw.ru*

ВЫСОТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЧИСЛА ЧЕШУЙ И ПОЗВОНКОВ У РЫБ: НОВЫЙ БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ЗАКОН

На примере восточной быстрянки *Alburnoides eichwaldii* (Cyprinidae) из Закавказья, выявлена направленная изменчивость меристических признаков, числа чешуй боковой линии и общего числа позвонков, в зависимости от высоты над уровнем моря. Восточная быстрянка широко распространена в речной системе Куры-Аракса на большом градиенте высот. Бассейн Куры вытянут вдоль Кавказского хребта с запада на восток, что исключает влияние широтной изменчивости на метамерные элементы. Морфологический материал включает 574 особи восточной быстрянки из 38 станций, расположенных в диапазоне от 21 м ниже уровня моря до 2037 м над уровнем моря (н.у.м.). Средние значения числа чешуй в боковой линии варьировали вдоль высоты от 43.21 до 51.21 (коэффициент регрессии $R = 0.76$, $p < 0.001$), а средние значения общего числа позвонков варьировали от 39.91 до 42.50 (коэффициент регрессии $R = 0.48$, $p < 0.0043$). При этом изменчивость меристических признаков имела клинальный характер, т. е. число элементов непрерывно и бесступенчато увеличивалось с набором высоты над уровнем моря. Чтобы тестировать гипотезу о наличии викарирующих видов в бас. Куры, нами выполнен генетический анализ популяционной структуры с применением маркера мтДНК (*cytb*). Полученные результаты говорят о низкой вероятности викариата и, скорее, подтверждают влияние факторов окружающей среды на обнаруженную изменчивость. Отметим, что зависимость числа позвонков от высоты над уровнем моря обнаружена недавно у харациновых рыб (Aguir et al., 2019), а о зависимости числа чешуй от высоты сообщается нами впервые. По своей природе, выявленная закономерность похожа на широтную зависимость и обусловлена изменением температурного режима водоемов. Полученные результаты вносят вклад в развитие знаний о биогеографических закономерностях изменения фенотипов у рыб.

Исследование поддержано грантом РФФ 24-44-20019.

О НАХОДКАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ КОРЮШКИ *OSMERUS EPERLANUS* (LINNAEUS, 1758) В МАЛЫХ ОЗЕРАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Европейская корюшка (*Osmerus eperlanus* (Linnaeus, 1758)) в Вологодской области находится на южной границе своего естественного ареала. В малых озерах региона этот вид встречался редко, в основном в водоемах гидрологически связанных с крупными озерами Белое (оз. Лозско-Азатское) и Онежское (оз. Мегрское, Великое, Тудозеро). Кроме того, европейская корюшка и её мелкая форма снеток отмечались в оз. Андозеро и Новозеро Белозерского округа, водных объектах Северо-Двинской шлюзованной системы (Сиверское, Зауломское, Покровское) и некоторых других озерах Кирилловского округа (Ферапонтовское, Бородаевское, Остолоповское), в которые она была искусственно вселена. В большинстве малых озер к концу XX века вследствие потепления климата и загрязнения водоемов европейская корюшка исчезла.

В ходе кадастровых исследований малых водоемов Вологодской области в 2021 и 2022 годах этот вид был впервые обнаружен в оз. Святозеро (60.4363 с.ш., 37.8234 в.д.) и оз. Ананьино (60.4460 с.ш., 37.8695 в.д.) Вашкинского округа, а также в оз. Святом (60.4807 с.ш., 38.7301 в.д.) Кирилловского округа. Корюшка отмечалась в составе уловов мелкоячейных ставных сетей как в летний (июль), так и осенний (октябрь) периоды. Она чаще попадалась в летний период на глубинах 5–8 м в открытой части водоемов. Всего было отловлено в оз. Святозеро 53 экз., оз. Ананьино 20 экз. и оз. Святом 35 экз. рыб. В гидрографическом отношении оз. Святозеро и Ананьино относятся к бассейну оз. Белого, а оз. Святое к бассейну оз. Воже. Таким образом, в малые озера европейская корюшка, по-видимому, проникла из более крупных водоемов во время нерестовых миграций. Озеро Святое в настоящее время является единственным водоемом бассейна Белого моря в границах Вологодской области, где обитает данный вид.

Все исследованные водоемы имеют высокую проточность, максимальные глубины превышают отметки 20 м, в летний период отмечается температурная стратификация, вдоль береговой линии расположены песчано-каменистые гряды, а содержание кислорода даже в июле не было ниже 6 мг/л. В составе рыбного населения оз. Святозеро и Ананьино, кроме корюшки отмечены щука, налим, окунь речной, ерш, плотва, лещ, густера, красноперка, уклейка, а в оз. Святом – не встречается красноперка, но обитают судак и ряпушка.

По комплексу меристических признаков все исследованные особи относятся к виду корюшка европейская (D II-III 7-9; A III-IV 11-14; P I 9-12; V I 7-8; жаберных тычинок 30-37; позвонков 57-65). Длина исследованных рыб в оз. Святозеро варьировала в пределах 9,5-16,9 (14,6±0,15) см, в оз. Ананьино – 10,3–15,3 (13,6±0,21) см, в оз. Святом – 9,2–16,7 (13,8±0,29) см, а масса соответственно 7,3–42,2 (27,9±0,72) г., 11,5-28,5 (23,1±0,82) г. и 8,4–38,5 (25,7±1,31) г. Предельный возраст отловленной корюшки достигал в оз. Святозеро 11 лет, оз. Ананьино 9 лет, оз. Святое 7 лет. Наиболее быстро корюшка растет в оз. Святом, достигая к шестилетнему возрасту длины 14,5–16,0 см, тогда как в оз. Святозеро и Ананьино длина рыб этой возрастной группы не превышала 14 см. В оз. Святозеро отмечался и более разнообразный размерный состав особей внутри одной возрастной группы. Все отловлен-

ные особи корюшки были половозрелыми, а в половой структуре преобладали самки, составляя 60 % в оз. Ананьино, 70 % в оз. Святозеро и 80 % в оз. Святом.

Таким образом, в отличие от крупных озер Белое и Воже где обитает или ранее обитала мелкая с коротким жизненным циклом форма, исследованные популяции корюшки в малых озерах Вологодской области можно отнести к её крупной форме. Эта форма отличается продолжительным жизненным циклом, крупными размерами, относительно сложной возрастной структурой, многократным икрометанием и смешанным характером питания.

Е. А. Боровикова^{1,2}, Е. П. Симонов³, Ю. С. Никулина⁴, Б. А. Лёвин^{1,3}

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок,
elena.ibiw@gmail.com

² Лаборатория AquaBioSafe, Тюменский государственный университет, Тюмень

³ Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва

⁴ Томский государственный университет, Томск

ФИЛОГЕНИЯ И ФИЛОГЕОГРАФИЯ РЯПУШЕК (SALMONIDAE: COREGONINAE: *COREGONUS*) ЕВРАЗИИ ПО ДАННЫМ ГЕНОМНОГО АНАЛИЗА

Несмотря на широкое распространение и хозяйственную ценность ряпушки (*Salmonidae: Coregoninae: Coregonus*), её филогения и филогеография, как и других представителей сиговых рыб, долгое время остаются дискуссионными вопросами. В настоящем сообщении представлены результаты анализа однонуклеотидных полиморфизмов (SNPs) ядерной ДНК, полученных методом ddRAD-генотипирования, дающие новые сведения о происхождении и филогенетических связях ряпушек Евразии. Ранее на основе морфо-экологических особенностей и распространения выделяли от двух (Решетников, 1980; Богущкая, Насека, 2004) до девяти (Kottelat, Freyhof, 2007) видов ряпушки. Исследования полиморфизма митохондриальной ДНК (мтДНК) предполагают конспецифичность части этих видов виду *C. albula* с выделением нескольких крупных филогенетических линий внутри этого вида – (линии E, S и ALBP2).

Геномный анализ ряпушек, собранных от Германии до Северо-Восточной Азии (включая Чукотку), выявил два крупных кластера А и В. При этом все ряпушки являются сестринской группой пеледи *C. peled*, от общего предка с которой, они и произошли. Представители кластера А распространены в Сибири и представлены двумя хорошо различающимися линиями. Одна линия включает рыб из Западной и Средней Сибири и в наибольшей степени соответствует виду *C. sardinella*. Ряпушки этой линии не имеют признаков гибридизации с какими-либо видами или популяциями других регионов, при чем наиболее древние последовательности приурочены к водоемам плато Путорана. Вторая линия включает ряпушек рек Индигирка и Колыма, в геноме которых отмечена примесь от других видов сиговых.

Внутри кластера В, включающего только европейские популяции (*C. albula*), ряпушка также имеет неоднородное происхождение. Все взятые в анализ образцы, за исключением ряпушки оз. Плещеево, имеют в ядерном геноме некоторую примесь от сибирской ря-

Работа поддержана грантом РНФ 24-44-20019 «Рыбы бассейна Каспия: генетическое разнообразие, эволюция и биогеография», а также при поддержке Правительства Тюменской области по проекту Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра № 89-ДОН (2).

© Боровикова Е. А., Симонов Е. П., Никулина Ю. С., Лёвин Б. А., 2024

пушки Западной и Средней Сибири. В целом, доля «сибирского» генетического материала в популяциях европейской ряпушки уменьшается с востока на запад (вплоть до Германии). Ряпушка оз. Плещеево – небольшого водоема в Центральной России – уникальная сублиния европейской ряпушки без примеси сибирских линий и, характеризующаяся высоким уровнем генетического полиморфизма. При этом характерно, что ряпушки из Верхней Волги также имеют небольшую примесь от сибирской ряпушки. В то же время наличие в данной популяции представителей сильно дивергировавших линий мтДНК – E и ALBP2, говорит о вероятном факте интрогрессивной гибридизации в истории ее формирования с какой-то древней линией, вероятно, исчезнувшей. Подобная ситуация имеет место и в случае пеляди *C. peled*, ядерный геном которой не содержит следов гибридизации с другими группами сиговых рыб, но мтДНК относится к одной из линий ряпушки.

Е. Д. Васильева^{1,2}, В. П. Васильев^{3,†}

¹Зоологический музей Московского государственного университета, Москва,

²Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанова РАН, Ярославская обл., пос. Борок,
vas_katerina@mail.ru

³Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БИОЛОГИЧЕСКОМ РАЗНООБРАЗИИ ВЬЮНОВЫХ РЫБ (COBITIDAE) БЫВШЕГО СССР И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН

Вплоть до середины 80-х годов XX века в соответствии с фундаментальной работой Л.С. Берга (1948-1949) было общепризнано, что в водах бывшего СССР и сопредельных стран семейство вьюновых (Cobitidae) представлено всего 6 видами двух родов. Особый интерес к этим рыбам в отечественной и иностранной литературе возник после открытия у них клонально-бисексуального (диплоидно-полиплоидного) комплекса, явившегося первым фактическим доказательством сетчатого видообразования у позвоночных (Васильев, Васильева, 1982). В результате многочисленных исследований, в том числе с использованием современных методов генетического анализа, к настоящему времени систематика вьюновых существенно пересмотрена, ревизия группы продолжается и в наши дни. Так показано, что считавшийся широко распространенным в Европе и Азии вид *Cobitis taenia* Linnaeus, 1758 обитает лишь в водоемах северо-восточной Европы, не заходит на восток далее бассейна Волги, а его находки в Крыму связаны с проникновением из вод Днепра по северо-крымскому каналу. Самый широко распространенный вид рода – сибирская щиповка *C. melanoleuca* Nichols, 1925, обитающая от бассейнов Волги, Дона и Кубани по всей Сибири до рек Китая, Монголии, Кореи, и Дальнего Востока, включая Сахалин и Шантарские острова. В водоемах Дальнего Востока, а также Кореи и Китая встречаются *C. choii* Kim et Son, 1984 и *C. lutheri* Rendahl, 1935. В Черной речке в Крыму обитает эндемик *C. taurica* Vasil'eva, Vasil'ev, Janko, Ráb et Rábová, 2005, а в реках бассейна Азовского моря,

Авторы глубоко благодарны участникам совместных молекулярно-генетических исследований: А. Пердисес (Музей естественной истории, Мадрид), Е. Н. Соловьева (Зоологический музей МГУ), С. В. Шедько (ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток), Б. А. Лёвин (ИБВВ РАН).

Работа выполнена в рамках государственного задания Московского государственного университета № 121032300105-0 и при финансовой поддержке РФФ (24-44-20019).

© Васильева Е. Д., Васильев В. П., 2024

в Днепре и Днестре – *C. tanaitica* Băcescu et Maier, 1969. Водоемы Азербайджана населяют *C. saniae* Eagderi, Jouladeh-Roudbar, Jalili, Sayyadzadeh et Esmaeili, 2017 и *C. derzhavini* Vasil'eva, Solovyeva, Levin et Vasil'ev, 2020, а воды Грузии – *C. satunini* Gladkov 1935 и *C. osurgeticus* Kamensky, 1899.

Считавшийся Бергом (1948) синонимом *Cobitis* род *Sabanejewia* подтвержден как самостоятельная филетическая линия; два рода дивергировали около 10-13 млн. лет назад. Помимо отмеченных Бергом южнокаспийского вида *S. caspia* (Eichwald, 1838), обитающего в водоемах северо-западного Каспия (Дагестан, Северная Осетия, Чеченская Республика) *S. caucasica* (Berg, 1906), известного из бассейна Куры, Самура, рек Ирана *S. aurata* (De Filippi, 1863) и аральского *S. aralensis* (Kessler, 1877) в наши дни для бассейна Балтийского моря, Днепра и Днестра указывается *S. baltica* Witkowski, 1994; эндемик р. Кубань – *S. kubanica* Vasil'eva et Vasil'ev, 1988, а эндемик Дона – *S. maotica* Vasil'eva et Vasil'ev, 2023.

Филетически близкий к роду *Cobitis* род *Misgurnus* в водоемах европейской части РФ и в бассейне Урала представлен указанным Бергом европейским вьюном *M. fossilis* (Linnaeus, 1758), а присутствие в водах России второго вида, китайского вьюна *M. anguillicaudatus* (Cantor, 1842), остается спорным. Согласно современной системе, бассейн Амура населяет *M. mohoity* (Dybowski, 1869); обитающий в бассейне Амура, реках Охотского моря, Приморского края и Сахалина *M. nikolskyi* Vasil'eva, 2001 был случайно интродуцирован и натурализовался в системе Оби; в водах южного Сахалина обнаружен новый вид *M. chipisaniensis* Shedko et Vasil'eva, 2022, а китайский вид *M. dabryanus* (Guichenot, 1872) натурализовался в бассейне Амура в результате случайной интродукции. Представленные изменения в системе Cobitidae подтверждены результатами молекулярно-генетического анализа.

Д. А. Вехов

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Ростов-на-Дону,
vekhovda@yandex.ru

ПРУССКИЙ КАРАСЬ М. БЛОХА, *CYPRINUS GIBELIO* BLOCH, 1783 – ПРОДОЛГОВАТАЯ (НИЗКОТЕЛАЯ) ФОРМА ЗОЛОТОГО КАРАСЯ *CARASSIUS CARASSIUS*, А НЕ ЕВРОПЕЙСКАЯ РАЗНОВИДНОСТЬ СЕРЕБРЯНОГО *CARASSIUS AURATUS* COMPLEX

В настоящее время популярно использование таксона видового ранга *C. gibelio* с русскоязычным названием серебряный карась. Представления об этом таксоне часто менялись. Он описан как новый вид из Пруссии М. Блохом в 1783. С конца XIX в. и по начало XX в., преимущественно считалось, что это одна из разновидностей обыкновенного карася *C. carassius* L. = *C. vulgaris* Nilss распространенного в Европе и России. Л. С. Берг (1916, 1923) выделял у него разновидности: 1) *C. carassius* typ. с высоким телом, обитающим преимущественно в озерах; 2) *C. carassius* morfa *gibelio* Bloch продолговатый, обитающий совместно с предыдущим, но встречающийся также в реках; 3) *C. carassius* morfa *humilis* Heckel = *minutus* Kessler = *oblongus* Heckel низкотелый карась

прудов и мелких озер. П. А. Дрягин (1930, 1933) пришел к выводу, что караси из бассейна р. Вятки, соответствующие форме «*gibelio*» в понимании Л. С. Берга, представляет собой отдельный вид, тождественный золотой рыбке и карасям Китая, относимых к виду *C. auratus* L. При этом он указал новые диагностические признаки для этих видов. Л. С. Берг (1932, 1949), согласился с выводами П. А. Дрягина, но посчитал, *gibelio* и *auratus* разными подвидами одного вида, которых он назвал серебряный и китайский караси, а *C. carassius* назвал золотым карасем. Он также, считал, что описание *C. gibelio* М. Блоха (1783) соответствует *C. auratus gibelio*. В дальнейшем работы Л. С. Берга (1932, 1949) стали основополагающими, а его мнение о подвидах общеупотребительным. М. Kottelat (1997) повысил статус *gibelio* до видового. Однако позже выяснилось, что сохранившиеся синтипы *C. gibelio* оказались *C. carassius*, а не *C. auratus / gibelio* в современном понимании. При этом было предположено, что экземпляры *C. gibelio* Блоха, которые должны соответствовать *C. auratus / gibelio* в современном понимании, были, но почему-то утеряны (Paerke, 1999; Kalous et al., 2004). В связи с предполагаемой потерей, был описан неотип *C. gibelio* (Kalous et al., 2012) и использование данного таксона стало преобладающим. Четких признаков, позволяющих отличать *C. auratus* от *C. gibelio* в рамках подвидов или видов так и не было установлено (Вехов, 2013). Анализа собственных данных и литературы, изданной позже работ Л. С. Берга, показал, что описание морфологии *C. gibelio* в работе М. Блоха (1783) не позволяет однозначно определить данный вид. Значения признаков, на основании которых Л. С. Берг пришел к выводу о тождественности *C. gibelio* М. Блоха и *C. auratus gibelio*, относятся к зоне перекрывания *C. carassius* и *C. auratus*. Из Museum für Naturkunde Berlin получены фото всех карасей из коллекции М. Блоха (предоставлены Edda Abel в 2021 г.). Все экземпляры *C. gibelio* и *C. carassius* М. Блоха представляют один вид *C. carassius*, но две его формы. Известно, что у *C. carassius* развитие формы тела идет по двум главным направлениям: под воздействием хищных видов рыб и при наличии достаточной пищевой обеспеченности развивается высокотелая форма, при отсутствии этих условий – продолговатая (низкотелая). Высокотелая форма обитает в основном в крупных водоемах с разнообразным рыбным населением и может достигать крупных размеров, продолговатая в малых водоемах, населенных преимущественно карасём и редко бывают большой. Все экземпляры *C. gibelio* из коллекции М.Блоха соответствуют продолговатой форме *C. carassius*, а *C. carassius* – его высокотелой форме. Причем они соответствуют рисункам в атласе М. Блоха (1783), на которых *C. carassius* – высокотелый, а *C. gibelio* продолговатый. Описание *C. carassius* в работе М. Блоха (1783) однозначно соответствует только высокотелой форме. Про *C. gibelio* указано, что он обитает только в малых водоемах, не вырастает большими, но, если посадить хищников, рост улучшится. В его другой работе (Bloch, Schneider, 1801) *C. auratus* описан, как отдельный вид из Японии и Китая. Все особи в его коллекции этикетированные, как *C. auratus* – *C. auratus*. Из чего следует, что М. Блох не отождествлял *C. gibelio* и *C. auratus*. *C. gibelio* (Bloch, 1783) – продолговатая (низкотелая) форма *C. carassius*.

Е. С. Гайдученко, Ю. И. Охременко, А. С. Сосна

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр
НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Республика Беларусь,
gajduchenko@tut.by

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПЛОТВЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*RUTILUS RUTILUS S.L.*) В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ БЕЛАРУСИ

Плотва обыкновенная – самый многочисленный нативный для Беларуси вид, распространенный повсеместно. Исследования генетического разнообразия, филогенетической и филогеографической структуры плотвы обыкновенной (как и большинства нативных видов рыб) ранее в Беларуси не проводились. Данные исследования, несомненно, актуальны для понимания особенностей формирования ихтиофауны ввиду наличия на территории Беларуси Черноморско-Балтийского водораздела: примерно 58 % территории относится к бассейну Черного моря, а 42 % – Балтийского. Ранее мы провели анализ генетического разнообразия по гену *cytb* 85 особей плотвы обыкновенной, населяющей водные объекты бассейна Балтийского моря (9 озер) и бассейна Черного моря (р. Днепр, Быховский район). Установлено высокое генетическое разнообразие при низких значениях нуклеотидного, при этом две особи (оз. Освейское и оз. Богинское, бассейн Балтийского моря) показали принадлежность к Понто-Каспийской кладе (= *Rutilus lacustris* по приоритету описания). В данной работе мы продолжили исследования генетического разнообразия плотвы обыкновенной водных объектов Беларуси по фрагменту митохондриального гена *COI* (615 п.о. 58 особей из 6 водных объектов). Также проведено сравнение полученных последовательностей с последовательностями из генетического банка данных GenBank NCBI, принадлежащими к бассейнам Каспийского, Белого, Северного, Адриатического, а также бассейну Черного и Балтийского моря Западной Европы.

Построенная дендрограмма сходства по фрагменту митохондриального гена *COI* (метод максимального правдоподобия по модели Кимуры + гамма-распределение) с высокой степенью бутстреп-поддержки показала четкое выделение двух клад: Восточно-Европейской и Понто-Каспийской. В исследованных нами водных объектах подавляющее большинство особей принадлежат Восточно-Европейской кладе (плотва обыкновенная), при этом, подтвердилась принадлежность к Понто-каспийской кладе (= *Rutilus lacustris* по приоритету описания) ранее обнаруженных по гену *cytb* двух особей из оз. Освейское и Богинское. Анализ парсимониальной сети по гену *mtCOI* показывает сложную структуру, ядро которой состоит из широко распространенного по всей территории Европы центрального предположительно предкового гаплотипа, доминирующего по представленности в исследованных водных объектах Беларуси.

Использование мультиплекс-ПЦР с видоспецифичными праймерами для *Rutilus rutilus* и *Rutilus lacustris* позволило существенно расширить географию исследований и проанализировать имеющийся генетический материал плотвы водных объектов Белорусского Полесья (рр. Днепр, Припять, Сож, Ипуть, Березина). Суммарно было проанализировано более 200 образцов, электрофореграмма продуктов мульти-

плекс-ПЦР показала наличие нескольких особей *Rutilus lacustris* в исследованных выборках. Полученные результаты согласуются с исследованиями, проведенными ранее, и помогают частично заполнить пробелы в изучении молекулярно-генетических характеристик плотвы обыкновенной водных объектов Восточной Европы – территории, находящейся на водоразделе Черного и Балтийского морей. Подавляющее большинство исследованных особей плотвы обыкновенной водных объектов Беларуси полностью укладываются в ареал клады *Rutilus rutilus* s. str., наряду с этим, в ряде водных объектов Беларуси нами обнаружены особи Понто-Каспийской клады (= *Rutilus lacustris* по приоритету описания). Для получения детальной картины генетического разнообразия плотвы в водных объектах Беларуси исследования продолжают с расширением выборок и географии мест сбора материала.

Е. С. Гайдученко¹, В. И. Головенчик¹, Д. А. Медведев²

¹Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Республика Беларусь, gajduchenko@tut.by

²Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, Москва, Российская Федерация, medvedevda_tmb@mail.ru

АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА (*NEOGOBIUS FLUVIATILIS* (PALLAS, 1814) ЦЕНТРАЛЬНОГО ИНВАЗИОННОГО КОРИДОРА ПОНТО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА

Проникновение чужеродных видов семейства Gobiidae в новые акватории ставит вопросы о путях, способах и скорости их расселения, а также о характере воздействия на аборигенные экосистемы в целом. Применение генетических методов может способствовать выяснению этих вопросов и других особенностей, связанных с расселением видов за пределы естественного ареала. В данной работе нами представлены результаты исследования генетического разнообразия бычка песочника *N. fluviatilis* из Центрального инвазионного коридора как наиболее древнего, обширно расселившегося Понто-Каспийского иммигранта.

Получены последовательности митохондриального гена *cytb* бычка-песочника длиной 635 п.н. от 58 особей из 21 локалитета в пределах бассейна Черного моря (Беларусь, Украина, Россия). Использование последовательностей, депонированных в базе данных GenBank NCBI, позволило увеличить количество конкретных мест обитаний до 26 точек за счет добавления образцов из Германии, Болгарии, Польши (бассейн Балтийского, Черного и Азовского морей).

Всего выявлено 16 гаплотипов, три из которых были обнаружены впервые.

В результате филогенетического анализа установлена принадлежность выявленных гаплотипов к генетической линии бычков, обитающих в бассейне Черного моря. Надежность образования ветвей, соответствующих Черноморско-Азовской и Каспийской филогенетическим линиям крайне высока (бутстреп-поддержка, составляет 99%

независимо от метода построения дендрограммы). Средневзвешенная генетическая дистанция между Черноморско-Азовской и Каспийской филогенетическими линиями велика (0,098) по сравнению с данными о внутригрупповой генетической изменчивости бычков Черноморско-Азовской линии – 0,009 и Каспийской линии – 0,008.

В целом, у белорусских образцов бычка-песочника, проанализированных по гену *cut b*, наблюдается отсутствие генетической варибельности и низкое гаплотипическое разнообразие. Наиболее широко распространенными оказались только два гаплотипа. Гаплотип «Н3» был обнаружен у рыб из бассейна р. Дон, р. Волга (Волгоград), Черноземельском канале и оз. Маныч. Гаплотип «Н2» был обнаружен в реке Днепр выше Киевского водохранилища и реках впадающих в него (р. Днепр, Гомельская обл., Смоленская обл., р. Мухавец, Беларусь; р. Пина, Беларусь; р. Припять, Гомельская область;) Вилейское водохранилище, Беларусь и в р. Висла, г. Торунь, Польша, остальные гаплотипы были обнаружены в одной или нескольких близко расположенных локалитетах. Установлено, что гаплотип Н2 занимает базальное положение по отношению к большинству гаплотипов бычка песочника бассейна Черного моря. Следует отметить, что рассматриваемая нами область Центрально-инвазионного коридора практически полностью (от Киевского водохранилища и в верх по течению Днепра и его притоков) была занята одним гаплотипом «Н2».

Полученные результаты согласуются с ранее проведенными исследованиями и также свидетельствуют в пользу непреднамеренной интродукции бычка-песочника в верховья р. Днепр во время активного грузопассажирского использования реки в середине XIX – начале XX века.

**А. А. Гандлин¹, О. Н. Артаев¹, Р. М. Бархалов², А. А. Болотовский¹, Д. А. Вехов³,
М. А. Лёвина¹, Н. Дж. Мустафаев⁴, И. С. Турбанов¹, Б. А. Лёвин¹**

¹Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок,
gandlin.aleksander@yandex.ru

²Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального
исследовательского центра РАН, Махачкала

³Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Ростов-на-Дону

⁴Азербайджанский государственный аграрный университет, Гянджа, Азербайджан

ФИЛОГЕОГРАФИЯ, ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ГИБРИДИЗАЦИЯ УСАЧЕЙ РОДА *BARBUS* (ACTINOPTERYGII, CYPRINIDAE) СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА КАВКАЗА

Род *Barbus* включает более 40 видов из Европы и Ближнего Востока. В таксономическом и генетическом отношении усачи *Barbus* Кавказа изучены слабо. На северном макросклоне Кавказа обитают два эндемичных вида – кубанский *B. kubanicus* и терский *B. ciscaucasicus* усачи. Кубанский усач населяет бас. Кубани и Егорлыка (бас. Дона). Недавно в бас. Кубани обнаружена единственная на Кавказе межвидовая гибридная усачей

Исследование поддержано грантом РФФ 24-44-20019.

© Гандлин А. А., Артаев О. Н., Бархалов Р. М., Болотовский А. А., Вехов Д. А., Лёвина М. А., Мустафаев Н. Дж., Турбанов И. С., Лёвин Б. А., 2024

– между *B. kubanicus* и крымским усачом *B. tauricus*. Образцы ДНК собраны от 267 особей из 60 локальностей. Амплифицировали и секвенировали последовательности гена цитохрома *b* мтДНК (*cytb*, 1068 п.н.) и второго интрона гена бета-актина яДНК (*Act-2*, 434–447 п.н.). У 108 особей *B. kubanicus* выявили пять гаплотипов гена *cytb* с некоторым подразделением частот гаплотипов между разными участками русла Кубани. Усач *B. tauricus* из бас. Кубани представлен тремя гаплотипами. По данным маркеров мтДНК и яДНК гибридная зона между этими видами в бас. Кубани, ранее ограниченная двумя реками в системе Адагума и Абина, существенно расширяется почти на весь бас. Кубани от низовий до верховий (отмечена в 13 реках). При этом, активная гибридизация, идущая в настоящее время, отмечена лишь в нижнем течении (бас. Адагума и Абина), а выше по течению зарегистрированы следы прошлых гибридизаций. Гаплотипическое разнообразие мтДНК терского усача *B. ciscaucasicus* (n=117, 19 гаплотипов) заметно выше разнообразия кубанского. Сеть гаплотипов терского усача более разветвленная, с тремя центрами ветвления и несколькими расходящимися линиями, но не имеет четкой географической структуры. Южные популяции терского усача генетически более разнообразны. В этих популяциях отмечены также неидентифицируемые индельные гетерозиготы *Act-2*, представляющие, по-видимому, следы древних вторичных контактов. Различия в генетическом разнообразии между кубанским и терским усачами по мтДНК могут объясняться несколькими причинами. Ареал кубанского усача меньше по размеру, локализован в одной речной системе и частично расположен в зоне последнего максимального оледенения Кавказа. Все это могло привести к снижению генетического разнообразия по данным мтДНК (не исключено, что гибридизация также могла этому способствовать). Ареал терского усача, напротив, шире, отчасти расположен южнее и включает множество изолированных рек. Развитие оледенений на Восточном Кавказе было заметно ниже, а возможных рефугиумов – больше, что могло способствовать и более высокому генетическому разнообразию. Наряду с этим, отсутствие четкой географической структуры у терского усача, говорит также в пользу перемешивания локальных изолятов из-за речных перехватов и миграций усачей в послеледниковое время и/или во время колебаний уровня Каспия.

Г. Е. Гуськов

*Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону,
gleb_guskov@mail.ru*

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СОЛНЕЧНОГО ОКУНЯ *LEPOMIS GIBBOSUS* (CENTRARCHIDAE) В АЗОВО-ДОНСКОМ БАССЕЙНЕ

Солнечный окунь *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) из семейства ушастых окуней (Centrarchidae) является донно-пелагическим видом, который предпочитает пресные и солоноватые воды. Этот вид был завезён в Европу из Северной Америки в конце XIX века. Сейчас включён в список 100 наиболее опасных инвазивных видов России, поскольку питается икрой и молодью других рыб, что может привести к сокращению численности аборигенных видов. В настоящее время солнечный окунь распространён в реках, прудах

Публикация подготовлена при финансовой поддержке Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2024-528 от 24.04.2024 г).

© Гуськов Г. Е., 2024

и озёрах Западной и Восточной Европы, а также в Азии и Африке. Окунь хорошо адаптируется к новым условиям и быстро размножается.

Солнечный окунь обитает при температуре воды +4 °С — +32 °С, летальная температура для него +35 °С, может переносить солёность до 18,2‰. Максимальная глубина обнаружения этого вида — 41 м. Ранее *L. gibbosus* был найден в Северном Приазовье в реках Молочная, Кальмиус и Миус, а также в среднем течении р. Северский Донец на территориях Донецкой и Луганской народных республик.

В Ростовской области солнечного окуня впервые обнаружили в 2019 г. в р. Северский Донец, возле г. Каменск-Шахтинский, затем возле Белой Калитвы.

В 2020 г. солнечный окунь пойман недалеко от х. Масловка Каменского района Ростовской обл. в р. Глубокой, которая является притоком р. Северский Донец. Через год его обнаружили так же в р. Глубокой на расстоянии 15,7 км выше по течению.

В 2021 г. в Неклиновском районе Ростовской области солнечного окуня нашли в р. Миус на расстоянии 6,7 км от Миусского лимана. Ровно через год в 2022 г. в Неклиновском районе в р. Мокрый Еланчик *L. gibbosus* был пойман на расстоянии чуть более 30 км от впадения реки в Азовское море.

В 2023 г. от рыбаков-любителей начали поступать единичные сигналы об уловах солнечного окуня в дельте р. Дон в рукаве Каланча у х. Обуховка, Дугино и в гирле Большая Кутерьма у х. Рогожкино. Выше г. Ростова-на-Дону в р. Дон *L. gibbosus* не встречался.

В октябре 2023 г. нами зафиксировано массовое появление этого вида в рукаве Свиное гирло р. Дон, где ранее он никогда не отмечался. Размеры варьировали: *SL* 4,5 – 7,5 см, *TL* 5,9 см – 9,0 см. В дальнейшем обнаружение солнечного окуня в уловах стало массовым явлением. Вероятно его появление здесь из рек Северного Приазовья.

В 2024 г. 17 февраля, в Свином гирле р. Дон были отмечены две особи солнечного окуня, размер обоих: *SL* 6.5 см, *TL* 8 см. Далее *L. gibbosus* активности не проявлял. Позднее лишь в середине мая были пойманы две разнополые особи III стадии зрелости, размеры: *SL* 7.5 и 7.4 см, *TL* 9.2 и 8.6 см. Температура воды уже достигла +17 °С при солёности 0.7 ‰.

В июне 2024 г. с повышением температуры воды активность данного вида существенно возросла. Особи в уловах стали значительно крупнее по сравнению с осенью 2023 г. К середине июля 2024 г. солнечный окунь был уже отмечен в притоках р. Дон, таких как Азовка, Узьяк, Койсуг, в р. Мертвый Донец в районе п. Синявское и в р. Кагальник. Всё указывает на то, что *L. gibbosus* постепенно продвигается вверх против течения р. Дон, проникая в его притоки. Вероятно его нахождение и в реках, впадающих в Таганрогский залив с юга, таких как: Мокрая и Сухая Чубурка (Чумбурка). В середине июня 2024 г. этот вид пойман в р. Самбек впадающей в Таганрогский залив с севера.

На данный момент распространение солнечного окуня в Ростовской области носит ограниченный характер. Однако, принимая во внимание скорость его распространения в других регионах, не исключена потенциальная угроза для ихтиофауны рек юга России.

А. С. Дьяконова^{1,2}, Ф. Н. Шкиль²

¹Московский государственный университет, Москва,
DyakonovaAS@my.msu.ru

²Институт Проблем Экологии и Эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва,
fedorshkil@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОНТОГЕНЕЗА ХВОСТОВОГО ПЛАВНИКА СОМООБРАЗНЫХ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ЭМБРИОНИЗАЦИИ ОНТОГЕНЕЗА

Сомообразные (Teleostei; Siluriformes) одна из наиболее богатых видами групп пресноводных костистых рыб, демонстрирующая огромное экологическое разнообразие, обеспечиваемое многочисленными адаптациями на разных этапах онтогенеза. Хотя данная группа и остается одним из наименее изученных в рамках эволюционной биологии развития таксонов, по литературным данным можно предположить, что внутри нее существует очень широкий спектр вариативности онтогенеза, сопоставимый, а возможно и превышающий таковой в других таксонах пресноводных рыб. Многие виды сомов обладают типичным бифазным онтогенезом, другие – выходят из яйца с практически полным набором ювенальных признаков, т.е. демонстрируют эмбрионизацию онтогенеза. Третьи – покидают яйцевые оболочки, когда большинство личиночных органов и структур находятся на ранних этапах развития или отсутствуют, что можно рассматривать как деэмбрионизацию онтогенеза. Несомненно, что эти онтогенетические различия носят адаптивный характер, и во многом благодаря им сомы достигли наблюдаемого экологического разнообразия.

Важнейшей адаптивной характеристикой рыб является локомоторная активность. Типы локомоции варьируют между разными таксонами и могут изменяться в ходе онтогенеза. У многих рыб на ранних этапах развития основным типом локомоции является угребразный. Некоторые виды сохраняют этот тип локомоции и во взрослом состоянии. У других, с возрастом, происходит смена угребразного типа локомоции на более эффективные: карангиформный, субкарангиформный, тунниформный и др., что требует перестройки различных структур организма, и прежде всего, скелета и мускулатуры хвостового плавника – главного пропульсивного органа. Учитывая, что среди сомов встречаются различные типы локомоции, сравнительный анализ развития скелета хвостового плавника у представителей разных групп, различающихся по степени эмбрионизации онтогенеза и типу локомоции, представляет большой интерес.

Нами проведен анализ развития скелета хвостового плавника *Silurus glanis* и *Clarias gariepinus*, видов с бифазным онтогенезом и угребразным типом локомоции на всех этапах жизненного цикла. А также сомов с карангиформным типом локомоции во взрослом состоянии, но различающиеся по степени эмбрионизации: *Synodontis petricola* – бифазный онтогенез; *Corydoras paleatus* – деэмбрионизация; и *Ancistrus cirrhosus* – эмбрионизация развития. Установлено, что у *S. glanis* и *C. gariepinus* скелет хвостового плавника развивается следующим образом: при выходе из яйца он представлен нотохордом, после загиба которого происходит закладка хрящевых паргипуралии (phyp) и гипуралий (hup1-5). При переходе в мальковую стадию гипуралии частично срастаются (у *S. glanis* – в различных комбинациях, у *C. gariepinus* – упорядочено: hup1+2 и hup3+4) и начинают оссифицироваться, но угребразный тип локомоции сохраняется. У *S. petricola* при переходе в мальковую стадию и к карангиформному типу локомоции отдельные гипуралии сливаются в две лопасти (нижняя – hup1+2+3; верхняя – hup4+5+6). При этом паргипуралия остается свободной.

У *C. paleatus* наблюдается сходная картина онтогенеза, но в состав нижней лопасти входит паргипуралия (phур+hур1+2+3). В отличие от остальных, у эмбриона *A. cirrhosus* уже на стадии позднего сомитогенеза нотохорд загнут и, минуя стадию отдельных элементов, формируются две лопасти, которые стремительно оссифицируются после выхода из яйцевых оболочек, что позволяет данному виду сразу использовать карангиформный тип локомоции. Таким образом, переход к карангиформному типу локомоции требует укрепления скелета хвостового плавника, что достигается за счет слияния отдельных структур, а тип локомоции взрослых сомообразных определяется характером их онтогенеза.

А. А. Евсева, С. А. Сенник, А. В. Шерышова

ФГБНУ «ВНИРО» (Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии) Тюменский филиал (Госрыбцентр), Отдел Ханты-Мансийский, г. Ханты-Мансийск, hmvodbio@yandex.ru

ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО СИГОВЫХ РЫБ В РЫБОПИТОМНИКАХ ХМАО-ЮГРЫ (ОБЬ-ИРТЫШСКИЙ БАССЕЙН)

Рыбы семейства Сиговых Coregonidae являются доминантными видами в пресноводных экосистемах северных регионов Евро-Азиатского материка и служат важным пищевым продуктом местного населения, особенно для коренных народов Севера. Современное состояние запасов водных биоресурсов Обь-Иртышского бассейна характеризуется значительным снижением потенциала естественного воспроизводства сиговых видов рыб, что связано с влиянием хозяйственной деятельности человека на условия обитания гидробионтов. Искусственное воспроизводство направлено на восстановление численности ценных рыб, включая получение потомства от природных производителей или маточных стад, а также выращивание молоди до жизнестойких стадий и ее выпуск в рыбохозяйственные водоемы. Этот процесс способствует сохранению рыбных популяций и увеличивает рыбохозяйственное значение природных водоемов.

Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» для подрачивания молоди сиговых рыб на территории округа использует рыбопитомники «Айтор» и «Ванзетурский сор». Выращивание молоди рыб выполняется в рамках реализации Плана искусственного воспроизводства по компенсации ущерба, наносимого водным биологическим ресурсам компаниями нефтегазового комплекса. Результаты проводимых работ вносят значительный вклад в сохранение популяций сиговых видов рыб Обь-Иртышского бассейна.

Объекты исследований: выращиваемая молодь сиговых рыб в целях искусственного воспроизводства и гидробиоценозы рыбопитомников «Айтор» и «Ванзетурский сор». Цель исследований – провести исследования по определению эффективности выращивания молоди сиговых рыб, дать рекомендации для улучшения показателей выживаемости и достижения более стабильных результатов при выращивании молоди сиговых.

За последние семь лет (2018–2024 гг.) в рыбопитомники «Айтор» и «Ванзетурский сор» было зарыблено более миллиарда личинок сиговых рыб: из них пеляди – 925,508 млн шт., муксуна – 268,758 млн шт., чира – 69,0036 млн шт., нельмы – 13,526 млн шт., сига-пыжьяна – 4,577 млн шт., тугуна – 0,995 млн шт. В рыбопитомнике «Айтор» до 2022 г. численность личинки пеляди была преобладающей – до 90–99 % в отдельные годы, с 2023 г. доминирующим видом по зарыблению стал муксун – 80–87 % от общего количества зарыбленной личинки сиговых. В рыбопитомнике «Ванзетурский сор»

в последние два года преимущественно зарыбляется личинка нельмы. В период исследований в рыбопитомниках темпы роста молоди сиговых рыб были удовлетворительными и соответствовали линейно-весовым темпам роста молоди в естественных условиях. Выход подращенной молоди в среднем составлял 40–50 % от количества зарыбленного материала. Выпуск жизнестойкой молоди сиговых рыб с установленной навеской в водоёмы Обь-Иртышского бассейна – залог успеха искусственного воспроизводства рыб.

В ХМАО – ЮГРЕ, как и в целом в России, искусственное воспроизводство сиговых рыб, а также их товарное выращивание в природных условиях развито широко. Для положительного результата проводимых работ и повышения их эффективности необходимы комплексные мероприятия (строительство рыбоводных предприятий, внедрение новых инкубационных установок и устройств, использование различных биотехнических приемов, проведение рыбомелиоративных работ), которые должны быть основаны на исследованиях эколого-биологических особенностей разводимых сиговых видов рыб.

**Е. В. Есин^{1,2}, Л. С. Зиневич^{1,2}, Е. П. Симонов², Д. М. Паничева¹,
Б. А. Лёвин³, Д. А. Медведев², Г. Н. Маркевич^{1,2}**

¹КамГУ им. Витуса Беринга, Петропавловск-Камчатский,
evgesin@gmail.com

²ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова РАН, Москва,
g-markevich@ya.ru

³ИБВВ РАН им. И.Д. Папанина, Борок,
borislyovin@mail.ru

НЕИЗВЕСТНАЯ ЭНДЕМИЧНАЯ ФАУНА АРКТИЧЕСКИХ ГОЛЬЦОВ (*SALVELINUS*, SALMONIDAE) СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ

Разнообразие, филогеография, экология и родственные отношения многочисленных популяций гольцов *Salvelinus* spp. северо-востока Азии многие годы вызывают интерес специалистов. Нами проведён анализ собственных сборов гольцов из десятков водоёмов на территории от р. Анюй до Камчатки, в результате которого выявлен ранее неизвестный центр экологического разнообразия рода на Чукотке. Цель данного сообщения – представить первые данные о горячей точке микроэволюции гольцов, принадлежащих высокоарктической филогенетической линии (*S. taranetzi sensu lato*). Судя по гаплотипическому разнообразию Д-петли митохондриальной ДНК, гольцы этой линии из озёр Чукотки и Корякии (всего идентифицировано 60 гаплотипов, образующих слабо структурированную сеть) отличается более чем на 12 замен от близкородственных линий *S. alpinus* (появляется в бассейне р. Анюй) и *S. malma* (обитает симпатрично с *S. taranetzi*).

Арктические гольцы встречаются в холодных озёрах без признаков «браунификации»; в 13 из 45 озёр, где мы исследовали гольцов этой линии, обнаружен полиморфизм по морфологии и экологии. При этом все такие озёра, за исключением корякского оз. Потатгытгын, находятся на Чукотке. Обнаружены случаи разделения на две формы (7 случаев), три формы (5 случаев) и четыре формы (Пыльгинские озёра). Во всех случаях, кроме оз. Потатгытгын,

Работа выполнена в рамках Межведомственной комплексной программы научных исследований Камчатского полуострова и сопредельных акваторий в 2024–2026 г.

© Есин Е. В., Зиневич Л. С., Симонов Е. П., Паничева Д. М., Лёвин Б. А., Медведев Д. А., Маркевич Г. Н., 2024

мелкая форма представляет собой тугорослого планктонофага с маленьким ртом и увеличенным числом жаберных тычинок, напоминающего *S. elgyticus*, ранее описанного только из оз. Эльгытгын (в оз. Потатгытгын мелкая форма – это глубоководный бентофаг). Крупная форма – всегда быстро растущий хищник с большим ртом, в основном питается мелкой формой. В случае наличия средней формы, она занимает нишу бентофага и характеризуется промежуточными морфологическими признаками (всегда хорошо идентифицируется по специфической паразитофауне). В Пыльгынских озёрах бентофаги представлены мелкой прибрежной насекомоядной формой с вытянутой головой, и более крупной формой с конической головой, питающейся амфиподами.

Изменчивость микросателлитной ДНК подтверждает, что в двух случаях из пяти, когда по морфологическим признакам и трофо-экологическим маркерам было выделено три симпатрические формы, достоверная генетическая дифференциация между мелкой и средней формой отсутствует (т.е. в этих озёрах подтверждается наличие только двух форм). Во всех остальных случаях между формами наблюдается генетическая дифференциация. Значения *Fst* при попарном сравнении локальных форм различаются для разных озёр в несколько раз; в эволюционной истории ряда форм отмечены недавние демографические события.

Анализа полиморфизма в последовательностях ДНК, полученных по технологии ddRAD (всего 55 тыс. информативных SNP), подтверждает разные сценарии микроэволюции гольцов. Для ряда озёр арктического побережья подтверждено аллопатрическое происхождение мелкой и крупной форм. Первая генетически сходна между разными озёрами и, вероятно, представляет собой реликт ледникового периода; вторая является потомком проходного *S. taranetzi*, поскольку близка популяциям с юга Чукотки. Для одного озера выявлено происхождение средней формы от мелкой (в остальных случаях средняя форма генетически близка крупной). Также обнаружены случаи гибридогенного происхождения форм. В ряде озёр симпатрические формы достоверно генетически ближе друг к другу, чем к рыбам из других водоёмов, т.е., по-видимому, имеет место симпатрическая дивергенция.

Д. А. Ефремов

*Институт биологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск,
denisefremov@list.ru*

ВОСПРОИЗВОДСТВО ГОРБУШИ (*ONCHORHYNHUS GORBUSHA*) И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА АБОРИГЕННЫЕ ЛОСОСЕВЫЕ ВИДЫ РЫБ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Горбуша лососевый вид рыб, являющийся типичным и самым массовым в Тихоокеанском Дальневосточном регионе, на северо-западе России является интродуцированным видом, чья история заселения не превышает 70 лет. В 2021 году заход производителей горбуши стал наиболее массовым за всю историю интродукции и превысил по своей численности аборигенные виды, такие как атлантический лосось, кумжа, голец и сиг вместе взятые. Столь массовый заход стал причиной не заводских выпусков, а естественного нереста производителей, расселившихся практически по всем водотокам Северного, Баренцева, Белого и частично Карского морей. В нашем исследовании мы проводили анализ нерестовой и покатных миграций на реках Белого моря, методами ихтиологических исследований и бонити-

Работы выполнены в рамках госбюджетной темы FMEN-2022-0007.

© Ефремов Д. А., 2024

ровки нерестилищ. В 2023 году, не смотря на не бывалый по численности прогноз возврата производителей горбуши в реки Белого моря, удалось увидеть не более 1–2 % от прогнозной численности подхода горбуши, в абсолютных цифрах вылов составил не более 150 т горбуши для всех регионов Белого моря.

По нашей оценке, в 2021 году в реки Белого моря зашло 12–15 тыс. тонн горбуши, только для реки Варзуга фактическое присутствие на нерестилищах составило около 5 000 т, для реки Умба около 2 000 т. Все реки и ручьи, имеющие сообщение с Белым морем, были заполнены горбушей от устья, и до самых отдалённых ручьёв в верховьях рек. Так в реке Умба горбуша активно нерестилась даже в притоке Тульёк, берущего начало на склонах гор Хибин, на удалении более 150 км от устья реки Умба, тоже наблюдали в соседних притоках Умбозера, горбуша достигла самых отдалённых притоков реки Варзуга. Дальнейшая оценка покатной миграции смолтов горбуши в 2022 году показала, что производители нереста 2023 года успешно отнерестились, не смотря на ухудшение качества воды икра прошла инкубацию в грунте и в Белое море скатилось не бывалое количество горбуши, суммарно 1,5–2,0 млрд. (расчётная величина) смолтов горбуши, в относительно сжатые сроки около 2 недель мая-июня 2022 года. Такая концентрация смолтов горбуши средней навеской 0,2 г в прибрежной зоне Белого моря, с наибольшей численностью вдоль Терского берега Кольского полуострова, привела к нехватке кормовых объектов для смолтов горбуши. Далее на миграционном пути к Горлу Белого моря произошло истощение и гибель до 95–98 % смолтов горбуши. Оставшиеся смолты, предположительно скатились из рек Карельского берега Белого моря, здесь вода прогревается раньше, смолты набирают массу быстрее, и они смогли достичь вод Баренцева моря. Также, смолты скатившиеся из рек, расположенных ближе (не более 50 км) от горла Белого моря могли успешно достичь вод Баренцева моря и выжить. На мой взгляд избыточное количества нерестовых мигрантов горбуши в 2021 году привело к катастрофическому снижению численности горбуши в 2023 году, за счёт гибели смолтов в Белом море в 2022 году. По моей оценке, восстановление популяции горбуши до значений 2012–2014 гг. займёт не менее 10 лет, при условии ограничения промысла горбуши в реках Белого моря.

Оценка нерестилищ атлантического лосося в 2022 году показала, что в реках сёмге в 2021 году не удалось успешно отнереститься, на порогах отсутствовали сеголетки 2022 года, предположительно, позднезаходящая горбуша (рыба в августе поднимающаяся на нерест в реки, имеет серебристую окраску без признаков лошания, нерест октябрь) вытеснила производителей сёмги с нерестилищ в 2021 году, также на нерест сёмги могла повлиять вода, загрязнённая остатками тысяч тонн погибшей горбуши. Впервые, позднезаходящую горбуши нам удалось учесть в 2019 году. В 2024 году наблюдался провал захода производителей сёмги в реки Баренцева и Белого морей, в том числе в Норвегии, вероятно, смолты сёмги в 2021 году были съедены в море горбушей, идущей на нерест. Горбуша привела к выпадению трёх поколений сёмги, сеголетков 2022 и 2024 гг. и смолтов 2021 г.

ПАЗАРИТОФАУНА МАССОВЫХ ВИДОВ РЫБ ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Воткинское водохранилище – второй по величине водоем (после Камского водохранилища) на р. Каме, расположенный на территории Пермского края и Удмуртской республики. Материалом данной статьи послужили данные по паразитофауне массовых видов рыб, собранные в весенне-летний период 2023–2024 г, на нижнем участке Воткинского водохранилища. Актуальность данной работы заключается в получении ценных сведений о состоянии экосистемы водоёма. Материал был собран в нерестовый период, сетями ячеей от 10 до 100 мм. Для исследования на ППА (полный паразитологический анализ) были отобраны 8 видов рыб: лещ в количестве 44 экз., судак – 120 экз., густера – 98 экз., плотва – 23 экз., ёрш – 9 экз., окунь – 95 экз., чехонь – 65 экз., уклейка – 51 экз. Сбор и обработка материала проводились по общепринятым методикам.

При исследовании выявлено 64 вида паразитов, относящихся к 9 классам: Peritricha – 6 видов, Cyrtostomata – 2 вида, Muxosporidia – 14 видов, Kinetoplastomonada – 1 вид, Cestoda – 6 видов, Monogenea – 7 видов, Nematoda – 4 вида, Trematoda – 22 вида, Hirudinea – 1 вид, Crustacea – 1 вид.

Зараженность **леща** паразитами составила 61,4 %, отмечено 23 вида паразитов из 7 классов. Наиболее многочисленны были представители класса трематод (10 видов), среди которых часто встречающимися были метацеркарии *Opisthorchis felineus* (ЭИ 27,3 %). Фауна паразитов **уклейки** представлена 24 видами из 8 классов. Наиболее многочисленными являлись трематоды – *Diplostomum spathaceum* (ЭИ 23,5 %) и *Opisthorchis felineus* (ЭИ 17,6 %) и миксоспоридии 6 видов ЭИ которых была от 1,9 до 23,5 %. Фауна паразитов **окуня** весьма разнообразна и представлена 21 видом из 6 классов. Самой большой группой являются трематоды (9 видов) ЭИ, которых доходит до 21,1 %. Эпидемиологическое значение имеют обнаруженные у окуня плероцеркоиды лентеца широкого (ЭИ 22,1 %). У **судака** обнаружено 18 видов паразитов, включающих представителей 7 групп. Среди массовых – трематоды 7 видов. Зараженность некоторыми из них достигает 20,8 %. Так же в судаке отмечены плероцеркоиды *Diphyllobothrium latum* (ЭИ 10,8 %). Паразитофауна **плотвы** представлена 15 видами паразитов, основу которых составляют трематоды 9 видов. Часто встречающиеся виды: *Opisthorchis felineus* (ЭИ 56,5 %) и *Diplostomum spathaceum* (ЭИ 30,4 %). Паразитофауна **густеры** представлена 13 видами паразитов при ЭИ 78,6 %, основу которых составляют трематоды. Наиболее многочисленны *Opisthorchis felineus* (ЭИ 34,7 %), *Diplostomum spathaceum* (ЭИ 17,3 %) и *Paracoenogonimus ovatus* (ЭИ 16,3 %). Фауна паразитов **ерша** представлена 11 видами, при ЭИ 100 %. Наиболее многочисленны были представители трематод *Diplostomum spathaceum* (ЭИ 44,4 %), а также цестоды – *Diphyllobothrium latum* (ЭИ 66,6 %).

В видовом отношении паразитофауна у **чехони** менее разнообразна по сравнению с описанными выше рыбами и представлена 8 видами паразитов из 4 классов. Это обусловлено ее питанием и образом жизни. Наиболее многочисленными являлись трематоды *Opisthorchis felineus* (ЭИ 18,5 %).

Состав паразитофауны рыб – это результат комплексного взаимодействия нескольких факторов: видовая принадлежность, возраст и экологические условия.

К наиболее патогенным паразитам рыб Воткинского водохранилища можно отнести класс трематод и миксоспоридий.

А. Е. Жохов¹, В. Н. Михеев²

¹Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Ярославская обл., пос. Борок,
zhokhov@ibiw.ru

²Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва,
vicnikmik@gmail.com

ЗАРАЖЕННОСТЬ МОЛОДИ ЩУКИ *ESOX LUCIUS* (ESOCIDAE) МАКРОПАРАЗИТАМИ НА РАЗНЫХ УЧАСТКАХ РЕЧНОГО КОНТИНУУМА

В малой реке Ильдь (приток Рыбинского водохранилища) исследован состав инфрасообществ и количественные характеристики зараженности макропаразитами сеголеток щуки в разных частях речного континуума (от устья до верховья). Число видов паразитов, индекс обилия и экстенсивность заражения были существенно выше в низовье по сравнению с верховьем реки. Выборки щук из разных участков значительно различались по изменчивости зараженности между особями. Самый высокий коэффициент вариации числа паразитов на рыбу наблюдался в верхнем участке (162 %); в среднем и нижнем участке он монотонно снижался до 89 % и 57 %, соответственно. Среди разнообразных паразитов нижнего участка обнаружены манипуляторы поведением хозяев, делающие рыб более доступными для хищников. К ним относятся несколько видов трематод сем. Diplostomidae. Наиболее изменчивыми по размерам с преобладанием мелких сеголеток были выборки из верховья. В низовье рыбы были в среднем крупнее с минимальной изменчивостью по длине тела. Предполагается, что паразиты могут быть значительным фактором, влияющим на структуру популяции и миграционную активность щуки, которую обычно считают оседлым видом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (24-14-00111).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УКРЫТИЙ СМОЛТАМИ РЕЧНОЙ МИНОГИ *LAMPETRA FLUVIATILIS* ВО ВРЕМЯ МИГРАЦИИ В МОРЕ

В жизненном цикле речной миноги *Lampetra fluviatilis* (Petromyzontiformes) этап смолта один из самых интересных для исследователей. На нём происходят значительные перестройки организма, связанные с перемещением из пресной воды в морскую, с изменением типа питания и т.д. Поведение смолтифицирующихся миног также в значительной мере меняется, т.к. они переходят от скрытого образа жизни личинок, которые большую часть времени проводят, зарывшись в грунт, к свободному плаванию. Также смолты совершают массовую покатную миграцию из пресных водотоков в моря.

Отлов смолтов и изучение их поведения во многом затруднены. В условиях естественных водотоков они выходят на открытую воду только в период миграции ночью при освещённости менее 0,1 лк и мигрируют в русловом потоке. В остальное время суток они прячутся, предположительно зарываясь в грунт или под камнями и подмытыми берегами. Тем не менее изучение аспектов миграционного и связанного с выбором укрытий поведения смолтов как представляет интерес для фундаментальной науки, так и находит практическое применение. В зарубежных работах исследователи начинают использовать численность мигрирующих смолтов морской миноги *Petromyzon marinus*, как основу для математической оценки общей численности миног, обитающих в конкретной реке. Для этого необходимо понимание того, как они мигрируют и где миграция начинается и заканчивается.

Изучение поведения смолтов речной миноги, отловленных в ходе миграции из реки в море, проводили в лаборатории в гидродинамической установке с кольцевым течением и затишной (без течения) зоной. Выполнены наблюдения за индивидуальным поведением при дневной и ночной освещённостях (ночью с использованием ИК прибора ночного видения) в четырёх вариантах опыта: 1) в установке с чистым дном и без затенения; 2) с укрытиями в виде крупных камней и перевернутых горшков, в которые особи могли заплывать; 3) с галечным грунтом без затенения; 4) с галечным грунтом и затенением над затишной зоной (до < 1 лк).

Показано, что укрытия из камней и горшков не привлекают смолтов и их поведение аналогично таковому в варианте опыта с чистым дном. При дневной освещённости в опыте с чистым дном миноги 63 % времени проводили, присосавшись к стенкам и дну в разных частях установки, остальное время плавали почти поровну против течения и вниз по нему. Результирующее перемещение вниз по течению составило 5,9 м. С добавлением грунта и грунта с затенением 82,6 % и 94,4 % времени соответственно особи проводили в затишной зоне зарывшись в грунт, а перемещение вниз по течению не превышало 1 м.

При ночной освещённости не зависимо от варианта опыта миноги активно перемещались по установке, в основном вниз по течению (до 50 % времени, перемещение вниз по течению 17–21 м). В среднем 9,6 % времени они плавали против течения (чередую с движением вниз) и старались находиться на струе с максимальной скоростью течения.

Полученные результаты показывают, что для смолтов речной миноги во время покатной миграции предпочитаемое дневное укрытие отвечает следующим условиям: отсутствие течения, низкий уровень освещённости и наличие грунта для зарывания. Грунт предположительно необходим смолтам для тактильного контакта, а не только как защита от дневной освещённости (в опыте 2 смолты заплывали в укрытия, но не задерживались). Это

хорошо согласуется с представлениями о том, что у смолтов сохраняются черты личиночного поведения. Прямые наблюдения за плаванием миног в потоке воды подтверждают предположения, что для миграции вниз по течению они выбирают наиболее быстрые струи потока. Миграция в таком случае займёт наименьшее время, что важно для смолтов, которые не питаются до выхода в эстуарий или море и должны экономить энергетические запасы организма. Все вместе наши результаты указывают на активный характер миграции, а не на её реализацию в форме пассивного сноса.

Д. В. Зленко, В. М. Ольшанский

*Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук, Москва,
dvzlenko@gmail.com*

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ РЫБ

Разработанный нами комплекс для визуализации электрических полей рыб и других водных животных фактически представляет собой модель электрорецепторной системы. Размещённая на дне аквариума матрица электродов из нержавеющей стали – это аналог системы электрорецепторов, распределённых на поверхности тела рыбы. Картина распределения потенциалов, воспринимаемых рецепторами, позволяет рыбам синтезировать электрические образы происходящих электрических событий и совмещать их с другими сенсорными сигналами, в том числе зрительными образами. Аналогично, в нашей системе на основе оцифрованных значений потенциалов на матрице электродов мы можем построить образы электрических событий и совмещаем их с видеоизображениями.

Комплекс пригоден для визуализации как специализированных разрядов электрических рыб, так и неспецифической электрической активности практически любых водных животных. Высокая частота оцифровки (до 50 кГц) позволяет зафиксировать и просмотреть в замедленном режиме даже очень короткие события длительностью в несколько миллисекунд, характерных для специализированных разрядов. Неспецифические электрические события, как правило, имеют большую длительность, в связи с чем наша аппаратура обеспечивает достаточно широкую полосу пропускания, позволяющую регистрировать события длительностью до единиц секунд. Именно в этом диапазоне, от 30 Гц до 1 Гц, имеют наибольшую чувствительность природные системы электрорецепции, например, у Амурского сома (*Parasilurus asotus*). Электрочувствительность этого сома достигает 0.05 мкВ/см. Минимальный уровень шума, достижимый в рамках нашего оборудования примерно на порядок выше. Тем не менее, мы успешно зарегистрировали множество различных электрических событий, в том числе разряды двух типов от сомов этого вида.

Электронная часть комплекса выполнена на основе оригинальных дифференциальных усилителей собственной разработки, позволяющих эффективно подавлять внешние помехи, включая 50 Гц наводки от бытовых электросетей. Организация общей точки для измерения потенциалов, применение управляемых аттенюаторов и 16-разрядных АЦП позволяет обеспечить измерение абсолютных значений потенциалов в диапазоне от единиц микровольт до десятков вольт. Специально разработанный пакет программ позволяет с помощью анализа главных компонент наблюдаемых сигналов выделять электрические события из шума, строить и анализировать их паттерны. Реализована возможность точного совмещения во времени и пространстве распределения электрического поля и визуальное изображение экспериментального аквариума. Образ поля может быть построен для любого промежутка

времени и совмещён с соответствующим ему кадром видеозаписи. Это позволяет синтезировать видеоклипы и просматривать динамику событий в приемлемом для человека темпе, в частности замедленном, например, в 10 или 100 раз.

Методика была успешно опробована на сильноэлектрическом электрическом соме (*Malapterurus beninensis*), представителе пульсирующих мормирид (*Gnathonemus petersii*), представителе волновых гимнотид (*Apteronotus albifrons*), а также на нескольких представителях отряда сомообразные – *Clarias gariepinus*, *Parasilurus asotus* и *Synodontis njassae*.

Мы полагаем, что комплекс для визуализации электрических полей рыб и других водных животных будет ключевым инструментом, который заметно расширит существующие представления о роли электрических полей в экологии водной среды.

Е. В. Иванов, С. М. Слепцов

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск,
xdiev@yandex.ru*

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЫБ В СИСТЕМЕ Р. ГУСИНАЯ (СЕВЕРО-ВОСТОК СИБИРИ)

Река Гусиная принадлежит к бассейну Восточносибирского моря, берет начало около оз. Эмпе-Талалаах (Муостах) и впадает в Гусиную губу. По длине (278 км) относится к средним, по площади бассейна (5982 км²) – к малым рекам. Отличается обилием озер на водосборе (2895 озер с общей площадью 418 км²). Исследования проводились маршрутным способом в среднем и части верхнего течения реки, включая придаточную систему в июне-июле 2023 г. По пути следования были проведены ихтиологические съемки на р.р. Будунай Сиэнэ, Гусиная, Кюлюмер Сиэнэ и на оз. Кюлюмер. Для полноты картины привлекались также опросные сведения.

Река Будунай Сиэнэ берет начало с одноимённого озера, протекает в северном направлении и впадает р. Гусиная. По составу рыб реку можно разделить на два участка. Видовой состав рыб в верхней части реки составляют 3 вида (здесь и далее по тексту виды расположены в порядке представленности в уловах): чир *Coregonus nasus* (Pallas, 1776), пелядь *C. peled* (Gmelin, 1789) и сибирский хариус *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776), представленные преимущественно молодыми неполовозрелыми рыбами. Количество чира в уловах увеличивается вниз по течению, количество хариуса – уменьшается. Границей между двумя участками нами определена мелководная Алексеевская лайда, куда на откорм со стороны моря заходят муксун *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) и сиг-пыжьян *C. lavaretus pidschian* (Gmelin, 1789). Эти виды в уловах становятся доминирующими по численности видами в нижнем течении данной реки.

В реке Гусиной исследовался участок выше впадения р. Будунай Сиэнэ, который можно отнести к среднему и верхнему течению. Здесь также нами выделены два участка: до впадения Кюлюмер Сиэнэ и выше. Контрольные обловы рыбы выявили наличие 4 видов на первом участке. Здесь, впервые в уловах, появляется сибирская ряпушка *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848. Доминирует по численности чир. Субдоминантом является хариус. Пеляди в уловах нет. На втором участке, который располагается выше впадения р. Кюлюмер Сиэнэ, контрольные уловы были богаче в видовом отношении. Впервые в уловах появляется налим *Lota lota leptura* Hubbs et Schultz, 1941. Доминирующим по численности видом становится хариус. Снова появляется пелядь.

Река Кюлюмер Сиэнэ вытекает из оз. Кюлюмер и течет на север до впадения в р. Гусиная. Лов рыбы произведен в среднем течении данной реки. Рядом расположены несколько старичных озер населенных чиром. В уловах в самой реке преобладают чир и хариус. Кроме того, присутствовали по одному экз. пелядь, сиг-пыжьян и ряпушка. В озере Кюлюмер встречены чир, хариус и пелядь.

Таким образом, в исследованной системе реки Гусиной, условно нами отнесенной к ее верхнему и части среднего течения, преобладающим видом является чир. Чир встречается во всех обловленных станциях, населяя как текущие водотоки, так и изолированные в момент исследования водоемы. Субдоминантами являются пелядь и сибирский хариус, а также сиг-пыжьян. Из этих видов более широко распространен хариус, который отсутствовал лишь в мелководной лаиде на р. Будунай Сиэнэ. Наиболее редок муксун, обнаруженный нами только в лаиде, где были отмечены нагуливающиеся особи. Видовое разнообразие включает по наблюдаемым данным 9 видов, включая девятииглую колюшку *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758), которая была обнаружена в старичном озере около р. Кюлюмер Сиэнэ. На других станциях специально установленные на колюшку ловушки результата не дали. Отсутствие щуки резко отличает данный речной бассейн от соседнего, но расположенного южнее бассейна р. Елонь. Несмотря на то, что между данными речными бассейнами периодически возникает водообмен, щука в настоящее время еще не заселила бассейн р. Гусиная. Продвижению щуки на север, предположительно препятствует температурный фактор.

Е. Ю. Иванчева, В. П. Иванчев

ФГБУ «Окский государственный природный биосферный заповедник», Рязанская область,
пос. Брыкин Бор,
eivancheva@mail.u, ivanchev.obz@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ЭКСПАНСИИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ В ОКСКИЙ ЗАПОВЕДНИК

Расселение видов животных является неотъемлемым свойством их биологической организации и происходило во все времена их существования. В настоящей работе представлены сведения о состоянии вновь появившихся видов рыб на территории Окского заповедника (Спасский и Клепиковский районы Рязанской области). Материал собран авторами в 1999–2024 гг. на различных водных объектах заповедника, а динамика численности инвазионных видов прослежена на трех озерах различного уровня поемности. В фауне рыб Окского заповедника и его охранный зоны отмечено 47 видов, из числа которых 13 относятся к чужеродным. В настоящее время наиболее существенное влияние на водные экосистемы оказывают 3 вида: головешка-ротан (*Perccottus glenii*), озёрный гольян (*Phoxinus phoxinus*) и серебряный карась (*Carassius auratus*).

Головешка-ротан пределов Рязанской области достиг к началу 1970-х гг. С 1977 г. стал активно распространяться по пойменным водоемам Оки и Пры. К настоящему времени он относится к числу наиболее распространённых видов, хотя заселённость различных типов водоёмов крайне неравномерна. Наиболее высокой численности он достигает в слабопроточных водоёмах и водотоках, сильно заросших водными растениями. Очень мала численность головешки-ротана в реке Пре, её затонах, озёрах низкой поймы, крупных пойменных и внепойменных озёрах с высокой долей в рыбном населении хищных видов. Динамика численности головешки-ротана в водоёмах испытывает значительные колебания и опреде-

ляется несколькими факторами. Уровень вод (половодья, межени, зимний) – важнейший фактор, определяющий численность головешки-ротана. Так, при высоком уровне половодья в озёра могут заходить хищные виды рыб, сильно снижающие его численность. Критический уровень меженных вод в совокупности с суровой морозной зимой приводят к гибели вида при том, что головешка-ротан отличается значительной устойчивостью к неблагоприятным факторам. Следующий фактор – наличие макрофитов, которые служат укрытием для головешки-ротана и при их отсутствии, или малом покрытии зеркала водоёма, численность вида резко снижается до полного исчезновения.

Серебряный карась издавна встречался в водоемах заповедника в небольших количествах в отличие от золотого, который доминировал во многих озерах. Предположительно, начиная с 2012-2013 гг. в водоемы заповедника, могла внедриться иная экологическая морфа серебряного карася амурского происхождения, который к настоящему моменту почти полностью вытеснил аборигенный вид – золотого карася.

Озерный гольян имеет фрагментированный ареал, не отмечался ранее в заповеднике и был встречен в озере высокой поймы (оз. Ерус) лишь в 2014 г. в единичном количестве. Как и многие инвазионные виды, дал вспышку численности, которая была отмечена в следующем 2015 г. В озерах низкой поймы вид также отмечался в последующие годы, но в незначительном количестве, которое регулируется хищными рыбами.

Интересны взаимоотношения пришельцев между собой, которые мы можем наблюдать на одном из озер высокой поймы заповедника. Отметим, что в годы с низкими разливами, особенно, когда они следуют один за другим, все рыбное население представлено только тремя этими видами. Наибольшая доля в населении принадлежит озерному гольяну и составляет в среднем 58,9 % (11,6–85,4 %), доля ротана составляет 29,3 % (0,1–54,3 %), а серебряного карася 9,7 % (2,4–13 %). Анализ плодовитости не объясняет такого соотношения видов. Так, в районе изучения плодовитость серебряного карася наибольшая среди обсуждаемых видов (в среднем 92 тыс. икринок), в то время как доля его наименьшая. У ротана – 3,6 тыс., у гольяна – 9,4 тыс. икринок. Вероятно, высокую долю ротана можно объяснить свойственному этому виду поведением самца, который охраняет кладку.

А. А. Игнашев, М. Я. Борисов

*Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Вологда,
ignashev@vologod.vniro.ru*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСККУСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS* L., 1758) В РЕКЕ МОЛОГА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Стерлядь *Acipenser ruthenus* L., 1758 в водоемах Вологодской обл. является самым ценным видом рыб и единственным представителем осетровых, обитающим в состоянии естественной свободы. Река Молога входила в нативный ареал данного вида, в которой ранее осуществлялся специализированный промысел стерляди. К началу XX века вследствие гидростроительства, браконьерства и загрязнения в реках волжского бассейна, в том числе р. Мологе стерлядь потеряла промысловое значение, а во второй половине века она полностью исчезла. В условиях катастрофического сокращения численности стерляди в водных объектах Вологодской обл. в 1980-е годы её промысловый лов был запрещен, а с

2006 года она внесена в региональную Красную книгу. Река Молога является крупнейшим притоком Рыбинского вдхр.; её длина составляет 456 км, площадь водосборного бассейна – почти 30 тыс. км². Она протекает по территории Тверской, Новгородской и Вологодской обл.-й. В 2016 г. в р. Молога началось искусственное воспроизводство стерляди. Выпуск молоди осуществлялся в нижнем течении водотока примерно в 30 км от устья в районе д. Ванское Устюженского округа Вологодской обл. За этот период в водоток было выпущено свыше 450 тыс. сеголеток стерляди средней навеской 5,0 – 10 г, в том числе: в 2016 г. – 13,3 тыс. экз., в 2017 г. – 142,8 тыс. экз., в 2019 г. – 120,6 тыс. экз., в 2020 г. – 170 тыс. экз., в 2021 г. – 2,6 тыс. экз., в 2022 г. – 1,2 тыс. экз. и 2023 г. – 3,5 тыс. экз. После выпусков стерлядь расселилась по р. Молога на протяжении 70 км от устья р. Чагодоша до места впадения в Рыбинское вдхр. и даже отмечалась в Моложском плесе Рыбинского вдхр. на территории Дарвинского биосферного заповедника. С 2018 г. проводится мониторинг формируемого стада стерляди. Лов рыбы осуществляется ежегодно на одних и тех участках реки в районе д. Ванское и Бугры Устюженского округа. Ставные сети с шагом ячеи 20–60 мм выставлялись порядками в прибрежной и медиальной частях водотока и выдерживаются в течение суток. В научно-исследовательских уловах рыбы ставными сетями разновозрастная стерлядь в значительном количестве была обнаружена как непосредственно в месте выпуска молоди в районе д. Ванское, так и в 25 км ниже по течению в районе д. Бугры. На русловых медиальных участках реки доля стерляди по численности в общих уловах варьировала в разные годы от 30,9 % до 49,3 % (в среднем 40,1 %), а по биомассе – соответственно от 26,0 % до 64,0 % (в среднем 51,2%). Длина тела рыб в уловах изменялась от 20 до 60 см (в среднем $34 \pm 0,5$ см), а масса – от 44 до 1556 г (в среднем $255 \pm 11,6$ г). Показатели улова стерляди на одну сеть в сутки были высокими и в среднем за 2018–2023 годы составили 6,8 экз. и 1,75 кг.

В условиях формирования стада за счет искусственного воспроизводства размерный, весовой и возрастной состав уловов стерляди определяется прежде всего объемами выпуска молоди, а популяционные характеристики становятся с каждым годом более разнообразными. Так, если в 2018 году в уловах встречалась стерлядь двух возрастных групп (1+, 2+) от выпусков 2016 и 2017 годов, то в 2023 году отмечено уже пять возрастных групп (1+, 2+, 3+, 4+, 6+, 7+) от выпусков 2016, 2017, 2019, 2020, 2021 и 2022 годов. При этом средняя длина тела рыб в уловах 2018 года была $28,4 \pm 0,32$ см, 2019 года – $32,4 \pm 0,24$ см, 2020 года – $32,7 \pm 0,92$ см, 2021 года – $29,3 \pm 0,45$ см, 2022 года – $35,2 \pm 0,44$ см, 2023 года – $37,6 \pm 0,81$ см масса – соответственно $135 \pm 4,5$ г, $192 \pm 5,2$ г, $264 \pm 20,8$ г, $190 \pm 12,4$ г, $301 \pm 14,9$ г и $385 \pm 27,5$ г. Общая численность стерляди в р. Молога по результатам исследований 2023 года оценивается величиной 80 тыс. экз., а выживаемость от выпусков рыб 2016 года порядка 6 %, а 2017 года – 12 %. Для формирования разновозрастной популяционной структуры стерляди с высокой численностью каждой возрастной группы необходимы ежегодные выпуски сеголеток данного вида навеской не менее 5 г в количестве 170 тыс. экз. ежегодно.

Е. А. Интересова

*Новосибирский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Новосибирск,
interesovaea@yandex.ru*

СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАУНЫ И ЭКОЛОГИИ РЫБ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Западная Сибирь – обширная территория в центре Евразии, между Уральскими горами и бассейном р. Енисей, от Алтайских гор на юге до Северного Ледовитого океана на севере. Общая площадь – 2.35 млн км². В Западной Сибири 5 природных зон (тундра, лесотундра, лесная, лесостепная и степная зоны), а также области высотной поясности. Край богат реками и озерами, рыба всегда была важным биологическим ресурсом региона и привлекала внимание исследователей. Современные исследования ихтиофауны Западной Сибири относительно интенсивны. За последние 10 лет (2014–2023 гг.), согласно данным порталов eLIBRARY, GoogleScholar и DIMENSIONS, было опубликовано 288 статей в рецензируемых журналах, 4 монографии и защищено 5 диссертаций, в которых можно найти сведения о фауне и экологии рыбообразных и рыб региона. Однако в последние несколько лет среднее количество публикаций снизилось более чем на треть, с в среднем 36,6 в 2015–2019 гг. до 23,0 в 2020–2023 гг.

В качестве аффилиации авторов всего указано 57 организаций, в том числе 19 учреждений РАН, 25 – университеты и другие учебные заведения, 11 – организации Федерального агентства по рыболовству. Более всего публикаций подготовлено сотрудниками Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (68), Тобольской комплексной научной станции УрО РАН (44), Института экологии растений и животных УрО РАН (32), Томского государственного университета (31), Тюменского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (26), Института водных экологических проблем СО РАН (26). Наибольшее количество публикаций посвящено различным аспектам биологии стерляди (25), пеляди (22) и серебряного карася (22). Много работ касаются чужеродных видов, в частности, леща (19), ротана (17) и обыкновенного судака (11). Другие промысловые рыбы также охвачены вниманием: речной окунь – 18 публикаций; плотва – 16; хариусы, щука – по 15; обыкновенный сиг – 14, муксун и язь – по 11; налим – 10. Малочисленны (1–2) исследования, касающиеся мелких, непромысловых или редких на территории видов: арктического омуля, ленка, тайменя, горбуши, речного гольяна, линя, верховки, османа Потанина, малоротой и азиатской корюшки, девятииглой колюшки, сибирского подкаменщика и миног. Не отмечены работы, посвященные озерному гольяну и гольяну Чекановского, амурскому чебачку и пестроному подкаменщику.

Основными направлениями исследований были: изучение возраста и роста отдельных видов (97 публикаций содержат сведения о размерных характеристиках рыб); динамики промысла (55 публикаций). Вопросы естественного воспроизводства рыб затронуты в 52 работах, в том числе в 27 приведены сведения по плодовитости. Интересно, что относительно популярной темой современных публикаций является состав ихтиофауны – в 42 работах приведены списки видов различных водных объектов или их участков, в некоторых случаях выполнен ретроспективный анализ. Однако современных исследований по систематике и филогении рыбообразных и рыб Западной Сибири недостаточно, данные о генетическом разнообразии есть только для 14 видов. При этом в части этих работ ставится под сомнение современный таксономический статус ряда видов. Таким образом, вероятно, часть ихтиофаунистических списков придется пересматривать. Учитывая многочисленность

и разнообразие водных объектов на территории, а также происходящие в регионе изменения структуры сообществ организмов в результате антропогенного воздействия и изменения климата, крайне мало сведений о рыбном населении – за последние 10 лет опубликованы данные о его современном составе только для 34 отдельных рек, 10 различных участков Оби, Иртыша и Томи, а также для 31 озера региона. Таким образом, остается много нерешенных вопросов, касающихся фауны и экологии рыб Западной Сибири.

С. В. Камшуков, В. А. Беляев

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва,
kamshukov@vniro.ru, belyaev@vniro.ru*

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА И СОХРАНЕНИЯ РЫБ ВО ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Одним из актуальных вопросов сегодняшнего дня является рациональное использование и сохранение водных биологических ресурсов континентальных водоемов Российской Федерации. Это особенно важно по отношению к рыбам, являющихся основным объектом промысла на огромных просторах России. Перед нами стоит двуединая задача; с одной стороны рациональный промысел рыб необходимый для удовлетворения потребностей человека, с другой сохранение биоразнообразия. С этой целью в стране создана система управления промысловыми запасами рыб, основанная на нормативно-правовой базе, сформированной в последние десятилетия.

В соответствии с Федеральным законом «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов (ВБР)» в Российской Федерации рыбы находящиеся в состоянии естественной свободы, за исключением видов занесенных в Красную книгу РФ или Красную книгу субъектов РФ являются ВБР. Сохранение ВБР – поддержание ВБР или их восстановление до уровней, при которых могут быть обеспечены максимальная устойчивая добыча (вылов) ВБР и их биологическое разнообразие, посредством осуществления на основе научных данных мер по изучению, охране, воспроизводству, рациональному использованию ВБР и охране среды их обитания.

На основании ежегодного государственного мониторинга разрабатываются научные рекомендации о мерах регулирования рыболовства и сохранения ВБР и их среды обитания. В качестве основной меры регулирования ежегодно разрабатываются научные рекомендации об объемах добычи (вылова) ВБР на предстоящий календарный год.

Основной принцип – обеспечить максимальное устойчивое рыболовство (sustainable fishing) при сохранении функции самовоспроизводства единицы запаса на высоком уровне. Для основных видов ВБР в первую очередь разрабатывается общий допустимый улов. Для неосновных видов ВБР разрабатывается рекомендованный объем вылова. Для анадромных видов рыб разрабатывается прогнозируемый вылов.

Кроме ограничения объемов добычи ВБР Минсельхоз РФ может устанавливать иные ограничения рыболовства. Ограничения рыболовства устанавливаются в Правилах рыболовства (ПР) для каждого из восьми рыбохозяйственных бассейнов, утверждаемых приказом Министерства сельского хозяйства РФ (МСХ РФ). Кроме этого, в ПР устанавливаются нормативы, включая нормы выхода рыбной продукции, в том числе икры, а также требования к сохранению ВБР. Ограничения рыболовства, действующие в течение одного года также устанавливаются в отдельных приказах МСХ РФ.

В дополнение к мерам регулирования рыболовства разрабатываются и осуществляются мероприятия по сохранению ВБР: искусственное воспроизводство, рыбохозяйственная мелиорация, создание рыбохозяйственных заповедных зон, охрана нерестилищ и путей нерестовых миграций, мест зимовки. В отдельных случаях вид ВБР может быть внесен в региональную или федеральную Красную книгу, могут создаваться особо охраняемые природные территории для защиты ВБР и их среды обитания.

Нормативно-правовая база регулирования рыболовства совершенствуется в настоящее время с учетом ихтиологических исследований.

Д. В. Капитанова^{1,2}, Ф. Н. Шкиль^{1,2}

¹ *Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва*

² *Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН, Москва*

daryakapitanova@gmail.com

НЕЗАВИСИМЫЕ ХРЯЩИ В ХВОСТОВОМ ПЛАВНИКЕ КОСТИСТЫХ РЫБ НА ПРИМЕРЕ *DANIO RERIO* (CYPRINIDAE, TELEOSTEI)

Скелет хвостового плавника (каудальный комплекс) костистых рыб – динамическая система, сочетающая в себе черты стабильности и видоспецифичности, и в то же время демонстрирующая онтогенетическую пластичность и высокий адаптационный потенциал. В его состав входят как оссифицированные структуры: лучи плавника и поддерживающие их элементы позвоночника (тела, видоизмененные дуги и остистые отростки позвонков), так и хрящевые, не связанные напрямую с позвоночником образования: радиальные, медианные, постгемальные и постневральные хрящи. Разнообразие вариантов строения хвостового плавника в группе костистых рыб чрезвычайно велико, что делает изучение путей и механизмов диверсификации этой структуры одной из наиболее интересных задач в эволюционной биологии рыб.

Остеология хвостового плавника изучена довольно подробно, тогда как хрящевые не окостеневающие элементы зачастую остаются вне поля зрения исследователей, хотя и являются важной частью системы движения и опоры для лучей хвостового плавника. Так, при изучении онтогенеза хвостового плавника двух лабораторных линий дикого типа (WT) *Danio rerio* (Cyprinidae, Teleostei) нами были обнаружены не связанные с позвоночником и расположенные в основании лучей хрящи, которые ранее не были описаны у данного вида, несмотря на его широкое использование в качестве модельного объекта. У большинства особей (более 77 %, при выборках N=182 и N=67) был обнаружен вентральный радиальный хрящ, поддерживающий дополнительные лучи хвостового плавника. Гистологический анализ показал, что данный элемент представляет собой не отдельно лежащий сгусток хрящевой ткани, а встроенную в общую систему поддержки лучей структуру, соединенную коллагеновыми связками с другими хрящевыми элементами хвостового плавника (преуральными и гипуральными), а также с мышцами. Дорзальный радиальный хрящ встречается значительно реже (менее 9% особей лишь в одной из лабораторных линий).

У подавляющего большинства рыб (более 97 %) также присутствовал постгемальный хрящ второго преурального позвонка, по всей видимости, обеспечивающий дополнительную опору нижнему основному лучу вентральной лопасти хвостового плавника. Этот хрящ морфологически входит в состав хрящевой богатой эластином гиалиновой гипуральной

пластинки, объединяющей дистальные концы гипуралий 1-2, паргипуралии и остистого отростка второго преурального позвонка. Постгемальный хрящ обнаруживает смешанную природу, поскольку окрашивается альциановым синим, при этом форма клеток сходна с клетками хрящевой пластинки, которая не окрашивается альциановым синим и универсальными гистологическими красителями, но четко отличается от окружающих тканей формой клеток и количеством внеклеточного матрикса.

Высокая частота встречаемости и степень интегрированности независимых хрящей в опорно-двигательную систему каудального комплекса *D. rerio* указывают на то, что данные структуры являются не следствием нарушений развития, а результатом реализации онтогенетической программы. Вероятно, хрящевые элементы, не связанные напрямую с позвоночником, не несут филогенетического сигнала, поскольку появляются в разных комбинациях во многих таксонах костистых рыб вне зависимости от их эволюционной истории. Вопрос, являются ли независимые хвостовые хрящи разных филогенетических групп гомологичными структурами, и какова природа их появления – реализация анцестральной программы или результат параллельной эволюции каудального комплекса – остается открытым.

**Д. П. Карабанов, Д. Д. Павлов, Ю. В. Герасимов,
М. И. Базаров, Е. А. Боровикова, Ю. В. Кодухова,
Ю. И. Соломатин, А. К. Смирнов, И. А. Столбунов**

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Ярославская обл., пос. Борок,
dk@ibiw.ru*

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ РЫБ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО РЕГИОНА: АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА И ПУТЕЙ РАССЕЛЕНИЯ

В докладе представлены данные о распространении чужеродных видов рыб в Волго-Камском регионе (крупнейшей речной системе Европы). Цель исследования – описать разнообразие природных и аборигенных рыб рек Волги и Камы европейской части России. Набор данных охватывает результаты с июня 2001 г. по сентябрь 2021 г. и включает 1888 записей (36 376 отдельных наблюдений) для прибрежных и пелагических местообитаний из 143 мест отбора проб, представляющих 52 вида из 42 родов в 22 семействах. Новые популяции были обнаружены для нескольких видов, принадлежащих к следующим семействам Actinopteri: Alosidae, Anguillidae, Cichlidae, Ehiravidae, Gobiidae, Odontobutidae, Syngnathidae и Xenocyprididae. Представленный набор данных можно использовать при анализе распределения конкретных таксонов, что особенно важно для неаборигенных видов. Наши данные позволили примерно подсчитать долю чужеродных видов рыб на разных территориях. Следуя наиболее консервативному подходу в разграничении видов (в нашей базе данных представлены только такие определения), можно заключить, что неаборигенные таксоны в Волжско-Камском регионе составляют от 8 до 32% от общего числа видов. Примечательно, что именно литоральные сообщества в водоемах Средней Волги (Чебоксарское, Куйбышевское и Саратовское водохранилища) имеют максимальную долю чужерод-

Сбор материала на НИС «Академик Топчиев» выполнен в рамках Государственного задания ИБВВ РАН, тема № 124032100075-5. Работа по обработке материала, ДНК-идентификации чужеродных видов, формированию и анализу базы данных выполнена при поддержке гранта РФФИ № 23-14-00128.

© Карабанов Д. П., Павлов Д. Д., Герасимов Ю. В., Базаров М. И., Боровикова Е. А., Кодухова Ю. В., Соломатин Ю. И., Смирнов А. К., Столбунов И. А., 2024

ных видов как южного, так и северного происхождения. Для Верхней Волги характерна минимальная доля адвентивных видов. Это можно объяснить высокой долей видов южного происхождения в общем пуле вселенцев: температура ограничивает их расселение на север, а в Верхней Волге и р. Шексне условия для «южных» вселенцев крайне неблагоприятны. В бассейне Камы доля инвазивных видов рыб заметно ниже – от 2 до 16 %, что объясняется его удаленностью от регионов-доноров. Но во всех водоемах бассейна неаборигенные виды уже составляют устойчивую (хотя и не столь многочисленную) часть литоральных сообществ.

На сегодняшний день в Волго-Камском бассейне постоянно обитают и довольно широко распространены 17 неаборигенных видов рыб:

1) представители Понто-Каспийского морского фаунистического комплекса, расширяющие ареал своего распространения на север: *Benthophilus stellatus*, *Clupeonella cultriventris*, *Knipowitschia longicaudata*, *Neogobius fluviatilis*, *Neogobius melanostomus*, *Ponticola gorlap*, *Ponticola syrman*, *Proterorhinus semipellucidus*, *Syngnathus abaster*;

2) представители Арктического пресноводного фаунистического комплекса, расширяющие ареал своего распространения на юг: *Osmerus eperlanus* и *Coregonus albula*;

3) результат случайной интродукции или экземпляры, ушедшие из аквакультуры или вследствие преднамеренной интродукции: *Acipenser* spp., *Anguilla anguilla*, *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Ictalurus punctatus*, *Perccottus glenii*.

Потенциально опасные виды, обнаруженные в Волжско-Камском регионе и способные к расширению ареала: *Salmo trutta*, *Oncorhynchus mykiss*, *Pungitius platygaster*, *Pungitius pungitius*, *Poecilia reticulata*, *Pterygoplichthys* spp., *Oreochromis* spp., *Pseudorasbora parva*.

Общедоступная база данных, созданная на основе авторских ловов доступна в веб-интерфейсе GBIF (<https://doi.org/10.15468/n8gv7y>) а также доступна для любого ГИС-приложения в виде локальной klm-базы (<https://doi.org/10.3390/data8100154>).

А. А. Каралаш, В. Н. Житлухина, А. В. Токарев

*Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Пермь,
karalash@perm.vniro.ru*

ПЛОДОВИТОСТЬ МАССОВЫХ ВИДОВ РЫБ В ПАВЛОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Павловское водохранилище – один из крупнейших водных объектов Республики Башкортостан, созданный в 1961 г. в нижнем течении р. Уфы. Средняя ширина водохранилища составляет около 760 м, средняя глубина – 11,7 м.

В данной работе представлена плодовитость часто встречаемых рыб в водохранилище. Материалом данной статьи послужили данные, собранные в мае 2024 г., на среднем участке Павловского водохранилища. Актуальность работы заключается в отсутствии данных о плодовитости рыб Павловского водохранилища. Материал был собран в нерестовый период 2024 г., сетями ячеей от 14 до 100 мм. Для исследования на плодовитость были отобраны самки 4-х видов рыб: лещ в количестве 97 экз., судак – 27 экз., густеры – 43 экз., уклейки – 58 экз. Отбор проб осуществлялся на 4 стадии зрелости гонад.

В 2024 г. на Павловском водохранилище уровень воды к концу наблюдений достиг оптимальной отметки, нерестилища были затоплены полностью. Благоприятные погодные условия способствовали прогреву воды до 15 °С. В Павловском водохранилище лещ

составляет большую часть уловов. Начало нереста леща отмечено с 16 мая, пик нереста пришелся на 21 мая, в уловах после 25 мая самки на 4 стадии зрелости гонад встречались единично. Самки леща становятся половозрелыми на 6 году жизни. Максимальный возраст половозрелой особи – 16 лет. Массовое половое созревание у самок леща наблюдается в 7–8 годовалом возрасте. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) леща в 2024 г. варьировала от 52,5 до 348,3 тыс. икринок, а индивидуальная относительная плодовитость (ИОП) была в пределе от 72,3 до 214,6 икр/г.

Наиболее многочисленный улов судака отмечен в этом году, по сравнению с прошлым годом его численность увеличилась в двое. Нерест судака начался с 19 мая, пик нереста – 25 мая. По данным, собранным в 2024 году, минимальный возраст половозрелых самок составил 3 года при длине 32 см, максимальный возраст половозрелой самки на Павловском водохранилище составил 10 лет. ИАП у особей в возрасте от 5 до 10 лет варьирует в пределе 88,4 – 510,3 тыс. икринок. ИОП колеблется в пределах от 153,7–284,2 икр/г. Самки в возрасте 10 лет встречаются не ежегодно и в единичных экземплярах.

Основным видом любительского рыболовства является густера. Пик нереста густеры отмечен 27 мая. Созревание самок начинается с 3-летнего возраста, в 4-5 летнем возрасте наступает массовая половозрелость. В исследовательских уловах весной 2024 года отмечены самки густеры в возрасте от 3 до 8 лет, все они были половозрелыми. ИАП варьировала в пределах 5,5 – 192,4 тыс. икринок, ИОП – от 168,4 до 295,9 икр/г.

Основным массовым видом мелководных сетей является уклея. Пик нереста уклеи отмечен 28 мая, в уловах 31 мая все самки были на 6 стадии зрелости. По данным исследований самки становятся половозрелыми с 2 лет, максимальный зарегистрированный возраст в 2024 году – 5 лет. ИАП уклеи варьировал в пределе от 2,9 – 7,2 тыс. икринок, а ИОП – 92,1 – 226,5 икр/г.

Отбор и анализ данных на основе исследований плодовитости рыб Павловского водохранилища могут помочь в принятии обоснованных решений по охране и рациональному использованию водных ресурсов, а также в создании эффективных программ по контролю и мониторингу состояния экосистемы.

А. О. Касумян¹, О. М. Исаева², Е. С. Михайлова¹

*¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва,
mail@mail.ru*

*²Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга, Петропавловск-Камчатский,
olisa24@bk.ru*

ВКУСОВЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ И ПИЩЕВОЕ ПОВЕДЕНИЕ КАРПОВЫХ РЫБ

Карповые рыбы (Cyprinidae) – наиболее многочисленное по числу видов семейство рыб, его представители составляют основу пресноводной ихтиофауны России и всей boreальной области Евразии. Большое разнообразие карповых рыб по образу жизни делает их удобными модельными объектами для оценки сходства и различий сенсорных характеристик и поведения у близкородственных видов. Цель настоящей работы состояла в сравнении

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (24-24-00009).

© Касумян А. О., Исаева О. М., Михайлова Е. С., 2024

вкусовых предпочтений и пищевого поведения, проявляемому при оросенсорном тестировании объектов разного вкусового качества, у карповых рыб, различающихся питанием и другими особенностями биологии.

Опыты выполнены на леще *Abramis brama*, плотва *Rutilus rutilus*, карпе *Cyprinus carpio*, обыкновенном горчаке *Rhodeus sericeus*, верховке *Leucaspis delineatus*, золотом карасе *Carassius carassius*, уклее *Alburnus alburnus*, ельце *Leuciscus leuciscus*, голавле *L. cephalus* и суматранском барбусе *Puntigrus tetrazona*. Рассажены по одиночным аквариумам рыбам предъявляли агар-агаровые гранулы, содержащие одно из тестируемых веществ (21 L-аминокислота и 18 карбоновых кислот; 0.1-0.001 M) и регистрировали потребление, повторные схватывания и длительность удержания гранулы. Для сравнительного анализа привлечены также аналогичные данные, полученные ранее для других карповых рыб.

Выяснено, что вкусовые спектры у карповых рыб различаются, а отношение рыб разных видов к одним и тем же веществам может быть диаметрально противоположным. Видовое своеобразие вкусовых спектров является важнейшей хемосенсорной адаптацией, обеспечивающей избирательное питание и снижение межвидовой пищевой конкуренции, что, в свою очередь, позволяет рыбам более полно использовать доступные пищевые ресурсы в водоёме. Следует отметить, что видовая специфичность вкусовых спектров контрастирует с отсутствием или слабо выраженной у рыб видовой специфичностью обязательных спектров и зрительно регулируемых предпочтений. Это подчёркивает ведущую роль вкусовой рецепции в обеспечении селективности питания и важное значение этой хемосенсорной системы в регуляции трофических связей рыб.

Не обнаружено очевидной связи между вкусовыми предпочтениями и образом жизни рыб, их питанием и филогенетической близостью. Вкусовые спектры не совпадают не только у экологически близких и сходных по питанию рыб, но и у близкородственных видов. Филогенетическая близость не обеспечивает совпадение или сходство вкусовых предпочтений. Вкусовая привлекательность веществ для видов, обособившихся друг от друга в относительно недалёком историческом прошлом, различаются, что указывает на способность вкусовых предпочтений рыб к относительно быстрым эволюционным преобразованиям.

В отличие от вкусовых предпочтений, пищевое поведение, проявляемое при тестировании схваченной пищи, у карповых рыб имеет много общих черт. Все виды тем дольше удерживают пищевой объект во рту, чем выше его вкусовая привлекательность. Всем видам присуща склонность к манипуляциям с пищевым объектом, почти у всех видов их частота не коррелирует с вкусовой привлекательностью объекта. Перед заглатыванием все рыбы удерживают объект многократно дольше, чем при отказе от него. Это очевидное сходство свидетельствует, что пищевое поведение у рыб эволюционно более консервативно, чем вкусовые предпочтения.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ МИКРОПЛАСТИКОМ НА ИХТИОФАУНУ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ОЗЕР НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В опубликованном ФАО исследовании "Проблема микропластика в рыболовстве и аквакультуре: масштабы и последствия" отмечается, что ряд организмов, как позвоночных, так и беспозвоночных, поглощают микропластик, который представляет опасность для здоровья гидробионтов. Вопрос воздействия микропластика на рыбное население изучен в настоящий момент недостаточно, большая часть исследований производилась в морских водах. Однако, пресноводные водоемы не менее важны для воспроизводства водных биологических ресурсов, проблемы накопления в них микропластика и влияния этого загрязнителя на рыбное население не менее актуальны. Национальный парк «Валдайский» – крупный природоохранный научный центр европейской части России. Реки и озёра парка богаты рыбой, встречаются ценные виды -форель, пелядь, снеток, карп. Озёра Вельё, Селигер, Пестовское используются для рыбозаведения, рекреации. В 2023–2024 гг. проводились комплексные исследования этих озер с целью выявления частиц пластика в воде и поглощения его представителями ихтиофауны. Отбор и обработка проб осуществлялся согласно рекомендациям NOAA. В общей сложности отбор проб воды производился на 27 точках. Для оценки поглощения микропластика отлавливалась взрослая плотва в количестве 50 особей в каждом из озер.

Частицы микропластика были найдены в воде на всех участках отбора проб. В основном пластиковые частицы были представлены черными, белыми и цветными волокнами и гранулами. Наибольшее содержание гранул в воде отмечено на литорали в оз. Пестовское – 319 ед/л, в оз. Вельё (271 ед/л) и оз. Селигер (253 ед/л). Высокие показатели были приурочены к участкам, задействованным в рекреации или рыбозаведении. В центральной части озер, количество частиц микропластика не превышало 150 ед/л. Наибольшее количество нитевидных частиц обнаружено вблизи рыбозаводных садков на оз. Вельё и оз. Селигер – 31 и 27 ед/л соответственно. Количество нитевидного пластика рядом с садками, превышает количество частиц такого типа на участках, не затронутых рыбозаведением, в 5 раз, что, вероятно, обусловлено источником их появления – рыболовными снастями, фрагментами садков и сетей. Обследование рыб в исследуемых озерах подтвердило наличие фрагментов микропластика в ЖКТ. В оз. Вельё микропластик был выявлен у 53% особей, в оз. Селигер – у 58 % и в оз. Пестовское – у 49 %. В биологическом материале из оз. Вельё и оз. Селигер микропластик встречался в количестве 3–5 ед/особь, в оз. Пестовское 3–7 ед/особь. Обнаруженный в желудочно-кишечном тракте микропластик был представлен преимущественно волокнами и гранулами. Причём, количество нитей превышало количество гранул или было сопоставимо с ним. Что можно объяснить их формой и более крупными размерами. Ряд исследований показывает, что частицы микропластика могут поступать в водоем с кормами для рыб, это количество не велико, но за период существования рыбохозяйственного участка в воде и донных отложениях аккумулируется значительное количество пластиковых частиц, поступивших из кормов, которые являются источником вторичного загрязнения вод. В этом случае фрагменты полимеров может поглощать рыба, не находящаяся в садках. Очевидно, что на таких участках контаминация ихтиобионтов микропластиком будет выражена в большей степени.

Пластиковые частицы в пресноводных озерах имеют антропогенное происхождение и в норме не должны обнаруживаться в воде рыбохозяйственных участков. Сократить количество микропластика можно тщательным подбором и проверкой кормов, ограничением использования полимерных материалов для изготовления снастей и тары для рыбных хозяйств, а также ограничением поступления пластикового мусора в озера.

А. В. Кожара

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанова РАН, пос. Борок,
akozhara@mail.ru*

Лаборатория AquaBioSafe, Тюменский государственный университет, Тюмень

ОСТЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ ИБВВ РАН – ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

В ИБВВ РАН хранится уникальная коллекция остеологических препаратов пресноводных рыб (преимущественно карповых и окунеобразных), которая насчитывает свыше 30 тысяч экземпляров, относящихся более чем к 60 видам. Сборы охватывают почти все бывшие республики СССР, Финляндию, Швецию, Болгарию и Польшу. Эта коллекция – результат более чем 45-летнего труда сотрудников лаборатории популяционной биологии и генетики и лаборатории эволюционной экологии. Она начала создаваться по инициативе д.б.н. В. Н. Яковлева, создавшего в рамках возглавляемой им лаборатории экологии водных беспозвоночных группу популяционной биологии и генетики, позднее преобразованную в лабораторию.

В истории коллекции можно выделить два основных этапа. В конце 70-х – начале 80-х гг. прошлого века было предпринято масштабное популяционно-морфологическое исследование двух массовых видов карповых рыб бассейна Волги – плотвы *Rutilus rutilus* (L.) и леща *Abramis brama* (L.). Это был период бурного развития феноетики популяций – нового направления в популяционной биологии. Основной задачей на тот момент считалось выявление дискретных вариаций морфологических признаков («фенов»), которые могли бы служить маркерами внутривидовых субъединиц различного ранга. Участники исследования опирались на традиционную систематику рыб России и сопредельных стран, которая представлялась вполне устоявшейся и не требующей пересмотра. Соответственно, для подбора популяционных маркёров использовался ограниченный набор структур – осевой скелет рыб и сравнительно небольшое количество костей нейрокраниума и висцерального скелета. Постепенно, однако, по мере изучения закономерностей географической и экологической изменчивости рыб по совокупности данных внешней морфологии и остеологии стало понятно, что картина отношений сходства популяций, географических и экологических рас карповых рыб Палеарктики не укладывается в рамки общепринятой систематики. Отчасти структура феноетического разнообразия широко распространённых видов совпадала с их традиционным делением на подвиды, однако были выявлены и другие, неизвестные ранее ситуации формообразования. Кроме того, с 90-х гг. начинается волна таксономических ревизий пресноводных рыб, которую лишь отчасти можно связать с распространением методов молекулярной филогенетики. Во многом причиной этому стало совершенствование морфологических методов и подходов, которое вывело систематику рыб на принципиально новый уровень. Стало понятно, что коллекция может быть весьма полезна не только для изучения феногеографии популяций, но и при решении сложных задач систематики и описании ситу-

аций формообразования. Поэтому уже с конца 80-х гг в препаратах присутствует целостный нейрокраниум, а набор висцеральных костей был значительно увеличен.

Изучение закономерностей «поведения» популяционно-морфологических признаков в различных экологических ситуациях и географических средовых градиентах сделало коллекцию не только важным источником описаний, но и эффективным средством накопления эволюционно-морфологических знаний. По существу, можно говорить о переходе от уровня микросистематики к уровню популяционной мерономии, который вооружает исследователя мощным диагностическим и прогностическим аппаратом. В числе перспективных направлений использования коллекции – исследование скелетных структур методами геометрической морфометрии, анализ стабильности морфогенеза и аномалий развития, химический анализ остеологического материала.

В заключение назовём тех сотрудников, трудами которых создавалась и развивалась наша коллекция. Наряду с В. Н. Яковлевым, это Ю. Г. Изюмов, А. Н. Касьянов, А. Н. Миرونский, Н. М. Зеленецкий, О. Г. Герасименко, Ю. В. Слынько, Н. Л. Бабкина, А. В. Кожара, И. Л. Зенкова, Л. С. Овчарова, Г. И. Биочино, Т. В. Горошкова.

А. В. Колотей, А. О. Звездин

*Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва
a.v.kolotey@yandex.ru*

ОБ АГРЕССИИ У МИНОГ *EUDONTOMYZON* SP. В НЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОД

Миноги – однократно нерестующие животные со сложным жизненным циклом, большую часть которого (от 4 до 8 лет) они проводят на стадии зарывающейся в грунт личинки-фильтратора. В нерестовый период половозрелые особи собираются на нерестилищах, обычно расположенных на мелководных перекатах. В отличие от личинок они активны преимущественно в светлое время суток. Именно в нерестовый период явно и ярко проявляются межиндивидуальные взаимодействия миног.

Поведение миног разных видов в нерестовый период схоже. Оно включает в себя действия, связанные со строительством гнёзд, непосредственно нерестом и др. У 4 видов миног (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis*, *Lethenteron appendix* и *Lethenteron camtschaticum*), реализующих разные жизненные стратегии, известно также агрессивное поведение. Однако работ, посвящённых ему, очень мало. Роль и значение агрессивного поведения не выяснены. Предполагают, что агрессия может служить для защиты гнезда от конкурентов, установления иерархических отношений в группе или для стимулирования строительства гнёзд.

Нами было обнаружено агрессивное поведение у мелких непаразитических миног *Eudontomyzon* sp. Цель исследования состоит в его описании. Наблюдения за нерестом *Eudontomyzon* sp. проводили на 14 нерестилищах в реках Ильжица (Смоленская область) и Ремежь (Калужская область) в 2023–24 г. с помощью подводных камер.

Для *Eudontomyzon* sp., как и для других мелких миног, характерен групповой нерест и полигинандринная система спаривания. Число миног в нерестовой группе доходило до 10 особей. Обычно миноги обоих полов свободно перемещаются между гнёздами, а не остаются в каком-то из них на всё время нереста.

Агрессия в нерестовый период была отмечена на 93 % нерестилищ, а частота её проявлений доходила до 7 актов в минуту. Агрессорами у *Eudontomyzon* sp. являлись исключительно самцы, что согласуется с данными литературы по другим видам миног. В 3/4 случаев жертвами агрессии становились самцы, в остальных – самки. Проявлений агрессивного поведения по отношению к рыбам, поедавшим икру или просто присутствовавшим на нерестилище, не отмечено.

Акт агрессии представляет собой следующую последовательность действий – агрессор присасывается к жертве и трясёт её из стороны в сторону, резко изгибая тело. В результате происходило одно из событий: 1. агрессор оставался прикреплённым к жертве, во время её бегства (оба покидали гнездо), 2. агрессор быстро откреплялся от жертвы, последняя продолжала бегство (жертва покидала гнездо, агрессор оставался), 3. агрессор быстро откреплялся от жертвы, она прекращала бегство (никто не покидал гнездо). В первом случае обе особи обычно возвращались в гнездо в течении 1–7 секунд. В редких случаях жертва и/или агрессор вместо возвращения в «своё» гнездо присоединялись к другому.

Таким образом, агрессия у миног *Eudontomyzon* sp. в нерестовый период не является редкой. Её последствия не выражены явно. Поэтому дальнейшие исследования могут быть направлены на установление влияния агрессии на жертву, а также на выяснение роли агрессивных взаимодействий.

А. Ф. Коновалов

*Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Вологда,
Alexander-Konovalev@yandex.ru*

АККЛИМАТИЗАЦИЯ РЫБ В ВОДОЕМАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Рыбохозяйственная акклиматизация и переселение рыб в Вологодской области реализовывались в двух основных формах – вселение рыб с целью формирования самовоспроизводящихся популяций и товарное выращивание, когда естественное воспроизводство вселенцев не было конечной целью работ. В Вологодской области вселение и товарное выращивание рыб осуществлялись на территории 14 муниципальных округов (районов) из 26 существующих в крупных озерах Онежское, Белое, Кубенское, Воже, водохранилищах Шекснинское, Рыбинское, Белоусовское (разлив реки Нагажма), не менее 46 средних и малых озер, в реке Суда, многочисленных искусственных водоемах.

В водные объекты Вологодской области вселялось 27 видов и 8 внутривидовых и гибридных форм рыб. Из них 13 видов и 6 внутривидовых и гибридных форм являлись новыми для ихтиофауны региона. Это сибирский осетр, калуга, шип, лопатонос, белый амур, толстолобик, американский и канальный сомики, чир, муксун, пелядь, радужная форель, головешка-ротан, а также ладожские рипус и сиг-лудога, чудской сиг, пелчир, бестер и гибриды русского и сибирского осетров. Еще три вида – русский осетр, белуга и севрюга, естественный ареал которых в начале XX в. включал бассейн верхней Волги, в период проведения работ по вселению и товарному выращиванию уже относились к категории исчезнувших в регионе рыб. Редкими и/или исчезающими в Вологодской области формами, в отношении которых реализовывались мероприятия по вселению и выращиванию, являются стерлядь, сазан, обыкновенный сом, европейская ряпушка, сиг обыкновенный, нельма, а также онежский килец и сиг-нельмушка. Только шесть видов рыб – лещ, золотой и серебряный караси, линь, снеток и судак, переселявшихся в новые для них водоемы, являются в регионе относительно широко распространенными и местами имеющими высокую численность.

Анализ результатов акклиматизации рыб показал, что за исключением судака в озерах Кубенское и Воже, значимые промысловые популяции ценных видов рыб в водоемах Вологодской области созданы не были. Наибольшая эффективность рыбоводных работ в Вологодской области отмечалась при товарном выращивании тепловодных рыб – карпа, осетровых и канального сомика на базе ООО «РТФ «Диана». Высокий выход товарной продукции обеспечивался за счет использования подогретых сбросных вод Череповецкой ГРЭС. Определенный положительный опыт был получен и при товарном выращивании пеляди на естественной кормовой базе Лозско-Азатского озерного рыбоводного хозяйства в 1960-е–1980-е гг. В последние годы на естественных водоемах наиболее быстрыми темпами развивается садковое форелеводство.

В. Н. Крайнюк

*Северный Филиал Научно-Производственного Центра Рыбного Хозяйства, Астана, Казахстан
krainyuk@fishrpc.kz*

**ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ ТУРКЕСТАНСКОГО ЯЗЯ
LEUCISCUS OXIANUS (KESSLER, 1877) (CYPRINIDAE)
В ОЗЕРАХ И ВОДОХРАНИЛИЩАХ БАСЕЙНА РЕКИ САРЫСУ**

Язь – широко распространенный вид карповых рыб, населяющий различные биотопы. Считалось, что в Казахстане обитают 2 подвида одного вида *L. idus* (L., 1758): обыкновенный (*L. i. idus* (L., 1758)) в северной части и туркестанский (*L. i. oxianus* (Kessler, 1877)) в водоемах системы Аральского моря. Северная периферия ареала этой формы пролегает по бассейну реки Сарысу. Последние исследования предполагают видовую самостоятельность туркестанского язя. Очевидно, что туркестанский язь представляет собой южную, более короткоцикловую форму. Материалов по росту туркестанского язя мало, и они устарели.

Материала был собран на 6 водоемах в бассейне р. Сарысу (вдхр. Бидаикское, Шалгинское, оз. Коктенколь, плотины Мухтар, Босага, Батык) и на 1 водоеме в соседней системе р. Байконыр (пл. Пионер) в Карагандинской и Улытауской областях Республики Казахстан. Всего было исследовано 304 особи. Чешуя просматривалась под USB-микроскопом и фотографировалась с передачей графических файлов в формате .jpg на компьютер. При помощи программы MvImage (Meiji Software) годовые кольца и размер чешуи измерялись в пикселях и проводилось обратное расчисление роста методом простых пропорций Даля-Лея. Статистическая обработка данных производилась при помощи компьютерных программ MS Office 16 Excell и IBM SPSS Statistics 23.

Линейные размеры язя в южных популяциях достоверно ниже, чем в северных. Язи из пл. Босага и вдхр. Шалгинского достоверно уступают в росте всем другим выборкам, что было показано t-критерием ($\alpha \leq 0,05$). Из северных группировок хуже растут язи из вдхр. Бидаикского, чуть лучше – из плотин Мухтар и Пионер. Наиболее хороший рост имеют особи из оз. Коктенколь. Вероятной причиной этого является относительно оптимальные показатели кормовой базы в этом неглубоком проточном водоеме. В противоположность ему группировки из плотин Мухтар и Пионер имеют более выраженную трофическую конкуренцию за счет более высокой плотности популяции. В вдхр. Бидаикском негативным фактором выступает, скорее всего, непостоянный гидрологический режим, оказывающий

Исследование финансируется Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан (Грант № BR23591095).

© Крайнюк В. Н., 2024

влияние как на кормовую базу, так и на популяцию язя. Половая вариабельность роста не выражена в большинстве исследованных популяций. Единственный отмеченный случай – более лучший рост самок в 5 и 6 лет у особей из вдхр. Бидаикского. Внутригрупповая вариабельность роста оценивалась методом К-кластеризации, за основу были взяты три диапазона расчисленного роста 1–4, 1–5 и 1–6 лет. Для этих трех вариантов данные разделялись на 2 кластера. Смежные результаты сравнивались на соответствие принадлежности к кластеру у одной и той же особи. При суммарном несоответствии выше 15 % внутри выборки данные считались недостоверными. Во всех исследованных популяциях, кроме пл. Батык, где имеется недостаточно данных, общая выборка достоверно разбивается (ANOVA, F , $\alpha \leq 0,05$) на два кластера (морфы) либо для диапазона всего жизненного цикла (кроме самых старших малочисленных генераций), либо в отдельные периоды. Первый случай (почти полной дифференциации) характерен для водохранилищ Бидаикского, Шалгинского, плотин Мухтар и Пионер. Для оз. Коктенколь достоверные различия между кластерами отмечаются в первые два года, на пл. Босага – с третьего по шестой годы. Численно в южных водоемах доминируют медленно растущие особи, в северных – более быстро растущие. Выявленная дифференциация внутри популяций язя по показателям роста обуславливается, вероятно, неоднородностью среды обитания, разнокачественностью питания и неодномоментностью перехода на другие корма в соответствующий период онтогенеза.

С. В. Кушнарв^{1,2}, В. В. Коновалова¹, М. Ц. Цырендылыкова¹

*¹Байкальский филиал государственного научного центра Российской Федерации
Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский
научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Улан-Удэ,
konovalova_vv@baikal.vniro.ru*

²Калининградский государственный технический университет, Калининград

ВЛИЯНИЕ ЗАПРЕТА ПРОМЫСЛА БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕГО ЗАПАСОВ В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ

Современный мораторий на промышленный лов омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) на Байкале является вторым в истории. Первый действовал с 1969 г. по 1982 г. Запретительные меры были обусловлены снижением биомассы, численности нерестовых стад и объемов вылова на промысловое усилие по всем промысловым районам озера Байкал. С 1982 по 2004 гг. режим промысла байкальского омуля был достаточно стабилен, и базировался на относительно постоянстве общих показателей численности и биомассы. В 2008 году впервые биомасса омуля опустилась ниже 20 тыс. т, к 2012–2014 гг. уменьшилась до 13–16 тыс. т, в 2015–2016 гг. она отмечалась на уровне 10–13 тыс. т. В 2017 г. согласно обработанным материалам биомасса омуля оценивалась на уровне 6,8 тыс. т. Установленное снижение запасов омуля достигло критического состояния, и находилось ниже минимальной границы принятых эталонных оценок стабильного состояния запасов, в результате которых был введен второй запрет на промысловый лов омуля в октябре 2017 г. Критерии для введения указанных запретов были одинаковы. Снижение запасов омуля в озере Байкал привело к уменьшению численности нерестовых стад и фонда откладываемой икры и сократило уровень воспроизводства. Дестабилизирующим фактором в выполняемом режиме промысла омуля выступал неучтенный вылов, масштабы которого переменчивы в зависимости от административных решений в конкретные годы. Важной причиной снижения запасов было нерациональное ведение промысла. Интенсивный промысел и незаконная, нерегулируемая добыча привели к тому, что вылов стал

превышать пополнение, в результате уменьшилась численность нерестовых стад и снизились темпы воспроизводства. Ограничение на вылов байкальского омуля введены с целью восстановления и увеличения запасов за счет увеличения нерестовых стад, фонда откладываемой икры и количества скатывающихся личинок. В течение шестилетнего моратория на промысловый лов байкальского омуля и проведения других мероприятий удалось переломить тренд снижения биомассы байкальского омуля, произошло увеличение численности нерестовых стад и скатывающейся личинки. В 2024–2025 гг. прогнозируется стабилизация биомассы в пределах 8,1–8,6 тыс. тонн. Полученные результаты в соответствии с Программой работ ФГБНУ «ВНИРО» при осуществлении рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях демонстрируют стабилизацию и постепенное восстановление общей биомассы байкальского омуля. При этом отмечается, что полностью запасы байкальского омуля пока не восстановились, в ближайшем будущем следует ожидать флуктуацию численности байкальского омуля, обусловленную крайне низким уровнем воспроизводства в предзапретный период.

**Б. А. Лёвин¹, О. Н. Артаев¹, А. А. Болотовский¹,
А. А. Гандлин¹, Е. П. Симонов², И. С. Турбанов¹, И. В. Поздеев³,
А. Б. Ручин⁴, К. В. Литвинов⁵, С. Подоляко^{5,6}, М. А. Лёвина¹**

¹ *Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанова РАН, Борок, borislyovin@mail.ru*

² *Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва*

³ *Санкт-Петербургский научный центр РАН, Санкт-Петербург*

⁴ *ФГБУ «Заповедная Мордовия», Саранск*

⁵ *Астраханский государственный заповедник, Астрахань*

⁶ *Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва*

ДНК-БАРКОДИНГ РЫБ ВОЛГИ: НЕОЖИДАННО ВЫСОКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, ОЧАГИ ЭНДЕМИЗМА И НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО БИОГЕОГРАФИИ

Волга – самая длинная река Европы (3690 км) с площадью бассейна около 1 360 000 км². В бассейне Волги проживает почти половина всего населения России. Водные экосистемы Волжского бассейна испытывают сильнейшее антропогенное воздействие, влияющее на состав фауны. Несмотря на давнее и пристальное внимание ученых к ихтиофауне Волги, генетическая изученность рыб остается невысокой. Вместе с тем, именно генетический инструментарий позволяет разобраться в сложных случаях таксономии и эволюции рыб. Согласно современным работам, ихтиофауна Волги включает около 90 видов. Наше исследование представляет первую попытку глубокой молекулярно-генетической оценки разнообразия пресноводных рыб и миног Волжского бассейна. Сбор материала выполнен со 175 станций. Всего получено >1 000 последовательностей COI мтДНК от 74 видов из 54 родов и 24 семейств. В результате исследования выявлены: 1) высокое, недооцененное видовое разнообразие, 2) локальный эндемизм и 3) сложная история колонизации бассейна Волги. Обнаружено 10 новых для Волги видов, среди которых два потенциально новых для науки. С биогеографической точки зрения, Волга была заселена, фактически, со всех окружающих бассейнов и может представлять большой «плавильный котел» для близкородственных видов, испытывающих вторичный контакт.

Исследование поддержано грантом Российского Научного Фонда 24-44-20019.

© Лёвин Б. А., Артаев О. Н., Болотовский А. А., Гандлин А. А., Симонов Е. П., Турбанов И. С., Поздеев И. В., Ручин А. Б., Литвинов К. В., Подоляко С., Лёвина М. А., 2024

К. Б. Левина, Е. С. Гайдученко

¹ ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск,
levin_kristina@biobel.by, gajduchenko@tut.by

СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЩИПОВОК РОДА *COBITIS* БАССЕЙНОВ ЗАПАДНАЯ ДВИНА, ДНЕПР, ПРИПЯТЬ, БЕРЕЗИНА И ЛОВАТЬ

Щиповки рода *Cobitis* представляют собой богатую видами группу мелких выюновых рыб (Cobitidae, Cypriniformes), обитающих в пресноводных водоемах и водотоках Европы, Северной Африки и Азии. Щиповки являются объектами многочисленных генетических и таксономических исследований в связи со способностью образовывать различные межвидовые гибридные ди-, три- и тетраплоидные формы, большинство которых представлены триплоидными клонально-гиногенетически размножающимися самками, что до сих пор приводит к описанию новых таксонов.

На территории Беларуси отмечено два вида щиповок семейства Cobitidae – обыкновенная щиповка *Cobitis taenia* и балтийская щиповка *Sabanejewia baltica*. При этом, на сопредельных с Беларусью территориях обитают такие виды как сибирская щиповка *C. melano-leuca* (Украина), дунайская *C. elongatoides* (Украина, Польша), азовская *C. tanaitica* (Россия), что позволяет предположить возможность их проникновения на территорию Беларуси по трансграничным водотокам бассейнов р. Днепр (включая суббассейн Припяти) и р. Западный Буг. По данным латвийских коллег, в бассейне Западной Двины род *Cobitis* также представлен двумя видами: щиповка обыкновенная и щиповка балтийская. Однако по внешним признакам щиповка обыкновенная неотличима от симпатрических гибридогенных особей, таких как *C. elongatoides*, *C. tanaitica*.

Исследованы половозрелые и неполовозрелые особи из бассейнов Западная Двина, Днепр, Припять, Березина и Ловать на территории Беларуси. У особей исследована внешняя морфология по стандартной методике. В результате морфологической диагностики установлено, что исследованные особи относятся к *Cobitis taenia* по следующим признакам: пигментация тела организована в 1 дорсальную и 4 латеральные зоны; одно небольшое пятно на верхнем основании хвостового плавника; длина грудных плавников больше, чем брюшных; 2-я и 3-я зоны Гамбетты заканчиваются на уровне середины основания анального плавника или на хвостовом стебле, 3-я зона Гамбетты относительно узкая; одна пластинка Канестрини у самцов; высота пятнышек на четвертой зоне Гамбетта в 2 раза меньше, чем их ширина либо может быть равна горизонтальному диаметру глаза. Однако, не у всех исследованных особей отмечено 14 ветвистых лучей в хвостовом плавнике, что может быть связано с травмами рыбы или гибридным происхождением. Точная таксономическая идентификация щиповок рек бассейна Западной Двины на территории Беларуси будет проведена в последующих исследованиях.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ №Б23М-069.

© Левина К. Б., Гайдученко Е. С., 2024

ПИТАНИЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ КОРЮШКИ (*OSMERUS EPERLANUS* (LINNAEUS, 1758)) МАЛЫХ ОЗЕР ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Европейская корюшка (*Osmerus eperlanus* (Linnaeus, 1758)) в Вологодской обл. обитает в водоемах Волго-Балтийской водной системы и глубоких малых озерах Белозерского, Кирилловского и Вашкинского округов. В рамках исследований популяций корюшки в малых озерах региона впервые изучено питание данного вида в оз. Ананьино (60.4460 с.ш., 37.8695 в.д.), Святозеро (60.4363 с.ш., 37.8234 в.д.) и Святое (60.4807 с.ш., 38.7301 в.д.). Лов корюшки выполнен мелкочейными ставными сетями в июле-сентябре 2022 г. Сбор трофологического материала осуществлялся по общепринятым методика (Правдин, 1966). Всего изучен 61 экз. рыб (оз. Ананьино – 14 экз., оз. Святозеро – 25 экз., оз. Святое – 22 экз.).

Несмотря на близкое взаимное расположение изученных озер (озера Ананьино и Святозеро соединены протокой) состав и соотношение пищевых компонентов обитающей в них корюшки различается из-за различий состава потенциальных жертв в этих водоемах. Длина исследованных рыб колебалась от 10,3 до 16,2 см, вес – от 11,5 до 38,5 гр., возраст – 2+ – 10+, соотношение самцов и самок в исследованной выборке 1:2. Наиболее крупные особи (средняя длина 14,9 см, вес 28,9 гр.) присутствовали в выборке из оз. Святозеро. Общий индекс наполнения изменялся у изученных рыб от 14 до 495 ‰. Наибольшие значения индекса были характерны для корюшки оз. Ананьино (в среднем 155 ‰). Основу пищи корюшки (86–100 % массы пищи) в этом водоеме составляли личинки и куколки комаров рода *Chaoborus*. Лишь в 4 экз. рыб были обнаружены циклопиды, составлявшие всего 0,3–4 % массы пищи, в желудке 1 экз. корюшки зарегистрированы личинки хирономид.

В оз. Святом общий индекс наполнения корюшки существенно колебался (19–495 ‰). Состав пищи корюшки был наиболее разнообразен. Только в этом водоеме корюшка хищничала. Основу пищи корюшки в этом озере составляли молодь рыб (50 % экз. рыб), планктонные ракообразные (36 %) и личинки комаров рода *Chaoborus* (14 %). Молодь рыб почти исключительно составляла 100 % массы пищевого комка. Жертвами корюшки были уклейка (33 % экз. рыб), плотва (33 %), ерш (17 %), корюшка (17 %). Молодь рыб зарегистрирована в желудках у корюшки длиной более 13 см. Планктонные ракообразные в составе пищи корюшки были представлены преимущественно видами рода *Daphnia*, а также клadoцерами *Bosmina coregoni*, *Leptodora kindtii* и циклопидами. Виды рода *Daphnia* доминируют в зоопланктоне оз. Святое, что и определяет их высокую роль в питании корюшки. В единичных экземплярах рыб в составе пищевого комка вместе с зоопланктонами были обнаружены личинки хаоборуса. Два экземпляра корюшки питались в период исследований исключительно личинками комаров рода *Chaoborus*.

В оз. Святозеро, где лов рыбы производился как летом, так и ранней осенью, корюшка питалась лишь *Mysis relicta* и личинками хаоборуса. *M. relicta* была обнаружена в составе пищи 84 % рыб, составляя в среднем 86 % массы пищи. 60 % обследованных экземпляров корюшки питались исключительно *M. relicta*. Личинки комаров рода *Chaoborus* зарегистрированы в 36 % экземплярах рыб, в 12 % они являлись единственным компонентом пищевого комка. В среднем личинки хаоборуса составляли 61 % массы пищи корюшки в оз. Святозеро.

Полученные данные свидетельствуют о том, что пищевые предпочтения корюшки отличаются в разных водоемах и зависят от состава и структуры их сообществ. Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение сезонных особенностей питания корюшки и структуры зоопланктона и зообентоса.

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА КАК ИНДИКАТОР ПИЩЕВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЛИЧИНОК СУДАКА

Работа посвящена исследованию видового и химического состава зоопланктона из естественного водоема (оз. Суходольское, Ленинградская обл.) с целью изучения пищевых потребностей ранних личинок судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758). Первую пробу зоопланктона отбирали на момент начала массового перехода личинок судака (содержащихся в условиях эксперимента) на экзогенное питание зоопланктоном, что считалось нулевой точкой. Далее пробы отбирали с интервалом в 6 дней. В начале исследования совокупную пробу зоопланктона просеивали через газ-сито с размером ячеек 0,2 мм (проба № 1), на 7-е сут. – 0,5 мм (проба № 2), на 13-е – 0,8 мм (проба № 3), на 19-е сут пробу зоопланктона (№ 4) отбирали без просеивания. Просеивание позволяло исследовать те размерные группы зоопланктонов, которые были доступны для питания личинкам судака во время отбора проб.

В пробе № 1 доминировали коловратки – 52 % от общей численности зоопланктонов, далее шли веслоногие и ветвистоусые ракообразные – 27 и 21 %, соответственно. В пробах №№ 2 и 3 ветвистоусые составляли более 93 %, коловратки менее 1 %, на веслоногих приходилось 4–6 %. В пробе № 4 доля ветвистоусых ракообразных была 61 %, коловраток 20 %, веслоногих 19 %.

Общий химический состав зоопланктона на протяжении всего периода исследований в целом был однородным – сухое вещество составляло в среднем 10 %, сухой протеин 68 %, липиды 24 %, углеводы 4 %, зола 4 %. Существенными были отличия у разных проб зоопланктона в жирнокислотном составе липидов. В пробе №1, в которой около половины зоопланктонов были представлены коловратками, доминирующими являлись предельно-ненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) – 42 % от суммы жирных кислот. Доли насыщенных (НЖК) и мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) находились на близком уровне – 28 и 24 %, соответственно. Во всех пробах около 4–6 % жирных кислот определить не удалось. В пробах №№ 2 и 3, состоящих практически полностью из ветвистоусых ракообразных, классы ЖК в липидах зоопланктона распределились следующим образом (по мере убывания): НЖК – 33 и 39 %, соответственно, МНЖК – 33 и 31 %, и ПНЖК – 28 и 26 %. Жирнокислотный состав липидов зоопланктона в пробе № 4 (представленной ветвистоусыми – 61 %, коловратками – 20 % и веслоногими – 19 %) на 51 % состоял из НЖК, следом по значимости шли МНЖК – 26 % и ПНЖК 16 %.

Содержание n-3 ПНЖК во всех пробах было относительно невысоким и находилось в диапазоне 12–17 %. Наиболее представительной ЖК в этой группе выступала материнская α -линоленовая (АЛК) – 18:3n-3 (от 6 до 8 %), в то время как наиболее физиологически значимая докозагексаеновая ЖК (ДГК) присутствовала в небольшом количестве – от 0,7 % до 2,8 %. Аминокислотный состав зоопланктона во всех пробах характеризовался близким содержанием незаменимых аминокислот (АК), составляющих около 40 % от суммы всех АК. Их соотношение на протяжении всего периода исследований изменялось незначительно, за исключением пробы № 1, в которой было самое низкое содержание аргинина, треонина, гистидина и валина, и высокое содержание лизина.

Хищные окуневые рыбы имеют повышенные потребности в лейцине, треонине и валине, в избытке содержащихся в исследуемом зоопланктоне. В дефиците находился только метионин – 0,7–1,1 % при потребности в нем личинок 1,9 %.

Таким образом, исследуемые биохимические показатели зоопланктона соответствуют потребностям ранних личинок судака за исключением низкого содержания ДГК и метионина, что в целом характерно для пресноводного зоопланктона. Это может ограничивать его использование в качестве единственного кормового источника при культивировании ранних личинок окуневых. Можно предположить, что дефицит питательных элементов в естественном корме личинок судака в первые дни жизни может компенсироваться за счет собственных эндогенных запасов.

М. И. Малин, И. П. Малина

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина, Борок,
mishuk@ibiw.ru*

ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ ЛИТОРАЛЬНЫХ НЕРЕСТИЛИЩ НЕРКИ ОЗ. КУРИЛЬСКОЕ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ЕЕ ПОПУЛЯЦИИ

Озеро Курильское расположено на особо охраняемой природной территории «Южно-Камчатский федеральный заказник» и, в совокупности с его притоками и вытекающей р. Озерная, служит местом воспроизводства крупнейшего азиатского стада нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum, 1792). Несмотря на то, что исследования озерновской нерки имеют внушительную историю, некоторые принципиальные аспекты ее воспроизводства, такие как динамика и степень освоения литоральных нерестилищ, их распределение и потенциальная емкость, изучены недостаточно или требуют актуализации. Организация ежегодного мониторинга количества и положения литоральных нерестилищ, динамики обустройства нерестовых бугров позволит оперативно выявить изменения состояния воспроизводства нерки оз. Курильское в случае их возникновения.

Пространственное распределение нерестилищ нерки в литоральной зоне озера оценивали по фото- и видеоматериалам аэрофотосъемок (АФС) при помощи беспилотных летательных аппаратов DJI Phantom 4 и DJI Mavic 2. Проводили обзорные (высота полета 150–500 м) и детальные (высота полета 30–60 м) АФС. За время проведения работ (2021–24 гг.) накоплены и систематизированы ~25 тыс. снимков. Снимки, полученные в результате обзорных АФС использовали для построения единого ортофотоплана литоральной части озера в целях начального поиска нерестилищ, в то время как фото- и видеоматериалы детальных АФС анализировали визуально, наблюдая поведение производителей нерки на обнаруженных нерестилищах.

Установлено, что нерка способна устраивать литоральные нерестилища практически по всему периметру водоема за исключением тех его участков, где абсолютно не пригоден для этого грунт (крупный булыжник, скала) или рельеф дна (резкое увеличение глубины). Срок жизни обустраиваемых нерестилищ различен – некоторые из них существуют

Работа выполнена при финансовой поддержке ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник» в рамках темы НИР «Актуализация представлений о структуре нерестового запаса нерки озера Курильское». Авторы выражают глубокую благодарность начальнику наблюдательного пункта КФФГБНУ «ВНИРО» А. Ю. Шабурову, а также персоналу и лично начальнику кордона «Озерный» Е. А. Денгесу за всестороннюю помощь в организации исследований.

© Малин М. И., Малина И. П., 2024

несколько дней, после чего по разным причинам прекращают свое существование, но могут возникать вновь. Другие – из года в год (по данным 2021–24 гг.) образуются в строго определенных местах литорали, существуют от момента начала активного строительства нерестовых бугров (первая декада августа) и быстро наращивают их численность. Спустя месяц от момента возникновения количество нерестовых бугров на таких нерестилищах составляет 700–800 шт., в некоторые годы достигая 1 тыс. шт. В литорали оз. Курильское определены границы 15 таких постоянных нерестилищ. Современное их положение несколько отличается от сведений, опубликованных в литературе. Существует межгодовая изменчивость динамики формирования литоральных нерестилищ. Так, в августе 2024 г. обустройство нерестовых бугров происходило значительно интенсивнее, чем в 2021–23 гг., и к середине этого месяца нерестом были охвачены такие площади литорали, застройка которых в прошлые годы завершалась лишь к середине сентября.

Динамика формирования литоральных нерестилищ может служить экологическим индикатором как состояния воспроизводства озерновской нерки, так и благополучия ее популяции в целом. Многолетний ряд наблюдений позволит оценить изменчивость локализации, сроков появления и интенсивности обустройства литоральных нерестилищ нерки оз. Курильское, а также выявить тренды возможных изменений этих характеристик.

Н. Ш. Мамилов¹, С. Е. Шарахметов¹, Ф. Т. Амирбекова²

¹ *Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы,
mamilov@gmail.com, sharakhmetov@gmail.com*

² *Научно-производственный центр рыбного хозяйства, Алматы,
faryz-91@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОПАУЗЫ НА ИХТИОФАУНУ АЛАКОЛЬСКОГО БАССЕЙНА

Алакольский бассейн расположен в Центральной Азии на юго-востоке Республики Казахстан. Здесь расположены озера Сасыкколь, Кошкарколь, Алаколь и Жаланашколь, в которые впадают реки Шинжилы, Тентек, Эмель, Уржар и другие. Аборигенная ихтиофауна Алакольского бассейна имеет общее происхождение с ихтиофауной Балхашского бассейна и состоит из 9–11 видов. Балхашская маринка *Schizothorax argentatus* и балхашский окунь *Perca schrenkii* являлись традиционными объектами промысла. Озера Алаколь и Кошкарколь являются важными рыбопромысловыми водоемами. На озерах Алаколь и Жаланшколь расположены курортные зоны.

В 2020 г. весь мир охватила пандемия, вызванная вирусом COVID-19. Высокая инвазивность и большая смертность населения в результате этого заболевания вынудили правительства большинства стран мира пойти на беспрецедентные меры по ограничению перемещений людей. В этот период значительно снизилась антропогенная нагрузка на естественные экосистемы, которая получила название «антропопауза». В Республике Казахстан в период с 16 марта до конца мая люди не могли покидать свои населенные пункты, затем до конца июня было ограничено перемещение между населенными пунктами. Период этих ограничений совпал с нерестом большинства видов рыб Алакольского бассейна.

Наблюдения за разнообразием рыб озер Алаколь и Жаланашколь, рек Шинжилы, Тентек, Эмель и Уржар были проведены в период с 2012 по 2017 и с 2020 по 2022 гг. Для отлова рыб использовали мальковую волокушу (20×1,5 м, ячея 5 мм). Для определения

возраста и роста балхашского окуня использовали стандартный набор ставных сетей, возраст определяли по чешуе и позвонкам. Это позволило сравнить общее разнообразие рыб, плотность (число экземпляров на 1 м²) и состояние молоди.

Балхашская маринка в период до антропопаузы была редким видом рыб в реках Шинжилы, Тентек, Уржар и оз. Жаланашколь: рыб там отмечали не каждый год, максимальная плотность отмечена в р. Шинжилы в 2013 г. – 0.0008. В 2020 г. молодь балхашской маринки после долгого отсутствия была обнаружена в оз. Жаланашколь (0.0023), в 2021 г. плотность ее сократилась примерно в 4 раза (сеголетки и 1 годовалая особь), в 2022 г. ни одной маринки не поймали. Аналогичным образом менялась плотность молоди балхашской маринки в реках Тентек и Уржар: максимальная плотность была в 2020 г. – 0.0192 и 0.0052 соответственно. В 2022 г. в этих реках маринка не была обнаружена. В оз. Алаколь и р. Эмель балхашская маринка не обнаружена за весь период наблюдений.

Балхашский окунь является одним из основных объектов промысла в оз. Алаколь. В период с 2012 по 2017 гг. плотность молоди окуня в озере варьировала от 0.0003 до 0.0010. В 2020 г. окунь оставался малочисленным (0-0.0001). Вспышка численности произошла с задержкой на один год: в 2021 г. на различных участках мелководий озера плотность молоди была от 0.010 до 0.300. Однако в следующем году плотность молоди сократилась до 0.0001. После вспышки численности молоди следовало ожидать увеличения биологических показателей, жирности, упитанности или роста взрослых особей балхашского окуня в результате каннибализма или увеличения перечисленных показателей у судака как основного врага окуня. Однако этого не произошло. В реках единственный окунь за весь период исследований был отловлен в р. Эмель в 2014 г.

Выводы: 1) В исследованных водоемах Алакольского бассейна балхашский окунь и балхашская маринка испытывают сильное воздействие промысла; 2) для сохранения и устойчивого использования этих видов необходим более строгий, чем существующий, режим охраны в период нереста.

А. К. Матковский

*Тюменский филиал ВНИРО (“Госрыбцентр”), Тюмень,
a.matkovskiy@gosrc.vniro.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЛЕСЛИ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОЙ СМЕРТНОСТИ, ЭМИГРАЦИИ И ИММИГРАЦИИ БИОРЕСУРСА

Для определения величины локального запаса удобно использовать метод Лесли. Однако он применим только в том случае, если отсутствуют естественная смертность, эмиграция и иммиграция биоресурса. К сожалению, такое условие редко соблюдается, поэтому целью исследования является поиск путей снижения ограничений по применению метода. Одним из направлений может стать учет совокупного воздействия на запас всех факторов. При этом уравнение Лесли приобретает вид: $N_{st} = a \cdot b D_k^e$, где N_{st} – стандартизированная по усилию и селективности численность, экз.; D_k – предшествующая аккумулярованная общая убыль биоресурса, экз.

Стандартизированные значения численности полностью пропорциональны абсолютным, так как $N_{st} = N_{es}$, где e – индекс усилия; s – индекс селективности. Индексы – постоянные величины. При стандартизации по селективности в качестве эталона может использовать-

ся любая размерная группа рыб. $N_{st} = \sum_{i=1}^n N_{st i}$, где $N_{st j}$ – стандартизированная численность в j-ой размерной группе, экз. $N_{st j} = \frac{C_{фэ} n_j}{n_{э}}$, где $C_{фэ}$ – вылов на усилие эталонной размерной группы, экз.; n_j – количество рыб в неселективном размерном ряду в j-ой размерной группе, экз.; $n_{э}$ – количество рыб в неселективном размерном ряду в эталонной размерной группе, экз. Вылов на усилие также селективен $c_{фj} = N_j e s_j$. Если селективность отсутствует, то $s = 1$ и $m_f = N_{st}$.

Алгоритмы расчета следующие:

1. $U_{st i} = N_{st i} - N_{st i+1}$, где $U_{st i}$ – общая убыль стандартизированной численности в i-ом временном интервале, экз.

2. $k_i = \frac{C_i}{U_{st i}}$, где k_i – коэффициент пропорциональности в i-ом временном интервале; C_i – фактический вылов биоресурса в i-ом временном интервале, экз. При отсутствии естественной убыли и иммиграции, не превышающей данную убыль максимальное значение k принимается как эталонное ($k_{эм}$). Выбор $k_{эм}$ определяется разной динамикой показателей Z_i и $N_{st i+1}$ и Z_i и f_i . $f_i = \frac{C_i}{N_{st i}}$, где f_i – относительная промысловая смертность в i-ом временном интервале. В условиях преобладания естественной убыли динамика показателей на схождение, при доминировании иммиграции – на расхождение.

3. $d_i = \frac{k_i}{k_{эм}}$, где d_i – коэффициент для расчета общей убыли в i-ом временном интервале.

4. $U_i = \frac{C_i}{d_i}$, где U_i – общая убыль биоресурса в i-ом временном интервале, экз.

5. По видоизмененному уравнению Лесли рассчитывается начальная численность и ее последующая динамика $N_{i+1} = N_i e^{Z_i}$.

Проверка была выполнена на самых разных тестах с широким диапазоном естественной убыли и иммиграции и во всех случаях при правильном определении $k_{э}$ начальная численность совпадала с расчетной.

Необходимым условием реализации метода является наличие в выборке хотя бы одного временного интервала, в котором вся убыль происходит только от вылова. Но даже при отсутствии таких интервалов метод всегда уточняет численность. Кроме того, способ позволяет выполнить проверку на занижение численности в расчетах по первоначальному виду уравнения Лесли. В этом случае во всех интервалах с отсутствием иммиграции или с иммиграцией, не превышающей естественную убыль должно соблюдаться условие: $\varphi_{Zi} - \varphi_{Fi} \geq 0$, где $\varphi_{Zi} = 1 - e^{-Z_i}$; $\varphi_{Fi} = \frac{C_i}{N_i}$, где N_i – расчетная величина.

Способ удобен для применения во внутренних водных объектах.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РЫБ

Автоматизированная оценка двигательной активности рыб осуществляется в настоящее время почти исключительно с использованием видеозаписей. У этих способов есть ряд ограничений, например, если рыбы имеют возможность прятаться в укрытия, если в аквариуме есть густая растительность или если эксперименты проводятся в полной темноте. Кроме того, сама методика количественной автоматизированной оценки двигательной активности чаще всего предполагает использование специализированных программ, распознающих контуры особей и вычисляющих скорость головы. При количественной оценке активности на основе этих данных в терминах «активна-пассивна» возникает проблема критерия – какую минимальную скорость должна иметь голова рыбы, чтобы мы отнесли этот момент эксперимента к активному поведению? Однако активность может проявиться и в форме изгибов тела. Ещё острее вопросы критерия активности стоят при проведении экспериментов с группой рыб.

Принципиальными отличиями предлагаемого нами подхода к автоматизированной количественной оценке двигательной активности рыб является, во-первых, одновременное использование видеорегистрации и электрической регистрации, а, во-вторых, простой анализ видеозаписей без распознавания образов и выявления положения головы или иных частей тела, а исходя из суммарных различий между соседними кадрами.

Электрическая регистрации осуществляется с помощью системы электродов, размещенных на стенках или дне аквариума. При движении рыбы вблизи электродов их потенциалы меняются, что позволяет судить об их двигательной активности.

В случае видеорегистрации при вычитании соседних кадров мы видим только те пиксели, которые соответствуют изменениям. Чем активнее рыбы, тем больше таких пикселей. Если рыбы пассивны, то в идеале таких пикселей нет или это шум, который можно устранить подбором порога. Для всей видеозаписи мы можем построить график изменения количества пикселей и по нему для каждого интервала времени, например 1 секунда, судить о том, были ли рыбы в этот момент активны или пассивны. Аналогичный график мы можем построить и для оценки активности рыб по регистрируемым электрическим потенциалам.

Различные варианты активности – перемещения рыб, изгибы тела, движения плавников – по-разному проявляются при электрической и видео регистрации. Особенно заметно эта разница проявляется на коротких интервалах времени (секунды) и при маленьком числе регистрирующих электродов, например всего 4 на стенках аквариума. В этом случае одинаковые движения рыб вблизи стенок и в центре вызывают разные изменения потенциалов. Матрица электродов, размещенная на дне, дает большую равномерность регистрации, но есть проблема с зависимостью от вертикального положения рыб. С видеозаписями есть обратная проблема – слишком высокое разрешение камеры приводит к большой зашумленности графика.

Не смотря на названные различия получающихся графиков электрической и видео активности суммарные гистограммы, отображающие активность рыб за более крупные интервалы времени, например, 5 минут очень похожи. Как правило коэффициенты корреляция гистограмм превышает 0.9, что говорит об объективности полученных методик.

Названная выше проблема выбора критерия «активный-пассивный» также проще преодолевается в случае двух систем регистрации. После оцифровки каждая из них может служить как контрольная для выбора порогов по другой системе.

Предложенная методика одновременной оценки электрической и видеоактивности была успешно опробована на анабасах *Anabas testudineus* во Вьетнаме и на клариевых сомах *Clarias gariepinus* в Москве.

А. Н. Мироновский

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва
Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, пос. Борок,
adissa@mail.ru

**СТРУКТУРА КОРРЕЛЯЦИЙ ФЕНОТИПИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ
В ИНДИВИДУАЛЬНОМ И ИСТОРИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ УСАЧЕЙ
КОМПЛЕКСА *BARBUS* (= *LABEOBARBUS*) *INTERMEDIUS*
В ОЗЕРЕ ТАНА, ЭФИОПИЯ**

Крупные гексаплоидные усачи рода *Barbus* (= *Labeobarbus*) широко распространены в водоёмах Африки. Центральное место в системе фенетического разнообразия рода занимают рыбы комплекса *Barbus intermedius* (sensu Banister, 1973). Наиболее полно комплекс представлен в оз. Тана (Эфиопия, верховья Голубого Нила), где выделяют до 14 специализированных в отношении питания морфотипов (Nagelkerke et al., 1994). Таксономический статус танских морфотипов разные исследователи оценивают по-разному (Rüppell, 1836; Boulenger, 1902; Bini, 1940; Banister, 1973) и даже одни и те же авторы по-разному понимают его в разные периоды времени (Nagelkerke et al., 1994; Nagelkerke, Sibbing, 2000).

В качестве генерализованных в системе фенетического разнообразия комплекса рассматриваются особи без выраженных признаков специализации питания (Nagelkerke et al., 1994; Mina et al., 1996; Лёвин, 2003; Голубцов, 2010; Levin et al., 2019). Такие особи есть в каждом водоёме, где обитают представители комплекса, тогда как почти все формы, специализированные в отношении питания, известны из тех лишь локальностей, где они были описаны. Неизменность присутствия в любой популяции ареала даёт основания рассматривать генерализованных усачей как близких (или тождественных) особям предковой формы, в процессе диверсификации, давшей начало многообразию комплекса (Nagelkerke et al., 1994; Mina et al., 1996; Sibbing et al., 1998; Sibbing, Nagelkerke, 2000). Причиной, обуславливающей трофическую радиацию генерализованной формы, считается необходимость разделения пищевых ресурсов с целью более полного использования кормовой базы водоёма (Sibbing et al., 1998).

В контексте учения И. И. Шмальгаузена об организме как целом в индивидуальном и историческом развитии в настоящем исследовании рассматривается структура корреляционных систем краниологических признаков представителей генерализованной формы усачей комплекса *B. intermedius* из оз. Тана при разной длине тела рыб (*SL*). У мелкоразмер-

Автор искренне благодарен М. В. Мине (Институт биологии развития РАН), Ю. Ю. Дгебуадзе (Институт проблем экологии и эволюции РАН), А. Г. Васильеву (Институт экологии растений и животных УрО РАН), а также А. В. Кожаре и Е. Е. Слынько (Институт биологии внутренних вод РАН), нашедшим время ознакомиться с рукописями публикаций, положенных в основу настоящего доклада, и сделать ряд конструктивных замечаний.

ных особей ($SL < 15$ см) наиболее тесно коррелируют между собой признаки, относящиеся к одному отделу черепа – осевому либо висцеральному. Это даёт основания полагать, что на данном участке траектории развития корреляции отражают сопряженность изменения размеров структур, слагающих один и тот же отдел черепа, по мере увеличения общих размеров особей в процессе роста. У более крупных рыб ($SL > 15$ см) величина корреляций между признаками не всегда строго соответствует их принадлежности к тому или иному отделу черепа. Выявленная перестройка корреляционной системы в процессе онтогенеза связывается преимущественно с началом трофической специализации усачей комплекса *V. intermedius* в исследуемом водоёме. Обоснована гипотеза, согласно которой, онтогенез рецентных представителей усачей оз. Тана повторяет их филогенез.

**П. Б. Михеев^{1,2,6}, М. А. Бакланов¹, А. Ю. Пузик¹,
Д. В. Коцюк², В. Н. Кошелев², В. О. Морозов², Е. В. Подорожнюк²,
С. В. Прусов³, И. Н. Мерзляков⁴, Я. Эркинаро⁵, Дж. Клосс⁶**

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет (ПГНИУ), Пермь,
pmikheev@yandex.ru

²Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Хабаровск, Россия

³Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО», Мурманск, Россия

⁴Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Пермь, Россия

⁵Институт природных ресурсов Финляндии, Оулу, Финляндия

⁶Департамент Зоологии Университета Отаго, Данидин, Новая Зеландия

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КАЛЬЦИНИРОВАННЫХ СТРУКТУР В ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Метод микрохимического анализа кальцинированных структур рыб применяется для онтогенетических реконструкций условий их обитания, что используется для выделения единиц запаса в смешанной выборке, оценки путей миграций рыб, выявления районов, значимых для воспроизводства, нагула или зимовки, дифференциации особей заводского и естественного происхождения, анализа роста и возраста. Основа метода – анализ динамики элементного состава от центра к периферии кальцинированной структуры, либо точечная оценка концентрации химических элементов и их изотопов в определенных участках исследуемого образца. Для анализа наиболее часто используют отолиты, элементы скелета либо чешую рыб, а также статолиты миног, клюв и статолиты головоногих. В докладе представлено краткое описание метода микрохимического анализа кальцинированных структур рыб с примерами его использования.

В частности, микрохимический анализ отолитов озерной кумжи *Salmo trutta*, Верхнетуломского водохранилища, водосбор которого расположен в пределах России и Финляндии, позволил оценить роль различных рек для пополнения вида. Полученные данные не соответствовали значимости рек для воспроизводства кумжи, основанной на площади не-

Аналитические работы методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и приставкой лазерной абляции (аналитик А. Ю. Пузик), выполнены на базе центра коллективного пользования ПГНИУ (руководитель Б. М. Осовецкий).

© Михеев П.Б., Бакланов М. А., Пузик А. Ю., Коцюк Д. В., Кошелев В. Н., Морозов В. О., Подорожнюк Е. В., Прусов С. В., Мерзляков И. Н., Эркинаро Я., Клосс Дж., 2024

рестово-выростных участков (НВУ). Кумжа из крупнейших притоков водохранилища – рек Лотта и Нота была менее представлена в смешанной выборке, что противоречило их вкладу в общую площадь НВУ в водосборе водохранилища.

Также метод используется для выявления химических маркеров, специфичных для молоди ценных видов рыб, выращиваемых на рыбоводных предприятиях, что применяется для оценки эффективности их искусственного воспроизводства после зарыбления естественных водоемов. Так, идентификация особей «заводского» и естественного происхождения в смешанной выборке производителей амурской осенней кеты *Oncorhynchus keta* позволила выявить долю «заводских» рыб среди кеты, осваиваемой промыслом в устье Амура, возвращающейся на рыбоводные заводы и на естественные нерестилища вида в бассейне реки. Кроме того, нами были выявлены химические маркеры, характерные для «заводской» молоди осетровых, в частности стерляди *Acipenser ruthenus*, амурского осетра *A. schrenckii* и калуги *A. dauricus*, что также используется для детерминации рыб искусственного и естественного происхождения в смешанной выборке из водоемов, в которые осуществляются выпуски молоди, выращенной на рыбоводных предприятиях.

Кроме того, метод был использован нами для анализа миграций в течение жизни взрослых особей калуги. Было установлено, что рыб из устьевой части р. Амур пресноводный этап длится от 4 до 15 лет. После этого возраста для калуги характерна высокая степень вариабельности использования среды с различной соленостью. У трети особей был выявлен различный по продолжительности нагул в морской среде. Большая часть рыб предпочитала для нагула условия эстуарной части Амура. Полностью пресноводный нагул был выявлен только для одной калуги из числа проанализированных.

**П. Б. Михеев^{1,2}, Т. А. Шеина¹, Т. К. Феофилактова¹,
А. С. Васильев^{1,3}, М. А. Бакланов¹**

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь,
pmikheev@yandex.ru

²Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Хабаровск

³Камско-Волжский филиал ФГБУ «Главрыбвод», Пермь,
mr.acipenser@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МОЛОДИ СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTHENUS* ВО ВРЕМЯ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ХЛОРИДА НАТРИЯ И ПОСЛЕ ЕГО ОТМЕНЫ

Стерлядь *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 является единственным видом осетровых рыб, имеющим в бассейне р. Камы самовоспроизводящиеся популяции. В Верхней и Средней Каме она является особо охраняемым видом как на федеральном (Красная книга РФ, 5 категория редкости), так и на региональном (Красная книга Пермского края, 3 категория редкости) уровнях. Для восстановления численности вида ежегодно осуществляется выпуск искусственно полученной молоди в водные объекты края. Благодаря мероприятиям по зарыблению, численность вида существенно возросла в последние годы. Одной из угроз

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (22-24-20069).

© Михеев П.Б., Шеина Т. А., Феофилактова Т. К., Васильев А. С., Бакланов М. А., 2024

для камской ихтиофауны и, в том числе, для стерляди является разработка Верхнекамского месторождения солей в Пермском крае. Добыча соли приводит к увеличению уровня минерализации в водоемах, происходит отрицательное влияние на биоту: локально снижается численность и видовое разнообразие гидробионтов. При этом рыбы, как активно перемещающиеся гидробионты, способны посещать либо покидать загрязненные акватории. Для оценки влияния пролонгированного воздействия засоления на рыб, а также хода их восстановления после воздействия засоления, нами была проведена экспериментальная работа по оценке влияния хлорида натрия на молодь стерляди продолжительностью 29 дней, а также анализу хода изменения состояния рыб в течение 56 дней после их пересадки в условия с фоновой минерализацией.

В докладе представлены результаты оценки реакции рыб на условия минерализации NaCl (концентрация 5 г/л) по следующим показателям: относительная упитанность, число хлоридных клеток на жаберном эпителии, количество лейкоцитов и эритроцитов, доля незрелых эритроцитов в крови, СОЭ, биохимические показатели крови (содержание гемоглобина, общего белка, мочевины, ионов натрия, магния и кальция, хлорид-иона, глюкозы), патоморфологические изменения эритроцитов, пойкилоцитоз, ацентрическое расположение ядра, фестончатый контур, тени эритроцитов, гемолиз, агглютинация, гипохромазия, хроматинолиз, анизоцитоз).

Установлено, что в условиях экспериментально дозированного засоления у молоди стерляди происходили значительные иммуно-физиологические изменения в организме. После пересадки рыб в условия фоновой минерализации полного восстановления рыб не произошло. В конце эксперимента общей продолжительностью 85 дней подопытные особи отличались от особей контрольной группы по ряду показателей.

О. А. Морева, А. А. Клевакин

*Нижегородский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»,
Нижний Новгород, moreva@nizhegorod.vniro.ru*

ОБ УТОЧНЕНИИ ЮЖНОЙ ГРАНИЦЫ АРЕАЛА ЕВРОПЕЙСКОЙ РУЧЬЕВОЙ МИНОГИ *LAMPETRA PLANERI* В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ВОЛГИ

Авторами за период 2002–2017 гг было исследовано 220 малых рек, протекающих по территории Республики Марий Эл, Нижегородской области и Чувашии. Количество обследованных водотоков примерно соотносилось с долей площадей указанных субъектов РФ в исследованной территории: Нижегородская область около 65% (166 рек), Республика Марий Эл около 20% (31), Чувашская Республика около 15% (23). Количество исследованных участков на водотоке соответствовало его длине и разнообразию биотопов. Для выполнения ихтиологических работ применялись мальковая волокуша (ячей 4,0 мм, длина 10 м), мальковый невод (ячей 8,0 мм, длина 30 м) и ихтиологические сачки (ячей 4,0 мм). Всего отловлено и проанализировано более 238 тыс. экз. рыб и миног из 1035 ловов. В дальнейшем авторами производились разовые выезды на ранее обследованные водотоки для уточнения имеющихся данных. Также для получения полной картины распространения *Lampetra planeri* в бассейне Средней Волги на сопредельных территориях был проведен анализ Красных книг субъектов РФ в рассматриваемом регионе и иных литературных источников.

Проведенные исследования показывают, что южная граница ареала *Lampetra planeri* в бассейне Средней Волги проходит по территориям Костромской, Ивановской, Нижегородской областей и Республики Марий Эл, не заходя за пределы границы лесной зоны и южнее 56° с.ш. Достоверных сведений об обитании вида в бассейнах Суры и Мокши нет, для них, как и для Донского бассейна, характерна украинская минога *Eudontomyzon mariae* (сведения Артаева О. Н., Ермакова А. С., Ручина А. Б., Ермакова О. А., Лёвина Б. А.). В пределах среднего и нижнего течения Оки в настоящее время вид также не обнаружен (сведения Иванчеева В. П. и Иванчеевой Е. Ю., авторов). Северная граница ареала в рассматриваемом бассейне вероятно проходит в пределах Кировской и Костромской областей. Реки, населенные *Lampetra planeri* на данной территории в большинстве своем труднодоступны и слабо изучены. Выявления наличия вида происходит зачастую случайно или во время проведения специализированных ихтиологических исследований.

Lampetra planeri относится к мелким непаразитическим и непроходным видам миног (древние допаразитические формы), ведущим скрытый образ жизни в малых реках и ручьях. Вид не склонен к саморасселению и расширению ареала. Его образ жизни способствует формированию локальных популяций, которые могут изолироваться в результате загрязнения воды и изменения гидрологического режима, приводящих к гибели вида на сопредельных территориях. Следует заметить, что миноги (Petromyzontida) заселили рассматриваемый регион вероятно еще в палеозойское время. В период ледниковой эпохи четвертичного периода эта территория частично подвергалась оледенению и испытывала значительное воздействие талых вод ледников, что было благоприятно для сохранения холодолюбивой фауны. В дальнейшем глобальные геологические процессы, в результате которых произошло формирование водораздела современных Волги и Дона, способствовали обособлению популяций древних допаразитических форм миног. Активная хозяйственная деятельность человека на малых реках Окско-Сурского междуречья (строительство мельниц и плотин, образование прудов, сброс неочищенных стоков, активный вылов рыб и т. п.), вероятно привела к тому, что они стали не пригодны для обитания миног, что способствовало дальнейшему обособлению их популяций и формированию современной южной границы ареала *Lampetra planeri*.

Н. С. Мюге, В. А. Сошнина, Л. Н. Мюге

ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии», Москва,
migue@mail.ru

ПОЛНОГЕНОМНОЕ СЕКВЕНИРОВАНИЕ СИГОВЫХ РЫБ СИБИРСКИХ РЕК И ОЗ. БАЙКАЛ

Сиговые рыбы (Coregonidae) – обширное успешное семейство в большой группе лососевидных рыб. Они занимают первое место по биомассе, являясь доминантными или супердоминантными видами во многих рыбных сообществах Арктики и суб-Арктики. В разное время ставились такие проблемы, как валидность видов сиговых, широта их распространения, число видов в определенных регионах, вопросы гибридизации между формами, линиями и видами сиговых и др. Методы и подходы на основе анализа морфологических, экологических, физиологических особенностей сиговых не позволяют ответить на поставленные выше вопросы, возможность решить их появилась лишь с развитием молекулярно-генетических методов анализа.

Полногеномный анализ показал генетическую самостоятельность всех изученных нами видов сиговых (Сиг-пыжьян, муксун, чир, пелядь, тугун, ряпушка, нельма, байкальский озерный сиг и байкальский омуль) и возможность разработки панели маркеров для идентификации каждого вида. Сравнение филогенетических деревьев, полученных методом анализа митогенома и полногеномного секвенирования, указывают на четкую видовую дифференциацию всех изученных видов сиговых по ядерным маркерам, при отсутствии кластеризации некоторых пар видов по митохондриальной ДНК.

Также проведен анализ главных компонент для всех трех экологических форм омуля и байкальского сига с использованием данных геномного полиморфизма. Проведенный анализ указывает на обособление озерного сига от всех трех экологических форм омуля, и также позволил выявить три кластера, соответствующие каждой из экологических форм. Полученные данные позволяют подтвердить существование генетически обособленных экологических форм омуля в озере Байкал, что подтверждает необходимость научно обоснованного и предосторожного подхода при разработке программ искусственного воспроизводства этого ценного промыслового вида. Дискриминантный анализ позволяет выявить SNP, наиболее отличающиеся по частотам при противопоставлении выборки сига и совокупной (все три экологические формы) байкальского омуля. Большинство SNP, имеющее альтернативные аллели в группах омуля и сига, сосредоточены на chr20 и chr30 референсного генома сига AWG_v2 (GCA_902810595.1). Кроме того, распределение дифференцирующих SNP на этих двух хромосомах не равномерно, а образуют небольшие по протяженности кластеры, т. е. геномные островки дивергенции.

Н. С. Мюге

*ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии», Москва,
migue@mail.ru*

ДОМСТИКАЦИЯ И СЕЛЕКЦИЯ РЫБ В АКВАКУЛЬТУРЕ – ЧТО НАМ ГОВОРЯТ ГЕНОМЫ?

На примере массового полногеномного анализа трех, наиболее популярных в современной аквакультуре видов рыб – семги (лосося), радужной форели и карпа нами анализируются изменения в геноме, произошедшие в процессе доместикиации и последующей селекции. Нами проведено полногеномное секвенирование выборок микижи (дикой предковой формы радужной форели), а также выборки из 15 современных высокопродуктивных товарных линий радужной форели как западной, так и отечественной селекции. Ареал атлантического лосося в настоящее время представлен североатлантической популяцией, доходящей до бассейнов Белого и Карского морей, популяцией Балтийского моря, а также ряда изолированными (landlocked) популяциями, населяющих крупные пресноводные озера – Онежское, Ладожское и ряд других. На базе североатлантической популяции в 80-х гг. прошлого века были созданы аквакультурные формы для садкового выращивания. В настоящее время мировая аквакультура лосося представлена двумя независимыми линиями селекции – норвежской (Aquagen) и шотландской (Mowi) – потомками доместицированных особей североатлантической популяции. В работе проведено сравнение геномов четырех природных популяций и обеих линий товарной аквакультуры. Карп является старейшим аквакультурным видом, история доместикиации которого насчитывает века и начиналась в древнем Китае. Прудовая аквакультура карпа содержит гены предков

двух природных популяций – амурского и европейского сазанов, представленных в разных породах в различном соотношении.

Сравнительный анализ геномов природных и аквакультурных линий для трех исследованных видов позволят исследовать направления эволюции геномов в процессе доместикации. Для каждого вида нами выделены однонуклеотидные полиморфизмы (SNP), дифференцирующие природные популяции от аквакультурных, а также проведен анализ генетической дифференциации представленных в современной аквакультуре линий и пород. Участки генома, содержащие локусы, на которые действовал искусственный отбор, характеризуются повышенной плотностью дифференцирующих SNP (формирующих геномные островки дивергенции) а также часто перекрываются с областями пониженной гетерозиготности, что характерно для участков, на которых действовал выметающий отбор (selective sweeps). Функциональная аннотация выявленных полиморфизмов указывает, что наиболее сильно доместикация затрагивает гены иммунного ответа, участвующие в воспалительном процессе, и ряд других, отвечающие за устойчивость рыб к заболеваниям, вызванным скученностью при выращивании рыб в садках и бассейнах. Также значительную долю занимают гены, участвующие в морфогенезе. Также среди несущих несинонимичные мутации, большой процент представлен генами, экспрессирующимися в мозге. Это позволяет сделать предположение, что наряду с отбором на болезнестойчивость и скорость роста, искусственный отбор также воздействовал на наследственные поведенческие признаки, позволяя рыбам приспособиться к высокой скученности, наблюдаемой в интенсивной товарной аквакультуре с высокой плотностью выращивания. Полученные панели селективных SNP маркеров могут служить основой для улучшения рыбоводных и потребительских качеств аквакультурных форм лосося, форели и карпа, а также закладывают базу для внедрения принципов современной геномной селекции. Также панели маркеров позволяют проводить генетическую паспортизацию пород и линий с целью мониторинга чистоты селекционных стад и прослеживаемости товарной продукции.

И. А. Небесных¹, А. Ф. Вахненко², В. П. Ломыга¹, Д. Д. Павлов³

¹ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, Иркутск,
canis-87@mail.ru

²Частный исследователь, Братск,
esoxbr@yandex.ru

³ФГБУН ИБВВ РАН им. И.Д. Папанина, Борок,
tukki@bk.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВКИ НЕРЕСТИЛИЩ ДЛЯ ФИТОФИЛЬНЫХ ВИДОВ РЫБ В БРАТСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Продуктивность популяций рыб зависит от наличия местообитаний в водоеме и их качества. Деградация и уничтожение критически важных для миграций, нагула и нереста местообитаний является серьезной угрозой существованию пресноводных видов рыб. Для снижения антропогенного влияния разработан целый ряд различных рыбоводных технологий, одной из которых является создание искусственных нерестилищ (ИН) для фитофильных видов рыб.

Искусственные нерестилища создаются с целью имитации естественной среды обитания рыб, а также для обеспечения развития икры и выхода молоди. Использование ИН на водохранилищах на оптимальной для нереста и развития икры глубине позволяет нивелировать

воздействие сработки уровня за счет обеспечения их вертикальной подвижности. Применение ИН допускается в качестве меры по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания. Однако ввиду отсутствия механизма пересчета величины ущерба в площадь и/или объем выставляемых ИН, эта мера практически не используется для компенсации ущерба водным биоресурсам, а приоритет отдается более дорогостоящим мероприятиям, в первую очередь искусственному воспроизводству, что с одной стороны создает значительную финансовую нагрузку на природопользователей, а с другой не решает существующих в водоеме проблем.

Таким образом, определение эффективности установки искусственных нерестилищ в качестве меры по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания имеет несомненную актуальность и практическую ценность. В рамках настоящей работы проводилась установка ~400 м² ИН двух типов – линейных и щитовых в заливе 2-го порядка Братского водохранилища и оценка эффективности их использования путем сравнения ряда показателей в опытном заливе и расположенном рядом, контрольном заливе. Эффективность оценивалась по следующим показателям:

1. Количество производителей в заливе с установленными ИН и в контрольном заливе без ИН;

2. Количества икры на ИН и естественных нерестилищах;

3. Количество молоди в заливе с установленными ИН и в контрольном заливе без ИН.

В ходе работы было обнаружено, что в опытном заливе нерестовое стадо представлено 5 видами рыб – плотвой, окунем, лещом, щукой и ершом. В контрольном заливе присутствовали производители только 2 видов, плотвы и леща. Учитывая, что опытный и контрольный заливы равноудалены от основной акватории залива и абиотические условия в них одинаковы, можно говорить о том, что установленные ИН обладают значительной привлекательностью для рыб в нерестовый и преднерестовый периоды.

В ходе дальнейших исследований было показано, что и количество икры, и количество молоди в заливе с установленными ИН оказалось на несколько порядков выше, чем в контрольном заливе, что позволяет рассматривать установку ИН в качестве эффективной меры по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания.

А. П. Новоселов, Г. А. Дворянкин

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
им. академика Н. П. Лаврёва Уральского отделения Российской академии наук
(ФИЦКИА УрО РАН), Архангельск,
alexander.novoselov@rambler.ru*

ФОРМИРОВАНИЕ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕСНОВОДНОЙ ИХТИОФАУНЫ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА

В целом, биота Соловецкого архипелага достаточно полно описана, но, к сожалению, без ихтиофауны. Проведенным исследованием мы постарались заполнить этот пробел, представив пресноводную ихтиофауну в ее экологическом разнообразии и хозяйственном значении. Общее видовое разнообразие пресноводной ихтиофауны, когда-либо отмечаемой

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 22-14-20045).

в Соловецких озерах, представлено 19-ю видами. Местная ихтиофауна (8 видов) исходно имеет континентальное происхождение и сформирована в основном в позднеледниковый период или в раннем голоцене (~9-10 тыс. л.н.). Она представляет собой крайне обедненный, “сокращенный” вариант материковой североазиатской ихтиофауны.

В разные периоды в озера архипелага было вселено 11 видов рыб (европейская ряпушка, европейский сиг, пелядь, ручьевая форель, язь, стерлядь, европейский хариус, лещ, линь, а также золотой и серебряный караси). Из всех видов, вселенных в Соловецкие озера, акклиматизационный эффект удалось получить только от зарыбления европейской ряпушкой, которая натурализовалась и образовала локальные популяции в ряде крупных озерах западной части Большого Соловецкого острова. Сейчас она многочисленна, встречается во многих озерах и представлена преимущественно крупной формой. По биологическим показателям (по длине и по массе) крупная ряпушка в озерах Соловков превосходит широко известных онежского «кильца» и ладожского «рипуса» (Новоселов, Дворянкин, 2023).

В таксономическом отношении по количеству видов преобладает семейство карповых (3 вида или 23 %). Озерные рыбы в основном относятся к бореально-равнинному пресноводному комплексу. По характеру питания среди них преобладают рыбы со смешанным питанием (эврифаги), по режиму естественного воспроизводства – весенне-нерестующие фитофильные виды. В продукционном отношении потенциально возможный ежегодный вылов рыбы на озерах составляет порядка 7–8 тонн, среди которых почти половина приходится на окуня, и значительная часть – на плотву и ряпушку. Основным путем повышения продуктивности озер является развитие пресноводной аквакультуры. Садковое выращивание товарной рыбы (форели) на озерах Соловков представляется нам необоснованным, поскольку на озера замкнуто водоснабжение поселка. В то же время, перспективным направлением является организация пастбищного выращивания сиговых рыб в озерах. Включает в себя озерное сиговодство, направленное на повышение рыбопродуктивности озер, улучшение ассортимента получаемой рыбной продукции за счет вселения в них ценных сиговых рыб и создания на их базе высокоэффективных товарных сиговых хозяйств. И заводское воспроизводство молоди, призванное оптимизировать мероприятия по заводскому выращиванию молоди сиговых рыб.

С целью оптимизации биотехнологического процесса практический интерес представляет использование для воспроизводства молоди рыбоводных модулей. Рыбохозяйственный модуль представляет собой набор быстровозводимых мобильных сооружений, габариты и условия компоновки которых позволяют оперативно собрать их в любой сезон года в течение короткого срока (1-4 суток). Что позволяет создавать небольшие рыбоводные участки на малых водоемах и дает возможность быстрого их перепрофилирования для воспроизводства различных видов рыб. В целом, рыбохозяйственный потенциал Соловецких островов может внести существенный вклад в формирования экономического роста Архангельской области, но он должным образом недооценен и в настоящее время практически не используется.

В. М. Ольшанский

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва,
vmolsh@yandex.ru

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ

Одним из друзей и соавторов Артура Георгиевича Поддубного был доктор биологических наук, профессор Владимир Рустамович Протасов. Помимо общих интересов Поддубного и Протасова в области поведения рыб и биоакустики, Протасов инициировал в нашей стране исследования в области электроэкологии – науки о роли электрических полей в жизни рыб. Отличительной особенностью отечественной школы электроэкологии был интерес не столько к высокоспециализированным электрическим рыбам, сколько к поиску переходных форм от неэлектрических рыб к электрическим.

Первые успехи были достигнуты на черноморских звездочетах *Uranoscopus scaber*, от которых были зарегистрированы электрические разряды, исследованы физиология, морфология и гистология их электрогенераторных структур. Аналогичные исследования были проведены на ромботелых скатах *Raja clavata*, включая исследования электрических взаимодействий скатов и звездочетов. В 1985 году по состоянию здоровья В. Р. Протасов был вынужден завершить научную деятельность, лидером исследований электрических рыб стал Владимир Давыдович Барон, а лаборатория вошла как группа сенсорных основ поведения в состав лаборатории поведения низших позвоночных – руководитель Дмитрий Сергеевич Павлов.

В 90-е годы основным объектом исследований группы становятся сомы. Первоначально исследования выполнялись на сомах рода *Synodontis* (*Mochokidae*), приобретенных у аквариумистов. Затем появилась возможность ездить в Эфиопию, где работы проводились на представителях разных семейств сомов. Важным открытием было обнаружение эпизодических электрических разрядов от клариевых сомов при социальных взаимодействиях. Это повлекло за собой модификацию методики поиска новых видов электрических рыб и аппаратуры для этих целей. Были зарегистрированы электрические разряды от представителей не менее 6 семейств сомов. Кроме этого, были зарегистрированы разряды от полиптерусов и протоптерусов.

Во второй половине 90-х объектами исследований помимо африканских становятся азиатские рыбы. Сначала были зарегистрированы разряды от обитающего в Азии сома *Ompoc bimaculatus*, затем от амурского сома *Parasilurus asotus*.

В следующее десятилетие основным объектом исследований становятся азиатские клариевые сомы. Было показано, что электрические разряды сопровождают все активные формы поведения клариевых сомов – агрессию, охоту, нерест. Особенно ярко проявляются электрические разряды во время нереста. Генерация особой пачки электрических разрядов является обязательным элементом спариваний. Эта пачка генерируется самкой, одна пачка на одно спаривание. Предполагается, что таким образом самка стимулирует самца оказать ей помощь в вымете икры.

Параллельно с работами по поиску новых видов слабоэлектрических рыб и исследованию участия разрядов в разных формах поведения проводились работы по выявлению механизмов электрогенерации. Были предложены модели, объясняющие особенности и вариации паттернов разрядов слабоэлектрических сомов.

Последние годы основным приоритетом коллектива являются работы по визуализации электрических полей рыб и других водных животных на основе многоэлектродной регистрации. Разработанная технология позволяет создавать видеоклипы различных электрических событий и пригодна как для специализированных электрических рыб, так и для обычных водных животных.

Ю. И. Охременко¹, Е. С. Гайдученко¹, М. Ю. Жуков²

¹ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск,
okhremenko.yulia@yandex.by, gajduchenko@tut.by

²Зоологический Институт РАН, Санкт-Петербург, *mzhukov@zin.ru*

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АМЕРИКАНСКОГО СОМИКА *AMEIURUS NEBULOSUS* (LESUEUR, 1819) В ПРИОБРЕТЕННОМ АРЕАЛЕ

Виды рода *Ameiurus* – американский коричневый сомик (*Ameiurus nebulosus*) и американский черный сомик (*Ameiurus melas*) являются инвазивными за пределами естественного ареала, которым является Северная Америка (от Великих озер до Флориды). Ввоз американских сомиков в Европу осуществлялся с XIX в. и с тех пор виды расселились по всему континенту включая Беларусь и Российскую Федерацию. Поскольку оценка морфологических признаков рыб рода *Ameiurus* неоднозначна, использование фенотипического анализа в качестве основного метода идентификации видов и их гибридов приводит к неопределенности и довольно высокой вероятности ошибки. Четкая видовая идентификация возможна только с помощью современных молекулярно-генетических методов. Фрагмент митохондриального гена COI является наиболее универсальным и представленным в международных базах данных для видов рода *Ameiurus* маркером.

С целью точной видовой идентификации и изучения генетического разнообразия видов рода *Ameiurus* в работе были использованы 197 последовательностей *mtCOI*. Из них 93 последовательности из Беларуси и 12 из РФ (оз. Меднозаводский разлив, Ленинградская обл.), полученные нами, и 92 последовательности из международных баз данных NCBI GenBank и BOLD.

Образцы из Беларуси и РФ, полученные в ходе выполнения работы, с высоким уровнем бутстреп поддержки образуют единую кладу с образцами из естественного (США и Канада) и приобретенного (Венгрия, Австрия, Польша, Чехия, Украина) ареала и относятся к виду *A. nebulosus*. При этом можно отметить, что уровень бутстреп-поддержки образования клад, соответствующих виду *A. nebulosus* высок независимо от метода построения филогенетических деревьев. Для проведения более точной кластеризации гаплотипов американского сомика была построена медианная сеть, которая четко показывает из 15 выявленных гаплотипов наличие одного наиболее распространенного *Har_1*, предположительно являющегося предковым. Данный гаплотип широко представлен как в нативном ареале (Канада, США), так и в приобретенном (Венгрия, Польша, Австрия, Украина, Беларусь, РФ).

Анализ общего генетического разнообразия по фрагменту гена *mtCOI* показал высокий уровень гаплотипического ($0,743 \pm 0,062$) и низкий уровень нуклеотидного ($0,0079 \pm 0,0001$) разнообразия в естественном ареале. Для популяций приобретенного ареала анализ показал низкий уровень как гаплотипического ($0,200 \pm 0,0017$), так и нуклеотидного ($0,0007 \pm 0,0001$) разнообразия. Низкие показатели гаплотипического разнообразия

американского сомика в приобретенном ареале могут быть объяснены «эффектом основателя» и подтверждать гипотезу о расселении особей по территории Европы из одного первоначального места интродукции. D-критерий теста на нейтральность эволюции Таджимы (T's D) показал значения, близкие к нулю, что предполагает нейтральную эволюцию ДНК и отсутствие доказательств отбора.

В результате изучения генетической структуры популяции американского сомика по фрагменту гена *mtCOI* уточнены пути проникновения вида на территорию западной Европы, Беларуси и РФ. Исследуемые образцы особей американского сомика, обитающего в водных объектах Беларуси и РФ, были завезены из стран западной Европы, куда, в свою очередь, проникли из Северной Америки путем преднамеренного вселения малого числа особей.

Ю. И. Охременко¹, Е. С. Гайдученко¹, Д. А. Медведев²

¹ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск,

okhremenko.yulia@yandex.by

²Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, Москва, Российская Федерация,

medvedevda_tmb@mail.ru

ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АМЕРИКАНСКОГО СОМИКА *AMEIURUS NEBULOSUS* (LESUEUR, 1819) В БЕЛАРУСИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ МАРКЕРОВ

В связи с быстрым расселением американского сомика – инвазивного вида на территории Беларуси, актуальным является проведение молекулярно-генетических исследований, что позволит оценить генетическое разнообразие популяции и необходимость выработки дополнительных мер по недопущению дальнейшего распространения вида. В качестве основных маркеров для исследования генетической структуры популяций рыб выступают микросателлиты, с помощью которых можно выявлять нейтральное генетическое разнообразие, миграционные процессы и возможное негативное влияние инбридинга в локальных популяциях.

Популяции американского сомика в приобретенном ареале исследованы только в контексте расширения ареала вида, отличительных морфологических признаков, в то время как имеются лишь единичные работы по генетическому разнообразию и филогеографии. В контексте расселения инвазивного вида в новые акватории важно оценить популяционно-генетическую структуру для понимания характера и особенностей формирования популяций. Для исследования популяционной структуры американского сомика водных объектов Беларуси в период с 2020 по 2023 гг. были собраны образцы мышечной ткани от 68 особей из разных водных объектов.

Для амплификации образцов ДНК использовались 3 пары микросателлитных праймеров для вида *Ameiurus nebulosus*. Фрагментный анализ образцов проводился на базе Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук. Определение размеров аллелей в исследуемых образцах производилось в программе GeneMarker V 2.6.3. Для отображения и оценки популяционной структуры использовалась программа STRUCTURE.

Сравнительный анализ генетической структуры популяций американского сомика проводился на основании анализа 3 локусов (A16_FAM, A37_R6G, A63_FAM). Генетическое разнообразие по значениям наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности характеризуется разными значениями по всем локусам. Показатели наблюдаемой гетерозиготности существенно ниже, что говорит и низком генетическом разнообразии популяции.

На основании проведенного байесовского анализа в программе STRUCTURE популяции американских сомиков водных объектов Беларуси можно охарактеризовать как генетически однородные.

Проведенные ранее нами исследования по фрагменту митохондриального гена COI, также показывают низкое генетическое разнообразие особей приобретенного ареала и принадлежность особей водных объектов Беларуси к одному наиболее распространенному гаплотипу, в то время как особи естественного ареала характеризуются высокими показателями генетического разнообразия.

Результаты исследований популяционно-генетической структуры, полученные по трем микросателлитным локусам, согласуются с исследованиями по митохондриальному гену COI, проведенными нами ранее и подтверждают генетическую однородность популяции инвазивного вида американского сомика, сформированной на территории Беларуси. Полученные результаты свидетельствуют в пользу однократного заселения водоемов юго-запада Беларуси малым числом особей, потомки которых в последствии расселились по водным объектам Беларуси как самостоятельно (по мелиоративным каналам), так и за счет переноса рыбаками.

Д. С. Павлов, В. Н. Михеев, В. В. Костин

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва,
acad.pavlov@gmail.com; vicnikmik@gmail.com*

ФАКТОРЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ МИГРАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ МОЛОДИ РЫБ В ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ РЕКАХ

Одни из самых известных изменений в поведении и распределении, вызванные зарегулированием рек, связаны с нарушением миграционных циклов рыб. Наибольшее внимание привлекает прерывание нерестовых миграций проходных и речных рыб. Гораздо менее изучены модификации миграционного поведения молоди рыб, обусловленные изменениями гидравлической и топографической структуры рек, появлением в них новых экологических барьеров; изменениями биотических факторов (доступность кормовых ресурсов, пресс хищников и др.). В отличие от естественной реки, в которой условия, определяющие характеристики покатной миграции (ПМ), меняются постепенно от верховьев к низовьям (речной континуум), в зарегулированной реке формируются экологические барьеры – водохранилище и плотина, существенно меняющие эти условия. Показано, что ведущую роль в формировании этих барьеров и регуляции ПМ играют морфологическая сложность водоема и интенсивность водообмена. Эти факторы работают как в масштабе всего водохранилища, так и в масштабе локальных биотопов, в которых проходит ПМ, и эффективно действуют поведенческие механизмы. Синэргический эффект этих факторов (высокий индекс разветвленности водохранилища при низком водообмене) может снижать интенсивность эмиграции молоди рыб из водохранилища на несколько порядков.

ПМ представляет собой не случайный процесс, а селективное изъятие мигрантов из лимнической в лотическую часть озерно-речных систем. Селективность обусловлена не только различиями в миграционном поведении рыб, но в значительной степени связана с взаимодействием 3-х-мерной гидравлической структуры в зоне водозабора с прилежащими

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (24-14-00111).

экологическими зонами водохранилища/озера. Закономерности ПМ из водоемов с разными экологическими и гидравлическими условиями в зоне изъятия стока изучали на материалах по распределению и ПМ молоди рыб в 13 водоемах Европы и Азии. Наиболее выражена эмиграция рыб, населяющих пелагические биотопы. Насыщенные ориентирами и убежищами литоральные биотопы существенно тормозят эмиграцию.

Изменившаяся экологическая обстановка по-разному влияет на миграционное поведение и распределение молоди рыб разных таксонов. Так довольно близкий характер ПМ молоди карповых и окуневых рыб в естественных реках, значительно и по-разному меняется в зарегулированных реках. Эти изменения связаны как с трансформацией гидравлической и биотопической структуры, так и с появлением новых экологических барьеров, служащих селективными факторами смертности. Особый интерес представляют внутривидовые различия в модификациях миграционного поведения молоди рыб. Формирование в изменившихся условиях различных внутривидовых экологических группировок может приводить к развитию миграционного полиморфизма уже на ранних стадиях жизненного цикла рыб.

Д. С. Павлов, В. В. Костин

*Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва,
povedenie@yandex.ru*

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МИГРАЦИОННОГО ПОЛИМОРФИЗМА ПРИ ПЕРВИЧНОМ РАССЕЛЕНИИ ЛИЧИНОК РЫБ

У многих видов рыб в разные периоды онтогенеза происходит дифференциация на фенотипические группировки с разным участием в миграции – миграционный полиморфизм (например, *partial migration*). Исследования механизмов миграционного полиморфизма выявили связь физиологического состояния, в том числе и гормонального статуса, с миграционным поведением рыб. Наиболее изучены физиолого-биохимические механизмы нерестовой миграций ряда видов рыб и покатной миграции смолтов лососёвых. О дифференциации эмбрионов и личинок рыб, на фенотипические группы («мигранты» и «резиденты») в период первичного расселения в литературе сведений мало.

В лаборатории поведения низших позвоночных ИПЭЭ РАН в последние годы получены данные о биохимической дифференциации ранних личинок окуня *Perca fluviatilis* по катехоламинам; личинок кижуча *Oncorhynchus kisutch* и микижи *Oncorhynchus/Parasalmo mykiss* по липидному статусу. Дифференциация по кортизолу была обнаружена у молоди атлантического лосося *Salmo salar*. У его эмбрионов и личинок (25 мм) было выявлено разделение на 2 группы по дофамину, норадреналину и адреналину. Личинки семги также различались по свободному трийодтирону и показателям белкового обмена (общий белок, альбумин, аланинаминотрансфераза). У молоди этого вида был выявлен и миграционный полиморфизм в период первичного расселения. После выхода из нерестовых бугров часть молоди мигрировала в притоки, а часть оставалась в прибрежье нерестовой реки.

Для плотвы *Rutilus rutilus* в реках был отмечен как миграционный, так и связанный с ним биохимический полиморфизм. У «мигрантов» и «резидентов» выявили различия по содержанию катехоламинов и кортикостероидов, а также по активности белкового и углеводного обмена. Дифференциация по катехоламинам начинается уже у эмбрионов. Заканчива-

Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда № 24-14-00111, <https://rscf.ru/project/24-14-00111/>

© Павлов Д. С., Костин В. В., 2024

ется разделение на две группировки в позднеличиночный период развития, когда исчезает и биохимическая и поведенческая дифференциация, и прекращается внутренне мотивированная покатная миграция. Получены первые результаты по биохимической дифференцировке предличинок и ранних личинок плотвы из прибрежья лимнического водоема (оз. Глубокое). У них дифференциация на 2 группы обнаружена по концентрации дофамина, серотонина и норадреналина.

Разделение нового поколения на группировки с различными стратегиями расселения широко распространено среди живых организмов. Эволюционное преимущество существования таких стратегий заключается в расширении области обитания и ресурсной базы поколения. Чем шире область обитания животных, тем меньше вероятность уничтожения всего поколения в результате локальных-изменениях внешних условий. Существование двух фенотипических группировок, реализующих различные стратегии (миграции и сохранения места обитания) увеличивает вероятность выживания новой генерации рыб. Эти стратегии являются двумя взаимно дополняющими сторонами единого для популяции процесса первичного расселения.

А. П. Педченко¹, Я. Ю. Блиновская², В. А. Беляев¹

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, pedchenko@vniro.ru*

² *Дальневосточный федеральный университет (ФГАОУ ВО «ДФУ»), Владивосток*

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИКРОПЛАСТИКОМ РАЙОНОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫБОЛОВСТВА В ОКРАИННЫХ МОРЯХ И КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВОДОЕМАХ

Проблема загрязнения водных объектов микропластиком (МП) и выявление его негативного воздействия на гидробионты относится к чрезвычайно важным и актуальным направлениям современной экологии, на что указывает увеличение количества научных публикаций о встречаемости микропластика в различных видах гидробионтов (рыбы, беспозвоночные и т.д.). Материалы научных публикаций позволяют говорить, что вопрос о степени загрязнения пластиком биотопов экосистем морей Арктики и северной части Тихого океана малоизучен, еще менее исследованы биотопы экосистем континентальных водоемов, несмотря на значительное увеличение внимания к данной проблеме в последние годы.

Представлены результаты исследований ВНИРО по оценке загрязнения МП районов отечественного рыболовства в окраинных морях и континентальных водоемах. Анализ данных, собранных в арктических морях в 2019–2023 гг. не выявил локализаций МП в границах российского сектора Арктики. Концентрации МП на поверхности Арктических морей в 2019–2022 гг. не превышали 0,15 ед./м³ (Чукотское – 0,02 ед./м³; Восточно-Сибирское – 0,05 ед./м³; Лаптевых – 0,02 ед./м³; Карское – 0,15 ед./м³; восточная часть Баренцева – 0,06 ед./м³). В западной части Арктики наибольшее количество частиц МП отмечено в потоках атлантических вод, поступающих в Баренцево море через западные его границы. В восточной части Арктики, высокая встречаемость частиц МП отмечена в Чукотском море,

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» по прикладной научной теме № 23 «Оценка загрязнения микропластиком морских и пресноводных экосистем в районах отечественного рыболовства» (интернет-номер/регистрационный номер: 1023032000443-8/1023032000119-4).

куда частицы выносятся потоками тихоокеанских вод через Берингов пролив. Фрагменты МП также отмечены в прибрежной части шельфа Евразийской Арктики, что вероятно обусловлено влиянием речного стока. В 2023 и 2024 гг. впервые получены данные о загрязнении МП поверхностных вод Карского моря в период ледообразования и активного таяния льда. Отмечено увеличение встречаемости загрязняющих материалов размерами 0,1–5 мм у кромки льдов в период ледообразования и значительное увеличение их количества до 0,616 шт./м³ в период таяния льда в южной части желоба Святой Анны. Согласно рабочей гипотезе, течения, особенности атмосферной циркуляции и движение ледовых полей играют определяющую роль в распределении и дрейфе частиц МП в Арктическом регионе.

Факты эпизодической встречаемости фрагментов МП и волокон в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) промысловых рыб морей северной части Тихого океана были выявлены специалистами ВНИРО в ходе паразитологического анализа проб горбуши, сельди, терпуга, окуня в 2018–2022 гг. Анализ этих материалов показал, что МП и/или синтетические волокна отмечали единично только в 15 из 121 ЖКТ рыб, что составляет около 12 % от обследованных особей из промысловых уловов. Аналогичные работы были выполнены в 2021–2023 гг. на пресноводных водных объектах.

Исследования ВНИРО по данному направлению ориентированы на оценку концентраций различных типов МП, изучение механизмов их поступления в воды окраинных морей, континентальных водоемов и встречаемости в ЖКТ водных биологических ресурсов, обитающих в них, для обеспечения экологической безопасности в условиях климатических изменений, расширения транспортных перевозок и судоходства в Арктическом регионе, а также пищевой безопасности продукции и здоровья человека.

И. А. Петров

Якутский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ЯкутскНИРО»), Якутск, www.slonvil@mail.ru

ОЦЕНКА ПРОМЫСЛА СИБИРСКОЙ РЯПУШКИ Р. ЯНА ЯКУТИИ ПО ОСНОВНЫМ БИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Сибирская ряпушка (*Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848) основной промысловый вид сиговых рыб для реки Яна Якутии. Для успешного ведения промысла рыб, в том числе и сибирской ряпушки, необходима разработка биологических обоснований величины общих допустимых уловов по объектам рыболовства, как основы для текущего и перспективного развития промысла водных биологических ресурсов. Поэтому **цель** исследования: провести анализ и дать оценку промысла сибирской ряпушки р. Яна Якутии по основным биологическим показателям.

Река Яна образуется при слиянии рек Дулгалаах и Сартанг, впадает в море Лаптевых (Ксенофонтова, 2018). На ней закреплен 58 рыболовный участок для промышленного рыболовства. Производится вылов муксуна, омуля арктического, сибирской ряпушки, чира, сига, тугуна, щуки, ельца, налима и окуня (Кириллов, 2002). Промысел ряпушки составляет 31,89 % от общего среднесезонного вылова этого вида в реках Якутии (Кириллов и др., 2023).

Сибирская ряпушка – полупроходная рыба, нагуливается на шельфе в море Лаптевых. Образует промысловые скопления в нижнем течении реки, появляясь в среднем течении во время нерестового хода в нерестовых участках. Добыча ряпушки проводится в нижнем течении реки обловом нерестового стада. Официальная статистика вылова ряпушки ведется на протяжении 89 лет (с 1935 по 2023 г.) Литературные сведения о биологии вида, размерный и возрастной

состав уловов по собственным данным ведутся с 2011 г., 2014–2023 гг. на основе массовых промеров 26 610 экз., возрастной состав уловов изучался с 2001 по 2023 г. в течение 23 лет.

Сбор и обработка материалов проводится посредством общепринятых методик исследования ихтиологии (Правдин, 1966). Массовые промеры (промысловая длина, масса, чешуя для определения возраста, пол по мере возможности) проводились из неводных уловов. Полный биологический анализ проводился на собственных уловах.

В среднем ежегодно на промеры отбираются до 300 экземпляров ряпушки в возрасте от 2+ до 9+ лет, с длиной тела от 19 до 29 см, массой тела от 70 до 250 г. По нашим данным соотношение полов в нерестовом стаде 1:2. Возраст рыб в уловах в основной массе составляет от 3+ до 7+ лет.

В размерном составе уловов ряпушки р. Яна в 2023 г. по сравнению с предыдущим годом исследования произошло омоложение возрастного состава. В связи с гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими факторами в период нереста и нагула молоди, ряпушка подвергается изменению численности в широком диапазоне вследствие изменения численности отдельных поколений. Данный фактор существенно влияет на объемы промышленного вылова ряпушки. Восстановление численности происходит за счет высокой плодовитости и вступления в нерестовое стадо молодых поколений. В результате интенсивного промысла особи старше 9+ лет выпадают из репродуктивного цикла. Возраст первого созревания сдвигается с 4+ до 2+ лет за счет ускоренного полового созревания, обусловленного обеспеченностью популяции пищей. Промысловое омоложение популяции ведет к более раннему вступлению поколения в репродуктивный процесс (Кириллов и др. 2023).

Таким образом, в последнее время вылов сибирской ряпушки в среднем составил 345,6 т. Отмечается возрастание промысла ряпушки с 2000 по 2023 г., связанное с ограничением ее вылова в 90-е годы и увеличением численности популяции, а также удовлетворительным качественным составом и количественными показателями в питании ряпушки исследуемого участка, незначительно подвергающимся изменениям в связи с гидрологическими условиями.

Д. В. Пилин

*Научно-производственный центр рыбного хозяйства, Западно-Казахстанский филиал, г. Уральск
pilin@fishrpc.kz*

**ПРОМЫСЛОВАЯ ИХТИОФАУНА
МАЛЫХ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЁМОВ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА:
СОСТАВ, ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Водоёмы северо-западного Казахстана входят в Урало-Каспийский рыбохозяйственный бассейн. По своим характеристикам они довольно разнообразны. Сама река Урал – полноводный водоток. В отдельную группу можно выделить пойменные водоёмы реки Урал – старицы и пойменные озёра. Следующая группа, – его притоки, – реки казахстанского типа, основной сток которых приходится на период весеннего половодья. На большинстве этих водоёмов построены пруды и малые водохранилища – стоячие или с полупроточным

Исследование финансируется Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан (Грант № BR23591095).

© Пилин Д. В., 2024

режимом. Сравнительно крупными водными системами являются ирригационные системы оттока реки Урал, – реки Кушум с системой водохранилищ и озёр, и реки Большой Узень и Малый Узень с заполняемыми из них озёрами. Также следует выделить бессточные реки Подурального плато и Общего Сырта и озеро Шалкар с питающими его реками. В указанных водоёмах распространены обычные для Понто-Каспийского и равнинного бореального комплексов промысловые виды щуковых, карповых, сомовых и окунёвых видов рыб. Щуковые и сомовые представлены по одному виду – щука обыкновенная (*Esox lucius*) и сом европейский (*Silurius glanis*). Карповые представлены наибольшим количеством видов – лещ (*Abramis brama*), жерех (*Aspius aspius*), синец (*Ballerus ballerus*), белоглазка (*B. sapa*), густера (*Blicca bjoerkna*), карась золотой (*Carassius carassius*), карась серебряный (*Carassius gibelio*), подуст (*Chondrostoma nasus*), сазан европейский (*Cyprinus carpio*), язь (*Leociscus idus*), чехонь (*Pelecus cultratus*), плотва (*Rutilus caspicus*), краснопёрка (*Scardinius erythrophthalmus*), голавль (*Squalius cephalus*) и линь (*Tinca tinca*). Окунёвые представлены окунем (*Perca fluviatilis*), судаком (*Sander lucioperca*) и бершом (*Sander volgensis*).

Наибольшее количество видов регулярно встречается в реке Урал с придаточными водоёмами, а также в водоёмах Урало-Кушумской, Большеузенской и Малоузенской оросительно-обводнительной систем. Притоки реки Урал и связанные с ними пруды и малые водохранилища имеют сравнительно бедный состав ихтиофауны, включающий преимущественно виды бореального равнинного комплекса. Сравнительно высокое разнообразие ихтиофауны в озере Шалкар после резкого обмеления в 2008 году начало уменьшаться, и к настоящему времени включает всего один промысловый вид – воблу, которая толерантна к текущему уровню минерализации и другим неблагоприятным условиям.

Промысловое рыболовство осуществляется на водохранилищах и озёрах Волго-Уральского междуречья. Все перспективные в отношении промысла водоёмы в настоящее время находятся в долгосрочной аренде, условия которой предусматривают ежегодный мониторинг состояния запасов и расчёт лимитов изъятия на следующий промысловый год. Лимиты вылова и выдача промысловых квот рассчитываются на год с 1 июля. Лимит вылова по Западно-Казахстанской области на период с 1 июля 2024 года по 1 июля 2025 года составляет 270,7 т. Объёмы вылова в предыдущий промысловый год составили 249,8 тонн, из которых на промысловую квоту пришлось 237,5 т. Ранжирование видов по объёмам вылова показало, что в 2023-2024 гг. в пятёрку наиболее массовых видов попадали щука, плотва и краснопёрка. Среди наименее многочисленных видов было отмечено четыре стабильно встречающихся вида – язь, судак, линь и жерех. Состояние запасов промысловых видов рыб зависит в основном от природно-климатических условий, что подтверждается высокой вариативностью основных объектов промысла в разные годы.

С. А. Подоляко^{1,2}, Н. В. Литвинова², М. Г. Бирюкова^{1,2}, П. А. Великоцкая²

¹Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва,
philopator@bk.ru

²ФГБУ «Астраханский ордена Трудового Красного Знамени государственный природный
биосферный заповедник», Астрахань,
abnr@bk.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОРМАЦИЙ МАКРОФИТОВ МОЛОДЬЮ КАРПОВЫХ РЫБ (CYPRINIDAE) В НИЗОВЬЯХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Известно, что молодь рыб дельты Волги имеет различные предпочтения в питании на личиночных этапах развития. Например, молодь воблы *Rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870) питается на ранних этапах преимущественно коловратками, молодь леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) – ракушковыми и веслоногими рачками, молодь густеры *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) и краснопёрки *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) – ветвистоусыми рачками. В течение периода личиночного развития (стадии С₁ – Е), наиболее активное питание молоди и наибольшие темпы увеличения её привеса происходят в местах концентрации наилучших кормов. Наибольшие концентрации отдельных групп видов зоопланктона и зоофитоса характерны для определённых формаций макрофитов.

В рамках наших исследований, проводимых в 2011–2024 гг. на территории Дамчикского и Обжоровского участков Астраханского государственного заповедника, применяли как традиционные методы отбора проб молоди рыб мальковым бреднем и сачком, так и наблюдения за поведением личинок рыб в естественной среде обитания с помощью разработанного в Каспийском филиале ИО РАН малого телеметрического комплекса «Платигастер».

Многолетние стационары по изучению распределения и миграций молоди рыб в зависимости от видового состава макрофитов были заложены в формациях самых массовых и значимых видов земноводной растительности в низовьях дельты Волги – лотоса орехоносного *Nelumbo nucifera* Gaertn., тростника высочайшего *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie и рогоза узколистного *Typha angustifolia* L.

В результате проведенных исследований нами установлено, что заросли лотоса орехоносного являются наиболее предпочтительными местами нагула молоди леща на ранних этапах онтогенеза. Частота миграции ихтиопланктона из лотоса орехоносного в тростник высочайший и обратно составляет 60 %, из лотоса орехоносного в рогоз узколистный и из рогоза узколистного в лотос орехоносный – наименьшая, и составляет 20 %. Таким образом, показано, что распределение личинок леща и воблы по формациям макрофитов более пластично, чем было установлено ранее. Определено, что лучшими кормовыми угодами для личинок густеры являются смешанные рогозово-тростниковые формации култушной зоны дельты. Установлено, что для нагула личинок краснопёрки лучшими угодами являются окраины тростниковых куртин.

Авторы рекомендуют поставить вопрос об охране рогозово-тростниковых формаций култушной зоны дельты Волги в период с мая по июль – период нагула молоди рыб, для чего необходимо пересмотреть существующие границы Волжского запретного преддутьевого пространства, что особенно актуально в связи с современным активным продвижением формаций макрофитов в сторону морского края дельты.

Лотос орехоносный является видом, включённым в Красную книгу Российской Федерации, и его заросли находятся под охраной государства, поэтому в настоящее время

нет необходимости предлагать рекомендации по охранным мероприятиям для данных мест нагула личинок леща и, отчасти, воблы. Однако, следует заметить, что возможные попытки изменить охранный статус этого макрофита недопустимы, поскольку выкашивание лотоса орехоносного неизбежно приведёт к ухудшению условий естественного воспроизводства леща в дельте Волги в годы с маловодным половодьем, что нанесёт ущерб рыбному хозяйству региона.

**А. С. Полетаев, В. К. Ризевский,
В. В. Колтунов, Д. Ф. Куницкий, А. В. Лещенко**

*Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск,
viroxylan@gmail.com*

ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ ЛОСОСЕОБРАЗНЫХ РЫБ В БЕЛОРУССКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. НЁМАН

Площадь входящего в границы Беларуси участка бассейна р. Нёман составляет 45,6 тыс. км², что составляет ≈22 % площади страны. Из них 34,6 тыс. км² приходится на суббассейн собственно р. Нёман и 11,0 тыс. км² – на суббассейн р. Виляя. Последний, несмотря на сравнительно небольшую площадь водосбора, обладает крайне высокой природоохранной значимостью, поскольку р. Виляя, впадающая в р. Нёман на территории Литвы ниже плотины Каунасской ГЭС – единственный в Беларуси крупный водоток, не зарегулированный ниже границ страны. Виляя является важным миграционным коридором, позволяющим проходным рыбам из Балтийского моря достигать Беларуси в ходе нерестовой миграции.

На территории Беларуси в водотоках бассейна р. Нёман встречается 3 вида рыб отряда Salmoniformes, включенных в национальную Красную книгу – лосось атлантический, кумжа (представленная двумя экологическими формами) и хариус европейский.

Лосось атлантический, или сёмга (*Salmo salar* L., 1758) – самый малочисленный в Беларуси вид лососевых рыб. Нерест лосося отмечается в р. Виляя на участке от границы с Литвой до плотины Вилейского водохранилища, а также в её наиболее полноводном притоке – р. Ошмянка. В пределах Беларуси вид изучен слабо. По нашим оценкам, численность заходящих на нерест производителей невелика и не превышает 50–100 экз. в год. Виду присвоена I (высшая) категория национальной природоохранной значимости (CR). Кумжа *Salmo trutta* L., 1758 в водотоках суббассейна р. Виляя представлена двумя экологическими формами – проходной (собственно кумжа) и резидентной (форель ручьевая *S. t. trutta morpho fario*); в суббассейне р. Нёман – только резидентной. Производители проходной формы кумжи заходят на нерест в тот же участок р. Виляя, что и атлантический лосось, однако, в отличие от него, осваивают нерестовые площади как крупных, так и малых водотоков. По результатам многолетнего мониторинга численности кумжи на 4 наиболее значимых нерестовых водотоках, а также иных работ мы оцениваем среднегодовой заход производителей проходной кумжи в ≈1000 экз., бóльшую часть которых составляют самки. Проходной кумже также присвоена I категория природоохранной значимости.

Область распространения ручьевой форели заметно шире и охватывает значительную часть белорусского участка бассейна р. Нёман. Форель отмечается в 76 реках и ручьях в суббассейне р. Нёман, преимущественно в системах рек Западная Березина, Молчадь, Гавья, Свислочь, Сервечь, Сула, Щара, Лососна, Чёрная Ганча, а также в других притоках

Нёмана I порядка. В суббассейне р. Вилия обитание форели известно в 41 водотоке – самой р. Вилия, многочисленных небольших её притоках I порядка, а также в системах рек Страча, Ошмянка, Илия, Двиноса. По результатам наших исследований, плотность популяций форели в населённых ей водотоках варьирует от 3 до 120 экз. на 100 м русла. Состояние большинства исследованных популяций не вызывает опасений, в ряде водотоков форель многочисленна и является доминирующим видом. Ручьевой форели присвоена II категория природоохранной значимости (EN), в новом издании Красной книги категория будет понижена до III (VU). Хариус европейский *Thymallus thymallus* (L., 1758) населяет преимущественно те же речные системы, что и форель ручьевая, однако практически не заходит в малые водотоки, предпочитая средние и крупные реки. На сегодняшний день популяции хариуса выявлены нами в 18 водотоках суббассейна р. Нёман (реки Западная Березина, Ольшанка, Исlochь, Волма, Сула, Тонва, Сермяжка, Перекуль, Гавья, Жижма, Клева, Молчадь, Своротва, Промша, Изва, Чёрная Ганча, Марыха, Исса) и 8 – суббассейна р. Вилия (реки Вилия, Страча, Лынтупка, Ошмянка, Лоша, Сорочанка, Нарочанка, Узлянка). Состояние большинства исследованных популяций не вызывает опасений, точные оценки численности не проводились. Данному виду присвоена II категория природоохранной значимости.

Д. В. Политов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики
им. Н. И. Вавилова Российской академии наук (ИОГен РАН), Москва,
dvp@vigg.ru

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СИГОВЫХ РЫБ (SALMONIFORMES: COREGONIDAE) ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Сиговые (Salmoniformes: Coregonidae) – сложная в таксономическом отношении группа пресноводных и полупроходных рыб, ценных в хозяйственном отношении и во многом определяющих экологическое своеобразие холодноводных экосистем Голарктики. Восточная Сибирь и Дальний Восток являются важнейшими центрами разнообразия сиговых. Сложные филогенетические и филогеографические паттерны изменчивости ранее изучались с помощью традиционных морфо-экологических подходов, однако существенный прогресс в познании факторов и путей формирования этого разнообразия стал возможен лишь в последние десятилетия в связи с применением молекулярно-генетических маркеров, главным образом аллозимов и митохондриальной ДНК. В реках ледовитоморского бассейна обитают ценные жилые и полупроходные виды сиговых. Наиболее устойчивый к солоноватой воде распредельённых арктических морей ледовитоморский омуль *Coregonus autumnalis* формирует слабодифференцированные популяции, нерестящиеся в крупных реках до Колымы включительно. Пресноводный вид тугун *C. tugun*, напротив, демонстрирует наиболее сильную степень генетической дифференциации между бассейнами (Обь, Енисей, Лена). Чир *C. nasus*, пыжьян *C. pidschian* (комплекс «настоящих» сигов Сибири, эволюционно близких к *C. lavaretus*), муксун *C. muksun*, близкие друг к другу пелядь *C. peled* и ряпушка *C. sardinella*) образуют сложный комплекс промежуточных по уровню межпопуляционной подразделённости форм, как жилых, так полупроходных. При этом *C. autumnalis*,

Работа поддержана темой госзадания ИОГен РАН.

© Политов Д. В., 2024

C. nasus, *C. sardinella*, *C. pidschian*, а также нельма *Stenodus nelma*, обыкновенный (*Prosopium cylindraceum*) и карликовый (*P. coulteri*) вальки имеют конспецифические популяции по ту сторону Берингова пролива в Неарктике, что отражает их общее происхождение и распространение вдоль водоёмов плейстоценового Берингийского моста. Ряд видов формируют симпатрические формы, причём нередко такие пары и букеты видов не только в озёрах, но и в реках восточной части Палеарктики. Так, симпатрично обитают пары видов пыжьян – муксун (от северо-востока Европейской России на восток до Колымы), пыжьян (горбун) *C. pidschian* – востряк *C. anaulorum* Анадыря и некоторых других рек Чукотки и Корякии, ряпушка – «пенжинский омуль» *C. subautumnalis* (генетически – гигантская форма ряпушки охотоморских рек Пенжины и Таловки), сиг-хадары *C. chadary* – амурский (уссурийский) сиг *C. ussuriensis* в бассейне Амура и другие. В озерах Ципо-Ципиканской системы в бассейне притока Лены р. Витим обитают не только симпатрические сиви традиционного морфотипа, относящиеся к комплексу «пыжьяновидных» сивов *C. (lavaretus) pidschian* и различающихся числом жаберных тычинок, но и «фенокопия» ряпушки, на самом деле генетически относительно близкая к пыжьяновидным «лаваретоидным» сивам, но долгое время рассматривавшаяся в качестве эндемичного баунтовского подвида *C. sardinella baunti*. В бассейне Байкала его притоков, а также Ангары, обитает байкальский омуль *C. migratorius*, который генетически ближе к сивам, чем к ледовитоморскому омулю (фактически тоже является его фенокопией). Байкальский регион населяют также два симпатричных вида сивов с нижним ртом, один из которых (*C. baicalensis*) генетически крайне близок к байкальскому омулю, но не выходит из Байкала на нерест, а другой (енисейский горбоносый сиг, он же байкальский озёрно-речной сиг *C. fluviatilis*) нерестится в реках от среднего течения Енисея до крупных байкальских притоков. Как свидетельствуют многочисленные молекулярные данные, между многими из вышеперечисленных видов и внутривидовых «форм» сивов наблюдается гибридизация, приводящая к интрогрессии и формированию гибридогенных популяций и видов, а также в ряде случаев к размыванию видовых границ. При этом в геномах некоторых видов соединяются не только гены эволюционно близких родительских форм, но и сильно дивергировавших предков, в том числе тех, которые уже не существуют в «чистом» виде (автохтонный компонент баунтовской «ряпушки» и востряка). Дальнейшие пути и перспективы познания филогении, филогеографии и эволюционной биологии сивовых рыб Восточной Сибири и Дальнего Востока связаны как с развитием и применением технологий анализа ДНК, так и с комплексным методологическим подходом, интегрирующим традиционные морфологические и экологические данные с результатами геномного, транскриптомного и эпигеномного анализа.

Н. В. Полякова, А. В. Кучерявый

Институт проблем эволюции и экологии им. А. Н. Северцова РАН, Москва,
nvpnataly@yandex.ru

ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК РЕЧНОЙ МИНОГИ *LAMPETRA FLUVIATILIS* В ВЕСЕННЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД

Понимание особенностей питания зачастую определяет и трактовку многих черт распределения и поведения организмов. Личинки миног (пескоройки), проводя в среднем 4–6 лет зарывшись в грунт, являются детритофагами. Вместе с частицами субстрата они заглатывают находящиеся в нём организмы, в первую очередь бактерии и водоросли. Описанные в литературе данные по питанию пескороек сводятся в основном к общим сведениям о качественном составе пищевого комка либо результатам экспериментальных исследований. Данные о сезонных изменениях питания личинок миног практически отсутствуют.

Материалом для данной работы послужили сборы личинок речной миноги 2022–23 гг. в реке Систа, протекающей в Кингисеппском и Ломоносовском районах Ленинградской области. Для оценки сезонных изменений характера питания личинок отбор материала проводили в мае, июле и октябре, что соответствовало фенологическим весне, лету и осени. Всего отбирали по 10–17 экземпляров. Анализ питания проводили по общепринятым методикам. Степень наполнения пищеварительного канала оценивали визуально в баллах по шестибальной шкале Лебедева. Число и массу водорослей, содержащихся в пищевом комке, рассчитывали по стандартной методике.

Проанализировано 82 личинки, принадлежащие разным размерно-возрастным группам, общая длина тела которых составляла 36–132 мм. Индекс наполнения колебался от 1 до 5, только две особи в июле 2023 г. оказались с пустым кишечником. В среднем, этот показатель составил 3–4 балла, что говорит о том, что на протяжении всего периода исследований личинки активно питались. Можно отметить, что в оба года индекс наполнения в среднем в мае был ниже (2.8 ± 0.2 и 3.0 ± 0.26), а максимальные значения наблюдались в октябре (4.4 ± 0.22 и 4.1 ± 0.13).

Основными пищевыми объектами, кроме непосредственно грунта и бактериальной компоненты, были водоросли. Основную часть, как таксономического списка, так и доли в общей массе водорослей составляли диатомовые (Bacillariophyta). Наиболее массово представлены представители родов *Navicula*, *Nitzschia*, *Ulnaria*. Постоянно присутствовали крупные донные водоросли *Amphora sp.* и *Pleurosigma sp.*, что повышало долю водорослей в массе комка. Необходимо отметить постоянное присутствие представителей зелёных водорослей (Chlorophyta), в частности родов *Scenedesmus* и *Monorhaphidium*, что практически не указано в литературе. В пробах отмечено постоянное присутствие синезелёных водорослей (Cyanoprocarigota), и периодически были отмечены представители Эвгленовых (Euglenophyta). Животные отмечены единично, таким образом, вклад их в питание личинок в Систе в период исследования сводится к нулю.

Сравнение качественного состава пищевого комка в различные сезоны показало, что список водорослей практически одинаков как в 2022, так и в 2023 годах, различия отмечены за счёт редко встречаемых организмов. Соотношения числа клеток и массовые

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда, грант номер 24-14-00111, <https://rscf.ru/project/24-14-00111/>.

© Полякова Н. В., Кучерявый А. В., 2024

формы – отличаются. В мае–июле 2023 года водоросли составляли до 10 % общей массы содержимого кишечника. В 2022 году этот показатель не превышал 5%. Также отмечено резкое падение числа клеток водорослей в кишечниках, а соответственно вклад их в общую массу комка в октябре (при указанном выше большем индексе наполнения). Так, в октябре 2022 г. водоросли в кишечниках отмечены практически единично, и доля их в массе комка незначительна (<<1%).

В. И. Пономарев

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар,
ponomarev@ib.komisc.ru*

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ В ГОРНЫХ И ТУНДРОВЫХ ОЗЕРАХ КРАЙНЕГО ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

В работе представлены результаты выполненных в 1994-2024 гг. исследований ихтиофауны и рыбного населения более 180 ранее не изученных в этом отношении горных и предгорных ледниковых и пойменных озер западных склонов Приполярного и Полярного Урала, а также 17 ледниковых озер центральной части Большеземельской тундры.

Всего в составе ихтиофауны водоемов, относящихся к бассейнам 10 уральских притоков р. Печора II–III порядков, а также р. Кара, отмечено 15 видов рыб из семи семейств: озерный *Phoxinus perenurus* (Pallas, 1814) и обыкновенный *P. phoxinus* (Linnaeus, 1758) голяны, плотва *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), усатый голец *Barbatula barbatula* (Linnaeus, 1758), щука *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), обыкновенный сиг *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758), чир *C. nasus* (Pallas, 1776), пелядь *C. peled* (Gmelin, 1789), сибирский *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) и европейский *T. thymallus* (Linnaeus, 1758) хариусы, арктический голец *Salvelinus alpinus* (Linnaeus, 1758), налим *Lota lota* (Linnaeus, 1758), обыкновенный подкаменщик *Cottus gobio* (Linnaeus, 1758), обыкновенный ерш *Gimnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) и речной окунь *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758).

Наиболее широко в изученных горных озерах распространены обыкновенный голянь и европейский хариус. Показано, что рыбное население большинства горных озер бассейна р. Печора представлено двумя-четырьмя видами, а почти трети населенных рыбой водоемов – одним видом. К числу таких видов относятся озерный и обыкновенный голянь, плотва, щука, сибирский и европейский хариусы, арктический голец и окунь. Охарактеризованы закономерности вертикального распределения рыбного населения горных озер на высотах до 933 м над уровнем моря. Состав рыбной части водных сообществ и доминирующих видов во многом определяются высотным градиентом и бассейновой принадлежностью водоемов.

Также впервые обследованы тундровые озера, относящиеся как к бассейнам усинских притоков р. Печора (Адзъва и ее правый приток Хоседаю), так и напрямую впадающих в Баренцево море рек МореЮ, Ярэйяха, Седъяха и Черная. Фауна рыб этих водоемов Большеземельской тундры включает 14 видов из 7 семейств: язь *Leuciscus idus* (Linnaeus,

Работа выполнена в рамках темы государственного задания “Разнообразие фауны и пространственно-экологическая структура животного населения европейского северо-востока России и сопредельных территорий в условиях изменения окружающей среды и хозяйственного освоения” (рег. № 122040600025-2).

1758), обыкновенный голец, плотва, щука, обыкновенный сиг, чир, пелядь, сибирская ряпушка *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848, европейский хариус, налим, колюшка девятиглая *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758), обыкновенный подкаменщик, обыкновенный ерш и речной окунь. В различных озерах состав рыбного населения существенно варьирует, все виды одновременно отмечены только в Вашуткиных озерах, служащих истоком р. Адзъва (Сидоров, 1974). Наиболее широкое распространение получили пелядь и щука. Обращает особое внимание отсутствие в водоемах бассейнов рек, напрямую впадающих в Баренцево море, язя, плотвы и окуня, в отличие от озер на водосборе всех тундровых усинских притоков печорской речной системы.

Запланированные на ближайшие годы исследования популяционно-генетической структуры рыб крайнего европейского Северо-Востока обещают расширить представления о формировании рыбного населения в условиях короткого вегетационного периода и преимущественно низких температур, на границе ареалов большинства видов. В частности, представляется весьма перспективным изучение морфологической и генетической изменчивости пеляди, сибирского хариуса, арктического гольца и других видов рыб горных озер Приполярного и Полярного Урала в зоне контакта сибирской и европейской фаун.

Е. В. Пономарева

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, биологический факультет,
Москва, Россия, kponom@mail.ru*

ЕВРОПЕЙСКИЙ ХАРИУС *THYMALLUS THYMALLUS* НА СЕВЕРЕ РОССИИ: ВОЗМОЖНЫЕ РЕФУГИУМЫ И ПУТИ РАССЕЛЕНИЯ

Растущий интерес к хариусам как объекту искусственного разведения и реинтродукции, а также повышение внимания к сохранению естественных популяций хариуса требует активного развития генетического изучения представителей этого рода. В последнее время это связано с тем, что популяции хариуса, не совершающего длительных миграций и чувствительного к температуре и чистоте воды, рассматриваются как индикатор состояния окружающей среды.

У 305 европейских хариусов из 39 водоемов Европейского Севера России были проанализированы два фрагмента мтДНК: контрольный регион (*CR*) и фрагмент *CO1*, используемый для ДНК-штрихкодирования. Также у 75 рыб был проанализирован участок гена *TNF α* яДНК, успешно применявшийся в выявлении межвидовых гибридов рода *Salvelinus* (Груздева и др., 2018). Два гаплотипа *CO1*, отличающиеся двумя заменами, доминировали в большинстве исследованных выборок (у 240 рыб), образуя две гаплогруппы. Первая из них доминировала у хариусов в большинстве водоемов Кольского полуострова, Печоре и ряде притоков Северной Двины и Онеги, вторая гаплогруппа – в северо-восточных притоках Северной Двины и в реках Беломорско-Кулойского плато. Количество гаплотипов *CR* было почти в два раза больше, чем гаплотипов *CO1*, тем не менее формировались две основные гаплогруппы, различающиеся на 4-5 замен, и формировалось похожее географическое распределение гаплотипов *CR* в гаплогруппах, с доминированием одной гаплогруппы в северо-восточных притоках Северной Двины и в реках Беломорско-Кулойского плато. У 62 рыб из рек Кольского полуострова бассейна Белого моря и 3 рыб из бассейна Северной Двины были обнаружены гаплотипы сибирского хариуса (*T. arcticus*), доминировал гаплотип *CO1*, который был обнаружен у сибирского хариуса из бассейнов Оби и Енисея. Гаплогруппы

типы *CR* у европейского хариуса с «сибирскими» гаплотипами из водоемов Кольского полуострова и Северной Двины формировали самостоятельную гаплогруппу, отличающуюся от обских хариусов на 4–5 замен. По ядерному гену *TNF α* хариусы с «сибирским» гаплотипом обладали генотипом, не отличавшимся от хариусов с «европейским» гаплотипом.

Наблюдаемое распределение гаплотипов отражает послеледниковую колонизацию и связано с палеоклиматическими изменениями, фрагментировавшими ареал хариуса. Географическое распространение гаплотипов позволяет предполагать существование общего рефугиума с популяциями Балтийского бассейна, откуда европейский хариус мог расселиться по Восточной Фенноскандии, Кольскому полуострову и в некоторые притоки Северной Двины, Онеги, Печоры, вторая «северорусская» линия могла произойти из рефугиума, который мог существовать в районе Беломорско-Кулойского плато (Popomareva et al., 2022), на что также указывают и современные геологические данные (Демидов и др., 2007; Маккавеев и др., 2020). Также можно предположить, что обнаруженные гаплотипы сибирского хариуса в популяциях Европейского Севера указывают на существование рефугиумов на этих территориях. Один мог располагаться в районе среднего течения Пинеги (бассейн Северной Двины), где могло находиться приледниковое озеро; на основе современных данных юго-восточный язык ледника доходил только до среднего течения Северной Двины с образованием подпрудных озер (Зарецкая и др., 2020). Сложнее сделать вывод о существовании рефугиума на Кольском полуострове, так как по многим геологическим данным на данной территории находился ледниковый щит; тем не менее, доминирование «сибирских» гаплотипов в ряде популяций европейского хариуса косвенно указывает на возможность существования приледникового озера, где могли обитать особи с «сибирскими» гаплотипами.

Ю. С. Решетников

*Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, Москва,
ysreshetnikov@gmail.com*

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МАКРОСИСТЕМАТИКЕ РЫБ

Систематикой обычно интересуются многие ученые, чаще всего это специалисты по региональным фаунам. Им необходимо знать современную макросистематику своей группы рыб и валидность в ней некоторых сомнительных видов и родов. Однако оказывается, что по этим вопросам есть разные точки зрения. Среди систематиков всегда имеются систематики-дробители и систематики-объединители. Однако периоды обильного описания новых видов, сменяются ревизией видов и родов и сокращением общего числа как видов, так и родов. В систематике не может быть полного единства, поскольку расхождение начинается на первом этапе – «Что такое вид, род или семейство?!» Многие систематики отошли от того как их понимал Линней. Сегодня каждый вкладывает свое субъективное понятие в эти определения, а отсюда и разные системы. Поэтому сейчас многих БИОЛОГОВ волнует такой вопрос “А что СИСТЕМАТИКА еще остается НАУКОЙ или это субъективная точка зрения ученого?” (см. Мина, 2010). Сейчас в систематике рыб сейчас наблюдается очередной период дробления, особенно в связи с приходом в систематику генетиков и биохимиков. В основном многие систематики придерживаются старой точки зрения Нельсона (2005), которая изложена им в четвертом издании книги «Рыбы мира». Однако после смерти Нельсона за систематику взялись генетики и написали пятое издание

этой книги (Nelson, Grande, Wilson, 2016), выделяя новые отряды, семейства и роды согласно их новым данным по структуре ДНК. Никто из ведущих систематиков мира эту книгу не принял всерьез, отрицательно отнеслись к ней и российские ученые. Отметим, что систематика по структуре ДНК совсем не работает среди растений. Конечно, систематики должны знать результаты анализа биохимиков, но все же окончательный вывод и таксономическом статусе должен делать систематик, а не биохимик. В данной работе принимается макросистематика рыб, которая признается ведущими ихтиологами России и всего мира, она изложена в нашем Словаре (Решетников, Котляр, 2022).

Согласно последним данным разных авторов общее число рыб в мире колеблется от 26 до 36 тысяч видов. Мы ориентируемся на последнюю цифру в 28 000 видов по книге Нельсона (2009) и данными Эшмейра по валидности видов по состоянию на 2020 год. По современным данным среди рыб выделяют 5 классов (Petromyzontidae, Muxini, Chondrichthys, Actinopterygii и Sarcopterygii), 70 отрядов, 550 семейств, и около 4950 родов. Сегодня мы имеем полные списки видов круглоротых и рыб России и Арктики на сайтах нашего Института, как пресноводных, так и морских. Согласно нашей оценке получилось, что в России обитает 3018 видов или около 6 % от мировой фауны. Наиболее обильно представлены в России птицы (9 %) и млекопитающие (8 %), на долю рыб приходится столько же, сколько для земноводных и насекомых.

Согласно современным оценкам общее число видов растений, животных и микроорганизмов на Земле составляет от 5 до 30 млн видов. Из этого числа описаны и имеют научные названия только 2 млн видов. Наши знания о биологическом разнообразии все еще не полны, и истинные цифры по числу видов много больше того, что известно (по крайней мере более 80–90 % всех видов вирусов, грибов и бактерий не имеют научного описания). А между тем, потеря видов идет быстрыми темпами. Полагают, что за последние 50 лет в мире уже бесследно исчезли 20 видов рыб (Решетников, 1994).

В. К. Ризевский, Е. С. Гайдученко

*Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Республика Беларусь,
gajduchenko@tut.by*

ИХТИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БЕЛАРУСИ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Лаборатория ихтиологии ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» – одно из старейших подразделений в структуре НАН Беларуси с более чем 50-летней историей. Ихтиологические исследования в Отделе фауны Института биологии АН БССР начаты в 1951 г. аспирантом П. И. Жуковым, в 1952 г. к исследованиям присоединился аспирант С. В. Кохненко. С самого начала ихтиологических исследований образовалось два направления. Первое направление, возглавляемое П.И. Жуковым, было ориентировано на изучение видового состава рыб разнотипных водоемов, их количественного соотношения, экологии и морфологических особенностей видов, а также их хозяйственного значения. С 1952 г. под руководством С. В. Кохненко развивается второе направление - разработка биологических основ угреводства и интродукции хозяйственно-ценных видов рыб в водоемы Беларуси. В 1972 г. лаборатория ихтиологии оформляется как отдельная структурная единица Института зоологии АН БССР, возглавляемая С. В. Кохненко.

По результатам работ первого направления изучено видовое разнообразие, экология и биология рыб Беларуси, опубликован ряд монографий: «Рыбы бассейна Немана» (1958), «Определитель рыб Белорусской ССР» (1960), «Рыбы Белоруссии» (П. И. Жуков, 1965), «Биологические основы рыболовства» (1968), защищены докторская (П. И. Жуковым) и кандидатская (А. А. Костюченко) диссертации. По результатам исследований, проведенных на водоемах Полесья, опубликованы монографии «Биология рыб водоемов Белорусского Полесья» (В. С. Пенязь, Т. М. Шевцова, Т. И. Нехаева, 1973), «Влияние мелиорации на животный мир Белорусского Полесья» (И. Т. Арзамасов, М. С. Долбик, Э. И. Хотько, Т. М. Шевцова, 1980).

По результатам работ второго направления, возглавляемого С. В. Кохненко, разработаны биологические основы угреводства и интродукции хозяйственно-ценных видов рыб (радужная форель, пелядь) в водоемах Беларуси. В 1972 г. С. В. Кохненко с группой сотрудников (В. А. Безденежных, Г. А. Прохорчик, А. М. Петриков, В. Б. Петухов и др.) начаты экспериментальные работы по гормональной стимуляции полового созревания европейского угря, что позволило уже в 1975 г. впервые в СССР получить его половые продукты. По результатам исследований в 1982 г. осуществлено оплодотворение яйцеклеток и впервые в мировой экспериментальной практике получена жизнеспособная личинка европейского угря.

С 1986 г. в связи с аварией на Чернобыльской АЭС сотрудниками лаборатории проводился комплекс работ по изучению радиационного загрязнения промышленной ихтиофауны водоемов Беларуси (В. К. Ризевский, Д. Ф. Куницкий, М. В. Плюта, И. А. Ермолаева и др.). Установлена видовая и сезонная динамика накопления радионуклидов в органах и тканях рыб. С конца XX – начала XXI века проводится мониторинг видового разнообразия ихтиофауны, исследования в области инвазионной биологии и сохранения редких и исчезающих видов рыб, включенных в Красную книгу Беларуси.

Освоение молекулярно-генетических методов исследований позволило начать работы в области ДНК-штрихкодирования, филогеографии и филогенетики нативных и чужеродных представителей ихтиофауны. Исследованы филогеография и распространение чужеродных видов, таких как ротан-головешка (И. И. Лукина, В. К. Ризевский), бычок песочник и западный тупоносый бычок (В. И. Головенчик, Е. С. Гайдученко), американский сомик (Ю. И. Охременко, Е. С. Гайдученко). В дальнейшем, наряду с классическими ихтиологическими, будут продолжены исследования в области филогеографии и популяционной-генетики, с применением современных молекулярно-генетических методов планируется актуализировать таксономическую принадлежность чужеродных и малоизученных видов рыб и рыбообразных.

Ю. А. Северов

*Татарский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии, Казань, objekt_sveta@mail.ru*

СТЕРЛЯДЬ ВОДОХРАНИЛИЩ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Стерлядь – единственный представитель семейства осетровых рыб, постоянно обитающий в водохранилищах после зарегулирования крупных рек. Сегодня стерлядь внесена в списки региональных Красных книг всех субъектов РФ Среднего Поволжья и Прикамья.

Оценка современного состояния популяций стерляди становится особенно важной как в виду ее статуса – согласно Приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 23 октября 2019 г № 596 стерлядь отнесена к ценным видам водных биологических ресурсов, зачастую является «визитной карточкой» водоемов, что выражается как в высокой потребительской ценности, так и ее роли в экосистеме водоемов.

Проведенный анализ ихтиологического материала различными методами показал, что ресурсный потенциал этого вида находится на весьма низком уровне. Отмечено упрощение размерно-возрастного состава уловов и продолжающееся снижение доли старшевозрастных групп рыб. Количество стерляди в уловах учётным тралом, как один из показателей относительной численности также имеет нисходящий тренд, свидетельствующий о сокращении запаса.

Как показывает практика, основными мерами, способствующими восстановлению стада до промыслового уровня, наблюдаемого в 80-х гг. прошлого столетия, является ежегодное искусственное воспроизводство в рекомендованных объёмах и продолжение работ по усилению охраны водных биоресурсов.

В настоящее время осуществлён ряд мероприятий по восстановлению её численности, в частности создан природный зоологический заказник «Нерестилище стерляди» на территории восьми муниципальных районов Республики Татарстан, в правила рыболовства Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна внесены места её естественного размножения (перечень нерестилищ). Ведётся активная работа по раскрытию организованных групп, специализирующихся на добыче стерляди и выявлению мест её продажи.

Несмотря на эти мероприятия, отмечается лишь снижение скорости падения численности стерляди и всё большая локализация её ареала.

Одним из отрицательных факторов негативного воздействия на популяцию стерляди наряду с браконьерством и далеко не косвенным, является добыча нерудных строительных материалов в акватории водохранилищ, на местах ее нереста, нагула и зимовки. Добычные работы приводят к разрушению нерестилищ, участков нагула и зимовки стерляди. Покатная молодь попадает в зоны работ механизмов и погибает. По нашим подсчетам в акватории р. Кама и Нижнекамского водохранилища насчитывается 66 месторождений в пределах Камбарского, Каракулинского, Сарапульского районов Удмуртской Республики и г. Сарапул или же в среднем 1 месторождение на каждые 2,5 км реки.

В связи с выше озвученным в целях сохранения запасов стерляди введен запрет промысла стерляди в Куйбышевском водохранилище в пределах Ульяновской области и снижен ОДУ стерляди в Нижнекамском водохранилище в пределах Удмуртской Республики, кроме лова в научно-исследовательских целях.

РОЛЬ ЭНДЕМИКОВ БАЙКАЛА В ФОРМИРОВАНИИ РАЗНООБРАЗИЯ СИГОВЫХ РЫБ БАССЕЙНА АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Среди сиговых рыб р. *Coregonus* в оз. Байкал обитают байкальский омуль *C. migratorius* (Georgi), байкальский озерный сиг *C. baicalensis* Dybowski и байкальский озерно-речной сиг *C. lavaretus pidschian* (Gmelin). Изучение распространения уникальных генетических признаков эндемиков Байкала в популяциях сиговых рыб небайкальского происхождения помогает пролить свет на эволюционные процессы при становлении современной сиговой фауны бассейнов арктических морей. Показательным представляется анализ вариабельности по дуплицированным локусам креатинкиназы, *CK-A1,2**, весьма консервативным у сиговых.

Самое раннее влияние байкальских эндемиков на сиговую фауну за пределами байкальского рефугиума обнаруживается у рыб, принадлежащих к комплексу арктического омуля *C. autumnalis*. Подобно байкальскому омулю и байкальскому озерному сигу, у арктического омуля, берингийского омуля, поллана и «букета видов» североамериканских ряпушек продукты экспрессии локусов *CK-A1,2** проявляются в виде одной полосы – фиксации по аллелю **c*. У всех других видов сиговых рыб в генотипах присутствуют альтернативные аллели локусов креатинкиназы (исключая приведенные ниже примеры). Более тесная ассоциация байкальских сиговых с омулями бассейнов северных морей была показана ранее: на медианной сети гаплотипов мтДНК комплекс арктического омуля соединяется с другими основными линиями сиговых через байкальскую кладу (Politov, 2017). У рыб из приарктических популяций сигов-пыжьянов из верхнего течения р. Анабар, а также из оз. Пясино Норило-Пясинской речной системы в подавляющем большинстве случаев наблюдается фиксация каждого из двух локусов по альтернативным аллелям – **a* и **c*. По-видимому, в данном случае взаимодействие сиговых рыб байкальского и небайкальского генезиса происходило посредством включения части хромосом байкальских рыб в геном сига-пыжьяна. Данный этап расселения клады сиговых байкальского происхождения на север уместно связывать с имевшейся связью Байкала с бассейнами рек Лена и Енисей в верхнем и среднем Плейстоцене. Следует отметить, что у сигов из низовьев рек Анабар и Пясины по двум локусам креатинкиназы преобладают генотипы **a***a***a***a*, что подразумевает заселение разных участков этих и, видимо, ряда смежных с ними водотоков сигами хорошо дифференцированных филогенетических линий.

У двух форм сига из принадлежащего к системе Баунтовских озер оз. Доронг по локусам *CK-A1,2** были обнаружены немногочисленные гетерозиготные генотипы с участием типичного байкальского аллеля **c*. Это подтверждает справедливость сделанного ранее вывода об интрогрессивной гибридизации между нативными сигами р. Лена и байкальскими колонистами, имевшим место во время существования древнего стока Байкала через Ципо-Ципиканскую систему озер и р. Витим в бассейн р. Лена (Vochkarev et al., 2013).

Происхождение байкальского пыжьяна также связано с интрогрессивной гибридизацией рыб, принадлежащих к байкальской и небайкальской кладам, т.к. в популяции озерно-речного сига из р. Верхняя Ангара аллели **a* и **c* локусов *CK-A1,2** были найдены с высокими частотами в гомо- и гетерозиготных состояниях. Река Енисей могла являться путем расселения байкальского пыжьяна (сига Исаченко?) в приарктические районы

Сибири и далее в Европу в нижнем Плейстоцене (например, после образования ангарского стока из Байкала, т. е. 60–20 тыс. л. н. (Суханова и др., 2007), поскольку в восточной части Балтики были обнаружены сиги с аналогичными признаками гибридизации с байкальскими эндемиками (Sendek et al., 2017).

А.С. Сергиевич¹, Е.С. Гайдученко², Ю.И. Охременко³, С.М. Дегтярик⁴

¹Белорусский государственный университет, Минск, sergievich@biobel.by

²ГНПО “НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам”, Минск, gajduchenko@tut.by

³ГНПО “НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам”, Минск, okhremenko.yulia@yandex.by

⁴РУП «Институт рыбного хозяйства», Минск, lavrushnek@mail.ru

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ ЧУЖЕРОДНОГО ВИДА РЫБ БЕЛАРУСИ, СОМИКА АМЕРИКАНСКОГО *AMEIURUS NEBULOSUS* (LE SUEUR, 1819)

Одним из направлений в изучении водных микроорганизмов является исследование патогенов рыб. На данный момент в Беларуси активно изучаются болезнетворные бактерии промысловых видов рыб, однако, бактериальные заболевания непромысловых рыб не исследуются в должной мере. В то же время условно-патогенные бактерии представителей ихтиофауны активно исследуются в зарубежных странах.

Исследования такого рода позволят лучше понимать и контролировать популяционные изменения рыбных сообществ, вызываемые бактериальными заболеваниями. Помимо этого, изучение таких патогенов поможет прогнозировать распространение болезнетворных бактерий с мигрирующими нативными или распространяющимися инвазивными видами рыб. По этой причине модельным объектом для исследования был выбран инвазивный вид – *A. nebulosus*, так как на данный момент этот вид активно распространяется по территории Беларуси.

Целью работы было исследовать видовое разнообразие условно-патогенных бактерий, выделенных из *A. nebulosus*, идентифицировать обнаруженные штаммы несколькими методами для наиболее точных результатов.

Исследовали 6 живых особей *A. nebulosus*, выловленных из озера Каташи (1–3) и оз. Верхолесье (4–6) Кобринского района Брестской области. Из внутренних органов рыб (печень, почка, сердце, селезенка) были выделены 16 штаммов бактерий, 5 из которых были отобраны для дальнейшего исследования.

Для предварительного отбора условно-патогенных микроорганизмов использовали набор для идентификации грамотрицательных палочек API тест-систему 20E, после чего, при помощи биохимических тестов и тестов ПЦР с последующим секвенированием определяли видовую принадлежность исследуемых микроорганизмов.

Были получены следующие результаты: штамм 1 – *Aeromonas allosaccharophila*; штамм 2 и 3 – *Aeromonas jandaei*; штамм 4 и 5 – *Aeromonas veronii*.

Результаты биохимического теста и данные, полученные в ходе аналитического сравнения данных секвенирования, совпадают у штаммов 1, 2, 3. Штаммы 4 и 5 генетически относятся к одному виду, однако имеют ряд расхождений по результатам биохимических тестов.

Следует отметить, что *A. jandaei* и *A. veronii* уже встречались исследователям на территории Беларуси, *A. allosaccharophila* была выделена из рыб, выловленных на территории РБ впервые.

Е. Е. Слынько^{1,2,3}, А. Ю. Слынько⁴, В. Н. Федорова¹, А. С. Баймухамбетова¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (Росбиотех)», г. Москва, *elena.slynko.76@mail.ru, baimuhambetovaas@mgupp.ru*

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, *elena.slynko.76@mail.ru*

³Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, *elena.slynko.76@mail.ru*

⁴Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, *slynko04@bk.ru*

ЭВОЛЮЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ-ГИДРОБИОНТОВ

В исследованиях проблемы воздействия на биосферу чужеродных видов и генетически измененных организмов особо выделяются животные и растения, чья жизнедеятельность или часть жизненного цикла приурочены к водным экосистемам. Это обусловлено с одной стороны тем, что водные экосистемы являются одним из детерминирующих компонентов биосферных циклов и баланса, а с другой, более значительными трудностями в осуществлении контроля и регулирования процессов расселения и функционирования популяций водных организмов по сравнению с наземными видами. Морские и пресные водоемы являются естественными магистралями расселений, не имеющими столь надежных географических барьеров, как наземные. Для большинства водных организмов характерно производство большого количества половых продуктов со свободным перемещением их в окружающей среде, что обуславливает более высокую по сравнению с наземными видами вероятность возникновения естественных межвидовых гибридов. Помимо перечисленных особенностей в контроле и мониторинге водных чужеродных видов, необходимо отметить наименьшую степень их изученности, как в отношении состояния метапопуляций, так и в анализе характера и последствий воздействия на аборигенные виды, сообщества и нативные экосистемы. В настоящее время свыше 10 тысяч видов, представляющих все группы органического мира от микроорганизмов до высших растений и животных, интенсивно расширяют свои ареалы по всему миру. На основе комплексного использования данных морфологического и молекулярно-генетического анализов, нами обоснована гипотеза адаптивного компромисса показателей генетической и эпигенетической изменчивостей у чужеродных видов при освоении новых акваторий. Показано, что при снижении генетического разнообразия в новых акваториях в популяциях видов-вселенцев усиливается роль стратегии формирования множественных онтогенетических каналов. Это, в свою очередь, приводит к возникновению морфоэкологических форм, позволяющих успешно преодолевать неблагоприятные условия новых акваторий и наращивать численности популяций. Данная стратегия адаптивного компромисса характерна для организмов различной таксономической принадлежности, среды обитания и жизненных циклов. В исследовании доказательно проиллюстрирована популяционная динамика видов-вселенцев в речных и морских инвазионных коридорах. Показано, что основным абиотическим фактором, инициирующим процесс пульсации ареалов, является глобальное изменение климата. Среди антропогенных факторов к основным относятся интродукция новых видов и зарегулирование водоемов. Для понимания процесса инвазионности наиболее применим комплексный подход, основанный на контаминации генетических и морфологических, а именно эпигенетических, изменений.

Е. Е. Слынько^{1,2,3}, Ле Куанг Ман¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (Росбиотех)», г. Москва, elena.slynko.76@mail.ru, lequangman95@gmail.com

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, elena.slynko.76@mail.ru

³Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, elena.slynko.76@mail.ru

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЦИНОГЛОССОВ РОДА *CYNOGLOSSUS* ДЕЛЬТЫ РЕКИ МЕКОНГ

Бассейн реки Меконг известен богатым разнообразием фауны, в том числе фауны рыб. Одним из наиболее сложных местообитаний является дельта реки. Ихтиофауна дельты Меконга формируется рыбами, относящимися к различным экологическим категориям: пресноводные виды, обитающие преимущественно в среднем и верхнем течении реки, эврибионтные пресноводные виды, обитающие в дельте постоянно или сезонно, эвригалинные виды, обитающие в воде любой солености, специфические эстуарные обитатели, мигрирующие катадромные и анадромные виды и морские виды, кратковременно встречающиеся в устьевых районах. Типичными представителями первой экологической группы рыб, обитающих в среднем и верхнем течении Меконга, являются виды, относящиеся к роду *Cynoglossus* семейства *Cynoglossidae*. Данный род включает в себя более 48 видов, зарегистрированных в поисковых базах NCBI и BOLD SYSTEMS. Большинство представителей рода *Cynoglossus* обитают в Индо-Тихоокеанском регионе, отдельные виды обитают в более теплых частях Восточной Атлантики. Они обычно встречаются на мелководье на илистом или песчаном дне, в том числе в эстуариях, а некоторые виды обитают только в пресной воде. Ввиду высокого морфологического сходства циноглоссов, систематика этих рыб крайне затруднительна.

Область наших исследований включала систему нижнего Меконга в пределах Вьетнама на всем протяжении рек Тиен, Хау, Митхо и устьевых рукавов Кыатьеу, Кыадай, Балай, Хамлуонг, Кочьен, Кунгхау, Диньан и Чанде. С целью видовой идентификации были отобраны 15 экземпляров половозрелых особей рода *Cynoglossus* и проведен их предварительный молекулярно-генетический анализ. Образцы мышечной ткани у всех анализируемых особей циноглоссов фиксировали в 96 % этаноле, а затем использовали для выделения ДНК. Тотальную ДНК выделяли при помощи набора innuPREP DNA Mini Kit (компания Analytik Jena, Германия). В качестве маркерных генов апробированы 2 митохондриальных гена – 12S rRNA и 16S rRNA (два различных маркерных участка с подбором разных вариантов праймеров).

Предварительные молекулярно-генетические данные по 12S rRNA mtDNA свидетельствуют, что исследованные нами экземпляры *Cynoglossus* sp. наиболее близки к виду *C. puncticeps*, но процент идентичности с нуклеотидными последовательностями *C. puncticeps* составил всего 87,89–84,75%; процент покрытия составил в среднем 90 %. Полученные нами ампликоны по 16S rRNA mtDNA по результатам BLAST также близки к виду *C. puncticeps*, но процент идентичности невысокий и составил всего 89,18–87,26 %; процент покрытия составил в среднем 94%. Нами отмечено, что для всех проанализированных экземпляров по обоим маркерным генам характерно внутригрупповое гаплотипическое сходство.

В. А. Сошникова, Д. А. Зеленина, Н. С. Мюге

Государственный научный центр Российской Федерации государственное бюджетное
научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии», Москва,
valnestle@yandex.ru

ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КИЖУЧА НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ NGS-СЕКВЕНИРОВАНИЯ

Кижуч (*Oncorhynchus kisutch* Walbaum) – один из ценнейших объектов рыболовного промысла и искусственного воспроизводства на Дальнем Востоке, ареал которого широк и включает в себя всю Северную Пацифику. В пределах азиатской части ареала кижуч является третьим-четвертым по численности видом рода *Oncorhynchus*.

В данной работе было проведено ddRAD-секвенирование 11 выборок кижуча из различных регионов Дальнего Востока (Западная Камчатка: р. Апука, р. Авача, р. Камчатка; Восточная Камчатка: р. Коль, р. Крутогорова, р. Палана, р. Пымта; Северное побережье Охотского моря: р. Ола, р. Тауй, р. Охота; о. Сахалин: р. Лангери).

Подготовку библиотек проводили в соответствии с работой Franchini et al., 2017. Демультиплексацию и фильтрацию данных секвенирования осуществляли в пакете Stacks, для получения multi-vcf полученные риды картировали на референсный геном кижуча O_kis_V2 (GCF_002021735.2), с последующим анализом в пакете vcfR. Для визуализации результатов ddRAD-секвенирования использовали метод главных компонент.

Центральное место в пространстве главных компонент занимает выборка из р. Апука. Помимо выборки из р. Апука в пространстве главных компонент можно выделить четыре дискретных кластера: Североохотоморский, Сахалинский, Восточнокамчатский и Западнокамчатский, включая р. Авача, расположенную на юге восточного побережья.

Согласно ранее предложенной нами гипотезе, заселение азиатского побережья кижучем произошло североамериканскими популяциями через Берингию. Географическое положение р. Апука, говорит о том, что она является одной из наиболее вероятных стартовых точек расселения кижуча по всему азиатскому ареалу. Полученные результаты ddRAD-секвенирования дают возможность выдвинуть гипотезу о том, что последующее распространение кижуча происходило независимо в четырех направлениях.

Полученные данные позволяют предположить, что заселение кижучем побережий Охотского моря (как Североохотоморского, так и Западнокамчатского) произошло через соединение бассейнов рек северо-восточной части Камчатского полуострова и бассейна Пенжинской губы в их верховьях.

Похожее предположение может служить наиболее вероятным объяснением генетического сходства выборки из р. Авача с реками Западной Камчатки, хотя в данном случае нельзя исключить и возможность распространения кижуча вдоль побережья Камчатки через Первый Курильский пролив.

О. П. Стерлигова, Н. В. Ильмаст

*Институт биологии Карельского научного центр РАН, Петрозаводск,
ilmast@mail.ru*

**ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ЕВРОПЕЙСКОЙ РЯПУШКИ СЯМОЗЕРА
В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ОБИТАНИЯ**

Проанализированы результаты многолетних исследований динамики популяционных показателей европейской ряпушки *Coregonus albula* оз. Сямозеро в периоды с разными условиями обитания. В период с 1932 по 1970 г. ряпушка являлась самым многочисленным видом и основным объектом промысла (60 % общего вылова рыбы). С 1971 по 2000 г. в водоем существенно увеличился приток биогенов, вызванный усилением хозяйственной деятельности человека на водосборе, что привело к изменению гидрохимического и гидробиологического режима озера. В результате сложились благоприятные условия для нагула ряпушки, при этом значительно ухудшились условия ее воспроизводства. Снижению численности ряпушки в 1971–2000 гг. способствовало также случайное проникновение в водоем – европейской корюшки *Osmerus eperlanus*. На протяжении длительного времени (около 15 лет) ряпушка не встречалась ни в уловах, ни в питании хищных видов рыб озера. В последние годы, с уменьшением антропогенного влияния на водоем и исчезновением с 2015 г. корюшки вследствие её заражения паразитом, ряпушка начала восстанавливать свою численность.

А. Н. Строганов, М. В. Пономарева, Е. В. Пономарева

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва,
andrei_str@mail.ru

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ АДАПТАЦИИ ОЗЕРНОЙ ТРЕСКИ К СПЕЦИФИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ОБИТАНИЯ

Занесенный в Красную книгу экстремально малочисленный (около 300 половозрелых особей) подвид атлантической трески – кильдинская треска *Gadus morhua kildinensis* населяет расположенное на о-ве Кильдин (Баренцево море) озеро Могильное – небольшой (площадь около 100 тыс. кв. м, глубина до 17 м) реликтовый меромиктический (поверхностные опресненные воды; морская зона; сероводородная придонная зона) водоем, сформировавшийся около 1500 лет назад в результате отшнуровывания каменисто-галечниковым барьером морского залива от акватории Кильдинской салмы в результате воздействия таких факторов, как гляциоизостатическое поднятие, ледниковая аккумуляция и др.). Уникальность озера по сравнению с похожими озерами североатлантического побережья Канады (Огак, Квазигиалиминик, Тариярусвик) состоит в том, что обеспечение озера морской водой осуществляется исключительно за счет фильтрации через тело перемычки, что обеспечивает абсолютную репродуктивную изоляцию озерной трески от морских популяций (Цееб, 1975; Мухина и др., 2002; Бойцов и др., 2003; Харди и др., 2008; Шилин, Строганов, 2021; Строганов, Стрелков и др., 2022). Из более чем 200 видов баренцевоморских рыб только треска смогла сформировать в озере Могильном устойчивую, продуктивную группировку, осваивающую всю водную толщу, за исключением бескислородного сероводородного слоя. Проведенные биологические морфо-физиологические, генетические исследования показали, что происхождением кильдинская треска связана с мигрирующей океанической формой атлантической трески норвежско-баренцевоморского стада, в силу своей «морфо-биологической универсальности» эффективно осваивающей как толщу вод (откорм, миграции), так и придонные слои (Строганов и др., 2011, 2015, 2017; Zhivotovsky et al., 2016; Строганов, 2020).

Несмотря на то, что популяция кильдинской трески обитает в достаточно суровых условиях меромиктического озера – как выразился К.М. Дерюгин (1925) "между молотом и наковальней" – проведенные исследования позволяют делать вывод о достаточно стабильном ее состоянии: в настоящее время у нее не выявлены характерные для краевых популяций (что, например, отмечено для других подвидов атлантической трески — беломорской трески *Gadus morhua marisalbi* и балтийской трески *Gadus morhua callarias*) депрессивных характеристик (сокращенная продолжительность жизни, более низкий темп роста, раннее созревание). Более того в раннем развитии кильдинская треска демонстрирует темп роста, даже превышающий аналогичные показатели быстрорастущей норвежско-баренцевоморской трески.

Адаптация к особым условиям озера Могильного кильдинской трески сопровождается сохранением ряда присущих атлантической треске показателей (высокий темп роста, каннибализм, высокая плодовитость, развитие полисенсорных органов (подбородочный усик и свободные лучи брюшных плавников) и др.), и определенной степени специализации по другим параметрам (однообразие окраски половозрелых особей, укрупнение головы и лучшее развитие полисенсорных органов, преимущественно территориальное поведение, сокращение спектра энергозатрат и т.д.). Определенной степени специализация могла оставить отпечаток на геноме кильдинской трески, характеризующемся более низким уровнем генного разнообразия. Популяция трески озера Могильного достигла относительного генетического равновесия, на фоне чего шли процессы адаптации к специфическим условиям данного водоема.

М. Ф. Субботкин¹, П. П. Гераскин²

¹ *Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Ярославская обл., пос. Борок,
smif@ibiw.ru*

² *Астраханский государственный технический университет, Астрахань,
ppg46@mail.ru*

ЗНАЧИМОСТЬ ЭВОЛЮЦИОННОГО АСПЕКТА В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Эволюция осетрообразных *Acipenseriformes* охватывает длительный период и по разным данным оценивается в 200 - 318 млн. лет. Их предки населяли пресноводные водоемы, но в конкуренции за кормовые ресурсы постепенно освоили новые экологические условия и перешли к жизни в солёной воде (Яковлев, 1977; Bemis et al., 1997; Ruban, 2023). Широкому распространению древних форм способствовало обитание в солоноватоводных водоемах в течение длительного периода (Choudhury, Dick, 1998) и эволюция их физиологии. Об этом свидетельствует скорость развития у молоди механизмов водносолевого обмена, белков крови, в том числе дыхательных белков гемоглобинов, а также трансферринов. Способность обитать в водоемах с нарастающей солёностью развивается у них уже на ранних этапах онтогенеза (Краюшкина, 1967, 2022; Лукьяненко и др., 1984), а полное формирование физиолого-биохимических систем завершается в возрасте 3-5 лет (Гераскин, 1978; Лукьяненко и др., 2002; Попов, 1983; Субботкин, Субботкина, 2016). Наследие пресноводного происхождения проявляется в фазе речного размножения, независимо от места обитания взрослых рыб: в пресных водах или с разной солёностью. В жизненных стратегиях современных осетровых важную роль играют миграции. Первый тип – это покатные миграции нового поколения с нерестилищ вниз по реке к местам обитания до половой зрелости. Начинаются такие миграции рано, на стадии личинки, и связываются с питанием (Ходоревская и др., 2007; Bemis, Cunard, 1997). Так осетровая молодь повторяет исторически сложившийся эволюционный путь, который был направлен на освоение новых условий жизни и новых ареалов. Другой тип – это нерестовые миграции взрослых рыб вверх по рекам, против течения, к местам размножения.

Река Волга и Каспийское море длительное время были основными источниками черной осетровой икры на мировом рынке. Строительство каскада плотин, и на завершающем этапе Волжской ГЭС на нижней Волге, отрезало осетровых от большей части основных мест размножения. В качестве компенсационной меры утраты естественных нерестилищ и воспроизводства рыб было организовано искусственное разведение молоди на специализированных рыбоводных заводах. Они в основном локализованы в низовьях рек, в том числе, Волги. Были разработаны технологии и стандарты выращивания жизнестойкой осетровой молоди (Лукьяненко и др., 1984; Матишов и др., 2017). К сожалению, в настоящее время безосновательно возрождается идея выпуска с рыбоводных заводов молоди крупных навесок, полагая, что чем выше масса выпускаемой молоди, тем выше её выживаемость. Современный подход предполагает разрушение нормального жизненного цикла осетровых рыб, сложившегося в результате длительной эволюции, включая покатную миграцию. Миграции молоди играют важную роль в видовых адаптациях (Баранникова, 1957; Гербильский, 1957; Павлов и др., 1981; Ходоревская, 1977). У заводского поколения исключена покатная миграция молоди в реке, направленная на освоение новых мест обитания и развитие соответствующих поведенческих реакций. Таким образом, в природе

формируются поколения рыб с нарушенным миграционным поведением, связанным с естественным размножением и сохранением вида, как биологического объекта. Требуется разработка новой государственной стратегии сохранения каспийских осетровых с учетом их эволюции, современного состояния, мирового опыта. Опыт искусственного разведения лососевых показывает, что необходимы «полуестественные» технологии выращивания, позволяющие получать молодь с поведенческими и адаптационными характеристиками, приближенными к естественным.

Н. Ю. Тропин

*Вологодский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии», Вологда,
tropin@vologod.vniro.ru*

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ КАРПОВЫХ ВИДОВ РЫБ СИЗЬМЕНСКОГО РАЗЛИВА РЕЧНОЙ ЧАСТИ ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Шекснинское водохранилище является составной частью Волго-Балтийского водного пути, созданной в 1963 – 1964 годах. По особенностям гидролого-гидрохимических и гидробиологических характеристик водохранилище делится на озерную (озеро Белое) и речную части. Общая протяженность водного объекта составляет около 255 км, средняя ширина – 20 км, а глубина – 10 м (максимальная – 17 м). В речной части Шекснинского водохранилища обитает более 20 видов рыб, из которых наибольшим видовым богатством характеризуется семейство карповых, представленное 13 видами, наиболее многочисленными из которых являются: лещ (*Abramis brama* L.), плотва (*Rutilus rutilus* L.), густера (*Blicca bjoerkna* L.), чехонь (*Pelecus cultratus* L.) и синец (*Ballerus ballerus* L.). Для эффективного рыбохозяйственного использования водных биологических ресурсов водоемов требуется планомерное изучение особенностей питания и трофических отношений разных видов рыб. В этом отношении важнейший в рыбопромысловом отношении Сизьменский разлив речной части Шекснинского водохранилища является практически неизученным. Целью настоящего исследования является выявление особенностей питания некоторых карповых видов рыб (лещ, плотва, густера, чехонь и синец) Сизьменского разлива Шекснинского водохранилища.

Изучение питания карповых видов рыб проводилось в летний период 2019–2021 годов в акватории Сизьменского разлива речной Шекснинского водохранилища в районе ур. Красный Бор. Для вылова рыбы использовались ставные жаберные сети с ячей 20–55 мм, высотой 1,5–3,0 м и длиной около 70 м с экспозицией около 12 часов. Полный биологический анализ и изучение питания рыб проводились по общепринятым ихтиологическим методикам (Правдин, 1966; Методическое пособие по..., 1974; Попова, Решетников, 2011). В ходе проведенных исследований установлено, что пищевой спектр леща включал растительные остатки и несколько групп беспозвоночных (личинки амфибиотических насекомых и зоопланктон). В пищевом комке преобладали личинки и куколки хирономид, которые составляли более 90 % массы всего пищевого комка. Среди представителей зоопланктона в питании

Автор выражает благодарность сотрудникам Вологодского филиала ФГБНУ «ВНИРО» за помощь в сборе ихтиологического материала.

© Тропин Н. Ю., 2024

преобладали веслоногие ракообразные. Индекс наполнения кишечника леща варьировал от 3,2 до 93,3‰ (в среднем 36,2‰). Питание синца Сизьменского залива характеризовалось значительным преобладанием зоопланктонных организмов с доминированием ветвистоусых ракообразных. Доля других компонентов питания (насекомые и паукообразные) как по численности, так и по биомассе составляла около 1%. Общий индекс наполнения синца варьировал от 5,6 до 451,3‰ и в среднем составлял около 89,9‰. В составе пищевого комка чехони Сизьменского разлива преобладали представители жесткокрылых, а также личинки двукрылых и личинки хирономид. Индекс наполнения чехони изменялся от 25,5 до 151,2‰ (в среднем – 72,4‰). В спектре питания густеры зарегистрировано восемь групп пищевых объектов: личинки амфибиотических насекомых (личинки хирономид, ручейников и др.), водные клещи, зоопланктон, моллюски и растительные остатки. При этом по массе преобладали двустворчатые моллюски (*Dreissena polymorpha*), личинки хирономид и растительные остатки. Индекс наполнения густеры варьировал от 3,9 до 136,8‰ и в среднем составлял 59,9‰. В питании плотвы преобладал растительный детрит, двустворчатые моллюски (*Dreissena polymorpha* Pallas, 1771), а также личинки хирономид. Индекс наполнения плотвы варьировал от 24,4 до 264,7‰ (в среднем – 98,3‰). Таким образом, карповые виды рыб, обитающие в Сизьменском разливе речной части Шекснинского водохранилища, относятся к разным трофическим группам, между которыми наблюдается частичное перекрывание пищевых ниш.

Д. Ю. Трофимов¹, Е. А. Заботкина²

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок,

¹dytrof@ibiw.ru, ²zabel@ibiw.ru

ОСОБЕННОСТИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЮЛЬКИ *CLUPEONELLA CULTRIVENTRIS* (NORDMANN, 1840) В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Тюлька – единственный представитель отр. Сельдеобразных (*Clupeiformes*) в ихтиофауне Рыбинского водохранилища. Она впервые была отмечена в уловах в 90-х годах прошлого века, и ее вселение в водохранилище считают одной из самых успешных стратегий расселения крупного вида позвоночных. Рыбинское водохранилище – самое северное, в котором тюлька сформировала самовоспроизводящуюся популяцию. Основную численность популяций в Рыбинском водохранилище летом составляют особи возраста 1+, а осенью – сеголетки. Максимальная продолжительность жизни рыб в Рыбинском водохранилище составляет 3 года, при достижении половозрелости в возрасте 1+. По мнению многих исследователей, такой экспансии вида способствуют морфологические особенности водоемов и ряд физиологических особенностей самого вида. Тюлька обладает высокими уровнями ферментов в кишечнике, которые устойчивы к действию гербицидов по сравнению с другими видами рыб, ее эритроциты по сравнению с другими видами рыб устойчивы к гемолизу. Но гематологические характеристики рыб в Рыбинском водохранилище практически не исследованы, отсутствуют сведения о сезонных изменениях показателей крови рыб.

Цель работы – оценить характер изменения лейкоцитарного профиля периферической крови тюльки в летне-осенний период.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания 124032500015-7.

© Трофимов Д. Ю., Заботкина Е. А., 2024

Рыбу для исследования отлавливали мальковым неводом в ходе экспедиций на НИС «Академик Топчиев» в июле и октябре 2021 года в Центральном, Шекснинском и Волжском плесах Рыбинского водохранилища. С каждой станции отлова было отобрано не менее 10 особей. Методом каудэктомии приготавливали мазки периферической крови, которые фиксировали этиловым спиртом и окрашивали по Романовскому-Гимза азур-эозином. Окрашенные мазки просматривали под цифровым микроскопом Keyence VHX 1000 под объективом Z500 при увеличении 2000. На каждой мазке подсчитывали 200 лейкоцитов и тромбоциты. Лейкоциты подразделяли на гемоцитобласты, лимфоциты, моноциты, миелоциты, метамиелоциты, палочко- и сегментоядерные нейтрофилы и эозинофилы. Доли различных типов лейкоцитов выражали в %. Тромбоциты подразделяли на округлые, веретеновидные и голаядерные. Оценивали индекс обилия лейкоцитов.

Результаты исследования показали, что индекс обилия лейкоцитов снижается у рыб во всех плесах к осени. Лейкоциты в периферической крови представлены в основном лимфоцитами. У всех рыб их доля превышала 60 %, и была самой низкой, как летом, так и осенью у рыб Центрального плеса. Доли моноцитов также были наибольшими летом у рыб в Центральном плесе (8 %), к осени они уменьшались у рыб на всех станциях до 1–3 %. Относительное количество незрелых гранулоцитов, миело- и метамиелоцитов колебалось в пределах 4–12 % у рыб в течение лета-осени. Доли зрелых нейтрофилов изменялись сходным образом. Эозинофилы встречались единично у некоторых особей. Соотношение различных форм тромбоцитов к осени сдвигалось в сторону веретеновидных и голаядерных клеток. Таким образом, выявлено изменение соотношения лейкоцитов в периферической крови тюльки в Рыбинском водохранилище в летне-осенний период.

**И. С. Турбанов, В. А. Гусаков, А. А. Болотовский, О. Н. Артаев,
А. А. Гандлин, М. А. Лёвина, Б.А. Лёвин**

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Ярославская обл.,
turba13@mai.ru*

ФИЛОГЕОГРАФИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ЕВРОПЕЙСКОГО ХАРИУСА *THYMALLUS THYMALLUS* (ACTINOPTERYGII: SALMONIDAE) БАСЕЙНА ВОЛГИ ПО ДАННЫМ ДНК-БАРКОДИНГА

Европейский хариус *Thymallus thymallus* – пресноводный реофильный вид семейства лососёвых (Salmonidae), распространённый в Центральной, Северной и Восточной Европе. В бас. Волги хариус распространён неравномерно – в Верхней Волге и ряде её притоков, а также в бас. Камы; известны и несколько изолированных популяций в притоках Средней Волги.

На фоне хорошо исследованных популяций хариуса Центральной и Северной Европы, филогеография хариуса в бас. Волги и ряда смежных бассейнов изучена весьма поверхностно, что сподвигло нас на изучение популяций хариуса в бас. Волги. Материал собран авторами в период 2020–23 гг. Получено 39 последовательностей COI mtDNA из 27 рек бас. Волги. Сравнительный материал получен из четырех рек смежных с Волгой речных бассейнов (Нева, Онега, Печора; n=8), а также из базы GenBank со всего ареала европейского хариуса (n=317).

Исследование поддержано грантом РФФ 24-44-20019.

© Турбанов И. С., Гусаков В. А., Болотовский А. А., Артаев О. Н., Гандлин А. А., Лёвина М. А., Лёвин Б. А., 2024

Для Волги нами выявлено девять гаплотипов хариуса, восемь из которых впервые обнаружены и являются уникальными для этого бассейна. Общий с другими бассейнами гаплотип (Н1) распространен весьма широко – в ряде притоков Верхней (реки Суда, Лабокша, Осуга, Большая Коша, Песь, Индоманка и Сишка) и Средней (река Княжая, приток Унжи) Волги, а также Камы (реки Симка, Яман-Елга, Зиган, Белая, Сюрюзняк, Вишера и Шудья). За пределами Волги Н1 отмечен в бас. Урала, Печоры [Weiss et al., 2020], Северной Двины, Кулоя, Мезени, Онеги и Туломы [Ponomareva et al., 2022], а также обнаружен нами в бас. Невы. Гаплотипы Н2 (река Суран, бас. Камы), Н3 (река Сижина, Верхняя Волга), а также Н4 из рек Язовая (бас. Камы), Княжая (бас. Унжи, Средняя Волга), Ильма (бас. Которосли, Средняя Волга) и Райчона (Верхняя Волга) близки к Н1 и отличаются одной заменой. Гаплотип Н5 и Н6 узко локализованы в реках бас. Которосли в системе Средней Волги (Сара, Могза, Имбушка, Кеда, Вогра, Лига и Кутьма). Гаплотип Н7 из реки Суда (Верхняя Волга) отличается на одну замену от гаплотипа OL672535 из реки Уса (бас. Печоры) [Ponomareva et al., 2022]. Гаплотипы Н8 и Н9 распространены исключительно в бас. Камы (реки Чусовая, Ик и Ухтым) и занимают промежуточное положение между гаплотипами Н1 из бас. Каспийского, Балтийского, Белого и Баренцева морей и MN031595, MT063001 и MT063002 из бас. Дуная [Weiss et al., 2020; Ponomareva et al., 2022; this study]. Широкое распространение гаплотипа Н1 в реках бас. Каспийского, Балтийского, Белого и Баренцева морей, вероятно, отражает недавнюю послеледниковую колонизацию из плейстоценового рефугиума, и соответственно палеогеографические перехваты между этими бассейнами [Panin et al., 2020]. Мозаичное распределение гаплотипов Н2, Н3 и Н4 в бас. Волги указывает на изоляцию ряда популяций от гаплотипа Н1 в следствии палеоклиматических событий с последующим вторичным контактом для ряда популяций. Интересный феномен – изоляция популяций хариуса в бассейне р. Которосль, приведшая к формированию двух уникальных гаплотипов (Н5 и Н6). Верховья этой реки относятся к бас. озера Палео-Неро и включают реки с родниковым питанием, стекающие с моренных возвышенностей на юге Ярославской обл. Данные популяции рассматриваются нами как реликтовые, обитающие в своеобразном плейстоценовом рефугиуме. Таким образом, филогеографическая структура европейского хариуса в бас. Волги довольно разнообразна и соответствует сценариям как изоляции, так и вторичных контактов в период плейстоцена-голоцена. При этом выявлены уникальные реликтовые популяции, которые сохранились в своеобразных плейстоценовых рефугиумах.

**А. М. Тыщенко, Д. В. Зленко,
В. М. Ольшанский, А. О. Звездин**

*Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук, Москва,
a.m.tyshchenko@sev-in.ru*

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РЕЧНОЙ МИНОГИ *LAMPETRA FLUVIATILIS*

Миноги (Petromyzontiformes) – древняя группа позвоночных животных. Они обладают довольно развитой электрорецепцией и способны воспринимать электрические поля с напряжённостью 1–10 мкВ/см. Электрорецепторы у миног располагаются группами по 2–8 штук не только в районе головы, но и вдоль всего туловища. Их структура предполагает возбуждение катодными электрическими полями, как и рецепторов хрящевых и хрящекостных рыб. Доказательства способности миног к электрогенерации были полу-

чены в середине прошлого века на примере взрослых особей морской миноги *Petromyzon marinus*. Обнаружены трёхфазные разряды, возникавшие рядом с головным отделом животного. Они были синхронизированы с дыханием миноги, величина разрядов составляла 200–300 мкВ, длительностью до 20 мс. Электрическое поле было ориентировано вдоль продольной оси тела и распространялось только на несколько сантиметров. На основе сделанных наблюдений авторы пришли к выводу о расположении источника электрических разрядов в головном отделе миноги.

Начиная с 2021 г. в ИПЭЭ РАН проводятся опыты с производителями речной миноги *Lampetra fluviatilis* в установке «Электрический глаз». У представителей этого вида была обнаружена разнообразная электрическая активность, которую можно предварительно разделить на:

1. дыхательные миограммы: регулярно повторяющиеся сигналы, имеющие микровольтовую амплитуду и достаточно стабильную форму, и чётко локализованные в районе жаберного аппарата.

2. двигательные миограммы: нерегулярные как по генерации, так и по форме сигналы, имеющие амплитуды до нескольких милливольт и чётко связанные с активным движением животных. Источник этих сигналов может находиться в разных частях тела миноги.

3. одиночные спайки (от англ. spike – потенциал действия, короткий импульс): нерегулярные бифазные разряды со сравнительно стабильной формой и не коррелирующие с движением животного. Амплитуда этих разрядов колеблется в пределах от десятков микровольт до единиц милливольт, длительность составляет около десятка миллисекунд. Источник поля, подобно миограммам, имеет нейромышечную природу, его можно наблюдать в различных участках тела, но он более чётко локализован.

Одиночные спайки были зарегистрированы в двух поведенческих ситуациях. Прежде всего, это генерация спайка миногой в момент касания её другой особью, обычно активно плавающей. При этом особь, сгенерировавшая сигнал, часто остаётся неподвижной. В другой ситуации спайк генерируется одиночной особью в момент касания ею какого-либо предмета в аквариуме. В обеих ситуациях источник разряда в большинстве случаев расположен близко к месту касания. Спайки, генерируемые миногами при соприкосновении с другими особями, отличаются от таковых, генерируемых одиночными особями по амплитуде и положению источника.

Роль и назначение электрической активности производителей речной и морской миног на данный момент неизвестны. Однако, полученные нами данные указывают, что генерация одиночных спайков коррелирует с поведением миног и может не сопровождаться двигательной активностью. Это позволяет утверждать, что одиночные электрические сигналы, генерируемые речной миногой, несут некоторую коммуникационную нагрузку и не являются побочным следствием мышечной активности миног.

Н. В. Холмогорова^{1,2}, А. Ф. Тарлева³, Г. М. Чуйко³, Ю. В. Герасимов³

¹Удмуртский государственный университет, г. Ижевск,
nadjaholm@mail.ru

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск

³Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Ярославская обл., пос. Борок,
ns_tarleva@ibiw.ru

МИКРОПЛАСТИК В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОМ ТРАКТЕ ЛЕЩА И ОКУНЯ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ВОДНОГО БАССЕЙНА

Растущее производство и применение пластмасс в последние десятилетия привели к повсеместному загрязнению окружающей среды микропластиком (МКП). МКП – это частицы пластика размером менее 5 мм. У нижней границы нет чёткого определения, т. к. у каждой группы исследователей она своя (Поздняков и др. 2023). МКП обнаружен в воде, донных отложениях и гидробионтах всех океанов (Bour et al., 2018). Исследования пресных вод значительно менее обширны. Данные по загрязнению пресных вод и донных отложений территории России пока фрагментарны. Накопление МКП гидробионтами в России изучено недостаточно.

Работа посвящена изучению содержания частиц МКП в пищеварительном тракте леща *Abramis brama* Linnaeus, 1758 и окуня *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 Волжско-Камского бассейна с учетом разного типа питания. Отлов леща проводили в сентябре 2020 и 2022 гг. на реке Волге (Горьковское, Чебоксарское, Саратовское, Волгоградское вдхр). Вылов окуня в Ижевском вдхр осуществляли в феврале 2022 года, в Нижнекамском вдхр в феврале 2023 года. Всего для исследования использовано 25 особей леща и 21 окуня обыкновенного. Все отловленные рыбы подвергались полному биологическому анализу по общепринятым ихтиологическим методикам. Длина тела исследованных экземпляров окуня менялась от 8 до 12 см, масса – от 9 до 26 г, возраст – 2–5 лет. Длина тела леща менялась от 19 до 41 см, масса – от 166 до 1812 г, возраст – 3–10 лет.

Микрочастицы искусственных полимеров обнаружены у 100 % экземпляров леща и 43 % экземпляров окуня. Среднее количество частиц МКП в пищеварительном тракте у леща составляло $42,4 \pm 5,8$ единиц на особь и $77,9 \pm 14,5$ единиц на 1 кг массы рыб, а окуня – $2,52 \pm 1,3$ единиц на особь с разбросом значений от 0 до 26 и $170,9 \pm 89,8$ единиц на 1 кг массы рыб. Различия в содержании МКП в пищеварительном тракте леща и окуня статистически значимы ($p < 0,01$, непараметрический анализ Краскела-Уоллиса). Вероятно, это связано с типом питания. Лещ – бентосоядная рыба и вместе с кормом заглатывает частицы грунта, в котором накапливается МКП. Окунь – хищник и МКП может попадать в него преимущественно по трофической цепи.

Отмечена статистически значимая положительная корреляция между содержанием частиц МКП в пищеварительном тракте изученных рыб и их длиной ($r_s = 0,72$; $n = 46$; $p > 0,001$), массой ($r_s = 0,74$; $n = 46$; $p < 0,001$) и возрастом ($r_s = 0,70$; $n = 46$; $p > 0,001$). Эти данные указывают на медленное выведение МКП из организма и его возрастающее накопление в процессе жизни. Достоверных различий между одноразмерными самками и самцами изученных рыб не установлено. МКП в пищеварительном тракте окуня и леща был представлен преимущественно волокнами: 88 и 97 % от общего количества частиц соответ-

Работа выполнена в рамках государственного задания №№ 124032100075-5 и 124032500015-7.

© Холмогорова Н. В., Тарлева А. Ф., Чуйко Г. М., Герасимов Ю. В., 2024

ственно. Фрагменты составляли соответственно 11,67 и 1,73%. Микросферы отмечены только у леща (0,49%). Пленки обнаружены не были.

В исследованных водохранилищах длина волокон МКП в пищеварительном тракте леща и окуня менялась в интервале 322-1477,5 и 396,8-3433,3 мкм соответственно. По средней длине волокон статистически значимые различия ($p < 0,05$) выявлены только между окунем Ижевского (2308,3 мкм) и Нижнекамского (871,6 мкм) вдхр. Это можно объяснить гидрологическим режимом Нижнекамского вдхр, где большие скорости течения и каменистые грунты способствуют разрыву длинных волокон на более короткие. По числу волокон на особь статистически значимые различия обнаружены между лещом из Чебоксарского (55,6 шт./особь) и Саратовского (16,5 шт./особь) вдхр, что указывает на меньшее загрязнение МКП последнего.

М. Ц. Цырендылыкова, В. В. Коновалова

*Байкальский филиал государственного научного центра Российской Федерации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («БайкалНИРО»), г. Улан-Удэ,
tsyrendylykova_mts@baikal.vniro.ru*

РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ (*COREGONUS MIGRATORIUS* (GEORGI, 1775)) В СЕВЕРО-БАЙКАЛЬСКОМ РЫБОПРОМЫСЛОВОМ РАЙОНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Байкальский омуль – *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) является эндемиком озера Байкал, относится к озерно-речным проходным сиговым рыбам, нагуливается в озере Байкал, на нерест идет в его притоки. Северобайкальская популяция байкальского омуля является одной из наиболее многочисленных и принадлежит к прибрежной морфо-экологической группе.

Северобайкальский рыбопромысловый район кроме мелководных участков Байкала, включает следующие основные водоемы: Ангарский (Северобайкальский) сор, реки Кичера и Верхняя Ангара с системой озер в дельте, озера Фролиха и Иркана и ряд мелких озер в горах.

В силу действующего запрета на промысел и отсутствие промысловых уловов байкальского омуля в 2022–2023 гг. сбор ихтиологического материала осуществлялся контрольными неводными обловами для оценки состояния популяции байкальского омуля.

В 2022–2023 гг. на массовые промеры взято 4045 экз. и 6411 экз. рыбы, на полный биологический анализ исследовано 346 экз. и 410 экз. байкальского омуля. Согласно нашим исследованиям, в уловах закидного невода на Северном Байкале в 2022 г. прибрежная морфо-экологическая группа нагульного омуля представлена особями промысловой длиной тела от 11 см до 35 см, массой от 20 г до 450 г. Байкальский омуль прибрежной морфо-экологической группы в неводных уловах 2023 г. встречается длиной тела от 11 до 33 см, массой от 19 до 415 г. В 2022 г. доминировали особи размерами 21–22 см (33,8%) и массой 75–150 г. В 2023 г. преобладали особи с длиной тела 20–21 см (29,2 %), массой 76–138 г. В 2022 г. возрастной ряд был представлен восемью группами (1+–8+ лет), а в 2023 г. возрастной ряд короткий и состоит из особей от 1+ до 7+ лет. В исследуемый период основную часть неводных уловов составили рыбы возрастных групп 3+–4+ лет, на долю которых пришлось в 2022 г. – 75,1 % и 79 % в 2023 г. Средние значения омуля прибрежной морфо-экологической группы на Северном Байкале в 2022 г. были следующими: длина – 23,6±0,21 см, масса – 161,3±4,6 г., возраст – 3,5 лет. В 2023 г. средние значения длины составили 23,2±0,22 см, мас-

сы – 158,2±4,6 г, возраста 3,5 лет. Наиболее раннее наступление половой зрелости отмечено в исследуемый период у омуля прибрежной группы – с 4+ лет, а в возрасте 7+-8+ лет – все рыбы половозрелые. Нагульное стадо байкальского омуля в 2022-2023 гг. сформировано преимущественно неполовозрелой молодью – 68,2 % и 76,8 %, на долю половозрелых рыб пришлось 30,6 % и 22,1 % рыбы, пропускающие нерест, составили 1,2 % и 1,1 % соответственно по годам.

Контрольные притонения закидного невода, проведенные в Северо-Байкальском рыбопромысловом районе озера Байкала, показали их эффективность для сбора первичных данных о биологической структуре нагульного омуля. Полученные результаты показывают тенденцию стабильности размерно-возрастных показателей байкальского омуля.

**Ф. М. Шакирова¹, В. З. Латыпова^{2,3},
Г. Д. Валиева¹, О. В. Никитин², О. К. Анохина⁴**

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО», «ТатарстанНИРО», Казань, shakirovafm@gmail.com;

²Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, ecoanrt@yandex.ru;

³Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, ecoanrt@yandex.ru;

⁴Государственный комитет Республики Татарстан по биологическим ресурсам, Казань, nanohin@mail.ru

ФАКТОРЫ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ, БЛАГОПРИЯТНЫЕ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ И ПОДДЕРЖАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

На эффективность размножения рыб в Куйбышевском водохранилище влияет ряд факторов, включающих характер уровенного режима, наличие достаточного количества нерестилищ и производителей, зарастаемость и заболачиваемость водоема, приводящие к уменьшению площади эффективных нерестилищ, качество вод водохранилища и др.

Одним из вышеперечисленных факторов, влияющих на эффективный нерест рыб в водохранилище, является регулируемый уровенный режим, который в результате его резких колебаний в период нереста рыб приводит нередко к гибели уже отложенной икры и к снижению эффективности естественного воспроизводства водных биологических ресурсов (ВБР). Отсюда, уровень воды в водоеме, а в связи с этим и состояние мелководий в весенний период (с конца апреля до середины июня) играют важную роль для воспроизводства фитофильных рыб, т.к. в этот период в мелководной зоне располагаются их прибрежные нерестилища. Особенно сильно страдают от значительного сброса воды такие стенобионтные виды как щука, синец, сазан и другие, которые размножаются в прибрежье, на небольших глубинах. В несколько лучшем положении оказались эврибионтные виды (лещ, судак),

Часть исследований выполнялась за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности, проект № FZSM-2022-0003.

у которых в условиях неблагоприятного уровня режима проявились приспособительные свойства, заключающиеся в возможности осваивать для размножения участки с глубинами до 5 м и более, естественно, при наличии нерестового субстрата или возможность нереститься, как синец, при повторном повышении уровня воды в водохранилище. Результаты исследований выявили, что эффективным размножение рыб в Куйбышевском водохранилище бывает лишь в те годы, когда в период нереста образуются мелководья площадью не менее 25 тыс. км², т. е. при уровне равном или выше НПУ (53 м БС). В маловодные годы, когда мелководья занимают площадь 900-1200 км², пополнение запасов рыб незначительно или практически не происходит (Цыплаков, 1972, 1974; Латыпова, Шакирова и др., 2020). Исследования, проведенные в течение 2009–2020 гг. показали, что эффективность воспроизводства рыб зависит, как от оптимального гидрологического режима водохранилища весной и залития максимального количества нерестилищ, находящихся на участках с многолетней наземной растительностью, так и условий для нагула молоди рыб при высоких ($\geq 52,5$ м БС) уровнях воды в водоеме в летний период, что способствует благоприятному нагулу молоди.

Таким образом, в условиях Куйбышевского водохранилища даже небольшие нерестовые стада могут дать значительное потомство при оптимальных условиях размножения и нагула рыб. Исследованиями обоснован средний прогнозируемый уровень вод водохранилища по экологическим требованиям к качеству водных ресурсов и составляет для весеннего половодья и летне-осенней межени 52 м БС, в зимнюю межень ≤ 49 м БС, как критерий благоприятный для воспроизводства рыб и сохранения рыбных запасов, так и по требованиям к качеству поверхностных вод водохранилища.

А. В. Шерышова, А. А. Евсеева

ФГБНУ «ВНИРО» (Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии) Тюменский филиал (Госрыбцентр), Отдел Ханты-Мансийский, г. Ханты-Мансийск, sheryshova.alena@yandex.ru

ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ РЫБ В СРЕДНЕМ И НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. ОБЬ

В летние периоды 2021–2022 гг. были проведены исследования по оценке численности и распределению молоди рыб в среднем и нижнем течении реки Обь, ее притоках и протоках. Всего за период исследований было обследовано 60 водотоков и водоемов бассейна р. Обь. Общее количество станций – 135. Исследования проводились в период устойчивых повышенных уровней воды, спад воды еще не начинался.

Отбор проб молоди проводился с помощью мальковых ловушек из газ-сита методом протяжки определенных характерных биотопов водоема.

Список молоди рыб, встречающейся в среднем и нижнем течении бассейна р. Обь: сем. карповые (Cyprinidae): язь *Leuciscus idus* (L.), плотва обыкновенная *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas), елец сибирский *L. leuciscus baicalensis* (Dybowski), лещ *Abramis brama* (L.), карась серебряный *Carassius auratus gibelio* (Bloch), сем. окуневые (Percidae): окунь речной *Perca fluviatilis* (Linnaeus) и ерш обыкновенный *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus), сем. налимовые (Lotidae): налим *Lota lota* (L.), сем. щуковые (Esocidae): щука обыкновенная *Esox lucius* (Linnaeus), сем. сиговые (Coregonidae): тугун *Coregonus tugun* (Pallas, 1814). Наиболее

распространенными видами является молодь язя, плотвы и окуня. Реже всего встречалась в реках молодь ерша и налима. В среднем течении р. Обь также единично встречался лещ, а в сорах – карась.

По результатам исследований выявлены характерные биотопы обитания молоди. В пелагиали водотоков был обнаружен только окунь, как характерный обитатель данных участков. В литоральной части можно выделить участки с песчаными и каменистыми грунтами, затопленные кусты (тальник), заливные луга и прибрежную зону (земляной берег, детрит, небольшое количество водной растительности вдоль него).

На участках с песчаным грунтом, в прибрежной зоне и на заливных лугах в пробах молоди доминируют представители сем. карповых (язь, плотва, елец). Их доля составляет от 65 % общего количества молоди. Также встречаются окунь, единично щука, налим, ерш, на р. Северная Сосьва – тугун.

Наибольшая численность и видовое разнообразие молоди характерно для заливных пойменных лугов. При этом максимальные плотности наблюдаются по краю зарослей, на границе свободной воды, на глубинах 0,5-1,0 метр. Доля карповых здесь составляет 75,5 % общего количества молоди, из них язь – 28,1 %, плотвы – 30,4 %, ельца – 17,0 %. Также достаточно многочисленно представлен окунь, его доля составляет 22,9 % молоди.

Наименьшая численность и разнообразие молоди на биотопах с каменистым грунтом и у затопленных кустов. Доминирующим видом здесь является окунь, на каменистом грунте это единственный обнаруженный вид. На участках с затопленными кустами доля окуня составила 54,3 % численности всей молоди, язь – 23,4 %, плотвы – 15,1 %, ельца – 4,7 %, щуки – 2,5 %.

Обобщая результаты исследований, можно сделать вывод, что в пелагиали водотоков, на открытых участках воды и у затопленных кустов обитает преимущественно окунь, молодь карповых рыб предпочитает находиться в литорали водотоков, рядом с зарослями травы, которые для них являются естественной защитой и укрытием.

Ф. Н. Шкиль

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
fedorshkil@gmail.com*

«АЛЛОМОРФНОЕ ОКНО» В ОНТОГЕНЕЗЕ КАРПОВЫХ РЫБ (TELEOSTEI; CYPRINIDAE)

Наблюдаемый в последние годы «сдвиг эволюционной парадигмы», т. е. уход от ген-центрического понимания эволюции основывается на появлении множества свидетельств того, что значительную роль в эволюционных преобразованиях играют изменения экологически чувствительных систем развития, тогда как гены выступают в качестве инструмента, ответственного за фиксацию адаптивных признаков. Особый интерес и значимость при этом приобретают исследования ранних стадий эволюционных процессов, в частности, случаев стремительной морфологической и экологической диверсификации, происходящей на фоне незначительных генетических изменений. К числу наиболее перспективных для изучения в данном ключе групп позвоночных относятся пресноводные костистые рыбы (Teleostei), демонстрирующие множество примеров взрывного формообразования, происходящего в процессе адаптивной радиации.

Одним из таких примеров является сформировавшийся за последние 14 000 лет в оз. Тана (Эфиопия) пучок из 15 морф/видов крупных африканских усачей р. *Labeobarbus* (Cyprinidae), характеризующихся высоким морфологическим и экологическим разнообразием при крайне низком уровне генетической диверсификации. При изучении механизмов, лежавших в основе формирования разнообразия танских усачей, удалось установить, что важнейшим с точки зрения диверсификации периодом их онтогенеза является личиночная стадия. Именно на этом этапе наблюдается пик онтогенетической пластичности и происходит определение траектории дальнейшего развития. Экспериментальные работы с разными формами танских усачей, а также модельным видом карповых рыб *Danio rerio*, показали, что в основе выбора той или иной онтогенетической траектории лежит активность нейроэндокринных осей, в частности – гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной оси. Учитывая, что данная ось гармонизирует развитие и гомеостаз организма с внешней средой, можно заключить, что выбор онтогенетической траектории носит адаптивный характер. Таким образом, предопределение морфологии и экологии взрослой особи происходит очень рано, на личиночной стадии развития, что позволяет рассматривать ее в качестве «алломорфного окна» – периода онтогенеза, ответственного за формирование идиоадаптаций карповых рыб.

В. Д. Щербакова¹, А. Е. Барминцева¹, Д. П. Савченко², Н. С. Мюге¹

¹ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии», Москва, viktoria.shch@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», Москва

УСИЛИЯ ПО СОХРАНЕНИЮ РЕДКОГО ИСЧЕЗАЮЩЕГО ВИДА – ШИПА (*ACIPENSER NUDIVENTRIS* LOVETSKY, 1828)

Шип (*Acipenser nudiiventris* Lovetsky, 1828) – анадромный представитель семейства осетровых рыб, ареал которого в наиболее благоприятные для вида годы включал бассейны Азовского, Черного, Каспийского и Аральского моря, а также озеро Балхаш. Численность шипа, как и всех видов семейства Acipenseridae, была подвержена значительному сокращению в XX веке. В настоящее время вид внесен в Красную книгу РФ, некоторые популяции считаются полностью вымершими, в связи с чем остро стоит вопрос о сохранении и преумножении маточных стад и определении их уровня генетического разнообразия.

Проведено исследование полиморфизма 10 микросателлитных локусов ядерной ДНК и участка контрольного региона мт-ДНК (размером 660 п.н.) в популяциях: астраханская, краснодарская и аральская аквакультура, р. Урал (дикие представители), ООО «Az Varvara» (Азербайджан), НЭКА «БИОС», ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы». Общий объем выборки составил 298 рыб, все особи относятся к УНУ «Биоресурсная коллекция ВБР» ФГБНУ «ВНИРО», исследования проводились на оборудовании ЦКП «Рыбохозяйственная геномика» ФГБНУ «ВНИРО».

По результатам полиморфизма мтДНК выявлено 11 гаплотипов, при этом общих между каспийской и аральской популяциями не обнаружено. Гаплотипическое разнообразие исследованной выборки $Hd=0,516$, нуклеотидное разнообразие $Pi=0,00746$. Наибольшее количество гаплотипов (7 шт.) характерно для выборки р. Урал, представленной дикими особями. Остальные группы аквакультурных хозяйств, в основном, характеризуются 2–3 гаплотипами. При этом обнаружено 2 наиболее массовых гаплотипа «NUD_HAP1»

(каспийский) и «NUD_HAP2» (аральский), широко распространенных в аквакультуре. Анализ полиморфизма микросателлитных локусов и кластерный анализ позволили выявить значительную дифференциацию всех исследованных популяций. Как правило, выборки из аквакультурных хозяйств представлены небольшим количеством генетически однородных рыб, составляющих «семейные группы», из-за чего происходит четкое разделение всех выборок. По этой же причине для многих локусов в выборках наблюдается достоверное отклонение от равновесия Харди-Вайнберга. Группа диких особей из р. Урал, как и ожидалось, характеризуется наибольшим генетическим полиморфизмом. В выборке НЭКА «БИОС» было определено большое число гибридов шипа и белуги. Было установлено, что стадо ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы» включает рыб каспийского и аральского происхождения, а также их гибридов.

Полученные в работе результаты позволяют устанавливать популяционную принадлежность шипов: определена популяция для 23 аквакультурных особей неизвестного происхождения. Все особи из изученных аквакультурных хозяйств, кроме межвидовых гибридов с НЭКА «БИОС», потенциально могут быть использованы для целей искусственного воспроизводства, а также при формировании маточных стад на осетровых заводах, расположенных в историческом ареале вида. Установление точной популяционной принадлежности – необходимый фактор для грамотного проведения мероприятий по искусственному воспроизводству шипа, обеспечения высокого уровня адаптивного потенциала молоди, а также сохранении генетического разнообразия.

**Е. Н. Ядренкина¹, А. В. Ядренкин^{1,2},
С. А. Шешуков³, А. В. Еделев²**

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск

³ЗСФ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Тюмень
Yadrenkina_EN@mail.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ РЫБ В БАССЕЙНЕ Р. ПЯСИНА

Изучение пространственного распределения молоди рыб в Норило-Пясинском бассейне (п-в Таймыр), проведенное в 2022-2023 гг. по сети станций, направлено на решение комплекса задач: оценки условий размножения рыб, определения мест нереста и эффективности реализации репродуктивного потенциала популяций разных видов. Всего в 2022 г. отловлено 1071 экз., а в 2023 г. свыше 1600 экз. молоди рыб.

Анализ данных, полученных в конце августа – начале сентября 2022 г., показал, что общая численность молоди рыб в бассейне возрастает по мере удаления от Норильска. Так в низовьях р. Амбарной за 6 притонений отловлено 14 экз. (сеголетки сига-пыжьяна *Coregonus pidschian*, сибирского хариуса *Thymallus arcticus*, налима *Lota lota*, обыкновенного валька *Prosopium cylindraceum* и щуки *Esox lucius*). В северной части оз. Пясино на приустьевых участках притока Коева речка за одно притонение отловлено 145 экз.: тугун *Coregonus tugin* – 61 %, ряпушка *Coregonus sardinella* – 14 %, сиг-пыжьян – 11 %, ерш *Gymnocephalus cernua* – 8 %, сибирский хариус – 6 %, единичны щука и голянь

Работа выполнена Большой норильской экспедицией СО РАН и подготовлена к публикации при финансовой поддержке Программы НИР ИСиЭЖ СО РАН № FWGS-2021-0002.

© Ядренкина Е. Н., Ядренкин А. В., Шешуков С. А., Еделев А. В., 2024

Phoxinus sp. Наибольшее количество молоди зарегистрировано в р. Пясино в устье р. Агапы – за два притонения отловлено 912 экз.: тугун – 57%, ряпушка – 28 %, сиг-пыжьян – 6 %, муксун *Coregonus muksun* – 5 %, чир *Coregonus nasus* – 2 %, обыкновенный валец – 1 %, единично – сибирский хариус и нельма *Stenodus nelma*.

По результатам обследования в конце июля – начале августа 2023 г. в нижнем течении р. Амбарной доминирует голяк, а также были установлены ранние личинки сибирской плотвы *Rutilus lacustris*, что говорит о нахождении здесь нерестилищ данного вида. В оз. Пясино наибольшее видовое богатство молоди из 6 видов зарегистрировано в южной части водоема: сиг-пыжьян, ряпушка, тугун, пелядь *Coregonus peled* голяк и девятиглая колюшка *Pungitius pungitius*. Вдоль западного и восточного берегов структура молоди монотипна: преобладает голяк, составляя до 99 % общей численности. В прибрежной зоне северной части водоема состав молоди рыб представляют сибирский хариус (89 %), тугун (8 %), единично – сиг-пыжьян, голяк и сибирский голец-усач *Barbatula toni*. В целом, на большей части обследованных биотопов оз. Пясино, за исключением его северной части, отмечена высокая доля карповых из-за высокой численности голяка. На мелководьях юго-западной и юго-восточной частей озера относительно высока доля молоди сиговых (тугун, сиг-пыжьян, ряпушка, пелядь), что, вероятно, связано с покатной миграцией личинок по р. Норильский и скапливания молоди в южной части, где они в это время осуществляют нагул. Без учета коэффициента уловистости малькового невода средняя плотность молоди на площади оз. Пясино составила в среднем 0.9 экз./м², а в р. Амбарная – 7.8 экз./м². Проявляется тренд снижения показателей плотности молоди с 1.4–1.7 экз./м² в южной части озера до 0.4 экз./м² – в северной.

Существенные различия в распределении молоди разных видов рыб по гидросети Норило-Пясинского бассейна определяются мозаичностью распределения нерестилищ разных видов рыб, их приуроченностью к разным экологическим нишам. Результаты проведенного исследования следует учитывать при оценке приемной емкости оз. Пясино и р. Пясино.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Аверьянов Д. Ф.</i> ОБНАРУЖЕНИЕ БЫЧКА-КРУГЛЯКА В ПРИТОКАХ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. КАМА	3
<i>Артаев О. Н., Гандлин А. А., Турбанов И. С., Болотовский А. А.</i> САМЫЙ РАСПРОСТРАНЕННЫЙ ГОЛЬЯН ЕВРОПЫ – <i>RHOXINUS ISETENSIS</i> (GEORGI, 1775): ТАКСОНОМИЯ И ФИЛОГЕОГРАФИЯ	4
<i>Аськеев А. О., Аськеев И. В., Монахов С. П., Яныбаев Н. М., Аськеев О. В.</i> НАСЕЛЕНИЕ РЫБ СВЕРХМАЛЫХ ВОДОТОКОВ ВОСТОКА ЕВРОПЫ	5
<i>Бакланов М. А., Михеев П. Б., Казаринов С. Н., Мерзлякова Л. В.</i> ПРЕСНОВОДНАЯ ИХТИОФАУНА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАСОЛЕНИЯ ВОД ..	6
<i>Барминцева А. Е., Щербакова В. Д., Мюге Н. С.</i> ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РУССКОГО ОСЕТРА. ПЕРВЫЕ 8 ЛЕТ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ	7
<i>Бознак Э. И., Захаров А. Б., Пономарев В. И.</i> ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГРУППИРОВОК ЕВРОПЕЙСКОГО ХАРИУСА ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ	8
<i>Болотова Н. Л.</i> К ВОПРОСУ СОХРАНЕНИЯ УНИКАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ СУХОНСКОЙ СТЕРЛЯДИ	9
<i>Болотовский А. А., Гандлин А. А., Лёвина М. А., Лёвин Б. А.</i> ВЫСОТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЧИСЛА ЧЕШУЙ И ПОЗВОНКОВ У РЫБ: НОВЫЙ БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ЗАКОН	11
<i>Борисов М. Я., Игнашев А. А., Непоротовский С. А.</i> О НАХОДКАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ КОРЮШКИ <i>OSMERUS EPERLANUS</i> (LINNAEUS, 1758) В МАЛЫХ ОЗЕРАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	12
<i>Боровикова Е. А., Симонов Е. П., Никулина Ю. С., Лёвин Б. А.</i> ФИЛОГЕНИЯ И ФИЛОГЕОГРАФИЯ РЯПУШЕК (SALMONIDAE: COREGONINAE: <i>COREGONUS</i>) ЕВРАЗИИ ПО ДАННЫМ ГЕНОМНОГО АНАЛИЗА	13
<i>Васильева Е. Д., Васильев В. П.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БИОЛОГИЧЕСКОМ РАЗНООБРАЗИИ ВЬЮНОВЫХ РЫБ (COBITIDAE) БЫВШЕГО СССР И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН	14
<i>Вехов Д. А.</i> ПРУССКИЙ КАРАСЬ М. БЛОХА, <i>CYPRINUS GIBELIO</i> BLOCH, 1783 – ПРОДОЛГОВАТАЯ (НИЗКОТЕЛЯЯ) ФОРМА ЗОЛОТОГО КАРАСЯ <i>CARASSIUS CARASSIUS</i> , А НЕ ЕВРОПЕЙСКАЯ РАЗНОВИДНОСТЬ СЕРЕБРЯНОГО <i>CARASSIUS AURATUS</i> COMPLEX	15
<i>Гайдученко Е. С., Охременко Ю. И., Сосна А. С.</i> ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПЛОТВЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (<i>RUTILUS RUTILUS</i> S.L.) В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ БЕЛАРУСИ	17
<i>Гайдученко Е. С., Головенчик В. И., Медведев Д. А.</i> АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА (<i>NEOGOBIVUS FLUVIATILIS</i> (PALLAS, 1814) ЦЕНТРАЛЬНОГО ИНВАЗИОННОГО КОРИДОРА ПОНТО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА	18

Гандлин А. А., Артаев О. Н., Бархалов Р. М., Болотовский А. А., Вехов Д. А., Лёвина М. А., Мустафаев Н. Дж., Турбанов И. С., Лёвин Б. А. ФИЛОГЕОГРАФИЯ, ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ГИБРИДИЗАЦИЯ УСАЧЕЙ РОДА <i>BARBUS</i> (ACTINOPTERYGII, CYPRINIDAE) СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА КАВКАЗА	19
Гуськов Г. Е. РАСПРОСТРАНЕНИЕ СОЛНЕЧНОГО ОКУНЯ <i>LEPOMIS GIBBOSUS</i> (CENTRARCHIDAE) В АЗОВО-ДОНСКОМ БАССЕЙНЕ	20
Дьяконова А. С., Шкиль Ф. Н. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОНТОГЕНЕЗА ХВОСТОВОГО ПЛАВНИКА СОМООБРАЗНЫХ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ЭМБРИОНИЗАЦИИ ОНТОГЕНЕЗА	22
Евсеева А. А., Сенник С. А., Шерышова А. В. ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО СИГОВЫХ РЫБ В РЫБОПИТОМНИКАХ ХМАО-ЮГРЫ (ОБЬ-ИРТЫШСКИЙ БАССЕЙН)	23
Есин Е. В., Зиневич Л. С., Симонов Е. П., Паничева Д. М., Лёвин Б. А., Медведев Д. А., Маркевич Г. Н. НЕИЗВЕСТНАЯ ЭНДЕМИЧНАЯ ФАУНА АРКТИЧЕСКИХ ГОЛЬЦОВ (<i>SALVELINUS</i> , SALMONIDAE) СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ	24
Ефремов Д. А. ВОСПРОИЗВОДСТВО ГОРБУШИ (<i>ONCHORHYNHUS GORBUSHA</i>) И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА АБОРИГЕННЫЕ ЛОСОСЕВЫЕ ВИДЫ РЫБ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ	25
Житлухина В. Н., Каралаш А. А. ПАРАЗИТОФАУНА МАССОВЫХ ВИДОВ РЫБ ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	27
Жохов А. Е., Михеев В. Н. ЗАРАЖЕННОСТЬ МОЛОДИ ЩУКИ <i>ESOX LUCIUS</i> (ESOCIDAE) МАКРОПАРАЗИТАМИ НА РАЗНЫХ УЧАСТКАХ РЕЧНОГО КОНТИНУУМА	28
Звездин А. О. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УКРЫТИЙ СМОЛТАМИ РЕЧНОЙ МИНОГИ <i>LAMPETRA FLUVIATILIS</i> ВО ВРЕМЯ МИГРАЦИИ В МОРЕ	29
Зленко Д. В., Ольшанский В. М. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ РЫБ	30
Иванов Е. В., Слепцов С. М. ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЫБ В СИСТЕМЕ Р. ГУСИНАЯ (СЕВЕРО-ВОСТОК СИБИРИ)	31
Иванчева Е. Ю., Иванчев В. П. НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ЭКСПАНСИИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ В ОКСКИЙ ЗАПОВЕДНИК	32
Игнашев А. А., Борисов М. Я. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСККУСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СТЕРЛЯДИ (<i>ACIPENSER RUTHENUS</i> L., 1758) В РЕКЕ МОЛОГА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	33
Интересова Е. А. СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАУНЫ И ЭКОЛОГИИ РЫБ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ...	35

<i>Камишуков С. В., Беляев В. А.</i> СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА И СОХРАНЕНИЯ РЫБ ВО ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	36
<i>Капитанова Д. В., Шкиль Ф. Н.</i> НЕЗАВИСИМЫЕ ХРЯЩИ В ХВОСТОВОМ ПЛАВНИКЕ КОСТИСТЫХ РЫБ НА ПРИМЕРЕ <i>DANIO RERIO</i> (CYPRINIDAE, TELEOSTEI)	37
<i>Карабанов Д. П., Павлов Д. Д., Герасимов Ю. В., Базаров М. И., Боровикова Е. А., Кодухова Ю. В., Соломатин Ю. И., Смирнов А. К., Столбунов И. А.</i> ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ РЫБ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО РЕГИОНА: АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА И ПУТЕЙ РАССЕЛЕНИЯ	38
<i>Каралаш А. А., Житлухина В. Н., Токарев А. В.</i> ПЛОДОВИТОСТЬ МАССОВЫХ ВИДОВ РЫБ В ПАВЛОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ	39
<i>Касумян А. О., Исаева О. М., Михайлова Е. С.</i> ВКУСОВЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ И ПИЩЕВОЕ ПОВЕДЕНИЕ КАРПОВЫХ РЫБ	40
<i>Каурова З. Г.</i> ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ МИКРОПЛАСТИКОМ НА ИХТИОФАУНУ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ОЗЕР НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	42
<i>Кожара А. В.</i> ОСТЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ ИБВВ РАН – ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ	43
<i>Колотей А. В., Звездин А. О.</i> ОБ АГРЕССИИ У МИНОГ <i>EUDONTOMYZON</i> SP. В НЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОД	44
<i>Коновалов А. Ф.</i> АККЛИМАТИЗАЦИЯ РЫБ В ВОДОЕМАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	45
<i>Крайнюк В. Н.</i> ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ ТУРКЕСТАНСКОГО ЯЗЯ <i>LEUCISCUS OXIANUS</i> (KESSLER, 1877) (CYPRINIDAE) В ОЗЕРАХ И ВОДОХРАНИЛИЩАХ БАССЕЙНА РЕКИ САРЫСУ	46
<i>Кушнарев С. В., Коновалова В. В., Цырендылыкова М. Ц.</i> ВЛИЯНИЕ ЗАПРЕТА ПРОМЫСЛА БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕГО ЗАПАСОВ В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ	47
<i>Лёвин Б. А., Артаев О. Н., Болотовский А. А., Гандлин А. А., Симонов Е. П., Турбанов И. С., Поздеев И. В., Ручин А. Б., Литвинов К. В., Подоляко С., Лёвина М. А.</i> ДНК-БАРКОДИНГ РЫБ ВОЛГИ: НЕОЖИДАННО ВЫСОКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, ОЧАГИ ЭНДЕМИЗМА И НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО БИОГЕОГРАФИИ	48
<i>Левина К. Б., Гайдученко Е. С.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЩИПОВОК РОДА <i>SOBITIS</i> БАССЕЙНОВ ЗАПАДНАЯ ДВИНА, ДНЕПР, ПРИПЯТЬ, БЕРЕЗИНА И ЛОВАТЬ	49
<i>Лобуничева Е. В., Борисов М. Я., Игнашев А. А.</i> ПИТАНИЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ КОРЮШКИ (<i>OSMERUS EPERLANUS</i> (LINNAEUS, 1758)) МАЛЫХ ОЗЕР ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	50

<i>Лютиков А. А., Королев А. Е., Трифонов А. Е.</i> БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА КАК ИНДИКАТОР ПИЩЕВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЛИЧИНОК СУДАКА	51
<i>Малин М. И., Малина И. П.</i> ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ ЛИТОРАЛЬНЫХ НЕРЕСТИЛИЩ НЕРКИ ОЗ. КУРИЛЬСКОЕ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ЕЕ ПОПУЛЯЦИИ	52
<i>Мамилев Н. Ш., Шарахметов С. Е., Амирбекова Ф. Т.</i> ВЛИЯНИЕ АНТРОПОПАУЗЫ НА ИХТИОФАУНУ АЛАКОЛЬСКОГО БАССЕЙНА	53
<i>Матковский А. К.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЛЕСЛИ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОЙ СМЕРТНОСТИ, ЭМИГРАЦИИ И ИММИГРАЦИИ БИОРЕСУРСА	54
<i>Машкин П. В., Ольшанский В. М.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РЫБ	56
<i>Мироновский А. Н.</i> СТРУКТУРА КОРРЕЛЯЦИЙ ФЕНОТИПИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ И ИСТОРИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ УСАЧЕЙ КОМПЛЕКСА <i>BARBUS (=LABEOBARBUS) INTERMEDIUS</i> В ОЗЕРЕ ТАНА, ЭФИОПИЯ	57
<i>Михеев П. Б., Бакланов М. А., Пузик А. Ю., Коцюк Д. В., Кошелев В. Н., Морозов В. О., Подорожнюк Е. В., Прусов С. В., Мерзляков И. Н., Эркинаро Я., Клосс Дж.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КАЛЬЦИНИРОВАННЫХ СТРУКТУР В ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ..	58
<i>Михеев П. Б., Шеина Т. А., Феофилактова Т. К., Васильев А. С., Бакланов М. А.</i> ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МОЛОДИ СТЕРЛЯДИ <i>ACIPENSER RUTHENUS</i> ВО ВРЕМЯ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ХЛОРИДА НАТРИЯ И ПОСЛЕ ЕГО ОТМЕНЫ	59
<i>Морева О. А., Клевакин А. А.</i> ОБ УТОЧНЕНИИ ЮЖНОЙ ГРАНИЦЫ АРЕАЛА ЕВРОПЕЙСКОЙ РУЧЬЕВОЙ МИНОГИ <i>LAMPETRA PLANERI</i> В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ВОЛГИ	60
<i>Мюге Н. С., Сошнина В. А., Мюге Л. Н.</i> ПОЛНОГЕНОМНОЕ СЕКВЕНИРОВАНИЕ СИГОВЫХ РЫБ СИБИРСКИХ РЕК И ОЗ. БАЙКАЛ	61
<i>Мюге Н. С.</i> ДОМСТИКАЦИЯ И СЕЛЕКЦИЯ РЫБ В АКВАКУЛЬТУРЕ – ЧТО НАМ ГОВОРЯТ ГЕНОМЫ?	62
<i>Небесных И. А., Вахненко А. Ф., Ломыга В. П., Павлов Д. Д.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВКИ НЕРЕСТИЛИЩ ДЛЯ ФИТОФИЛЬНЫХ ВИДОВ РЫБ В БРАТСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ	63
<i>Новоселов А. П., Дворянкин Г. А.</i> ФОРМИРОВАНИЕ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕСНОВОДНОЙ ИХТИОФАУНЫ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА	64

<i>Ольшанский В. М.</i> ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ	66
<i>Охременко Ю. И., Гайдученко Е. С., Жуков М. Ю.</i> ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АМЕРИКАНСКОГО СОМИКА <i>MEIURUS NEBULOSUS</i> (LESUEUR, 1819) В ПРИОБРЕТЕННОМ АРЕАЛЕ	67
<i>Охременко Ю. И., Гайдученко Е. С., Медведев Д. А.</i> ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АМЕРИКАНСКОГО СОМИКА <i>AMEIURUS NEBULOSUS</i> (LESUEUR, 1819) В БЕЛАРУСИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ МАРКЕРОВ	68
<i>Павлов Д. С., Михеев В. Н., Костин В. В.</i> ФАКТОРЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ МИГРАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ МОЛОДИ РЫБ В ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ РЕКАХ	69
<i>Павлов Д. С., Костин В. В.</i> БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МИГРАЦИОННОГО ПОЛИМОРФИЗМА ПРИ ПЕРВИЧНОМ РАССЕЛЕНИИ ЛИЧИНОК РЫБ	70
<i>Педченко А. П., Блиновская Я. Ю., Беляев В. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИКРОПЛАСТИКОМ РАЙОНОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫБОЛОВСТВА В ОКРАИННЫХ МОРЯХ И КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВОДОЕМАХ	71
<i>Петров И. А.</i> ОЦЕНКА ПРОМЫСЛА СИБИРСКОЙ РЯПУШКИ Р. ЯНА ЯКУТИИ ПО ОСНОВНЫМ БИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	72
<i>Пилин Д. В.</i> ПРОМЫСЛОВАЯ ИХТИОФАУНА МАЛЫХ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЁМОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА: СОСТАВ, ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ	73
<i>Подолько С. А., Литвинова Н. В., Бирюкова М. Г., Великоцкая П. А.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОРМАЦИЙ МАКРОФИТОВ МОЛОДЬЮ КАРПОВЫХ РЫБ (CYPRINIDAE) В НИЗОВЬЯХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ	75
<i>Политов Д. В.</i> ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СИГОВЫХ РЫБ (SALMONIFORMES: COREGONIDAE) ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ..	76
<i>Полетаев А. С., Ризевский В. К., Колтунов В. В., Куницкий Д. Ф., Леценко А. В.</i> ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ ЛОСОСЕОБРАЗНЫХ РЫБ В БЕЛОРУССКОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА Р. НЕМАН	77
<i>Полякова Н. В., Кучерявый А. В.</i> ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК РЕЧНОЙ МИНОГИ <i>LAMPETRA FLUVIATILIS</i> В ВЕСЕННЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД	79
<i>Пономарев В. И.</i> РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ В ГОРНЫХ И ТУНДРОВЫХ ОЗЕРАХ КРАЙНЕГО ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА	80

<i>Пономарева Е. В.</i> ЕВРОПЕЙСКИЙ ХАРИУС <i>THYMALLUS THYMALLUS</i> НА СЕВЕРЕ РОССИИ: ВОЗМОЖНЫЕ РЕФУГИУМЫ И ПУТИ РАССЕЛЕНИЯ	81
<i>Решетников Ю. С.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МАКРОСИСТЕМАТИКЕ РЫБ	82
<i>Ризевский В. К., Гайдученко Е. С.</i> ИХТИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БЕЛАРУСИ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА	83
<i>Северов Ю. А.</i> СТЕРЛЯДЬ ВОДОХРАНИЛИЩ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ	85
<i>Сендек Д. С.</i> РОЛЬ ЭНДЕМИКОВ БАЙКАЛА В ФОРМИРОВАНИИ РАЗНООБРАЗИЯ СИГОВЫХ РЫБ БАССЕЙНА АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ	86
<i>Сергиевич А. С., Гайдученко Е. С., Охременко Ю. И., Дегтярик С. М.</i> ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ ЧУЖЕРОДНОГО ВИДА РЫБ БЕЛАРУСИ, СОМИКА АМЕРИКАНСКОГО <i>AMEIURUS NEBULOSUS</i> (LE SUEUR, 1819)	87
<i>Слынько Е. Е., Слынько А. Ю., Федорова В. Н., Баймухамбетова А. С.</i> ЭВОЛЮЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ-ГИДРОБИОНТОВ	88
<i>Слынько Е. Е., Ле Куанг Ман</i> МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЦИНОГЛОССОВ РОДА <i>CYNOGLOSSUS</i> ДЕЛЬТЫ РЕКИ МЕКОНГ	89
<i>Сошникова В. А., Зеленина Д. А., Мюге Н. С.</i> ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КИЖУЧА НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ NGS-СЕКВЕНИРОВАНИЯ	90
<i>Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В.</i> ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РЯПУШКИ СЯМОЗЕРА В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ОБИТАНИЯ	91
<i>Строганов А. Н., Пономарева М. В., Пономарева Е. В.</i> К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ АДАПТАЦИИ ОЗЕРНОЙ ТРЕСКИ К СПЕЦИФИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ОБИТАНИЯ	92
<i>Субботкин М. Ф., Гераскин П. П.</i> ЗНАЧИМОСТЬ ЭВОЛЮЦИОННОГО АСПЕКТА В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ	93
<i>Тропин Н. Ю.</i> ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ КАРПОВЫХ ВИДОВ РЫБ СИЗЬМЕНСКОГО РАЗЛИВА РЕЧНОЙ ЧАСТИ ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	94
<i>Трофимов Д. Ю., Заботкина Е. А.</i> ОСОБЕННОСТИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЮЛЬКИ <i>CLUPEONELLA</i> <i>CULTRIVENTRIS</i> (NORDMANN, 1840) В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ	95

<i>Турбанов И. С., Гусаков В. А., Болотовский А. А., Артаев О. Н., Гандлин А. А., Лёвина М. А., Лёвин Б. А.</i>	
ФИЛОГЕОГРАФИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ЕВРОПЕЙСКОГО ХАРИУСА <i>THYMALLUS THYMALLUS</i> (ACTINOPTERYGII: SALMONIDAE) БАСЕЙНА ВОЛГИ ПО ДАННЫМ ДНК-БАРКОДИНГА	96
<i>Тыщенко А. М., Зленко Д. В., Ольшанский В. М., Звездин А. О.</i>	
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РЕЧНОЙ МИНОГИ <i>LAMPETRA FLUVIATILIS</i>	97
<i>Холмогорова Н. В., Тарлева А. Ф., Чуйко Г. М., Герасимов Ю. В.</i>	
МИКРОПЛАСТИК В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОМ ТРАКТЕ ЛЕЩА И ОКУНЯ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ВОДНОГО БАСЕЙНА	99
<i>Цырендлыкова М. Ц., Коновалова В. В.</i>	
РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ (<i>COREGONUS MIGRATORIUS</i> (GEORGI, 1775) В СЕВЕРО-БАЙКАЛЬСКОМ РЫБОПРОМЫСЛОВОМ РАЙОНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ	100
<i>Шакирова Ф. М., Латыпова В. З., Валиева Г. Д., Никитин О. В., Анохина О. К.</i>	
ФАКТОРЫ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ, БЛАГОПРИЯТНЫЕ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ И ПОДДЕРЖАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	101
<i>Шерышова А. В., Евсеева А. А.</i>	
ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ РЫБ В СРЕДНЕМ И НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. ОБЬ	102
<i>Шкиль Ф. Н.</i>	
«АЛЛОМОРФНОЕ ОКНО» В ОНТОГЕНЕЗЕ КАРПОВЫХ РЫБ (TELEOSTEI; CYPRINIDAE)	103
<i>Щербакова В. Д., Барминцева А. Е., Савченко Д. П., Мюге Н. С.</i>	
УСИЛИЯ ПО СОХРАНЕНИЮ РЕДКОГО ИСЧЕЗАЮЩЕГО ВИДА – ШИПА (<i>ACIPENSER NUDIVENTRIS</i> LOVETSKY, 1828)	104
<i>Ядренкина Е. Н., Ядренкин А. В., Шешуков С. А., Еделев А. В.</i>	
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ РЫБ В БАСЕЙНЕ Р. ПЯСИНА	105

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИХТИОЛОГИИ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВОДОЁМОВ

Тезисы докладов Всероссийской научной конференции
с международным участием,
посвящённой 70-летию лаборатории ихтиологии (экологии рыб),
90-летию В. Н. Яковлева и 95-летию А. Г. Поддубного
11–15 ноября 2024 года, Борок

Ответственный редактор:

Ю. В. Герасимов, доктор биологических наук, профессор

Рецензенты:

В. Н. Михеев, доктор биологических наук,
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
А. П. Новоселов, доктор биологических наук,
Институт комплексных исследований Арктики (ИКИА) ФИЦКИА
им. академика Н. П. Лаверова УрО РАН

Рисунок обложки – Е. А. Мовергоз

Подписано в печать 20.10.24.
Формат 182×255. Заказ № . Тираж 130 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета ООО «Филигрань»
150049, г. Ярославль, ул. Свободы, 91,
pechataet@bk.ru