



Проблемы сохранения видового и внутривидового разнообразия сиговых рыб (сем. Coregonidae) при искусственном воспроизводстве

Обзорная статья УДК 597.2/.5

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-105-119>

EDN: OKVHNR

Сендек Дмитрий Сергеевич – кандидат биологических наук, заведующий сектором, Лаборатория Ихтиологии, Санкт-Петербургский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» (ГосНИОРХ им. Л.С. Берга), Санкт-Петербург, Россия

E-mail: sendek@mail.ru

Бочкирев Николай Анатольевич – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Группа физиологии и генетики гидробионтов, Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: nikson_1960@mail.ru

Адреса:

1. Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ГосНИОРХ им. Л.С. Берга) – Россия, 199053, Санкт-Петербург, ул. Набережная Макарова, дом 26

2. Институт систематики и экологии животных СО РАН – Россия, 630091, Новосибирск, ул.Фрунзе, 11

Аннотация. Современные научные представления о видовом и внутривидовом разнообразии сиговых рыб недостаточно полно отражены в нормативных документах, имеющих отношение к искусственному воспроизводству. Применяющиеся в настоящее время практики зарыбления водоемов, с целью поддержания / восстановления ослабленных популяций, базирующиеся на устаревших научных установках, зачастую противоречат биологической целесообразности. В этой связи, декларируемые в ратифицированной Россией «Конвенции о биологическом разнообразии», задачи его поддержания на видовом, внутривидовом, экосистемном уровнях при искусственном воспроизводстве сиговых рыб представляются трудно реализуемыми. В статье обсуждаются существующие противоречия между современными знаниями о биологии видов сиговых рыб, нормативными документами и рыбоводными практиками искусственного воспроизводства региональных популяций видов.

Ключевые слова: сиговые рыбы, сиг-пыхьян, *Coregonus lavaretus* sensu lato, муксун, *Coregonus muksun*, искусственное воспроизводство

Для цитирования: Сендек Д.С., Бочкирев Н.А. Проблемы сохранения видового и внутривидового разнообразия сиговых рыб (сем. Coregonidae) при искусственном воспроизводстве // Рыбное хозяйство. 2025. № 4. С. 105-119. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-105-119>

PROBLEMS OF CONSERVATION OF SPECIES AND INTRASPECIES DIVERSITY OF WHITEFISHES (FAMILY COREGONIDAE) IN ARTIFICIAL REPRODUCTION

Dmitry S. Sendek – Candidate of Biological Sciences, Head of the Sector,
Ichthyology Laboratory, St. Petersburg Branch of the State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) (GosNIORH named after L.S. Berg), St. Petersburg, Russia

Nikolay A. Bochkarev – Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher,
Group of Physiology and Genetics of Aquatic Organisms, Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, Novosibirsk, Russia

Addresses:

1. St. Petersburg Branch of the State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) (GosNIORH named after L.S. Berg) – Russia, 199053, Saint Petersburg, Embankment Makarova St., 26
2. Institute of Animal Systematics and Ecology SB RAS – Russia, 630091, Novosibirsk, Frunze St., 11

Annotation. Current scientific understanding of species and intraspecific diversity of whitefishes is not fully reflected in regulatory documents related to artificial reproduction. The currently used practices of stocking water bodies with fish to maintain/restore weakened populations, based on outdated scientific guidelines, often contradict biological feasibility. In this regard, the tasks of maintaining it at the species, intraspecific, and ecosystem levels during artificial reproduction of whitefishes declared in the Convention on Biological Diversity ratified by Russia seem difficult to implement. The article discusses the existing contradictions between current knowledge of the biology of whitefish species, regulatory documents, and fish farming practices of artificial reproduction of regional populations of species.

Keywords: whitefishes, pidschian, *Coregonus lavaretus* sensu lato, muksun, *Coregonus muksun*, artificial reproduction

For citation: Sendek D.S., Bochkarev N.A. (2025) Problems of conservation of species and intraspecies diversity of whitefishes (family Coregonidae) in artificial reproduction // Fisheries. No. 4. Pp. 105-119.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-105-119>

Рисунок и таблица – авторские / The drawing and table were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

В северных экосистемах сиговые рыбы играют особую роль, отличаясь максимальным видовым богатством и многочисленностью популяций. Широкое индустриальное освоение Севера России и нерациональное ведение рыболовства в последние десятилетия способствовали значительному сокращению численности популяции многих видов сиговых рыб в некоторых водных объектах, вплоть до их полного исчезновения. В условиях нарастающей антропогенной нагрузки искусственное воспроизводство стало важным инструментом поддержания наиболее уязвимых популяций и видов [6; 7; 27].

При воспроизводстве ослабленных популяций необходимо учитывать большинство известных рисков, связанных с выпуском в естественную среду обитания рыб искусственного происхождения. К числу наиболее значимых факторов относятся: возможное заражение

нativos populacij privnesennymi iz donorskikh populacij bolznyami i parazitami, otsenka effektivnosti проводимых мероприятий по зарыблению в сравнении с естественным воспроизводством, смешение рыб разных генетических линий [4; 62]. Одним из мало учитываемых факторов является сложная внутривидовая структура некоторых видов рыб, которую необходимо принимать во внимание в рыбоводных практиках для сохранения их природного биологического разнообразия.

Согласно «Конвенции о биологическом разнообразии» (Рио-де-Жанейро, 1992), подписанной 168 странами и ратифицированной Российской Федерацией в 1995 г., под биологическим разнообразием понимается «вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает

в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем». Конвенция имеет заявленной целью «сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и совместное получение на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов» [26]. Вопросам оценки и сохранения биоразнообразия, представляющим как теоретический, так и очевидный практический интерес, посвящены многие публикации отечественных и зарубежных авторов [30; 34; 24; 50], некоторые из них сфокусированы на биоразнообразии рыбных сообществ, представляющих значительный хозяйствственный ресурс [11; 12; 48; 7].

В России одним из основных документов, регулирующих вопросы искусственного воспроизводства с целью сохранения водных биоресурсов, является Федеральный закон от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». В ст. 1 приводятся основные понятия, используемые в данном законе, где в п. 7 сказано, что «сохранение водных биоресурсов – поддержание водных биоресурсов или их восстановление до уровней, при которых могут быть обеспечены максимальная устойчивая добыча (вылов) биоресурсов и их биологическое разнообразие, посредством осуществления на основе научных данных мер по изучению, охране, воспроизводству, рациональному использованию водных биоресурсов и охране среды их обитания».

Целью настоящей работы является анализ нормативных документов и сложившихся практик искусственного воспроизводства сиговых в сопоставлении с современными знаниями о биологии этих рыб, представленными в научной литературе. В данной работе акцент сделан на обсуждении практикуемых рыбоводных подходов с точки зрения сохранения внутривидового разнообразия одного из наиболее сложно устроенного представителя сем. Coregonidae – обыкновенного сига *Coregonus lavaretus sensu lato*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Источником информации для проведения данного анализа послужили научные публикации, имеющие отношение к биологии, экологии, морфологии, генетике и систематике обыкновенного сига *Coregonus lavaretus sensu lato* и некоторых других представителей рода *Coregonus*, а также – нормативные документы, действующие в области искусственного воспроизводства сиговых рыб. В ходе выполнения исследования анализировалось содержание Федеральных законов, правительственные постановления, ведомственные приказов, относящихся к профессиональному воспроизводству

ВБР, в сопоставлении с современными данными о видовом составе сиговых рыб, внутривидовом устройстве комплексных видов (главным образом, обыкновенного сига *Coregonus lavaretus sensu lato*), а также – в связи с применимыми рыбохозяйственными практиками по искусственному воспроизводству.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Искусственному воспроизводству водных биоресурсов посвящена Ст. 45 Закона № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» где, в частности, определен порядок организации, подготовки и утверждения планов искусственного воспроизводства ВБР, выпуска ВБР в водный объект рыбохозяйственного значения, перечень нормативных документов (методики или инструкции), в соответствии с которыми осуществляется весь процесс. Помимо закона «О рыболовстве», к нормативно-правовой базе, по рассматриваемому вопросу, относится широкий перечень документов. Их полный список доступен на тематической странице официального сайта Федерального агентства по рыболовству (<https://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/akvakultura/sohranenie-vodnyh-bioresursov/>). Среди наиболее важных документов можно выделить следующие: Постановление правительства РФ от 12.02.2014 г. №99 «Об утверждении правил организации искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов»; Приказ Минсельхоза России от 20.10.2014 №395 «Об утверждении Порядка подготовки и утверждения планов искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов»; Приказ Росрыболовства от 02.05.2014 г. №232 «О предоставлении рекомендаций (заключений) подведомственным Федеральному агентству по рыболовству ФГБНУ «ВНИРО»».

Следует отметить, что до 2014 г. действовал Приказ Росрыболовства от 14.11.2016 г. №699 «О предоставлении рекомендаций научно-исследовательскими организациями, подведомственными Федеральному агентству по рыболовству», согласно которому был установлен перечень рыб, для которых ежегодно разрабатывались рекомендации по предельно допустимым объемам выпуска. В соответствии с приложением этого Приказа, в список входили следующие единицы (виды) сиговых рыб: белорыбица/ нельма; сиг; сиг (пресноводная жилая форма); муксун; чир; чир (пресноводная жилая форма); омуль байкальский; пелядь. В настоящее время, в соответствии с Приказом №232, в целях формирования территориальными органами Росрыболовства в зонах их

ответственности планов искусственного воспроизведения ВБР, ФГБНУ «ВНИРО», усилиями своих филиалов, предоставляет рекомендации об объеме и составе соответствующих работ, рассчитанные на трехгодичный период. Таким образом, отделения ФГБНУ «ВНИРО» в зоне своей ответственности имеют возможность разрабатывать рекомендации, точнее учитывающие региональные видовые списки рыб, в том числе и сиговых.

В таблице 1 приведен сводный список сиговых рыб, для которых разработаны рекомендации по предельно допустимым объемам выпуска (ПДОВ) водных биоресурсов на 2026–2028 гг. в шести из восьми рыбохозяйственных бассейнах (за исключением Азово-Черноморского и Дальневосточного бассейнов) (по информации с официального сайта ФГБНУ «ВНИРО» (<http://vniro.ru/ru/rekomendatsii-po-predelno-dopustimym-ob-emam-vypuskavodnykh-bioresursov-na-2017-2019-gg>)). Как видно из данной таблицы, вышеупомянутый список видов из приложения к Приказу №699 дополнили рипус/ряпушка, ряпушка сибирская, тугун, омуль арктический, волховский сиг. Для некоторых крупных рыбохозяйственных бассейнов (Волго-Каспийский, Западно-Сибирский, Западный, Северный) ежегодные рекомендации по ПДОВ сиговых рыб готовят несколько филиалов «ВНИРО», в соответствии с зонами своей ответственности, однако перечень видов для зарыбления остается в пределах вышеупомянутого списка.

Согласно широко используемой в России систематической номенклатуре [39; 8; 51], в таблице 1 упоминаются 10 «хороших» видов (с подвидом – ряпушка (европейская)/рипус), один подвид – волховский сиг и широко трактуемые экологические категории сига и чира: «пресноводная жилая форма». Введение в список этих неопределенных экологических единиц, по-видимому, имело цель более полного охвата широко расселенных и изменчивых видов при выполнении рыболовных мероприятий.

До настоящего времени некоторые вопросы систематики сиговых, даже на уровне видов, нельзя считать устоявшимися. Например, рассматривавшийся ранее в качестве подвида арктического омуля *C. autumnalis* (Pallas), байкальский омуль *C. migratorius* (Georgi) «официально» получил свой видовой статус относительно недавно [51]. Это нашло отражение в расширении списка видов, для которых разрабатываются ПДОВ. Однако процесс актуализации списка видов для практического применения в искусственном воспроизводстве зачастую отстает от принятых научных рекомендаций.

Так, впервые разработанный во «ВНИРО» в 2019 г. «Базовый перечень водных объектов рыбохозяйственного значения и приоритетных видов водных биологических ресурсов для осуществления искусственного воспроизводства («рейтинговый список»)» [9], в 2023 г. пополнился сигом-прыжьяном из Обь-Иртышского бассейна и из бассейна р. Колыма и сигом-нельмушкой – из р. Кубена Вологодской области. Однако эти изменения формально пока не нашли отражения в списке видов, для которых определяются ПДОВ.

В рамках выполнения Государственного задания ФАР по искусственному воспроизводству ВБР в качестве посадочного материала, как правило, используются сиговые рыбы из региональных ремонтно-маточных стад (РМС). При этом законы, постановления и приказы формально не препятствуют перевозке посадочного материала биологического вида между рыбохозяйственными бассейнами. В то же время на практике ограничения для перемещения оплодотворенной икры, личинок и подрошенной молоди между рыбохозяйственными бассейнами могут устанавливаться, например, в рамках совещаний у руководителя ФАР при рассмотрении вопросов, связанных с осуществлением мероприятий по компенсации ущерба, причиненного водным биоресурсам и среде их обитания.

К используемым в нормативных документах терминам «сиг» или «сиг (пресноводная жилая форма)» формально относится все многообразие внутривидовых форм комплексного вида *Coregonus lavaretus* sensu lato на географическом пространстве от бассейна Балтийского моря на западе до Чукотки на востоке [39; 8; 51]. Устаревшая типологическая концепция вида, которая, по сути, подразумевается в перечне рекомендуемых видов для искусственного воспроизводства (табл. 1), предполагает его однородность на всем ареале. Этот, введенный в норму, постулат не препятствует использованию донорской популяции вида (или его пресноводной жилой формы) из любой точки ареала, где вид обитает. Именно этим объясняются случаи, когда, например, посадочный материал из Западного рыбохозяйственного бассейна оказывается в водных объектах Северного или Западно-Сибирского рыбохозяйственных бассейнов.

В середине прошлого века по комплексу биологических, экологических, морфологических признаков для сига было описано более 30 подвидов [10; 33], однако позднее все их многообразие было сведено к шести. Принято считать, что в водоемах Сибири обитает только два из них – широко расселенный сиг-прыжьян *C. l. pidschian* (Gmelin) и узко ареальный баунтовский сиг

Таблица 1. Сиговые рыбы, для которых разработаны рекомендации по предельно допустимым объемам выпуска в шести рыбохозяйственных бассейнах на 2026–2028 годы / **Table 1.** Whitefish for which recommendations have been developed on maximum allowable output volumes in six fisheries basins for 2026–2028

Рыбохозяйственный бассейн	Нельма/ Белорыбица	Сиговые виды рыб*										
		Сиг	Сиг (пресноводная жилая форма)	Сиг волховский	Рипус/ ряпушка	Ряпушка сибирская	Тугун	Мукун	Чир	Чир (пресноводная жилая форма)	Омуль байкальский	Омуль арктический
Волжско-Каспийский			+		+							
Байкальский		+	+							+	+	
Восточно-Сибирский	+		+		+		+	+	+	+	+	
Западно-Сибирский	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
Западный		+	+	+	+							
Северный	+	+	+							+	+	

Примечание: *Определение биологических объектов дано в соответствии с первоисточником

C. l. baanti (Muchomedijarov) [39]. Между тем, результаты филогенетических исследований последнего времени показывают, что данный вид весьма неоднороден и на ареале представлен рядом дискретных группировок, таксономический уровень некоторых из которых достоин видового/подвидового уровня. На основании морфогенетического анализа было рекомендовано повысить таксономический уровень до полноценных видов для ряда «экологических форм», входящих в группу сибирского сига пыжьяна, а именно: *C. l. pidschian n anaulorum*, сига-востряка из бассейнов рек Анадырь и Пенжина; сига телецкого, *C. l. pidschian n smitti* и сига Правдина, *C. l. pidschian n pravdinellus* из бассейна Телецкого озера, юкагирского сига *C. l. pidschian n jucagiricus* из бассейнов рек Колыма и Индигирка [54; 14].

Для озера Байкал из Байкальского рыбохозяйственного бассейна, в числе рекомендуемых к выпуску видов ВБР, также обозначены «сиг» и «пресноводная жилая форма» сига. Между тем результаты генетических исследований показывают, что байкальский озерный сиг *C. baicalensis* Dybowsky не конспецичен сибирскому сигу-пыжьюну [68; 69; 29]. Вместе с байкальским омулем и байкальским озерно-речным сигом байкальский озерный сиг образуют отдельную кладу в роде *Coregonus*, которая с сигами вида *Coregonus lavaretus complex* находится в весьма отдаленном родстве [59;

60; 61]. При этом байкальский озерно-речной сиг, описывающийся ранее как *C. l. pidschian* (Gmelin), не тождествен сигу-пыжьюну, но синонимичен енисейскому сигу Исаченко, и таксономический статус последнего также предложено поднять до видового – *C. fluviatilis* [70] (рис. 1).

Формально, действующие нормативные документы и рекомендации по искусственно-му воспроизводству не запрещают выпускать в Байкал или в р. Енисей молодь сига-пыжьяна, согласно перечня рекомендуемых видов (табл. 1). Однако по сути это действие можно будет квалифицировать как попытку незаконной акклиматизации: ст. 46 Федерального закона № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» определяет акклиматизацию водных биоресурсов как «деятельность по вселению водных биоресурсов ценных видов в водные объекты рыбохозяйственного значения и созданию их устойчивых популяций в водных объектах рыбохозяйственного значения, в которых водные биоресурсы данных видов не обитали ранее или утратили свое значение», и устанавливает, что мероприятия по акклиматизации водных биоресурсов осуществляются в соответствии с определенным законом порядком.

Сложная история формирования видов/региональных группировок/ популяций сиговых рыб в арктических и субарктических водоемах



Рисунок 1. Некоторые виды сиговых рыб и внутривидовые группировки сига комплексного вида *Coregonus lavaretus* sensu lato: а – байкальский омуль; б – байкальский озерный сиг; в – сиг Исаченко; г – ледниково-равнинный сиг (р. Анабар); д – восточносибирский сиг (р. Анабар); е – сиг Правдина (оз. Телецкое); ж – телецкий сиг (оз. Телецкое); з – сиг-пышьян (р. Обь); и – уссурийский сиг (р. Амур); к – сиг-хадары (р. Амур)

Figure 1. Some species of whitefish and intraspecific groups of whitefish of the complex species *Coregonus lavaretus* sensu lato: a – Baikal omul; b – Baikal lake whitefish; c – Isachenko whitefish; d – glacial plain whitefish (Anabar River); e – East Siberian whitefish (Anabar River); f – Pravdin whitefish (Lake Teletskoye); w – Teletskoye whitefish (Lake Teletskoye); z – whitefish-Pyzhyan (Ob River); i – Ussuriysky whitefish (Amur River); k – whitefish-Hadary (Amur River)

в Плиоцене-Плейстоцене и их способность к тонким локальным адаптациям приводят к узкой географической и экологической специализации этих рыб. Поэтому биологическая инвазия, в результате несогласованной акклиматизации, происходит всякий раз, когда в целях искусственного воспроизводства популяции высоко полиморфных видов перемещаются между географически разобщенными водными объектами без достаточного научного обоснования. Вселение чужеродного по сути таксона в водный объект, обладающий своей специализированной региональной формой вида, может создавать серьезные риски для выживания нативной формы, а также – для целостности всей экосистемы [3; 4; 5; 63; 22].

Следует обратить внимание на то, что признание таксона на определенном иерархическом уровне (видовом, подвидовом) не должно быть единственным критерием для правильной, с точки зрения определения биологических объектов, организации рыбоводных мероприятий. Необходимо учитывать, что представление о систематике часто меняются в зависимости от степени изученности живого объекта, взглядов на таксономию того или иного исследователя, а также – стереотипов, преобладающих в данный момент времени в научном сообществе. Важно понимать, что если между устойчивыми во времени экологическими группировками номинального вида, в пределах водного объекта или водосборного бассейна, существуют значимые различия, то это является продуктом долгой эволюции предковой формы/форм в данных экологических условиях. Такие формы не способны к свободной трансформации одной в другую, поэтому, в случае необходимости проведения восстановительных мероприятий с использованием зарыбления, требуется применять дифференцированный подход к управлению всеми биологическими единицами.

Существуют также доказанные случаи значительной неоднородности сигов на микрогеографическом уровне – в пределах отдельных водных объектов, для которых также ежегодно разрабатываются рекомендации по объемам выпуска пресноводной жилой формы сига. Так, в верховьях сибирской р. Анабар обитает экологическая форма сига, известная под наименованием восточносибирский сиг *C. lavaretus pidschian natio brachymystax*, в то время как в нижней части реки доминирует высокотельный ледниково-равнинный сиг *C. lavaretus pidschian natio glacialis*. Существенная неоднородность сига р. Анабар подтверждается по морфологическим, экологическим и генетическим (митохондриальным и ядерным) маркерам [42; 16].

Еще в одной приарктической Норило-Пясинской озерно-речной системе наблюдается большое морфологическое и экологическое разнообразие форм сигов *C. lavaretus pidschian*, которое сопровождается генетической дифференциацией рыб из разных участков реки: низовьев (р. Пясина), озерной части (оз. Пясино) и верховьев (оз. Мелкое и р. Рыбная). Как и в случае с р. Анабар, неоднородность сигов Норило-Пясинской системы обусловлена этапностью заселения данного водосборного бассейна дериватами разных филогенетических линий [41].

С точки зрения сохранения внутривидового разнообразия, эти примеры, число которых не ограничивается рассмотренными выше, показывают, что, при необходимости проведения восстановительных мероприятий, перед рыбоводами-практиками должна стоять первостепенная задача учета всех, нуждающихся в поддержке, внутривидовых биологических единиц в данном водном объекте, однако шаблонное научнообразное определение из нормативного документа – «пресноводная жилая форма» – упрощает задачу рыбоводов, но потенциально обединяет внутривидовое разнообразие.

Стабильные во времени экологические группировки вида создают внутривидовое разнообразие, характерное для многих крупных водных объектов. Например, в оз. Байкал обитает несколько группировок байкальского омуля, хорошо дифференцированных в пределах вида по экологическим, морфологическим, генетическим признакам [47; 29]. Для некоторых крупных водоемов Северо-Запада число ранее описанных симпатрических форм сига доходило до 7 (Ладожское оз.) и 11 (Онежское оз.) [10; 33]. При отсутствии резких колебаний численности, симпатрические популяции ведут себя как независимые виды, однако при перелове и/или при резких изменениях параметров среды обитания некоторые малочисленные или особо уязвимые популяции могут испытывать повышенное давление вплоть до полного исчезновения, а общие запасы вида истощаются. Очевидно, что за счет искусственного воспроизводства следует поддерживать те формы, которые в наибольшей степени страдают от средового или антропогенного воздействия. Однако действующие рыбохозяйственные нормативные документы позволяют использовать и восстанавливать сига в качестве единого запаса, без его дифференциации на экологические субъединицы. Поэтому даже в водоемах со сложной популяционной структурой вида, мероприятия по искусственному воспроизводству проводятся за счет тех форм сига, биотехнология воспроизводства ремонтно-маточных стад которых освоена

и введена в практику, или тех (зачастую неустановленного происхождения), молодь которых на данный момент наличествует в рыбоводных хозяйствах.

Симпатрические популяции вида могут находиться в конкурентных отношениях из-за использования общих кормовых ресурсов водоема, кроме того могут пересекаться их места/сроки нереста. Поэтому, занимаясь воспроизводством наиболее массовых форм, рыбоводы невольно создают им конкурентные преимущества в борьбе за ресурсы с малочисленными экологическими формами. Последствия таких действий могут приводить к повышенной гибридизации между разными формами вида, и в целом – к упрощению («заболачиванию») его внутривидовой структуры [65; 57]. Произошедшие в последние десятилетия изменения структуры популяций сига заметны в рыбных сообществах Европейской России. Так, при исследовании современного состояния внутривидовой структуры сига Онежского оз., из 200 отловленных рыб наиболее многочисленными были среднетычинковые сиги *C. lavaretus mediospinatus* (n=168), в меньшей степени были представлены малотычинковые сиги *C. lavaretus pidschian* (n=32) и не было обнаружено ни одной особи, принадлежащей к ранее описанной многотычинковой форме вида *C. lavaretus pallasi* [56]. Если в первой половине XX века в Финском заливе Балтийского моря малотычинковый сиг *Coregonus lavaretus lavaretus* (L.) преобладал над среднетычинковым *Coregonus lavaretus mediospinatus* Pravdin и многотычинковым *Coregonus lavaretus pallasi* Valenciennes [32; 10], то в настоящее время в уловах на заливе доминирует среднетычинковая форма сига, а две другие встречаются спорадически [46].

Нельзя утверждать, что сокращение численности и/или выпадение из рыбного населения водоемов экологических форм сига с крайними значениями количества тычинок могло произойти исключительно из-за регулярных выпусков в водоем наиболее многочисленной среднетычинковой формы сига. В то же время мало- и многотычинковые формы целенаправленно не поддерживались за счет выпуска рыб искусственного воспроизводства, что заведомо ставило их в невыгодное положение.

Последствия ныне существующих практик рыбоводных работ часто приводят к тому, что в природе появляются особи или даже внутривидовые группировки рыб не типичные для данного водоема. Так, например, при недавней ревизии симпатрических форм сига в карельском оз. Пяозеро, среди трех наиболее многочисленных группировок вида, был обнаружен необычный экотип, пойманный с глубин

около 40 метров. Между этой формой и ранее приведенными описаниями симпатрических сигов И.Ф. Правдина (1954) не наблюдалось соответствия по глубинам обитания в водоеме и обнаруживалось только частичное совпадение по ряду морфологических характеристик. Судя по комплексу морфологических признаков, представляется маловероятным, что глубоководный экотип мог возникнуть в результате гибридизации нативных форм сига [67]. Поскольку в оз. Пяозеро проводятся регулярные выпуски пресноводной жилой формы молоди сига неясного происхождения, возникновение глубоководной формы сига в результате зарыблении представляется наиболее вероятным сценарием.

Еще одной рыбоводной проблемой является поддержание чистоты линий при проведении работ по искусственноному воспроизводству. Так, среди всех симпатрических форм ладожских сигов анадромный волховский сиг единственный имеет подвидовой уровень *Coregonus l. baeri* [39]. Популяция волховского сига, включенная в Красную книгу РФ (2021), поддерживается исключительно за счет искусственного воспроизводства, поскольку его основные естественные нерестилища в р. Мста оказались отрезаны дамбой Волховской ГЭС около 100 лет назад. Анализ участка nd-1 гена mtДНК у ладожских сигов показал, что, будучи специализированной анадромной формой, волховский сиг имеет признаки принадлежности к западноевропейской клade вида, однако в его современной популяции обнаруживаются свидетельства происходящей интенсивной интрогрессивной гибридизации с нативными симпатрическими популяциями сигов из Ладожского озера. Это явление может быть обусловлено как непреднамеренными ошибками рыболовов при отборе производителей для закладки икры, так и необходимостью выполнения плана при заготовке икры в условиях малочисленности производителей волховского сига [44].

Многие из описанных выше проблем, возникающих при искусственном воспроизводстве сига *Coregonus lavaretus sensu lato*, в полной мере могут быть отнесены к некоторым другим сложно организованным видам сиговых рыб. Например, у муксуна в зависимости от количества жаберных тычинок ранее было выделено несколько внутривидовых форм – до 4-х форм только в бассейне р. Лены [1; 2; 25]. Морфогенетические исследования последнего времени показывают, что популяции муксуна из западной части ареала (р. Обь, р. Пясина) существенно отличаются от восточных популяций (от р. Анабар до р. Индигирка), и генетический обмен между ними вдоль морского побережья ограничен географическим барьером в р-не Ха-

тансского залива. При этом малотычинковые формы муксунов, привязанные к нижним течениям арктических рек из-за короткой нерестовой миграции, по своему происхождению могут отличаться от многотычинковых муксунов, как правило обладающих протяженными миграциями. В этой связи представляется оправданным подход к проведению восстановительных мероприятий в отношении муксунов Обь-Иртышского бассейна за счет локальных популяций из того же региона [23], и слабо проработанной с научной точки зрения задачей восстановления подорванного стада обского многотычинкового муксунов с миграциями на расстояния до 3 тыс. км за счет популяций муксунов с другой экологией нерестового поведения.

В последнее время появилось больше ясности в филогенетических отношениях двух близкородственных видов ряпушек, включая их быстрорастущие формы [66; 58]. Вдоль арктического побережья стали четче очерчены районы вторичного контакта сибирской и европейской ряпушки с образованием гибридных форм номинальных видов/филогенетических линий [40; 13]. Аналогичная вторичная интерградация различных форм/видов сигов обнаружена в бассейне рек Енисей, Лена, Амур, Анадырь [53; 52; 16; 20; 18], однако эти новые знания пока не находят отражения в детализации списков видов/внутривидовых категорий, предназначенных для искусственного воспроизводства.

Положительной тенденцией последних лет является уход от ограниченного перечня видов сиговых рыб, в связи с принятием нового Приказа Росрыболовства, устанавливающего порядок предоставления рекомендаций по ПДОВ (Приказ №232 от 02.05.2024), а также – расширение в 2023 г., рекомендованного «ВНИРО», «рейтингового списка» за счет сига-пъятьяна и сига- нельмушки. Однако, как было показано на примерах выше, сибирский сиг-пъятьян в традиционном понимании этого наименования [39; 8; 51] также является полифилетической группой, требующей дифференцированного подхода к управлению и сохранению, слагающих его, таксонов.

Приведенные выше примеры показывают, что существующие нормативные документы по искусственноому воспроизведству зачастую идут вразрез с современными научными представлениями о биологии сиговых рыб. Очевидно, что для поддержания и восстановления природных популяций требуется скорейшее установление четких объектов управления и сохранения сиговых рыб на основе анализа их экологических, морфологических, генетических биogeографических характеристик. Эта задача представляется наиболее актуальной для комплексных видов, к числу которых сле-

дует отнести сига, муксуна, омуля, ряпушки. Политика по защите и поддержанию видового и внутривидового разнообразия нуждается в совершенствовании, в том числе – на уровне разработки нормативно-правовых документов, адекватных современным научным представлениям о видовой/внутривидовой организации в пределах естественных ареалов, исторически сформированных водоразделами, средовыми градиентами, рубежами экосистем, миграционными препятствиями, а не только привязкой к границам административных районов [22]. До реализации этих задач работы по перемещению посадочного материала должны проводиться с использованием предосторожного подхода, т.е. с соблюдением условия происхождения донорской и реципиентной популяции как минимум из одного водного бассейна. В случае наличия в водном объекте симпатических популяций вида, к их искусственному воспроизведству должен применяться дифференцированный подход.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известно, что пресные воды покрывают менее 1% поверхности планеты, но в то же время они поддерживают условия обитания для более чем 10% всех известных видов на Земле, включая около трети позвоночных и половины всех видов рыб. Недавняя комплексная оценка рисков вымирания пресноводных видов, проведенная под эгидой Международного союза охраны природы (МСОП), показала, что около четверти (24%) пресноводных видов оцениваются как уязвимые, находящиеся под угрозой исчезновения или стоящие на грани полного вымирания [64]. Важно отметить, что проведенная оценка имела отношение к видам с подтвержденным таксономическим статусом по каталогу рыб Eschmeyer [55]. С учетом тех таксонов, чей видовой уровень не подтвержден или до сих пор не исследован на должном уровне, возможные потери пресноводной фауны могут иметь значительно большие объемы. Это обстоятельство требует совершенствования политики по защите и сохранению таких высокополиморфных пресноводных гидробионтов как лососевые виды рыб родов *Coregonus* и *Salvelinus*, имеющие к тому же важное хозяйственное значение.

В рамках соблюдения «Конвенции о биологическом разнообразии», Россия приняла на себя обязательства разработки национальной стратегии по сохранению биологического разнообразия, включающего разнообразие между видами, в пределах вида и разнообразие экосистем. Очевидно, что, с учетом новейших научных знаний о биологии сиговых рыб, существу-

ющая нормативно-правовая база в области охраны и воспроизводства водных биоресурсов нуждается в скорейшем пересмотре.

В настоящее время сложившуюся практику искусственного воспроизведения гидробионтов трудно назвать оптимальной. Главным образом она ориентирована на дополнение естественного воспроизведения с целью обеспечения рыболовства сырьевой базой. Для этого в естественную среду обитания проводятся выпуски молоди номинальных видов рыб, причем объемы зарыбления посадочного материала того или иного возраста (ПДОВ) рассчитываются исходя из величины устойчивого вылова в прошлые годы и приемной емкости водоема по его кормовой базе. Нередко предлагаемые объемы искусственного зарыбления превышают потенциал естественного воспроизводства, что создает угрозу потери генетического разнообразия природных популяций [63; 31]. Для демонстрирующих большое видовое разнообразие и сложное внутривидовое устройство сиговых рыб, применение подобной упрощенной стратегии, не принимающей во внимание законы внутренней организации видов, обнаруживает преобладание сугубо хозяйственного, утилитарного способа управления над природоохранным. Данный подход неизбежно будет приводить к дальнейшему оскудению природного разнообразия пресноводных объектов России и способствовать процессам деградации экосистем.

С точки зрения нормативного регулирования рыбохозяйственных практик, используемых при искусственном воспроизведении с целью сохранения внутривидового разнообразия сиговых рыб, существует несколько проблем, которые требуют скорейшего решения:

- несоответствие реальной картины видовой и внутривидовой организации комплексных видов, по данным современных научных исследований с традиционными взглядами на систематику и таксономию;
- несовершенство существующей нормативной базы, допускающей перемещение рыбы из одного речного бассейна (или даже рыбохозяйственного бассейна) в другой только на основании того, что донорская и реципиентная популяции номинально относятся к одному виду;
- расплывчатость применяемых определений для некоторых объектов зарыбления («пресноводная жилая форма»);
- недоучет сложной популяционной структуры на микрogeографическом уровне (симпатрические популяции в пределах озер и рек).

Очевидно, что совершенствование нормативных документов в соответствии с совре-

менными научными знаниями – длительный процесс, требующий многих согласований, поэтому, в качестве доступного способа предотвращения потери видового и внутривидового разнообразия при искусственном воспроизведении сиговых рыб, в ближайшее время предлагается ограничить перемещение популяций-доноров и реципиентов одним речным/озерным бассейном. Однако, в случае необходимости использования зарыбления в целях поддержания естественных симпатрических популяций, необходимо применять более строгие научные рекомендации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: Д.С. Сенек – идея статьи, сбор и анализ данных, обзор литературы, подготовка статьи и ее окончательная проверка; Н.А. Бочкирев – сбор данных, подготовка иллюстративного материала, корректировка текста.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: D.S. Sendek – the idea of the article, data collection and analysis, literature review, preparation of the article and its final verification; N.A. Bochkarev – data collection, preparation of illustrative material, text correction.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Александрова Е.Н., Кузнецов В.В. О внутривидовых формах ленского муксунна *Coregonus mitsukuni* (Pallas). // Вестн. МГУ. Биол., почв. 1968. № 1. С. 28-37
2. Александрова Е.Н., Кузнецов В.В. Дифференциация муксунов р. Лены. I. Морфометрическая характеристика четырех форм муксунна. // Вестн. МГУ. Биол., почв. 1970. № 4. С. 16-23
3. Аллендорф Ф.У., Риман Н. Генетическое управление искусственным воспроизведением рыбных стад // В кн.: Популяционная генетика и управление рыбным хозяйством. – М.: Агропромиздат. 1991. С. 177-198
4. Аллендорф Ф.У., Риман Н., Аттер М.У. Генетика и управление рыбным хозяйством // В кн.: Популяционная генетика и управление рыбным хозяйством. – М.: Агропромиздат. 1991. С. 15-36
5. Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А. Трансплантации, системная организация и рациональное хозяйственное использование популяций рыб // В кн.: Популяционная генетика и управление рыбным хозяйством. – М.: Агропромиздат. 1991. С. 387-398
6. Андрияшева М.А. Концепция сохранения генофонда природных популяций рыб – Санкт-Петербург. ФГНУ «ГосНИОРХ». 2009. 59 с.
7. Андрияшева М.А. Генетические аспекты разведения сиговых рыб – Санкт-Петербург. ФГНУ «ГосНИОРХ». 2011. 639 с.
8. Атлас пресноводных рыб России. В 2 т. Т.1. / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: – Наука. 2003. 379 с.
9. Базовый перечень водных объектов рыбохозяйственного значения и приоритетных видов водных биологических ресурсов для осуществления искус-

- ственного воспроизводства («рейтинговый список»), включая выпуск растительноядных видов рыб для целей мелиорации, подготовленный на основе критериев, утвержденных Ученым советом ФГБНУ «ВНИРО» (протокол №2 от 30.01.2019 г.) // Москва: ФГБНУ «ВНИРО». 2019. 30 с.
10. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1. – М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1948. 466 с.
 11. Болотова Н.Л. Проблемы сохранения исчезающих популяций рыб в водоемах Вологодской области // Мониторинг биоразнообразия. – М.: Наука. 1997. С. 36-45
 12. Болотова Н.Л. Биологическое разнообразие и проблемы его сохранения // Наука – Школа. Сборник научных публикаций. Выпуск VI. – СПб.: СПб НЦ РАН. Издательство «Арт-Экспресс». 2017. С. 119-174
 13. Боровикова Е.А., Симонов Е.П., Никулина Ю.С. [и др.] Филогения и филогеография ряпушек (Salmonidae: Coregoninae: *Coregonus*) Евразии по данным геномного анализа // Современные проблемы ихтиологии континентальных водоемов: тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию лаборатории ихтиологии (экологии рыб), 90-летию В.Н. Яковлева и 95-летию А.Г. Поддубного, Борок, 11-15 ноября 2024 г. / Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук: отв. Ред. Ю.В. Герасимов. – Борок, Ярославская обл.: ИБВВ РАН; Ярославль: Филигрань. 2024. С. 13-14.
 14. Бочкарев Н. А. Сиги комплекса *Coregonus lavaretus* (Pisces: Coregonidae) из водоемов Сибири: филогеография и филогения // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск. 2022. 49 с.
 15. Бочкарев Н.А., Зуйкова Е.И., Политов Д.В. Таксonomicкий статус и происхождение некоторых экологических форм сигов вида *Coregonus lavaretus* (L.) из водоемов Сибири // Генетика. 2017. Т. 53. № 8. С. 922-932. <https://doi.org/10.1134/S0016675818090047>
 16. Бочкарев Н.А., Зуйкова Е.И., Пестрякова Л.А. [и др.] Сиг-пыхъян (*Coregonus lavaretus pidschian*, Coregonidae) р. Анабар: морфогенетическая структура популяций // Генетика. 2018. Т. 54. № 9. С. 1057-1067. <https://doi.org/10.1134/S0016675818090047>
 17. Bochkarev N. A., Zuykova E. I., Pestryakova L. A. [et al.] Siberian Whitefish (*Coregonus lavaretus pidschian*, Coregonidae) from the Anabar River: Morphogenetic Structure of the Population // Russian Journal of Genetics. 2018. Vol. 54. No. 9. Pp. 1078-1088. <https://doi.org/10.1134/S1022795418090041>
 18. Бочкарев Н. А., Сенек Д. С., Зуйкова Е. И. [и др.] Причины морфологической и генетической неоднородности сигов *Coregonus lavaretus* sensu lato арктической части бассейна р. Лены // Генетика. 2023. Т. 59. № 11. С. 1235-1252. <https://doi.org/10.31857/S0016675823110036>
 19. Bochkarev N. A., Sendek D.S., Zuykova E. I. et al. The Causes of Morphological and Genetic Heterogeneity in the White Fish *Coregonus lavaretus* sensu lato from the Arctic Part of the Lena River Basin // Russian Journal of Genetics. 2023. Vol. 59. No. 11. Pp. 1141-1157. <https://doi.org/10.1134/S1022795423110030>
 20. Бочкарев Н. А., Сенек Д. С., Катохин А. В. [и др.] Морфологическая, экологическая и генетическая изменчивость сигов *Coregonus lavaretus* sensu lato из верхнего и среднего течения р. Лены // Генетика. 2022. Т. 58. № 11. С. 1292-1310. <https://doi.org/10.31857/S0016675822110030>
 21. Bochkarev N. A., Sendek D.S., Katokhin A.V. [et al.] Morphological, Ecological, and Genetic Variation of the Whitefish *Coregonus lavaretus* sensu lato from the Upper and Middle Stream of the Lena River // Russian Journal of Genetics. 2022. Vol. 58. No. 11. Pp. 1334-1351. <https://doi.org/10.1134/S1022795422110035>
 22. Животовский Л.А. Промысловое районирование и выделение районов воспроизводства дальневосточных лососей // Успехи современной биологии. 2022. Том 142. № 5. С. 487-497. <https://doi.org/10.31857/S004213242205012X>
 23. Зайцев В.Ф., Егоров Е.В., Матковский А.К. [и др.] Искусственное воспроизводство муксунов *Coregonus mitsukuri* (Coregonidae) в бассейне реки Иртыш. Проблемы и перспективы // Вопросы рыболовства. 2019. Том 20. №4. С. 482-496
 24. Захаров В.М., Трофимов И.Е. Оценка состояния биоразнообразия: исследование стабильности развития – М.: Товарищество научных изданий КМК. 2019. 160 с.
 25. Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. – М.: Наука. 1972. 360 с.
 26. Конвенция о биологическом разнообразии. «Охрана окружающей среды. Международные правовые акты: Справочник». – СПб. 1996. 68 с.
 27. Костюничев В.В., Богданова В.А., Шумилина А.К. [и др.] Искусственное воспроизводство рыб на Северо-Западе России // Труды ВНИРО. 2015. Т.53. С. 26-41
 28. Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2 е изд. – М.: ФГБУ «ВНИИ Экология». 2021. 1128 с.
 29. Мюге Н.С., Сошина В.А., Мюге Л.Н. Полногеномное секвенирование сиговых рыб сибирских рек и оз. Байкал // «Рыбохозяйственная наука. История, современность, перспективы» Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Санкт-Петербургского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга), г. Санкт-Петербург, 23-24 октября 2024 г. / отв. ред. К.В. Колончин [и др.]. – М.: Изд-во ВНИРО. 2024. С. 422-425
 30. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение – М.: Мир. 1992. 181 с.
 31. Нелсон К., Суле М. Сохранение генофонда промысловых рыб // В кн.: Популяционная генетика и управление рыбным хозяйством. – М.: Агропромиздат. 1991. С. 339-428
 32. Правдин И.Ф. Сиги озерной области СССР // Изв. Ленингр. научно-исслед. ихтиол. инст. 1931. XII. вып. 1
 33. Правдин И.Ф. Сиги водоемов Карело-Финской ССР. – М.-Л.: АН СССР. 1954. 324 с.
 34. Примак Р. Основы сохранения биоразнообразия // Перевод с английского О.С. Якименко, О.А. Зиновьевой. – М.: Издательство Научного и учебно-методического центра. 2002. 256 с.
 35. Постановление правительства РФ от 12.02.2014 г. №99 «Об утверждении правил организации искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов» <https://base.garant.ru/70589590/?ysclid=m59c1vmk765503453>
 36. Приказ Минсельхоза России от 20.10.2014 г. №395 «Об утверждении Порядка подготовки и утверждения планов искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов» <https://sztufar.ru/files/documents/16594.pdf?ysclid=m5zae8dmuz696536062>

37. Приказ Росрыболовства от 14.11.2016 г. №699 «О предоставлении рекомендаций научно-исследовательским организациям, подведомственными Федеральному агентству по рыболовству <https://docs.cntd.ru/document/420385969?ysclid=m5zalymi ci98776396>
38. Приказ Росрыболовства от 02.05.2024 г. №232 «О предоставлении рекомендаций (заключений) подведомственным Федеральному агентству по рыболовству ФГБНУ «ВНИРО» <https://docs.cntd.ru/document/1305901328?ysclid=m7dhiafig438503125>
39. Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука. 1980. 300 с.
40. Сенек Д.С. О видовой принадлежности ряпушки, обитающей в реке Печоре // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. СПб. 1998. Вып. 323. С. 191-198
41. Сенек Д.С. Роль эндемиков Байкала в формировании разнообразия сиговых рыб бассейна арктических морей. Современные проблемы ихтиологии континентальных водоемов: тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию лаборатории ихтиологии (экологии рыб), 90-летию В.Н. Яковлева и 95-летию А.Г. Поддубного, Борок, 11-15 ноября 2024 г. / Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук: отв. Ред. Ю.В. Герасимов. – Борок, Ярославская обл.: ИБВВ РАН; Ярославль: Филигрань. 2024. С. 86-87
42. Сенек Д.С., Иванов Е.В. О причинах генетической неоднородности сига-пыхыря *Coregonus lavaretus pidschian* реки Анабар // Экологическая генетика 2017. Т. 15. № 3. С. 20-26. <https://doi.org/10.17816/ecogen15320-26>
43. Sendek D.S., Ivanov E.V. The reasons of genetic heterogeneity of Siberian whitefish *Coregonus lavaretus pidschian* in the Anabar river // Ecological genetics. 2017. 15(3). Pp. 20-26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17816/ecogen15320-26>
44. Сенек Д. С., Бочкарев Н. А., Зуйкова Е. И. [и др.] Изменчивость некоторых счетных признаков и полиморфизм фрагмента митохондриальной ДНК, включающего ген *nd1*, сигов группы *Coregonus lavaretus sensu lato* из водоемов севера Европы // Сибирский экологический журнал. 2024а. №6. С. 857-877. <https://doi.org/10.15372/SEJ20240603>
45. Sendek D.S., Bochkarev N.A., Zuykova E.I. [et al.] Variability of Some Meristic Features and Polymorphism of the Mitochondrial DNA Fragment, Including the *nd1* Gene, of Whitefishes of the *Coregonus lavaretus sensu lato* Group from Water Bodies of Northern Europe // Contemporary Problems of Ecology. 2024. Vol. 17. No. 6. Pp. 781-798. <https://doi.org/10.1134/S1995425524700549>
46. Сенек Д.С., Бочкарев Н.А., Барабанова М.В. [и др.] Внутривидовое разнообразие обыкновенного сига *Coregonus lavaretus sensu lato* в восточной части Финского залива Балтийского моря // «Рыбохозяйственная наука. История, современность, перспективы» Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Санкт-Петербургского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга), г. Санкт-Петербург, 23-24 октября 2024 г. / отв. ред. К.В. Колончин [и др.]. – М.: Изд-во ВНИРО. 2024б. С. 516-519
47. Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Суханова Л.В. Микроэволюция байкальского омуля: *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) // отв. ред. В.Н. Больщаков. Рос. Акад. Наук. Сиб. отд-ние. Байкальский музей ИНЦ, Лимнологический ин-т. – Новосибирск. Изд-во СО РАН. 2009. 246 с.
48. Терещенко В.Г. Динамика разнообразия рыбного населения озер и водохранилищ России и сопредельных стран // Диссертационная работа на соискание ученой степени доктора биологических наук. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина. – СПб. 2005. 276 с.
49. Федеральный Закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 N 166-ФЗ. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/
50. Шайхутдинова А.А. Методы оценки биоразнообразия: методические указания. – Оренбург: ОГУ. 2019. 37 с.
51. Рыбы в заповедниках России. (под ред. Ю.С. Решетникова). Т.1. Пресноводные рыбы – М.: Т-во научных изданий КМК. 2010. 627 с.
52. Bochkarev N.A., Zuykova E.I., Abramov S.A. [et al.] (2017). The sympatric whitefishes *Coregonus ussuriensis* and *C. chadary* from the Amur River basin: morphology, biology and genetic diversity // Fundam. Appl. Limnol. Vol. 189/3. Pp. 193-207. <https://doi.org/10.1127/fal/2016/0801>
53. Bochkarev N.A., Zuykova E.I., Abramov S.A. [et al.] (2013). Morphological, biological and mtDNA sequences variation of coregonid species from the Baunt Lake system (the Vitim River basin) // Adv. in Limnology. V. 64. Pp. 257-277. <https://doi.org/10.1127/1612-166x/2013/0064-0025>
54. Bochkarev N.A., Zuykova E.I., Pestryakova L.A. [et al.] (2021). Intraspecific structure of the *Coregonus lavaretus complex* in water bodies of Siberia: a case of postglacial allopatric origin of Yukagirian whitefish // Can. J. Zool. 99. Pp. 1040-1053 <https://doi.org/10.1139/cjz-2021-0045>.
55. Fricke R., Eschmeyer W. N., Van der Laan R. (2022). Eschmeyer's Catalog of Fishes: genera, species, references. Institute for Biodiversity Science and Sustainability <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
56. Ilmast N., Sendek D., Zuykova E. [et al.] (2020). Morphological and Genetic Variability of the Mass Whitefish Forms in Lake Onega // Journal «KnE Life Sciences». Pp. 141-151. <https://doi.org/10.18502/cls.v5i1.6037>
57. Hudson A.G., Vonlanthen P., Müller R. [et al.] (2007). The geography of speciation and adaptive radiation in coregonines // In: Biology and Management of Coregonid Fishes – 2005. Advances in Limnology 60. Pp. 111-146.
58. Lappalainen A., Leinonen T., Sendek D. [et al.] (2024). Genetic population structure of vendace (*Coregonus albula*) in the Gulf of Finland and in adjacent watercourses // Boreal Env. Res. 29. Pp. 53-64.
59. Politov D.V., Gordon, N.Y., Afanasiev, K.I. [et al.] (2000). Identification of Palearctic coregonid fish species using mtDNA and allozyme genetic markers // Journal of Fish Biology. 57 (Suppl.). Pp. 51-71.
60. Politov D. V., Gordon N.Y., Makhrov A.A. (2002). Genetic identification and taxonomic relationships of six Siberian *Coregonus* species // In: Todd, T. & Fleischer, G. (eds): Biology and Management of Coregonid Fishes –1999. Advances in Limnology 57. Pp. 21-34.

61. Politov D. V., Bickham J.W., Patton J. C. (2004). Molecular phylogeography of Palearctic and Nearctic ciscoes // *Annales Zoologici Fennici* 41. Pp. 13-23.
62. Radinger J., Mater, S., Klefoth T. [et al.] (2023). Ecosystem-based management outperforms species-focused stocking for enhancing fish populations // *Science*. 379. Pp. 946-951.
63. Ryman N. (1991). Conservation genetics considerations in fishery management // *J. Fish. Biol.* Vol. 39. Pp. 211-224.
64. Sayer C. A., Fernando E., Jimenez R.R. [et al.] (2025). One-quarter of freshwater fauna threatened with extinction // *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08375-z>
65. Seehausen O. (2004). Hybridization and adaptive radiation // *Trends Ecol. Evol.* 19. Pp. 198-208.
66. Sende D.S. (2021). Phylogenetic relationships in vendace and least cisco, and their distribution areas in western Eurasia // *Ann. Zool. Fennici* 58. Pp. 289-306.
67. Sende D. S., Bochkarev N. A., Savosin D. S. [et al.] (2020). Current state of sympatric whitefish from Lake Pyaozero, Kovda river basin, Karelia // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 539 (2020) 012195 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/539/1/012195>.
68. Sukhanova L.V., Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi [et al.] (2002). The taxonomic position of the Lake Baikal omul, *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi), as revealed by sequence analysis of the mt DNA cytochrome b gene and control region // In: Todd, T. & Fleischer, G. (eds): *Biology and Management of Coregonid Fishes -1999. Advances in Limnology* 57. Pp. 97-106.
69. Sukhanova, L. V., Smirnov, V. V., Smirnova-Zalumi [et al.] (2004). Grouping of Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* Georgi within the *C. lavaretus* complex confirmed by using a nuclear DNA marker // *Annales Zoologici Fennici* 41 (1). Pp. 41-49.
70. Vasil'eva E.D., Matveev A.N., Politov D.V. (2024). Neotype Designation for *Coregonus fluviatilis* (Salmonidae: Coregoninae) from the Only Known Museum Specimen // *Journal of Ichthyology*. Vol. 64. No. 5. Pp. 721-726.
7. Andriashova M.A. 2011. Genetic aspects of whitefish breeding – St. Petersburg. GosNIORH Federal State Scientific and Technical University. 639 p. (In Russ.)
8. Atlas of freshwater fish of Russia. 2003. In 2 vols. Vol.1. / Edited by Yu.S. Reshetnikov. M.: – Science. 379 p. (In Russ.)
9. The basic list of water bodies of fisheries importance and priority types of aquatic biological resources for artificial reproduction (the “rating list”), including the release of herbivorous fish species for land reclamation purposes, prepared on the basis of criteria approved by the Scientific Council of VNIRO Federal State Budgetary Budgetary Institution (Protocol No. 2 dated 30.01.2019) // VNIRO Federal State Budgetary Budgetary Institution. Moscow: [B. I.]. 2019. 30 p. (In Russ.)
10. Berg L.S. (1948). Fishes of fresh waters of the USSR and neighboring countries. Part 1. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. 466 p. (In Russ.)
11. Bolotova N.L. (1997). Problems of conservation of endangered fish populations in the reservoirs of the Vologda region // Monitoring of biodiversity. Moscow: Nauka. Pp. 36-45. (In Russ.)
12. Bolotova N.L. (2017). Biological diversity and the problems of its conservation // Science – School. Collection of scientific publications. Issue VI. – St. Petersburg: SP-BNTS RAS. Art-Express Publishing House. Pp. 119-174. (In Russ.)
13. Borovikova E.A., Simonov E.P., Nikulina Yu.S. [et al.] (2024). Phylogeny and phylogeography of grouse (Salmonidae: Coregoninae: Coregonus) Eurasia according to genomic analysis // Modern problems of ichthyology of continental reservoirs: abstracts of the All-Russian Scientific conference with international participation dedicated to the 70th anniversary of the Laboratory of Ichthyology (fish Ecology), the 90th anniversary of V.N. Yakovlev and the 95th anniversary of A.G. Poddubny, Borok, November 11-15, 2024 / I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences: Ed. by Yu.V. Gerasimov. – Borok, Yaroslavl region: IBVV RAS; Yaroslavl: Filigree. Pp. 13-14. (In Russ.)
14. Bochkarev N.A. (2022). Whitefish of the *Coregonus lavaretus* complex (Pisces: Coregonidae) from reservoirs of Siberia: phylogeography and phylogeny // Abstract of the dissertation... Doctor of Biological Sciences. – Novosibirsk. 49 p. (In Russ.)
15. Bochkarev N.A., Zuikova E.I., Politov D.V. (2017). The taxonomic status and origin of some ecological forms of whitefish of the species *Coregonus lavaretus* (L.) from the reservoirs of Siberia // Genetics. Vol. 53. No. 8. Pp. 922-932. <https://doi.org/10.1134/S0016675818090047>. (In Russ.)
16. Bochkarev N.A., Zuikova E.I., Pestryakova L.A. [et al.] (2018). Whitefish (*Sogedopsis lavaretus pidschian*, Coregonidae) R. Anabar: morphogenetic structure of populations // Genetics. Vol. 54. No. 9. Pp. 1057-1067. <https://doi.org/10.1134/S0016675818090047>. (In Russ.)
17. Bochkarev N. A., Zuykova E. I., Pestryakova L. A. [et al.] (2018). Siberian Whitefish (*Coregonus lavaretus pidschian*, Coregonidae) from the Anabar River: Morphogenetic Structure of the Population // Russian Journal of Genetics. Vol. 54. No. 9. Pp. 1078-1088. <https://doi.org/10.1134/S1022795418090041>.
18. Bochkarev N.A., Sende D.S., Zuikova E.I. [et al.] (2023). Causes of morphological and genetic heter-

LITERATURE AND SOURCES

1. Alexandrova E.N., Kuznetsov V.V. (1968). On the intraspecific forms of Lena muksun *Coregonus muksun* (Pallas). // Bulletin of Moscow State University. Biol., soil. No. 1. Pp. 28-37. (In Russ.)
2. Alexandrova E.N., Kuznetsov V.V. (1970). Differentiation of Muksun by R. Lena. 1. Morphometric characteristics of four forms of muksun. // Bulletin of Moscow State University. Biol., soil. No. 4. Pp. 16-23. (In Russ.)
3. Allendorf F.U., Rieman N. (1991). Genetic management of artificial reproduction of fish stocks // In: Population genetics and fisheries Management, Moscow: Agropromizdat. Pp. 177-198. (In Russ.)
4. Allendorf F.U., Rieman N., Utter M.U. (1991). Genetics and fisheries management // In: Population genetics and fisheries Management, Moscow: Agropromizdat. Pp. 15-36. (In Russ.)
5. Altukhov Yu.P., Salmenkova E.A. (1991). Transplantation, systemic organization and rational economic use of fish populations // In: Population genetics and Fisheries Management, Moscow: Agropromizdat. Pp. 387-398. (In Russ.)
6. Andriashova M.A. (2009). The concept of conservation of the gene pool of natural fish populations – St. Petersburg. FGNU “GosNIORH”. 59 p. (In Russ.)

- ogeneity of whitefish *Coregonus lavaretus* sensu lato in the Arctic part of the Lena River basin // Genetics. Vol. 59. No. 11. Pp. 1235-1252. <https://doi.org/10.31857/S0016675823110036>. (In Russ.)
19. Bochkarev N.A., Sendek D.S., Zuykova E. I. et al. (2023). The Causes of Morphological and Genetic Heterogeneity in the White Fish *Coregonus lavaretus* sensu lato from the Arctic Part of the Lena River Basin // Russian Journal of Genetics. Vol. 59. No. 11. Pp. 1141-1157. <https://doi.org/10.1134/S1022795423110030>. (In Russ.)
20. Bochkarev N. A., Sendek D. S., Katokhin A.V. [et al.] (2022). Morphological, ecological, and genetic variability of *Coregonus lavaretus* sensu lato whitefish from the upper and middle reaches of the Lena River // Genetics. Vol. 58. No. 11. Pp. 1292-1310. <https://doi.org/10.31857/S0016675822110030>. (In Russ.)
21. Bochkarev N. A., Sendek D.S., Katokhin A.V. [et al.] (2022). Morphological, Ecological, and Genetic Variation of the Whitefish *Coregonus lavaretus* sensu lato from the Upper and Middle Stream of the Lena River // Russian Journal of Genetics. Vol. 58. No. 11. Pp. 1334-1351. <https://doi.org/10.1134/S1022795422110035>
22. Zhivotovsky L.A. (2022). Commercial zoning and allocation of reproduction areas for Far Eastern salmon // Successes of modern biology. Volume 142. No. 5. Pp. 487-497. <https://doi.org/10.31857/S004213242205012X>. (In Russ.)
23. Zaitsev V.F., Egorov E.V., Matkovsky A.K. [et al.] (2019). Artificial reproduction of the muksun *Coregonus muksun* (Coregonidae) in the Irtysh River basin. Problems and prospects // Fishing issues. Volume 20. No. 4. Pp. 482-496. (In Russ.)
24. Zakharov V.M., Trofimov I.E. (2019). Assessment of the state of biodiversity: a study of development stability – Moscow: Association of Scientific Publications KMC. 160 p. (In Russ.)
25. Kirillov F.N. (1972). Fishes of Yakutia. – M.: Nauka. 360 pages. (In Russ.)
26. Convention on Biological Diversity. "Environmental protection. International legal acts: A Handbook". – St. Petersburg. 1996. 68 p. (In Russ.)
27. Kostyanichev V.V., Bogdanova V.A., Shumilina A.K. [et al.] (2015). Artificial reproduction of fish in the North-West of Russia // Proceedings of VNIRO. Vol. 53. Pp. 26-41. (In Russ.)
28. Red Book of the Russian Federation, volume "Animals". (2021). 2nd ed.– Moscow: Federal State Budgetary Institution "VNII Ekologiya". 1128 p. (In Russ.)
29. Muge N.S., Soshnina V.A., Muge L.N. (2024). Genome-wide sequencing of whitefish from Siberian rivers and lakes. Baikal // "Fisheries science. History, modernity, prospects" Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 110th anniversary of the St. Petersburg Branch of the SSC RF FSBI VNIRO (GosNIORH named after L.S. Berg), St. Petersburg, October 23-24, 2024 / ed. by K.V. Kolonchin [et al.]. Moscow: VNIRO Publishing House. Pp. 422-425. (In Russ.)
30. Magarran E. (1992). Ecological diversity and its measurement– Moscow: Mir. 181 p. (In Russ.)
31. Nelson K., Sule M. (1991). Conservation of the gene pool of commercial fish // In: Population genetics and fisheries Management, Moscow: Agropromizdat. Pp. 339-428. (In Russ.)
32. Pravdin I.F. (1931). Whitefish of the lake region of the USSR // Izv. Leningr. scientific research. Ichthyolum. Institute XII. issue 1. (In Russ.)
33. Pravdin I.F. (1954). Whitefish of reservoirs of the Karelo-Finnish SSR. Moscow: USSR Academy of Sciences. 324 pages. (In Russ.)
34. Primak R. (2002). Fundamentals of biodiversity conservation // Translated from English by O.S. Yakimenko, O.A. Zinovieva, Moscow: Publishing House of the Scientific and Educational–Methodical Center. 256 pages. (In Russ.)
35. Decree of the Government of the Russian Federation dated 12.02.2014 No. 99 "On approval of the Rules for the organization of artificial reproduction of aquatic biological resources" <https://base.garant.ru/70589590/?ysclid=m5z9c1vmk765503453>. (In Russ.)
36. Order of the Ministry of Agriculture of Russia dated 10/20/2014 No. 395 "On approval of the Procedure for preparation and approval of plans for artificial reproduction of aquatic biological resources" <https://sztufar.ru/files/documents/16594.pdf?ysclid=m5zae8dmuz696536062>. (In Russ.)
37. Rosrybolovstvo Order No. 699 dated 11/14/2016 "On the provision of Recommendations by Scientific Research Organizations Subordinate to the Federal Agency for Fisheries" <https://docs.cntd.ru/document/420385969?ysclid=m5zalymici98776396>. (In Russ.)
38. Rosrybolovstvo Order No. 232 dated 05/02/2024 "On the provision of Recommendations (Conclusions) to the subordinate Federal Fisheries Agency VNIRO" <https://docs.cntd.ru/document/1305901328?ysclid=m7dhiafig438503125>. (In Russ.)
39. Reshetnikov Yu.S. (1980). Ecology and systematics of whitefish. – M.: Nauka. 300 pages.
40. Sendek D.S. (1998). About the species belonging of the grouse inhabiting the Pechora River // Collection of scientific tr. GosNIORH. St. Petersburg. Issue 323. Pp.191-198. (In Russ.)
41. Sendek D.S. (2024). The role of Baikal endemics in the formation of whitefish diversity in the Arctic seas basin. Modern problems of ichthyology of continental reservoirs: abstracts of the All-Russian Scientific conference with international participation dedicated to the 70th anniversary of the Laboratory of Ichthyology (fish Ecology), the 90th anniversary of V.N. Yakovlev and the 95th anniversary of A.G. Poddubny, Borok, November 11-15, 2024 / I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences: Ed. by Yu.V. Gerasimov. – Borok, Yaroslavl region.: IBVV RAS; Yaroslavl: Filigree. Pp. 86-87. (In Russ.)
42. Sendek D.S., Ivanov E.V. (2017). On the causes of the genetic heterogeneity of the whitefish *Coregonus lavaretus pidschian* of the Anabar River // Ecological genetics of T. 15. No. 3. Pp. 20-26. <https://doi.org/10.17816/ecogen15320-26>. (In Russ.)
43. Sendek D.S., Ivanov E.V. (2017). The reasons of genetic heterogeneity of Siberian whitefish *Coregonus lavaretus pidschian* in the Anabar river // Ecological genetics. 15(3). Pp. 20-26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17816/ecogen15320-26>
44. Sendek D. S., Bochkarev N. A., Zuikova E. I. [et al.] (2024a). Variability of some counting features and polymorphism of a fragment of mitochondrial DNA, including the nd1 gene, of whitefish of the *Coregonus lavaretus* sensu lato group from reservoirs of northern Europe // Siberian Ecological Journal No. 6. Pp. 857-877. <https://doi.org/10.15372/SEJ20240603>. (In Russ.)

45. Sendek D. S., Bochkarev N. A., Zuykova E. I. [et al.] (2024). Variability of Some Meristic Features and Polymorphism of the Mitochondrial DNA Fragment, Including the *nd1* Gene, of Whitefishes of the *Coregonus lavaretus* sensu lato Group from Water Bodies of Northern Europe // Contemporary Problems of Ecology. Vol. 17. No. 6. Pp. 781-798. <https://doi.org/10.1134/S1995425524700549>.
46. Sendek D.S., Bochkarev N.A., Barabanova M.V. [et al.] (2024b). Intraspecific diversity of the common whitefish *Coregonus lavaretus* sensu lato in the eastern part of the Gulf of Finland of the Baltic Sea // "Fisheries Science. History, modernity, prospects" Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 110th anniversary of the St. Petersburg Branch of the SSC RF FSBI VNIRO (GosNIORH named after L.S. Berg), St. Petersburg, October 23-24, 2024 / ed. by K.V. Kolonchin [et al.]. Moscow: VNIRO Publishing House. Pp. 516-519. (In Russ.)
47. Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi N.S., Sukhanova L.V. (2009). Microevolution of the Baikal omul: *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) // ed. by V.N. Bolshakov. Russian. Akad. Sci. Sib. department. Baikal Museum INC, Limnological Institute – Novosibirsk. Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. 246 p. (In Russ.)
48. Tereshchenko V.G. (2005). The dynamics of the diversity of fish populations in lakes and reservoirs in Russia and neighboring countries // Dissertation work for the degree of Doctor of Biological Sciences. I.D. Papannin Institute of Biology of Inland Waters. – St. Petersburg. 276 p. (In Russ.)
49. Federal Law "On Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources" dated 20.12.2004 N 166-FZ. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799. (In Russ.)
50. Shaikhutdinova A. A. (2019). Methods of biodiversity assessment: methodological guidelines. – Orenburg: OSU. 37 p. (In Russ.)
51. Fish in Russian nature reserves. (edited by Yu.S. Reshetnikov). Vol. 1. Freshwater fishes – M.: Collection of scientific publications of the CMC. 2010. 627 p. (In Russ.)
52. Bochkarev N.A., Zuykova E.I., Abramov S.A. [et al.] (2017). The sympatric whitefishes *Coregonus ussuriensis* and *C. chadary* from the Amur River basin: morphology, biology and genetic diversity // Fundam. Appl. Limnol. Vol. 189/3. Pp. 193-207. <https://doi.org/10.1127/fal/2016/0801>.
53. Bochkarev N.A., Zuykova E.I., Abramov S.A. [et al.] (2013). Morphological, biological and mtDNA sequences variation of coregonid species from the Baunt Lake system (the Vitim River basin) // Adv. in Limnology. V. 64. Pp. 257-277. <https://doi.org/10.1127/1612-166x/2013/0064-0025>
54. Bochkarev N.A., Zuykova E.I., Pestryakova L.A. [et al.] (2021). Intraspecific structure of the *Coregonus lavaretus* complex in water bodies of Siberia: a case of postglacial allopatric origin of Yukagirian whitefish // Can. J. Zool. 99. Pp. 1040-1053 [dx.doi.org/10.1139/cjz-2021-0045](https://doi.org/10.1139/cjz-2021-0045).
55. Fricke R., Eschmeyer W. N., Van der Laan R. (2022). Eschmeyer's Catalog of Fishes: genera, species, references. Institute for Biodiversity Science and Sustainability <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
56. Ilmast N., Sendek D., Zuykova E. [et al.] (2020). Morphological and Genetic Variability of the Mass Whitefish Forms in Lake Onega // Journal "KnE Life Sciences". Pp. 141-151. <https://doi.org/10.18502/cls.v5i1.6037>
57. Hudson A.G., Vonlanthen P., Müller R. [et al.] (2007). The geography of speciation and adaptive radiation in coregonines // In: Biology and Management of Coregonid Fishes – 2005. Advances in Limnology 60. Pp. 111-146.
58. Lappalainen A., Leinonen T., Sendek D. [et al.] (2024). Genetic population structure of vendace (*Coregonus albula*) in the Gulf of Finland and in adjacent watercourses // Boreal Env. Res. 29. Pp. 53-64.
59. Politov D.V., Gordon, N.Y., Afanasiev, K.I. [et al.] (2000). Identification of Palearctic coregonid fish species using mtDNA and allozyme genetic markers // Journal of Fish Biology. 57 (Suppl.). Pp. 51-71.
60. Politov D. V., Gordon N.Y., Makhrov A.A. (2002). Genetic identification and taxonomic relationships of six Siberian *Coregonus* species // In: Todd, T. & Fleischer, G. (eds): Biology and Management of Coregonid Fishes –1999. Advances in Limnology 57. Pp. 21-34.
61. Politov D. V., Bickham J.W., Patton J. C. (2004). Molecular phylogeography of Palearctic and Nearctic ciscoes // Annales Zoologici Fennici 41. Pp. 13-23.
62. Radinger J., Mater, S., Kleftho T. [et al.] (2023). Ecosystem-based management outperforms species-focused stocking for enhancing fish populations // Science. 379. Pp. 946-951.
63. Ryman N. (1991). Conservation genetics considerations in fishery management // J. Fish. Biol. Vol. 39. Pp. 211-224.
64. Sayer C. A., Fernando E., Jimenez R.R. [et al.] (2025). One-quarter of freshwater fauna threatened with extinction // Nature. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08375-z>
65. Seehausen O. (2004). Hybridization and adaptive radiation // Trends Ecol. Evol. 19. Pp. 198-208.
66. Sende D.S. (2021). Phylogenetic relationships in vendace and least cisco, and their distribution areas in western Eurasia // Ann. Zool. Fennici 58. Pp. 289-306.
67. Sendek D. S., Bochkarev N. A., Savosin D. S. [et al.] (2020). Current state of sympatric whitefish from Lake Pyaozero, Kovda river basin, Karelia // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 539 (2020) 012195 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/539/1/012195>.
68. Sukhanova L.V., Smirnov V.V., Smirnova-Zalumi [et al.] (2002). The taxonomic position of the Lake Baikal omul, *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi), as revealed by sequence analysis of the mt DNA cytochrome b gene and control region // In: Todd, T. & Fleischer, G. (eds): Biology and Management of Coregonid Fishes –1999. Advances in Limnology 57. Pp. 97-106.
69. Sukhanova, L. V., Smirnov, V. V., Smirnova-Zalumi [et al.] (2004). Grouping of Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* Georgi within the *C. lavaretus* complex confirmed by using a nuclear DNA marker // Annales Zoologici Fennici 41 (1). Pp. 41-49.
70. Vasil'eva E.D., Matveev A.N., Politov D.V. (2024). Neotype Designation for *Coregonus fluviatilis* (Salmonidae: Coregoninae) from the Only Known Museum Specimen // Journal of Ichthyology. Vol. 64. No. 5. Pp. 721-726.

Материал поступил в редакцию/ Received 20.03.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 04.07.2025