

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРЭСНОВОДНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ

В. И. Павленко

ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН (Архангельск, Российская Федерация)

А. П. Новоселов, И. И. Студенов

ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича», ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН (Архангельск, Российская Федерация)

А. В. Семушин

ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (Архангельск, Российская Федерация)

А. М. Торцев

ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН (Архангельск, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 3 ноября 2016 г.

Рассмотрены возможности развития пастбищной, индустриальной и рекреационной аквакультуры. Приоритетными направлениями являются сиговодство, индустриальное рыбоводство на теплых водах промышленных предприятий, организация нерестово-выростных хозяйств, разведение частиковых видов рыб и создание агрогидробиоценозов.

Ключевые слова: *пастбищная, индустриальная, рекреационная аквакультура, сиговодство, форелеводство, выращивание частиковых рыб, агрогидробиоценозы.*

Введение

Российская Федерация располагает крупнейшим в мире водным фондом внутренних водоемов и прибрежных акваторий морей, использование которого носит комплексный многоотраслевой характер. Ведение рыбохозяйственной деятельности на водоемах — важнейшее направление эксплуатации биологических ресурсов, формируемых под воздействием природно-климатических и антропогенных факторов. В условиях, когда уловы океанической рыбы и других морепродуктов сокращаются, а рыбные запасы внутренних водоемов находятся в критическом состоянии и поддерживаются в основном за счет искусственного воспроизводства, единственным надежным источником увеличения объемов пищевой рыбопродукции является аквакультура. Это быстро развивающееся направление производства

пищевой продукции является видом деятельности по разведению, содержанию и выращиванию рыб, других водных животных, растений и водорослей, осуществляемой под полным или частичным контролем человека с целью получения товарной продукции, пополнения промысловых запасов водных биоресурсов, сохранения их биоразнообразия и рекреации [21].

Основные направления пресноводной аквакультуры

Разнообразие рыбохозяйственных водоемов различного типа определило развитие в Российской Федерации современной аквакультуры по следующим направлениям: пастбищная, индустриальная и рекреационная аквакультура.

Проблемы регионов

Пастбищная аквакультура

Это наиболее экономически обоснованное и перспективное направление получения продукции водных биологических ресурсов, основанное на использовании природного биопродуктивного потенциала. Оно базируется на эффективном использовании естественных кормовых ресурсов водоемов вселенными в них различными видами рыб с разным характером питания (фито-, зоо- и бентофаги, хищники). Пастбищная аквакультура основана на выпуске молоди водных биоресурсов в естественную среду обитания, где биоресурсы существуют в естественных условиях и добываются наряду с постоянно обитающими в естественных условиях. Использование пастбищных водоемов (эстуарных участков крупных рек, озер, малых водохранилищ, водоемов комплексного назначения, водоемов-охладителей энергетических и других промышленных объектов) может обеспечить быстрый и высокий экономический эффект. Пастбищное рыбоводство осуществляется в контролируемых и регулируемых человеком условиях, хотя это регулирование происходит в гораздо меньшей степени, чем в индустриальном рыбоводстве. При этом следует отметить, что продукция, получаемая от промысла искусственно воспроизводимых лососевых, осетровых и других видов рыб для сохранения естественных популяций водных биологических ресурсов, не является продукцией пастбищной аквакультуры.

На севере и северо-западе европейской территории страны, в Сибири пастбищное рыбоводство должно базироваться в первую очередь на использовании сиговых рыб, хотя здесь можно заниматься и пастбищным осетроводством. Развитие пастбищного сиговодства следует рассматривать как одно из важнейших направлений аквакультуры благодаря использованию высокого биопродуктивного потенциала существующих и пока достаточно многочисленных популяций сиговых рыб. С учетом климатических условий на большей части России именно сиговодство является наиболее эффективным направлением использования кормовых организмов многочисленных холодноводных внутренних водоемов, и прежде всего в Арктической зоне.

Индустриальная аквакультура

Индустриальное рыбоводство — разведение и выращивание рыбы в небольших рыбоводных емкостях (бассейнах, садках, установках оборотного водоснабжения, системах замкнутого водоиспользования) с применением пресной и морской воды, отличающееся высокой интенсивностью и производительностью. Индустриальное рыбоводство — это условное название методов выращивания рыбы в сетчатых садках, бассейнах и установках замкнутого водообеспечения. Данным методом рыбу выращивают при высоких плотностях посадки с использованием различных методов интенсификации. Это культивирование ценных видов и пород

рыб, адаптированных к обитанию в ограниченных условиях, высоким плотностям посадок и питанию искусственными комбикормами. Получаемая продукция имеет высокую реализационную стоимость, поэтому с каждым годом увеличиваются объемы ее производства.

Индустриальное садковое выращивание рыбы имеет большие преимущества и огромные перспективы. Во-первых, затраты на создание садковых хозяйств в несколько раз меньше, чем, например, для прудовых хозяйств такой же мощности. Во-вторых, садковые хозяйства можно размещать в водоемах-охладителях ГРЭС или АЭС и в зависимости от температуры воды переводить садки в наиболее благоприятные для рыбы условия. При этом срок выращивания товарной рыбы значительно сокращается. Кроме использования теплых сбросных вод у нас в стране имеется огромное число естественных водоемов, пригодных для выращивания в садках лососевых и сиговых видов рыб.

Рекреационная аквакультура

В последние годы в России вблизи крупных мегаполисов начало стремительно развиваться рыбоводство на водоемах площадью до 10 га. Как правило, это небольшие пруды, в которых рыбу содержат организации, осуществляющие платное любительское рыболовство и оказывающие разнообразные услуги населению. Рекреационное рыбоводство базируется на биологических основах ведения рыбоводства, использует рыбу определенных кондиций, выращенную в рыбоводных хозяйствах на рыбоводных прудах, малых водоемах и приусадебных участках с организацией любительского и спортивного рыболовства. Эффективность его функционирования определяется не уровнем рыбопродуктивности водоемов, а разнообразием и качеством оказываемых услуг и объемом вырученных средств. Рекреационное рыбоводство является потенциальным и стабильным потребителем различных видов рыб, выращиваемых в товарном рыбоводстве.

Все три направления аквакультуры требуют разработки рекомендаций по выбору видового состава, объемам и технологиям выращивания, а также разработке технического обеспечения. На начальном этапе целью работы является разработка мобильных модульных установок для получения достаточного количества посадочного материала (молоди водных биоресурсов на разных стадиях развития) в различных водных объектах для успешного развития всех направлений пресноводной аквакультуры.

Возможности развития пресноводной аквакультуры в регионе

Фонд рыбохозяйственных пресноводных водоемов в России с 1 января 2007 г. является федеральной собственностью. На территории Архангельской области он включает несколько сотен озер, перспективных для выращивания рыбы, и ряд

опресненных заливов Белого моря. Несмотря на имеющиеся возможности, аквакультура в области развивается недостаточно быстро по сравнению с соседними регионами. Так, в Республике Карелия годовой объем выращивания радужной форели достиг в 2016 г. 18 тыс. т, и к 2020 г. предполагается увеличить его до 35 тыс. т [22]. В Республике Коми за несколько последних лет производство радужной форели выросло с нуля до 500 т в год, осуществляется выпуск молоди сига и хариуса на пастбищный нагул в естественные водоемы. В Вологодской области объектами аквакультуры являются радужная форель, стерлядь, осетр, сиговые рыбы. В Ненецком автономном округе разработано рыбоводно-биологическое обоснование и подготовлена проектная документация по строительству рыбоводного завода с мощностью по выпуску в естественные водоемы 400 млн личинок сиговых рыб в год. На этом фоне выращивание в Архангельской области менее 100 т радужной форели в год выглядит весьма скромно. Другие объекты аквакультуры (осетровые, сиговые) архангельскими рыбоводами практически не используются. Ранее, в начале 1990-х годов, предприятия аквакультуры существовали при многих промышленных производствах, располагавших теплой водой. Так, на базе Архангельского и Котласского целлюлозно-бумажных комбинатов (ЦБК), Архангельского и Онежского гидролизных заводов выращивались радужная форель, осетровые, карп.

В настоящее время одним из главных препятствий для развития аквакультуры в Архангельской области и соседних субъектах Федерации является отсутствие посадочного материала (молоди рыб) разных видов (форели, осетровых, сиговых) для рыбоводных предприятий различных форм собственности. Существующие федеральные рыбоводные заводы системы Росрыболовства (Солзенский и Онежский) ориентированы прежде всего на выпуск молоди семги и не оказывают поддержки региональным предприятиям аквакультуры. В этой связи рыбоводные предприятия вынуждены завозить молодь форели из других регионов России и близлежащих государств — Нижегородской области, Краснодарского края и Финляндии. О завозе молоди других видов рыб речь вообще не идет. Таким образом, при существующем дефиците посадочного материала для дальнейшего товарного выращивания необходимо создание регионального центра либо мобильных установок по производству молоди различных видов рыб для ее дальнейшей реализации в границах Архангельской области и за ее пределами.

Перспективные направления развития пресноводной аквакультуры

Практика последних десятилетий показала, что экстенсивное рыболовство путем расширения экспедиционного промысла на внутренних водоемах вряд ли приемлемо из-за низкой численности речных рыб и труднодоступности большинства озер,

требующей дорогостоящих авиационных перевозок. В то же время достаточно эффективными могут быть интенсификационные мероприятия, основанные на переходе от простых форм эксплуатации водоемов к культурным способам ведения рыбного хозяйства. Основные пути повышения естественной рыбопродуктивности пресноводных водоемов и получения ценной в пищевом отношении рыбной продукции [23] перечислены на рис. 1.

Комплексное изучение внутренних водоемов позволяет определиться с направлением аквакультуры, наиболее подходящим для климатических условий рассматриваемого региона.

Выбор оптимального типа ведения хозяйства.

1. Сиговодство:

- эстуарное (изучение и использование полупроходных форм сигов);
- озерное (создание полносистемных озерных сиговых хозяйств);
- заводское воспроизводство молоди включая использование рыбоводных модулей.

2. Разведение частиковых рыб:

- создание нерестово-выростных хозяйств;
- выращивание молоди щуки и леща в заводских условиях.

3. Индустриальное выращивание рыб:

- тепловодное рыбоводство на базе промышленных предприятий;
- форелеводство.

4. Формирование агрогидробиоценозов.

Сиговодство

В современных условиях сохранить популяции сиговых рыб в естественных водоемах можно лишь в том случае, если человек возьмет естественное воспроизводство в свои руки и будет эксплуатировать стада на строго научной основе [19]. В этой связи стала очевидной необходимость в дополнении естественного воспроизводства сиговых рыб искусственным, что может реально способствовать восстановлению запасов сиговых рыб и стабилизации их на оптимальном уровне. При этом необходим комплексный подход к заводскому воспроизводству сиговых рыб с учетом экологического разнообразия, присущего этой группе рыб (озерные, полупроходные и проходные виды). Конечной целью является цивилизованное обеспечение населения европейского севера России высококачественной рыбной продукцией, получаемой без превышения норм изъятия сиговых рыб из водоемов и восстанавливаемой в результате проведения рыбоводных работ. Решение проблемы возможно по трем основным направлениям, взаимно дополняющим друг друга — пастбищное сиговодство, озерное товарное сиговодство и заводское воспроизводство молоди сиговых рыб.

Пастбищное сиговодство предусматривает использование различных видов полупроходных сиговых рыб крупных речных бассейнов как объектов аквакультуры. Оно имеет целью создание

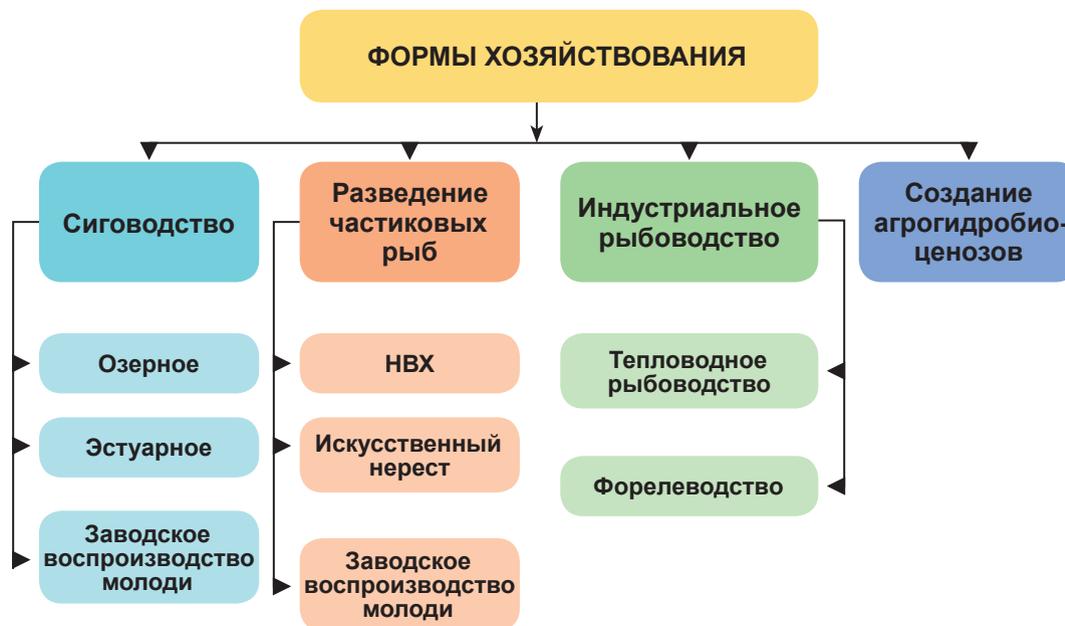


Рис. 1. Блок-схема интенсивного развития пресноводной аквакультуры на внутренних водоемах европейского севера России (НВХ – нерестово-выростное хозяйство)

эстуарного пастбищного сиговодства в устьевых участках рек с опресненным режимом, являющихся своеобразным высококормным биотопом. Для этого необходимо [17]:

- провести широкомасштабные работы по изучению экологических особенностей всех видов полупроходных сиговых рыб региона применительно к каждому крупному речному бассейну (Печора, Мезень, Северная Двина, Онега); при этом следует акцентировать внимание на вопросах популяционной структуры, воспроизводительной способности, питания и пищевых взаимоотношений, а также миграций и состояния запасов конкретных видов;
- на основании проведенного мониторинга и сформированного банка исходных данных разработать имитационные модели состояния отдельных видов и популяций, подобрав наиболее перспективные как объекты аквакультуры;
- организовать опытные хозяйства и провести экспериментальное пастбищное выращивание подобранных видов в эстуарных частях конкретных речных бассейнов, в процессе экспериментального выращивания отработать основные элементы биотехники разведения полупроходных сиговых рыб на европейском севере России.

Озерное товарное сиговодство ориентировано на повышение естественной рыбопродуктивности озер, улучшение ассортимента получаемой продукции за счет вселения в них ценных сиговых рыб и создания на их базе высокоэффективных озерных товарных хозяйств. С этой целью в конце 1980-х годов были проведены интродукционные работы, в результате которых в озера Архангельской области

выпущено более 6 млн подрощенных сеголетков и более 60 млн личинок сиговых рыб, в основном пеляди и сига. Пелядь успешно акклиматизировалась в новых условиях обитания, сформировав в ряде озер устойчивые самовоспроизводящиеся популяции [11; 14]. Дальнейшее развитие работ по этому направлению предусматривает:

- продолжение интродукционных мероприятий для расширения ареалов сиговых рыб (сига, пеляди, омуля, ряпушки), их акклиматизации и естественного воспроизводства;
- повышение эффективности искусственного воспроизводства сиговых путем оптимизации работы озерных питомников с целью получения стабильного количества посадочного материала для зарыбления нагульных озер;
- подбор комплексов относительно небольших по площади замкнутых озер, использование которых возможно без применения дорогостоящих авиационных перевозок;
- использование подобранных водоемов в качестве нагульных для выращивания товарной рыбы по известному принципу «молодых экосистем», согласно которому основная часть энергии во вновь образующихся экосистемах идет на прирост продукции;
- создание высокоэффективных полносистемных озерных хозяйств, работающих в режиме как моно-, так и поликультуры с проведением селекционно-племенной работы и формированием местных маточных стад сиговых.

При этом производители сиговых рыб отлавливаются в маточных озерах, где на временных рыбоводных пунктах производятся отбор и оплодотворение

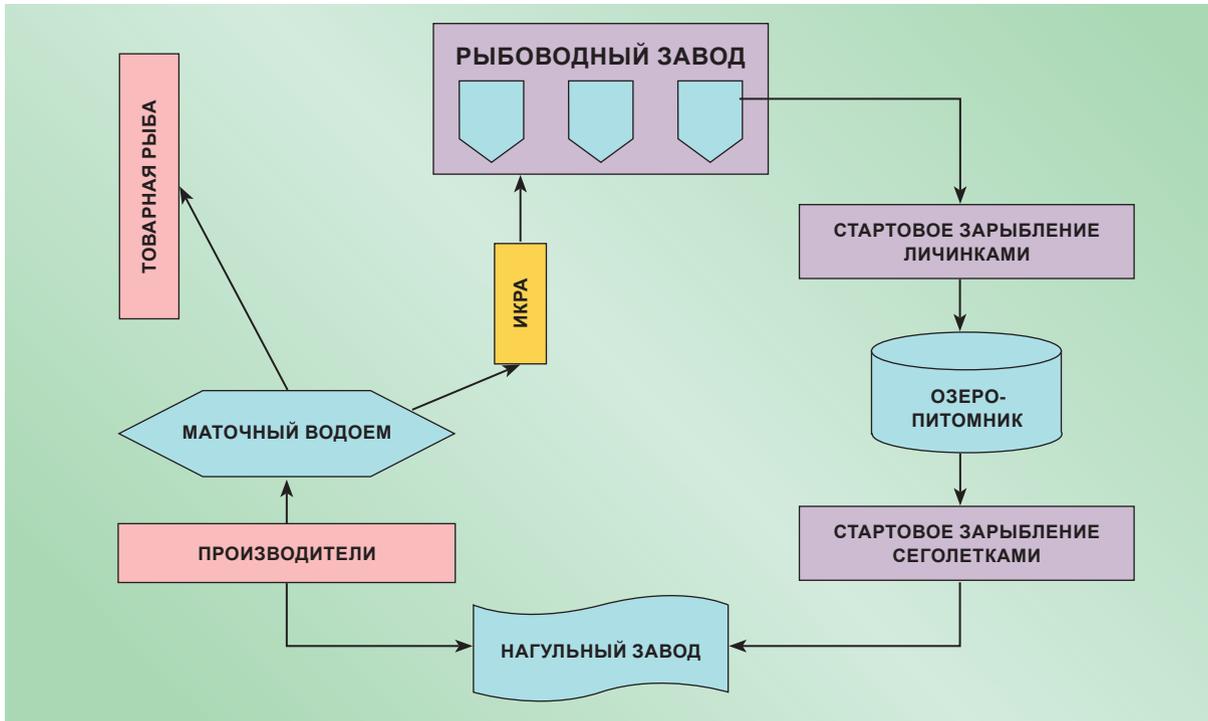


Рис. 2. Блок-схема организации озерного товарного сиговодства

икры. Оплодотворенная икра перевозится в рыболовный завод, где инкубируется. Выклюнувшиеся личинки после подращивания помещаются в подобранные и подготовленные нагульные озера, где вырастают на естественных кормах до товарной кондиции. После отлова от них отбирается икра и снова перевозится в инкубационный цех, а использованные производители реализуются в качестве товарной рыбы (рис. 2).

Заводское воспроизводство молоди имеет целью оптимизацию мероприятий по повышению эффективности заводского воспроизводства сиговых рыб в регионе. Выпуск продукции Онежского рыболовного завода, успешно освоившего выращивание посадочного материала пеляди и сига, целесообразно дополнить продукцией рыболовного предприятия в бассейне Печоры, ориентированного на воспроизводство омуля и нельмы [16]. В предусмотренные биотехнологией циклы при выходе рыболовных цехов на проектную мощность необходимо включить комплексные работы по совершенствованию биотехники выращивания сиговых с применением гипофизарного инъецирования производителей и искусственного кормления молоди на всех стадиях онтогенеза. Воспроизводство речных полупроходных и проходных сиговых рыб в заводских условиях включает отлов, выдерживание и транспортировку производителей, отбор, оплодотворение и инкубацию икры. При этом выклюнувшиеся личинки и подращенная молодь могут быть транспортированы и выпущены в русловые участки рек непосредственно на места нагула (рис. 3).

Каждое из рассматриваемых направлений имеет общую базовую основу в виде инкубации икры в заводских условиях. В то же время у них есть особенности биотехнологических циклов и конечной цели работ. В первом случае это повышение естественной рыбопродуктивности эстуарных зон путем зарыбления их кондиционным посадочным материалом сиговых рыб. При озерном рыболовстве происходит планомерное выращивание товарной рыбы (озерное рыболовство) в регулируемом режиме с созданием маточных стад сиговых. Заводское воспроизводство молоди направлено на поддержание численности естественных популяций сиговых рыб в основных речных бассейнах. Каждое направление включает ряд последовательных этапов, требующих как детальной теоретической разработки, так и практической отработки.

Разведение частичковых рыб

Все без исключения внутренние водоемы европейского севера России заселены частичковыми видами рыб, среди которых в промысле доминируют семейства карповых (плотва, лещ, язь), окуневых (окунь и ерш) и щуковых (щука). Все они являются весенне-нерестующими рыбами, естественное размножение которых приурочено к колебаниям паводковых вод. В результате антропогенного воздействия на реки и озера произошло общее снижение их продуктивности и ухудшение воспроизводства частичковых рыб за счет сокращения площадей нерестового субстрата. В итоге за последнее десятилетие численность промысловых весенне-нерестующих частичковых

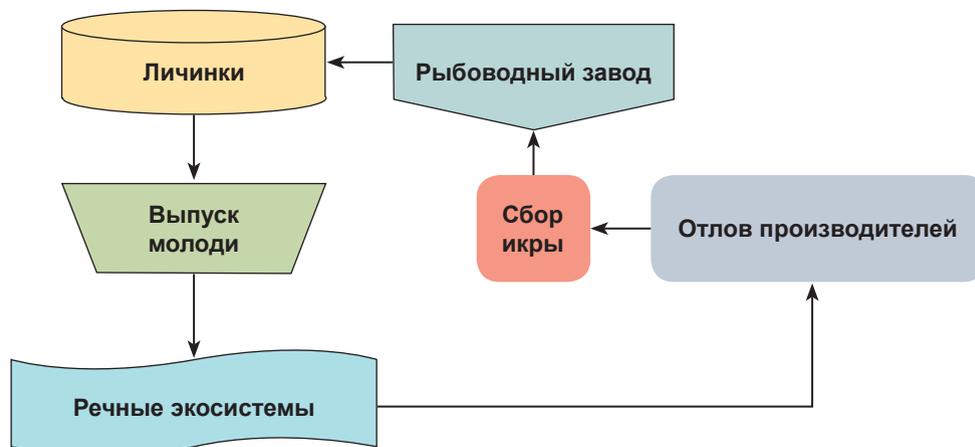


Рис. 3. Блок-схема организации заводского воспроизводства молоди сиговых рыб

рыб только в бассейне Северной Двины снизилась по сравнению с 1950-ми годами в полтора раза [2]. В этой связи становятся актуальными мероприятия, направленные на (1) повышение эффективности естественного воспроизводства частичковых рыб (2), увеличение продуктивности озер путем искусственного разведения щуки, леща и язя и развитие любительского рыболовства на зарыбленных их молодью озерах.

Первое направление. Решение проблемы может быть достигнуто путем создания сети нерестово-выростных хозяйств (НВХ), в которых условия воспроизводства весенне-нерестующих рыб близки к естественным, но могут быть гораздо благоприятнее. Такая форма ведения хозяйства дает реальную возможность регулировать видовой и качественный состав выращиваемой молоди, а также поддерживать на нужном уровне гидрологический и гидробиологический режим используемых водоемов. В НВХ ведутся комплексные наблюдения за количеством и качеством отложенной икры и ее инкубацией, развитием, ростом и выживаемостью молоди, состоянием кормовой базы. Исследования показали, что по сравнению с естественными водоемами эффективность использования нерестово-выростных площадей, организованных по принципу НВХ, повышается в 10—12 раз и более. В бассейнах рек Северной Двины, Онеги и Печоры находится множество пойменных заливных водоемов, пригодных для рыбоводных работ в весенний период.

Технологическая схема работы нерестово-выростных хозяйств сравнительно проста. Во время весеннего половодья отведенные под НВХ пойменные водоемы заливаются паводковыми водами. Производители весенне-нерестующих рыб (щуки, леща, язя, голавля, плотвы, окуня) самостоятельно находят нерестовый субстрат в виде залитой луговой растительности, и НВХ становятся для них естественными нерестилищами. После захода производителей на нерестилища озера перекрываются гидротехническими сооружениями. В них осуществляются нерест,

инкубация икры и подращивание молоди с последующим ее выпуском в места основного нагула. Спуск водоемов приурочен к периоду падения уровня весеннего половодья, когда у молоди наиболее выражен покательный миграционный инстинкт. При спуске пойменных озер молодь учитывается и самотеком пропускается в основное русло реки, а отнерестовавшие производители отлавливаются в рыбоуловители и реализуются в живом или свежем виде в ближайшем населенном пункте. После организации и отработки технологии функционирования такого простейшего типа нерестово-выростного хозяйства следующим шагом может явиться создание в каждой группе НВХ инкубационных цехов, зимовальных прудов, а также разделение питомной и выростной площадей. Выделение питомных площадей будет способствовать развитию селекционно-племенной работы и созданию собственных маточных стад разводимых рыб. Подобного рода реконструкция не потребует больших капиталовложений и позволит сделать более управляемым весь режим работы рыбхозов [13].

Второе направление. В последнее время появилась точка зрения, согласно которой любительское рыболовство можно рассматривать как альтернативу традиционному способу ведения рыбного хозяйства на внутренних водоемах. По мнению ряда авторов, выгоднее использовать рыбные ресурсы небольших пресноводных водоемов не для промышленного рыболовства, а для любительского. Однако для этого необходимо создание сети рыбоводных предприятий, действующих с учетом специфики региональных условий. Конечной целью проводимых в этом направлении работ должно стать создание управляемых хозяйств любительского рыболовства на базе малых озер. Экспериментальные работы показали, что несложными технологическими приемами можно получить качественный посадочный материал для целей любительского рыболовства. Так, в Карелии после естественного нереста леща на искусственных гнездах и подращивания мальков

в поликультуре с сиговыми выход его молоди (при массе 7—8 г) составил 2 тыс. на одно гнездо. При работах со щукой, икра которой инкубировалась сначала в озере, а затем в аппаратах Вейса, выход личинок составлял более 30%, масса сеголетков в прудах достигала 90 г, а промысловый возврат — 2,5% [20]. В Архангельской области на Талозере члены Общества охотников и рыболовов создали участок по искусственному разведению весенне-нерестующих рыб. Был построен инкубационный цех, рассчитанный на инкубацию икры щуки и леща, а также подращивание их личинок. Ежегодно в нагульные озера выпускалось от 70 до 100 тыс. подращенных личинок щуки [4; 7]. Иными словами, формирование разветвленной сети нерестово-выростных хозяйств в комплексе с созданием и развитием культурных озерных хозяйств, ориентированных на любительское рыболовство, позволит не только поддерживать на достаточно высоком уровне численность ценных видов частиковых рыб в водоемах области, но и обеспечить их стабильный вылов.

Индустриальное выращивание рыб

Тепловодное рыбоводство. Разведение рыбы на теплых водах промышленных предприятий является относительно новым и быстро развивающимся направлением индустриального рыбоводства. В промышленном комплексе Архангельской области ведущее место занимает заготовка и переработка древесины, что сопровождается высвобождением тепловой энергии и последующим рассеиванием ее в атмосфере. Возможность утилизации этого тепла, а также резервы теплых вод водоемов-охладителей ТЭЦ создали реальные условия для организации индустриальных рыбоводных хозяйств с круглогодичным производством товарной рыбы. В этой связи был предусмотрен комплекс научно-исследовательских работ, направленных на создание в регионе действующей сети тепловодных рыбоводных хозяйств различных типов [9].

Одним из направлений исследований явилось изучение возможностей использования теплых вод ТЭЦ для товарного выращивания рыбы. Опыт трехлетней работы созданного в 1981 г. на базе Северодвинской ТЭЦ экспериментального форелевого хозяйства показал, что при соблюдении биотехники выращивания можно ежегодно получать не менее 50 т товарной форели. Разработаны и переданы рыбной промышленности практические рекомендации по садковому выращиванию форели [8]. В 1988 г. был подготовлен технико-экономический расчет по строительству полносистемного карпового хозяйства мощностью 500 т на теплых водах Архангельской ТЭЦ. Биотехнологическая схема включала использование гипероксигенированной воды, функционирование инкубационно-выростного цеха, нагульных площадей для выращивания товарной рыбы и содержания маточного стада. В 1986 г. был создан рыбоводный участок на Соломбальском

ЦБК, производственная база которого позволяла организовать полносистемное карповое хозяйство, способное давать ежегодно до 50 т товарной рыбы [3]. Результаты экспериментального выращивания форели в зимний период 1988—1989 гг. показали, что на базе комбината можно получать товарную рыбу и крупный посадочный материал форели для садковых комплексов, устанавливаемых в весенне-летний период в естественных водоемах, в том числе и в море [10]. С 1990 по 1991 гг. на Соломбальском ЦБК выращивалась молодь осетровых рыб, достигшая за год высоких рыбоводно-биологических параметров. Установлено, что наиболее перспективными видами при выращивании осетровых на теплых водах являются ленский осетр и гибрид ленского осетра со стерлядью [1]. В 1988 г. было образовано рыбоводное хозяйство на базе теплых вод Архангельского ЦБК. В экспериментальном режиме отработаны основные вопросы биотехнологии, выращено более 30 т карпа, определена перспективная мощность хозяйства в размере 90—100 т [15]. В том же году разработано и передано промышленности рыбоводно-биологическое обоснование на строительство Двинского экспериментального рыбоводного цеха на базе теплых вод Котласского ЦБК. Предусмотрено комбинированное выращивание 200 тыс. подращенных сеголетков и 50 т товарной стерляди [12], а также промышленное получение товарного карпа в объеме 500 т.

Форелеводство в естественных водоемах. В Архангельской области имеются возможности для развития этого перспективного направления. Радужную форель можно выращивать как в пресных озерных водах (аквакультура), так и в опресненных морских (марикультура). При экспериментальном выращивании форели в Унской губе Белого моря ее средняя масса увеличилась с июня 1996 г. по октябрь 1997 г. с 4 до 1525 г [5].

Использование рыбоводных модулей

Среди отечественных научных разработок существуют попытки создания мобильных автономных устройств (рыбоводных модулей), которые по мере необходимости можно перемещать в пределах региона, переключать на воспроизводство различных видов рыб и других водных биоресурсов (моллюсков и ракообразных). Рыбохозяйственный модуль представляет собой набор быстровозводимых и мобильных сооружений для искусственного воспроизводства молоди рыб. Компоновка и габариты модулей позволяют обеспечить доставку их на место любым транспортом, произвести в короткие сроки (1—4 сут) монтажные и пусконаладочные работы в любой сезон. Использование транспортабельных мобильных конструкций и технологического оборудования в совокупности с современными комплектами и материалами позволяет быстро и экономично организовывать рыбоводные предприятия. На них сформирован полный комплекс

производственных сооружений, включающий цех-модуль инкубации, цех-модуль выращивания, цех-модуль водоподготовки, а также прудовой участок. Комплекс полностью автономен, экономичен, прост в обслуживании и удобен в эксплуатации. Компактность и транспортабельность комплекса позволяют создавать небольшие рыбоводные хозяйства на малых водотоках и быстро перепрофилировать их для воспроизводства ценных видов рыб. Необходимо использовать наработанный опыт для развития пресноводной аквакультуры Архангельской области на качественно новом уровне с использованием мобильных рыбоводных модулей [17; 18].

Формирование агрогидробиоценозов

Известно, что водоем, также как и пашня, обладает природным свойством давать урожай, выражающийся не только в выращенной в нем рыбе, но и в продукции водоплавающей птицы и кормах для сельскохозяйственных животных. Иными словами, на любом водоеме можно создать так называемый агрогидробиоценоз, т. е. комплекс «вода + рыба + птица + растительное сообщество». При поликультуре рыбы и водоплавающей птицы можно эффективно включать в оборот мелководную литоральную зону озер. Если земельный участок находится на водосборной площади рыбоводного водоема, миграция в воду биогенных веществ, не усвоенных растениями, способствует увеличению первичной продукции, утилизируемой через пищевую цепь рыбой. При этом рыбоводство выступает как неотъемлемая часть интегрального агропроизводства в экосистеме, т. е. потребление чрезмерно развивающейся планктонной массы рыбой опосредованно утилизирует избыток органики в водоеме, одновременно улучшая качество воды [6]. Эффективное использование этих возможностей позволит перейти к многоотраслевому производству в специализированных пресноводных хозяйствах. В то же время сельскохозяйственные предприятия, в ведении которых находятся водоемы, смогут использовать их в рыбоводных целях.

Заключение

Разнообразие рыбохозяйственных водоемов различного типа определяет развитие современной пресноводной аквакультуры по следующим основным направлениям: пастбищная, индустриальная и рекреационная. При развитии каждого из них приоритетными являются интенсификационные мероприятия, основанные на переходе от простых форм эксплуатации водоемов к культурным способам ведения рыбного хозяйства. Установлено, что в водоемах Арктической зоны оптимальными типами ведения хозяйства являются следующие.

1. Сиговодство, дающее возможность получать в определенных объемах рыбный продукт высокой пищевой ценности. Оно включает в себя развитие озерного и нагульного (эстуарного) сиговодства.

Первое предусматривает формирование на озерах полносистемных сиговых хозяйств с формированием собственных маточных стад, второе — изучение и использование различных форм проходных сиговых рыб бассейнов крупных рек как объектов аквакультуры.

2. Разведение частичковых рыб, составляющих основу озерных и речных ихтиоценозов. Оно предусматривает формирование сети нерестово-выростных хозяйств на базе пойменных заливных водоемов, а также создание управляемых хозяйств любительского рыболовства на базе малых озер (выращивание молоди щуки и леща в заводских условиях и зарыбление ими естественных водоемов).

3. Индустриальное выращивание рыб, предусматривающее расширение производственной базы существующего в регионе индустриального рыбоводства и дальнейшее совершенствование биотехнологии тепловодного рыбоводства на базе промышленных предприятий включая садковое выращивание товарной форели в естественных водоемах.

4. Формирование агрогидробиоценозов, позволяющее комплексно, т. е. оптимально использовать природные ресурсы водоемов благодаря различным формам поликультур, используемых на малых озерах.

Намеченные пути интенсификации имеют реальную базу для дальнейшего развития и могут способствовать обеспечению населения европейского севера России рыбной продукцией высокого качества.

Исследование проведено в рамках государственного задания ФАНО № 0409-2014-0009 и проекта 15-15-7-13 Комплексной программы Уральского отделения РАН на 2015—2016 гг.

Литература

1. Абраменко М. И., Ерманов С. В. О возможности развития товарного осетроводства в Архангельской области // Экологические проблемы региона и основные направления рационального природопользования, расширенного воспроизводства природных ресурсов. — Архангельск, 1991. — С. 127—129.
2. Горбачев С. А., Викторов Ю. А., Пестова Н. В. и др. Оценка ущерба, наносимого рыбным запасам хозяйственной деятельностью в бассейне Северной Двины // Комплексные проблемы охраны и рационального использования водных ресурсов Европейского Севера на примере рек Северо-Двинского бассейна. — Архангельск, 1988. — С. 122—124.
3. Ерманов С. В., Попов В. В., Новоселов А. П. Экспериментальное выращивание товарного карпа на термальных водах Соломбальского ЦБК // Комплексные проблемы охраны и рационального использования водных ресурсов Европейского Севера на примере рек Северо-Двинского бассейна. — Архангельск, 1988. — С. 131—132.
4. Замахав М. В. Разводят рыбу рыболовы // Рыб. хоз-во. — 1991. — № 3. — С. 47—48.

5. Зеленков В. М., Кулида С. В. Возможности развития форелеводства в Архангельской области // Научно-техническая политика и развитие новых отраслей экономики Архангельской области. — Архангельск, 1998. — С. 261—262.
6. Козлов В. И. Что такое агрогидробиоценоз // Рыб. хоз-во. — 1991. — № 7. — С. 20—21.
7. Козьмин А. К. Искусственное разведение щуки членами общества охотников и рыболовов в Архангельской области // Биологические ресурсы водоемов бассейна Балтийского моря. — Петрозаводск, 1991. — С. 123—124.
8. Козьмин А. К., Шатова В. В. Результаты опытного выращивания форели на базе теплых вод Северодвинской ТЭЦ-2 и перспективы тепловодного рыбоводства в Архангельской области // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря. — Архангельск, 1985. — С. 234—236.
9. Козьмин А. К., Новоселов А. П. Итоги деятельности СеврыбНИИпроекта по развитию тепловодного рыбоводства в Архангельской области // Тезисы IV Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод. — М., 1990. — С. 51—53.
10. Кулида С. В., Тимофеев В. И. Перспективы использования сбросных вод промышленных предприятий Архангельской области для рыбоводных целей // Тезисы IV Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод. — М., 1990. — С. 49—51.
11. Новоселов А. П. Морфо-экологическая изменчивость печорской пеляди при акклиматизации ее в водоемах Северо-Запада СССР: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1984. — 24 с.
12. Новоселов А. П. Искусственное воспроизводство северодвинской стерляди на отработанных теплых водах промышленных предприятий // Оценка состояния, охрана и рациональное использование биологических ресурсов водных экосистем в условиях антропогенного воздействия. — Ростов/Д, 1990. — С. 115—117.
13. Новоселов А. П. Об актуальности создания нерестово-выростных хозяйств в среднем течении Северной Двины // Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения А. А. Борисова. — Архангельск, 1991. — С. 47—50.
14. Новоселов А. П., Решетников Ю. С. Пелядь в новых местах обитания // Биология сиговых рыб. — М.: Наука, 1988. — С. 78—114.
15. Новоселов А. П., Лосева Т. В. Использование теплых вод Архангельского ЦБК в рыбоводных целях // Биологические ресурсы водоемов бассейна Балтийского моря. — Петрозаводск, 1991. — С. 115—117.
16. Новоселов А. П., Антонова В. П. О возможности заводского воспроизводства омуля *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776) и нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1814) в бассейне реки Печоры // Материалы рыбохозяйственных исследований водоемов Европейского Севера. — Архангельск: Правда Севера, 2002. — С. 156—168.
17. Новоселов А. П., Студенов И. И. Сиговодство как один из путей развития рыбного хозяйства в европейском секторе Арктики // Природные ресурсы и комплексное освоение прибрежных районов Арктической зоны: Сборник научных трудов. — Архангельск, 2015. — С. 94—101.
18. Новоселов А. П., Павленко В. И., Студенов И. И., Торцев А. М. О возмещении вреда, наносимого водным биологическим ресурсам в Арктической зоне Российской Федерации, на примере водоемов Северного рыбохозяйственного бассейна // Арктика: экология и экономика. — 2016. — № 1 (21). — С. 6—17.
19. Решетников Ю. С. Современный статус сиговых рыб и перспективы использования их запасов // Биология сиговых рыб. — М.: Наука, 1988. — С. 5—17.
20. Стерлигов А. В. и др. Опыт воспроизводства леща и щуки для целей интенсификации любительского рыболовства // Биологические ресурсы водоемов бассейна Балтийского моря. — Петрозаводск, 1991. — С. 133—134.
21. Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 г. — М., 2007. — 20 с.
22. Худилайнен А. О развитии аквакультуры в Карелии: Доклад на заседании Правительственной комиссии по вопросам агропромышленного комплекса и устойчивому развитию сельских территорий. — М., 2016.
23. Novoselov A. The potential of aquaculture development on freshwater of Arkhangelsk region (Russia) // AQUA-2006 — Meeting Abstracts. — 2006. — № 840. — P. 38.

Информация об авторах

Новоселов Александр Павлович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Северного филиала ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича» (163002, Россия, Архангельск, ул. Урицкого, 17), главный научный сотрудник лаборатории управления водными экосистемами АЗРФ ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН (163000, Россия, Архангельск, Садовая ул., 3), e-mail: novoselov@pinro.ru, alexander.novoselov@rambler.ru.

Павленко Владимир Ильич, доктор экономических наук, профессор, директор ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН (163000, Россия, Архангельск, Садовая ул., 3), e-mail: chairman.arhsc@mail.ru.

Семущин Андрей Владимирович, кандидат биологических наук, заместитель руководителя Северного филиала ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича» (163002, Россия, Архангельск, ул. Урицкого, д. 17), e-mail: andr@pinro.ru.

Студенов Игорь Иванович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией биоресурсов внутренних водоемов Северного филиала ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича» (163002, Россия, Архангельск, ул. Урицкого, д. 17), заведующий лабораторией управления водными экосистемами АЗРФ ФГБНУ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН (163000, Россия, Архангельск, Садовая ул., д. 3), e-mail: studenov@pinro.ru; igor.studenov@rambler.ru.

Торцев Алексей Михайлович, научный сотрудник лаборатории управления водными экосистемами АЗРФ ФГБНУ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН (163000, Россия, Архангельск, Садовая ул., д. 3), e-mail: torzevalex@ya.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Павленко В. И., Новоселов А. П., Студенов И. И. и др. Перспективные направления пресноводной аквакультуры на европейском севере России // Арктика: экология и экономика. — 2017. — № 2 (26). — С. 105—116.

THE PERSPECTIVE DIRECTIONS OF THE FRESH-WATER AQUACULTURE IN THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

Pavlenko V. I.

Federal research center of complex studying of the Arctic of RAS (Arkhangelsk, Russian Federation)

Novoselov A. P., Studenov I. I.

Northern branch "Polar research institute of sea fishery and oceanography of N. M. Knipovich", Federal research center of complex studying of the Arctic of RAS (Arkhangelsk, Russian Federation)

Semushin A. V.

Northern branch "Polar research institute of sea fishery and oceanography of N. M. Knipovich" (Arkhangelsk, Russian Federation)

Tortsev A. M.

Federal research center of complex studying of the Arctic of RAS (Arkhangelsk, Russian Federation)

Abstract

The possibilities of economic use of fish resources of internal water bodies of the European North of Russia are considered. A variety of fishery water bodies of various type defines development of a modern fresh-water aquaculture in the following main directions: pasturable, industrial and recreational. At development of each of them, the intensification actions based on transition from simple forms of operation of water bodies to cultural ways of maintaining fishery are priority. It is established that in water bodies of the Arctic zone the optimum types of housekeeping is the following. Whitefish farming, giving chance to receive fish products of high nutrition value in case of development of lake and feeding (pasturable) cultivation, and also factory reproduction of juveniles. Pasturable cultivation provides use of different types of semi-checkpoints the whitefish of large river basins as aquaculture objects. It is directed to creation of fish-breeding farms in the estuary of the rivers with the desalinated mode. The lake whitefish farming provides increase in a productivity of lakes, improvement of a range of the grown-up fish and creation of highly effective lake commodity farms. Factory reproduction of juveniles the whitefish for ensuring requirements of all above-stated types the whitefish of farms aims at optimization of actions for reproduction of landing material. They shall include pituitary injections of producers and artificial feeding of juveniles at all stages of ontogenesis. All three directions shall supplement mutually each other and promote development of whitefish economy in North reservoirs. Cultivation of the ordinary fish constituting a basis of lake and river ichtyocoenosis. Provides forming of network of the spawning and nursery farms (SNF) based on inundated jellied reservoirs, and also creation of the managed farms of amateur fishery on small lakes (cultivation of juveniles of a pike and bream industrially and stocking of natural reservoirs by them). Industrial cultivation of fish is based on expansion of production base of the industrial fish breeding existing in the region and further enhancement of biotechnology of warm-water fish breeding on the fulfilled waters of industrial enterprises, including also cage cultivation of a trout in natural reservoirs. And, at last, forming of agrohydrobio-

cenoses allows in a complex, i.e. most optimum to use natural resources of reservoirs thanks to various forms of the polycultures used on small lakes. All considered ways of an intensification of a fresh-water aquaculture have real base for further development and will promote providing the population of the European North of Russia with fish high-quality products.

Keywords: *pasturable, industrial, recreational aquaculture, whitefish farming, trout-breeding, cultivation of ordinary fish, agrohydrobiocenoses.*

Source of research funding of state assignment the Federal Agency for Scientific Organizations № 0409-2014-0009, The complex program Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for 2015-2016.

References

1. *Abramenko M. I., Ermakov S. V.* O vozmozhnosti razvitiya tovarnogo osetrovodstva v Arkhangel'skoy oblasti. [About a possibility of development of commodity cultivation of sturgeons in the Arkhangel'sk region]. *Ekologicheskiye problemy regiona i osnovnyye napravleniya ratsionalnogo prirodopolzovaniya. rasshirenno-go vosproizvodstva prirodnikh resursov.* Arkhangel'sk, 1991, pp. 127—129. (In Russian).
2. *Gorbachev S. A., Viktorov Yu. A., Pestova N. V. et al.* Otsenka ushcherba. nanosimogo rybnym zapasam khozyaystvennoy deyatelnostyu v bassejne Severnoy Dviny. [Assessment of damage caused to fishery in a river basin Northern Dvina]. *Kompleksnyye problemy okhrany i ratsionalnogo ispolzovaniya vodnykh resursov Evropeyskogo Severa na primere rek Severo-Dvinskogo basseyna.* Arkhangel'sk, 1988, pp. 122—124. (In Russian).
3. *Ermakov S. V., Popov V. V., Novoselov A. P.* Eksperimentalnoye vyrashchivaniye tovarnogo karpa na termalnykh vodakh Solombalskogo TsBK. [Experimental cultivation of a carp on warm waters of the Solombala pulp and paper mill]. *Kompleksnyye problemy okhrany i ratsionalnogo ispolzovaniya vodnykh resursov Evropeyskogo Severa na primere rek Severo-Dvinskogo basseyna.* Arkhangel'sk, 1988, pp. 131—132. (In Russian).
4. *Zamakhayev M. V.* Razvodyat rybu rybolovy. [Fishers breed fish]. *Ryb. khoz-vo,* 1991, no. 3, pp. 47—48. (In Russian).
5. *Zelenkov V. M., Kulida S. V.* Vozmozhnosti razvitiya forelevodstva v Arkhangel'skoy oblasti. [Possibilities of development of trout-breeding in the Arkhangel'sk region]. *Nauchno-tekhnicheskaya politika i razvitiye novykh otrasley ekonomiki Arkhangel'skoy oblasti.* Arkhangel'sk, 1998, pp. 261—262. (In Russian).
6. *Kozlov V. I.* Chto takoye agrogidrobiotsenoz. [What is agrogidrobiotsenoz]. *Ryb. khoz-vo.* 1991, no. 7, pp. 20—21. (In Russian).
7. *Kozmin A. K.* Iskusstvennoye razvedeniye shchuki chlenami obshchestva okhotnikov i rybolovov v Arkhangel'skoy oblasti. [Artificial cultivation of a pike by members of society of hunters and fishers in the Arkhangel'sk region]. *Biologicheskiye resursy vodoyemov basseyna Baltiyskogo morya.* Petrozavodsk, 1991, pp. 123—124. (In Russian).
8. *Kozmin A. K., Shatova V. V.* Rezultaty opytnogo vyrashchivaniya foreli na baze teplykh vod Severodvinskoy TETs-2 i perspektivy teplovodnogo rybovodstva v Arkhangel'skoy oblasti. [Experimental cultivation of a trout on warm waters of the Severodvinsk combined heat and power plant]. *Problemy izucheniya. ratsionalnogo ispolzovaniya i okhrany prirodnikh resursov Belogo morya.* Arkhangel'sk, 1985, pp. 234—236. (In Russian).
9. *Kozmin A. K., Novoselov A. P.* Itogi deyatelnosti SevrybNIIproyekta po razvitiyu teplovodnogo rybovodstva v Arkhangel'skoy oblasti. [Results of activities of SevrybNIIproyekt for development of warm-water fishery in the Arkhangel'sk region]. *Tezisy IV Vsesoyuznogo soveshchaniya po rybokhozyaystvennomu ispolzovaniyu teplykh vod.* M., 1990, pp. 51—53. (In Russian).
10. *Kulida S. V., Timofeyev V. I.* Perspektivy ispolzovaniya sbrosnykh vod promyshlennykh predpriyatiy Arkhangel'skoy oblasti dlya rybovodnykh tseley. [Perspectives of use of exhaust waters of industrial enterprises of the Arkhangel'sk region for fish breeding]. *Tezisy IV Vsesoyuznogo soveshchaniya po rybokhozyaystvennomu ispolzovaniyu teplykh vod.* M., 1990, pp. 49—51. (In Russian).
11. *Novoselov A. P.* Morfo-ekologicheskaya izmenchivost pechorskoy pelyadi pri akklimatizatsii eye v vodoyemakh Severozapada SSSR. [Variability of a peled at its acclimatization in reservoirs of the Northwest of the USSR]. *Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk.* M., 1984, 24 p. (In Russian).
12. *Novoselov A. P.* Iskusstvennoye vosproizvodstvo severodvinskoy sterlyadi na otrabotannykh teplykh vodakh promyshlennykh predpriyatiy. [Artificial reproduction of a sterlet on the fulfilled warm waters of industrial enterprises]. *Otsenka sostoyaniya. okhrana i ratsionalnoye ispolzovaniye biologicheskikh resursov vodnykh ekosistem v usloviyakh antropogennogo vozdeystviya.* Rostov/D., 1990, pp. 115—117. (In Russian).
13. *Novoselov A. P.* Ob aktualnosti sozdaniya nerestovo-vyrostnykh khozyaystv v srednem techenii Severnoy Dviny. [About relevance of creation of spawning and nursery farms on middle stream of the Northern Dvina]. *Tezisy dokladov nauchno-prakticheskoy konferentsii. posvyashchennoy 125-letiyu so dnya rozhdeniya A. A. Borisova.* Arkhangel'sk, 1991, pp. 47—50. (In Russian).
14. *Novoselov A. P., Reshetnikov Yu. S.* Pelyad v novykh mestakh obitaniya. [Peled in new habitats]. *Biologiya sigovykh ryb.* M., Nauka, 1988, pp. 78—114. (In Russian).

15. *Novoselov A. P., Loseva T. V.* Ispolzovaniye teplykh vod Arkhangel'skogo TsBK v rybovodnykh tselyakh. [Use of warm waters of the Arkhangel'sk pulp and paper mill in the fish-breeding purposes]. *Biologicheskkiye resursy vodoyemov basseyna Baltiyskogo morya*. Petrozavodsk, 1991, pp. 115—117. (In Russian).
16. *Novoselov A. P., Antonova V. P.* O vozmozhnykh zavodskogo vosproizvodstva omulya *Coregonus autumnalis* (Pallas. 1776) i nelmy *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas. 1814) v basseyne reki Pechory. [About opportunities of hatchery reproduction of an omul and nelma in a river Pechora]. *Materialy rybokhozyaystvennykh issledovaniy vodoyemov Evropeyskogo Severa*. Arkhangel'sk, Pravda Severa, 2002, pp. 156—168. (In Russian).
17. *Novoselov A. P., Studenov I. I.* Sigovodstvo kak odin iz putey razvitiya rybnogo khozyaystva v evropeyskom sektore Arktiki. [Cultivation of a whitefish as one of ways of development of fishery in the European sector of the Arctic]. *Prirodnyye resursy i kompleksnoye osvoyeniye pribrezhnykh rayonov Arkticheskoy zony: Sbornik nauchnykh trudov*. Arkhangel'sk, 2015, pp. 94—101. (In Russian).
18. *Novoselov A. P., Pavlenko V. I., Studenov I. I., Tortsev A. M.* O vozmeshchenii vreda. nanosimogo vodnym biologicheskimi resursami v Arkticheskoy zone Rossiyskoy Federatsii. na primere vodoyemov Severnogo rybokhozyaystvennogo basseyna. [Compensation for damages to aquatic biological resources in the Arctic zone of the Russian Federation on the example of the Northern fishery basin]. *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2016, no. 1 (21), pp. 6—17. (In Russian).
19. *Reshetnikov Yu. S.* Sovremennyy status sigovykh ryb i perspektivy ispolzovaniya ikh zapasov. [Modern status sigovykh of fishes and prospect of their use]. *Biologiya sigovykh ryb*. M., Nauka, 1988, pp. 5—17. (In Russian).
20. *Sterligov A. V. et al.* Opyt vosproizvodstva leshcha i shchuki dlya tseley intensifikatsii lyubitelskogo rybolovstva. [Experience of reproduction of a bream and pike for development of amateur fishery]. *Biologicheskkiye resursy vodoyemov basseyna Baltiyskogo morya*. Petrozavodsk, 1991, pp. 133—134. (In Russian).
21. *Strategiya razvitiya akvakultury v Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 g.* [The strategy of development for an aquaculture in the Russian Federation for the period till 2020]. M., 2007, 20 p. (In Russian).
22. *Khudilaynen A.* O razvitii akvakultury v Karelii: Doklad na zasedanii Pravitel'stvennoy komissii po voprosam agropromyshlennogo kompleksa i ustoychivomu razvitiyu selskikh territoriy. [About development of an aquaculture in Karelia]. M., 2016. (In Russian).
23. *Novoselov A.* The potential of aquaculture development on freshwater of Arkhangel'sk region (Russia) // *AQUA-2006, Meeting Abstracts*, 2006, no. 840, p. 38.

Information about the authors

Novoselov Alexander Pavlovich, Doctor of Biologicals, leading researcher of the Northern branch “Polar research institute of sea fishery and oceanography of N. M. Knipovich” (17, Uritsky St., Arkhangel'sk, Russia, 163002), chief researcher of laboratory of management of water ecosystems of AZRF, Federal research center of complex studying of the Arctic of RAS (3, Sadovaya St., Arkhangel'sk, Russia, 163000), e-mail: novoselov@pinro.ru; alexander.novoselov@rambler.ru.

Pavlenko Vladimir Ilyich, Doctor of Economics, professor, director of Federal research center of complex studying of the Arctic of RAS (3, Sadovaya St., Arkhangel'sk, Russia, 163000), e-mail: chairman.arhsc@mail.ru.

Semushin Andrey Vladimirovich, PhD of Biologicals, deputy director of FGBNU “Polar research institution of sea fishery and oceanography of N. M. Knipovich” (17, Uritsky St., Arkhangel'sk, Russia, 163002), e-mail: andr@pinro.ru.

Studenov Igor Ivanovich, PhD of Biologicals, head of laboratory of the Northern branch “Polar research institute of sea fishery and oceanography of N. M. Knipovich” (17, Uritsky St., Arkhangel'sk, Russia, 163002), head of laboratory of management of water ecosystems of AZRF, Federal research center of complex studying of the Arctic of RAS (3, Sadovaya St., Arkhangel'sk, Russia, 163000), e-mail: studenov@pinro.ru; igor.studenov@rambler.ru.

Tortsev Alexey Mikhaylovich, researcher of laboratory of management of water ecosystems of AZRF, Federal research center of complex studying of the Arctic of RAS (3, Sadovaya St., Arkhangel'sk, Russia, 163000), e-mail: torzevalex@ya.ru.

Bibliographic description

Pavlenko V. I., Novoselov A. P., Studenov I. I. et al. The perspective directions of the fresh-water aquaculture in the European North of Russia. *The Arctic: ecology and economy*, 2017, no. 2 (26), pp. 105—116. (In Russian).

© Pavlenko V. I., Novoselov A. P., Studenov I. I., Semushin A. V., Tortsev A. M., 2017.