



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической
безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(магистерская диссертация)

На тему «Обеспечение экологической безопасности при
осуществлении искусственного воспроизводства
водных биологических ресурсов»

Исполнитель Левковский Олег Алексеевич

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук

(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю» Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат географических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович

(фамилия, имя, отчество)

«01»

2023 г.

Санкт-Петербург

2023

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ	6
1.1. Общая характеристика региона и выбор места расположения завода	6
1.2. Рыбохозяйственная характеристика р. Печора.....	11
ГЛАВА 2.ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	21
2.1. Биологическая характеристика сига сибирского (пыжьяна)	21
2.1.1. Систематика и морфологическая характеристика.....	21
2.1.2. Ареал и условия обитания	22
2.1.3. Питание и размножение	24
2.2. Биотехника воспроизводства сиговых видов рыб	25
2.2.1. Работа с производителями	25
2.2.2. Нерестовая кампания	29
2.2.3. Инкубация икры	34
2.2.4. Выращивание молоди	37
2.2.5. Выпуск молоди в естественные водоемы	39
2.3. Состояние промысловых уловов пыжьяна	44
2.4. Влияние рыбоводных предприятий на окружающую среду.....	45
ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	Error! Bookmark not defined.
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ...	Error! Bookmark not defined.
4.1. Расчёт производственной мощности предприятия	Error! Bookmark not defined.
4.1.1. Расчёт необходимого количества икры	Error! Bookmark not defined.

4.1.2. Расчёт объёма добычи диких производителей, необходимых для получения половых продуктов.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.3. Расчёт необходимого количества кормов.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.4. Расчёт необходимого количества живых кормов и площадей для их выращивания	Error! Bookmark not defined.
4.1.5. Расчёт рыбоводного оборудования	Error! Bookmark not defined.
4.1.6. Расчёт ущерба, нанесенного хозяйствующими субъектами, водным биологическим ресурсам	Error! Bookmark not defined.
4.1.7. Расчёт эффективности искусственного воспроизводства	Error! Bookmark not defined.
4.2. Ветеринарно-санитарные мероприятия	Error! Bookmark not defined.
4.2.1. Основные заболевания. Методы лечения и профилактики	Error! Bookmark not defined.
4.2.2. Нормы потребления лекарственных и дезинфекционных препаратов	Error! Bookmark not defined.
4.3. Практические рекомендации	Error! Bookmark not defined.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50

ВВЕДЕНИЕ

Искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов – очень важная задача, стоящая перед рыбопромышленной отраслью нашей страны. Под воздействием различных, в том числе антропогенных, факторов естественные запасы гидробионтов иссякают, сужаются их ареалы обитания, меняются гидрологические и гидрохимические показатели водоемов, нарушаются пути нерестовых миграций рыб.

Сохранение водных биологических ресурсов очень важно для устойчивого их использования в продовольственной безопасности Российской Федерации. Северо-Запад страны обладает большим фондом водоемов, которые могут использоваться для выращивания рыбы.

Искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов – это перспективный вектор развития рыбохозяйственного комплекса России.

При строительстве рыбоводных предприятий часто встает вопрос об эффективности работы таких предприятий и обеспечении экологической безопасности.

Целью данной работы явилась разработка рекомендаций по обеспечению экологической безопасности при искусственном воспроизводстве водных биологических ресурсов.

Задачи:

- изучить типы рыбоводных предприятий;
- изучить существующие способы водоподготовки для рыбоводных предприятий;
- проработать вопрос обеспечения экологической безопасности рыбоводных хозяйств от воздействия окружающей среды;
- проработать вопрос обеспечения экологической безопасности окружающей среды от воздействия рыбоводных хозяйств.

В целях более детальной проработки вопроса, выполнения задач и осуществления цели работы, был разработан проект рыбоводного завода по

воспроизводству сига сибирского на территории Республики Коми, производственной мощностью 1,5 миллиона штук личинки.

Актуальность данной работы заключается в развитии рыбного хозяйства в Российской Федерации, в том числе на территории Арктической зоны страны, с внедрением малоотходных технологий и обеспечения экологической безопасности водных объектов и гидробионтов их населяющих.

Новизна работы заключается в оптимизации технологических и конструктивных решений при проектировании и функционировании предприятий, деятельностью которых является искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов, с целью обеспечения эффективности их работы.

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Общая характеристика региона и выбор места расположения завода

Республика Коми расположена на северо-восточном краю Европейской части России (рис. 1). В северной части территории проходит Северный полярный круг, на востоке граничит с Уральскими горами, а с юго-востока на северо-запад проходит Тиманский кряж.

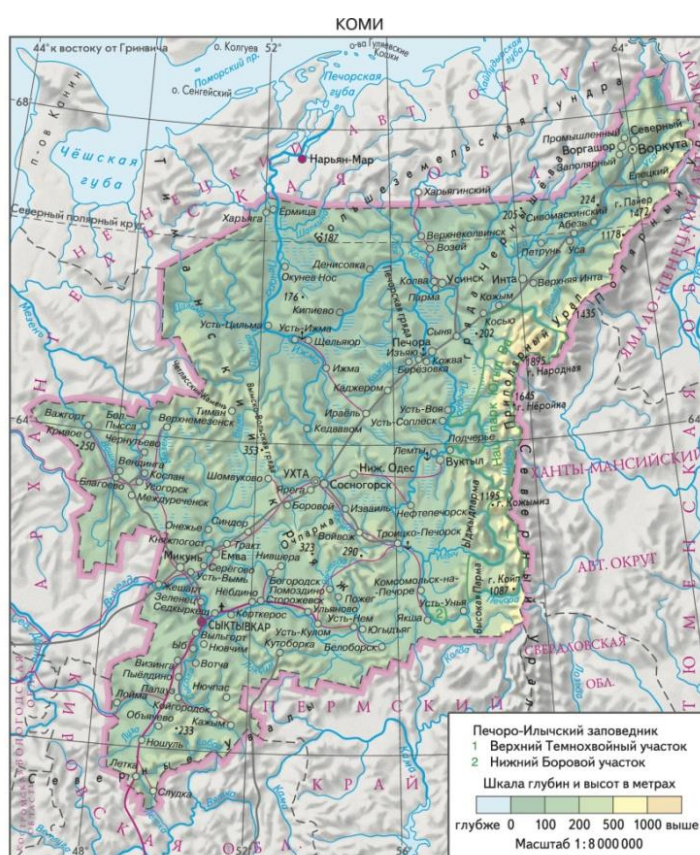


Рисунок 1 – Границы Республики Коми на физической карте Российской Федерации [51]

Климат Республики Коми определяется удаленностью территории от теплых океанических течений и близостью Азиатского континента. В целом его можно охарактеризовать как умеренно-континентальный, но при этом он в значительной мере отличается от климата остальной территории Европы

[43]. В пределах республики климат в отдельных районах может отличаться, это связано с большой протяженностью территории с севера на юг.

Для территории характерна большая разница температур в холодное и теплое время года. Зима характеризуется большой продолжительностью и длится с ноября по апрель. Средняя температура января составляет $-15..-20^{\circ}\text{C}$ (самые низкие температуры отмечаются на севере региона). Соответственно лето не продолжительное, а средняя температура для июля составляет $+11..+15^{\circ}\text{C}$.

Для данного региона характерно обильное количество осадков, которое превышает испарение. Среднее количество осадков за год варьируется в больших пределах от 400 до 1000 мм. Также в пределах территории располагается обширная речная сеть и большое количество болот, все это обуславливает повышенное увлажнение. Погода отличается частой нестабильностью, что связано с частым столкновением атлантических циклонов и арктических воздушных масс. Для зимы характерны метели и снежные заносы.

Можно выделить три климатообразующих факторов для исследуемой территории: солнечная радиация, атмосферные циркуляции и рельеф. Важно отметить, что для высоких широт региона характерна полярная ночь, что оказывает значительное влияние на температуры.

Регион расположен на северо-востоке Восточно-Европейской равнины. Рельеф по всей территории неравномерный. На западе выделяются такие формы рельефа, как волнистые, увалистые и заболоченные междуречья, с севера-запада на юго-восток располагается выровненная пологоувалистая поверхность с расчлененными возвышенностями и карстовыми формами рельефа. Также рельеф представлен моренными равнинами в Печорской низменности. На юге региона преобладают заболоченные водно-ледниковые и озерные равнины. В северной части расположены породы вечной мерзлоты.

Территория исследуемого региона делится на две основные части по геоморфологическим и геологическим признакам: восточную горную и западную равнинную. Восточная часть представлена складчатостями Уральских гор, а западная – Русской платформой, сложенной палеозойскими и мезозойскими горными породами.

Гидрографическая сеть Республики Коми хорошо развита, ее объекты относятся к бассейнам четырех морей: Баренцева, Белого, Карского и Каспийского. Также для данной территории отмечается повышенная заболоченность. Река Печора (рис. 2) является самым крупным водотоком на данной территории и относится к бассейну Баренцева моря, ее длина составляет 1809 км, а площадь водосборного бассейна 322 тыс. км².



Рисунок 2 – р. Печора. Республика Коми [51]

Речная сеть характеризуется высокими значениями стоков. В среднем через территорию Республики Коми проходит около 180 км³ воды в год и составляет 4% от общего объема речного стока Российской Федерации. А в пределах Северо-Западного федерального округа составляет целых 30% от общего стока. На рисунке 3 представлена карта распределения годового стока по бассейнам морей и территории Республики Коми по многолетним данным.

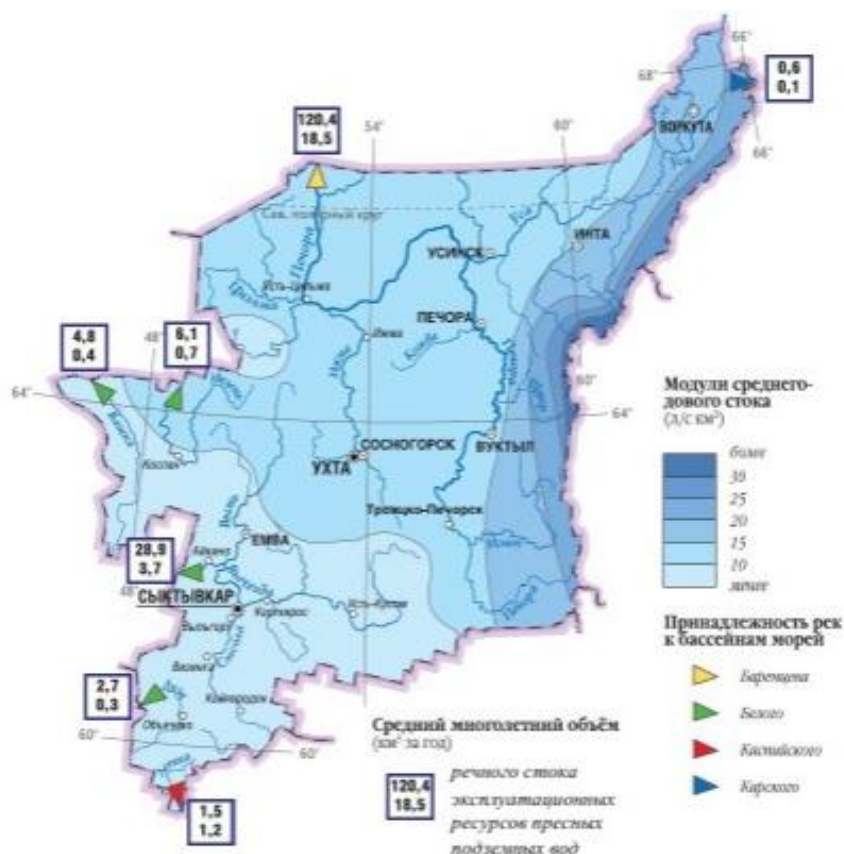


Рисунок 3 – Распределение годового стока по бассейнам морей и территории Республики Коми [51]

Количество озер на исследуемой территории составляет всего лишь 1% от общей площади. В регионе Республики Коми располагается более 78 тыс. озер, которые сосредоточены в основном в поймах крупных рек, горах Урала и Большеземельской тундре. Для региона характерны несколько типов озер по ландшафтным особенностям: таежные, тундровые, пойменные и горные (каровые). По генезису выделяются реликтовые, карстовые, термокарстовые, торфяные и ледниковые.

Как отмечалось ранее, для данной территории характерна повышенная заболоченность, в среднем она составляет 9,4%. Здесь расположены самые крупные болота в Европе – Океан и Усинское. Большая часть болот (более 60%) являются верховыми.

При выборе места расположения проектируемого завода по воспроизводству сибирского сига, были учтены различные факторы, в том числе:

- близость водоема – река Печора и река Вуктыл. Данные водоемы могут служить источником воды для предприятия, кроме того на данных водоемах можно отлавливать диких производителей пыжьяна, а в дальнейшем – выпускать молодь данного подвида в естественную среду обитания.

- пологий уклон береговой линии. Наличие пологого уклона береговой зоны вблизи рыбоводного предприятия упрощает выполнение ряда производственных задач. Данный фактор значительно упрощает доставку отловленных производителей до завода, а также транспортировку выпускаемой молоди от цеха к водоему.

- близость населенного пункта. Республика Коми славится на весь мир своими бескрайними девственными лесами, на просторах которых тяжело найти блага цивилизации, необходимые для функционирования рыбоводного завода. Расположение проектируемого завода вблизи города Вуктыл (рис. 4) обеспечит предприятие рабочей силой, электричеством и водоснабжением.

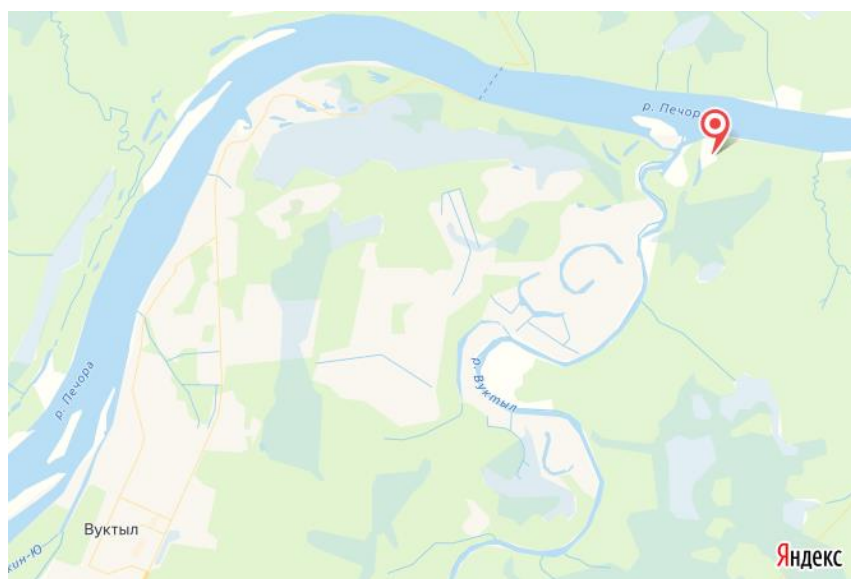


Рисунок 4 – Место расположения рыбоводного завода [53]

Климат Республики Коми умеренно-континентальный. Это обусловлено множеством факторов, в том числе:

- удаленность от Атлантического океана;
- близость Азиатской части Евразийского континента;

- расположение в относительно высоких широтах и др.

Из-за большой протяженности субъекта с севера на юг – климат отдельных районов Республики Коми различается.

В целом климат достаточно суровый. Летний период короткий и достаточно прохладный, зимний период характеризуется своей продолжительностью, большим количеством снега, а также достаточно отрицательной температурой воздуха. Кроме того, количество осадков превышает объем испарения.

Формирование климата протекает при небольшом количестве солнечной радиации в зимний период и повышенной в летний. Вынос теплого морского воздуха обусловлен прохождением атлантических циклонов, а также частые вторжения арктического воздуха делают погоду в регионе более неустойчивой.

1.2. Рыбохозяйственная характеристика р. Печора

Гидрологический режим водного объекта.

Река Печора (среднее течение реки) замерзает в конце октября – начале ноября, толщина льда достигает 0,6 - 0,8 м. Ледоставу предшествует осенний ледоход с образованием шуги и заберегов. Вскрывается водоток в середине - конце мая [9]. Весенний ледоход продолжается 8 - 14 дней и часто сопровождается заторами льда. Весеннее половодье длится до начала июня, спад происходит постепенно.

В основном питание происходит за счет талых снеговых вод, жидких осадков и стока грунтовых вод. Доля снегового питания в годовом стоке составляет 50 - 80 %, дождевые воды имеют подчиненное значение (15 - 30 %). Доля грунтового питания не превышает 20 %.

Гидрохимия.

Воды бассейна р. Печора (среднее течение) относятся к слабоминерализованным (150 - 200 мг/дм³), а по преобладающим ионам к

гидрокарбонатно-кальциевым [10]. Подобный тип вод характерен для водоемов, имеющих атмосферный источник питания, т.е. снеговое и дождевое питание. Ионный сток 20 - 30 т/км².

Гидрография.

Река Печора — крупнейшая река на территории Республики Коми (бассейн Баренцева моря), является самой многоводной рекой Европейского Севера. Исток ее находится на Северном Урале у г. Печорья-Тольячахль. Общая длина реки 1809 км, площадь водосбора 322 тыс. км². Средний годовой расход ее в устье составляет 4120 м³/сек., годовой сток в океан — 120 куб. км воды. Глубина водотока от 1 до 4 м, скорость течения от 0,5 до 0,7 м/с. Река Печора делится на три основных участка: Верхнюю Печору (от истока до устья р. Волосница, 1557 км), Среднюю Печору (от 1557 км до устья р. Уса, 754 км) и Нижнюю Печору (от 754 км до устья).

Участок проведения работ располагается в среднем течении реки Печора в районе 896,7 км от устья. Ширина реки на данном участке составляет 660 м, ширина поймы – 1,4 км. Скорость течения около 0,5 м/сек. Русло реки преимущественно песчаное.

Гидробиологическая характеристика.

Зоопланктон в бассейне Средней Печоры представлен в основном коловратками, кладоцерами, копеподами и т.д. Усредненные значения продуктивности по результатам гидробиологических исследований, для зоопланктона – 0,15 г/м³. По результатам гидробиологических исследований зообентос в этом районе представлен 19 - 22 группами, наиболее распространенными из которых являются: *Oligochaeta*, *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Coleoptera*, *Trichoptera*, *Chironomida*. Численность бентосных организмов в среднем 16,5 тысяч экз./м².

Ихтиофауна.

В бассейне Печоры обитает – 32 вида рыб [29]. В состав ихтиофауны входят проходные виды, нагуливающиеся в море и мигрирующие на нерест в реки: атлантический лосось (семга), омуль, корюшка. К полупроходным

рыбам относятся: нельма, сиг, ряпушка. В реках и озерно-речных системах распространены туводные виды: стерлядь, пелядь, сиг, ряпушка, сибирский и европейский хариус, щука, окунь, язь, плотва и т.п. К реликтам ледникового периода относится голец арктический обитающий в горных озерах. Так же в бассейне реки Печора встречается редкий вид с ограниченным ареалом обитания – таймень, и краснокнижный вид – бычок-подкаменщик. Нерестилища весенненерестующих видов рыб щуки, язя, окуня, плотвы, леща образуются весной в период паводка. Нерест весенненерестующих частичковых видов рыб происходит в мае - начале июня. Пойма является также местом весеннего нагула большинства видов рыб обитающих в реке.

Для осенне-нерестующих проходных и полупроходных видов рыб река здесь является миграционным путем к местам нереста, расположенным в верхнем течении Печоры и ее притоках, миграции семги, сига, нельмы, ряпушки наблюдаются в августе — сентябре. Выражена также миграция молоди семги (скат) вниз по течению, которая имеет место обычно в июне - июле.

Соотношение лососевых видов рыб к сиговым и частичковым на данном участке составляет 10 % : 25 % : 65 %.

Нормативная рыбопродуктивность реки составляет 300 кг/км в год.

Атлантический лосось (семга) - проходная рыба. Нерестилища и нагульные участки молоди семги сосредоточены на территории Республики Коми в верхнем течении самой Печоры и 32 ее притоках. В основном русле реки с 984 по 1300 км от устья насчитывается 14 зимовальных ям ценных видов рыб, в том числе и семги.

Сиг рассматривается в бассейне реки Печора, как экологическая форма полиморфного подвида сиг - пыжьян. Наряду с фенотипическими изменчивыми формами сига-пыжьяна встречаются его гибриды от скрещивания с пелядью. Кроме всего здесь обитают местные формы вида сиг обыкновенный. Питается моллюсками, личинками, ракообразными. Половой

зрелости достигает на четвертом году жизни. Самка выметывает от 8 до 40 тысяч икринок [30].

Чир – озерно-речная рыба, избегающая солоноватых вод. Крупный представитель сиговых рыб. Ведет полупроходной или жилой образ жизни. Максимальная длина 86 см, масса тела — 12 кг, продолжительность жизни — 16-17 лет. Однако в бассейне чаще встречаются особи массой 2 – 4 кг. По характеру питания — типичный бентофаг, основными кормовыми объектами которому служат личинки хирономид и моллюски. Половая зрелость на 6 -7-м году жизни. Нерест в октябре - ноябре, в реках. Нагуливается в озёрах.

Пелядь – озёрно-речная рыба. Тело более высокое, чем у других сигов. Предельный возраст пеляди 13 лет, но в большинстве популяций рыбы старше 10 лет встречаются редко [34]. Размеры пеляди — до 40-55 см, вес до 2,5-3 кг, реже 4-5 кг. Пелядь по сравнению с другими сиговыми менее требовательна к кислороду. Как правило, она избегает текучих вод, концентрируясь в поемных озерах, старицах, протоках. Нерестится пелядь также в озерах. Питается преимущественно зоопланктоном, но во многих северных озерах наряду с планктонными организмами в желудках пеляди отмечаются и бентосные. Не прекращает питаться и зимой. Жизненный цикл обычно ограничен 8-11 годами, темп роста и время наступления половой зрелости зависят от питания: обычно в природе пелядь созревает в возрасте 5-6 лет. Колебания абсолютной плодовитости у пеляди велики. Икра мелкая 1,3-1,5 мм, желтоватого цвета. Икрометание начинается при температуре воды ниже 8° С, чаще близкой к 0° С, обычно уже подо льдом. Сроки нереста колеблются в разных водоемах от сентября-октября до декабря-января. Нерест ежегодный.

Европейская ряпушка – полупроходная или озерная рыба. Ряпушка имеет много форм и главные отличия этих форм заключаются в количестве чешуи, жаберных тычинок, а также в размерах и цвете. Например, длина мелкой формы ряпушки — 10-12 см при массе 50-70 г. Размеры отдельных особей достигают до 30-40 см. Предпочитает чистое песчаное или глинистое

дно, держится в озёрах преимущественно на глубине, избегая очень теплой воды. Нерест приходится на осенне-зимние месяцы, в бассейне реки Печора может проходить с сентября. Нерестилища расположены на песчаных, песчано-галечных и каменистых участках на глубинах 3-20 м. Икра мелкая, донная, около 1 мм в диаметре, светло-желтого цвета, развивается с осени до весны. Выклев личинок происходит обычно весной, перед распалением льда. Биологическое состояние ряпушки на протяжении последних лет оценивается как удовлетворительное.

Хариус европейский от лососей и сигов отличается более выраженным спинным плавником, брачный наряд как у лососей отсутствует. Питается хариус в основном насекомыми, их личинками, водными беспозвоночными моллюсками, так же питается икрой других рыб, там, где насекомых мало поедает молодь рыб. К нересту хариус приступает с пятого года жизни. Нерест весной, в мае-июне. Икра донная, крупная. Хариус европейский широко распространен в бассейне реки Колва, особенно в верхнем течении реки.

Стерлядь - рыба семейства осетровых. Взрослые особи обычно достигают длины 40—60 см и массы 0,5—2 кг, иногда встречаются экземпляры массой 6—7 кг и даже до 16 кг. Среди других осетровых отличается наиболее ранним наступлением половой зрелости: самцы впервые нерестятся в возрасте 4—5 лет, самки — 7—8 лет. Плодовитость 4—140 тысяч икринок. Нерестится в мае. Икра клейкая, откладывается на каменисто-галечниковый грунт. Икра развивается около 4-5 дней.

Плотва максимум живет до 20 лет. Плотва крайне неприхотливая рыба: она хорошо уживается в небольших речках, почти ручьях. Туводная форма достигает длины 35 см и массы 1,3 кг, однако, чаще плотва имеет незначительную величину. По характеру питания плотва — эврифаг. Половой зрелости плотва достигает в возрасте 3-5 лет. Размножается весной при температуре воды 8°C и выше. Типичный фитофил, икра приклеивается

к растениям. Икрометание единовременное, нерестится большими стаями, в озерах нерест проходит шумно.

Щука – хищная рыба, имеет средние размеры около 45 см и вес 1500 - 800 грамм. Основными местами обитания являются заливы, курьи, протоки, в устьевых частях притоков крупных рек. Питается рыбой. Щука – распространенный вид, который обитает практически во всех водоемах. Достигает 1,5 м и веса 35 кг, максимальный возраст 12-15 лет. Материалы за последние несколько лет свидетельствуют, что на более отдаленных от населенных пунктах водных объектах популяции щуки имеют относительно стабильные, высокие промыслово-биологические характеристики, но на легко доступных водоемах специалисты отмечают отсутствие в уловах крупных особей. Половое созревание у быстрорастущих популяций наступает на 2-3-м году жизни, а у медленнорастущих — на 3-4-м году. Нерест бывает рано весной сразу же за распалением льда в прибрежной мелководной зоне на глубине 10-30 см. Нерест шумный, одну крупную самку сопровождают несколько более мелких самцов. Плодовитость колеблется от 3 до 233 тыс. икринок. Икра желтоватого цвета откладывается на залитую прибрежную растительность, ее диаметр до 2-3 мм.

Окунь – всем известная рыба принадлежит к самым многочисленным обитателям наших пресных водоемов. Максимальный возраст 17 лет, длина — 51 см и вес — 4,8 кг. Нерест бывает ранней весной, после распаления льда в мае-июне при температуре воды 7-8° С. Плодовитость колеблется от 12 до 300 тыс. икринок. Икра в виде длинных сетчатых лент откладывается на прошлогоднюю растительность. Икринки сильно обводненные, имеют диаметр 2,0-2,5 мм. Такой способ откладки икры обеспечивает высокую выживаемость икры и личинок. Нерест однократный. Окунь питается зоопланктоном, бентосными организмами и молодью разных видов рыб, которые сменяют друг друга в рационе по мере его роста. В разных водоемах пища окуня значительно различается, в связи с составом кормовой базы.

Ерш имеет весьма обширное распространение. Максимальный размер ерша — 18,5 см, масса 208 г. В большинстве водоемов ерш — короткоцикловый вид. Большие различия в темпе роста определяют и различия в сроках созревания. Половая зрелость наступает в 2-4 года при длине 9-12 см. Абсолютная плодовитость равна 2-104 тыс. икринок в зависимости от размера самок. Нерест продолжительный и порционный, с апреля по июнь выметывается до 3 порций икры. Ерш — типичный бентофаг, очень пластичный в выборе корма. Излюбленной его пищей являются личинки хирономид и гаммариды, но при их недостатке в водоеме он легко переключается на другие виды корма, тем более, что ассортимент его кормовых организмов включает все формы бентоса, зоопланктона и рыбную пищу (икра и молодь рыб).

Обыкновенный гольян обитает в районе в быстро текущих реках и ручьях. Гольян распространен по всему течению рек с местами нагула и нереста, он является наиболее массовым представителем ихтиофауны водоемов. Длина тела 10-12 см, масса около 15 г. Половозрелым становится в возрасте 1-2 лет при длине 4-6 см. Размножается в мае - июне при температуре воды 7 - 10° С на каменистых перекатах с быстрым течением. Икринки желтые, диаметром 1,3-1,5 мм приклеиваются к камням. Икрометание порционное.

Бычок-подкаменщик предпочитает небольшие речки с каменистым дном и средней скоростью течения, реже обитает в олиготрофных озерах. Максимальные размеры взрослых особей 20 см. Доживает до 9 лет. Растет медленно и в возрасте 2-3 года достигает длины 5-6 см и массы 2-3 г. Основу питания составляют донные беспозвоночные: личинки поденок, веснянок, хирономид. Изредка в желудках встречается молодь хариуса, гольяна, а также собственная молодь; может поедать икру других рыб. Половая зрелость наступает в возрасте четырех лет при длине тела около 4 см. Самцы численно преобладают над самками. Нерестится в зависимости от широты расположения водоема в апреле-мае. Индивидуальная абсолютная

плодовитость колеблется в пределах 100-370 икринок. Икринки довольно крупные, размером 2,0-2,5 мм, желтовато-розового цвета. В одном гнезде в зависимости от величины самца может находиться от одной до пяти кладок, отложенные разными самками. Самец охраняет икру до выхода личинок из икры.

Налим – единственный исключительно пресноводный вид отряда трескообразных. Достигает длины 120 см и массы 24 кг, предельный возраст — 24 года. Обычно в промысловых уловах до 60-80 см и 3-6 кг. Налим — холодолюбивая рыба, нерестится и нагуливается в холодное время года. Он предпочитает холодные и чистые водоемы с каменистым иловатым дном и ключевой водой. Налим очень хороший индикатор чистоты воды. Летом при температуре воды выше 15° С он становится вялым и прячется в норы, ямы, под коряги, под обрывистыми берегами, впадая в состояние оцепенения, очень мало питается, при температуре 27° С погибает. С наступлением осени и понижением температуры воды он начинает активно передвигаться в водоеме и интенсивно откармливается перед нерестом. Налим — хищник с обонятельной и тактильной ориентацией. Половое созревание наступает в разные сроки, в зависимости от части ареала. В водоемах Крайнего Севера самцы — на 6-м году и самки — на 7-м году при длине 54-55 см. С наступлением зимнего похолодания налим входит в мелкие реки на нерест, нерестилища располагаются в местах впадения ручьев, где есть хорошая аэрация, вода прозрачная и температура более низкая, чем в русле реки. Нерест происходит обычно сразу после ледостава, при температуре воды около 0° С в ноябре-декабре на севере. Икра полупелагическая, с жировой каплей, неклеякая, диаметром 0,75-0,92 мм в ястыке и 1,05-1,15 мм уже в воде после вымета. Нерест на песчаном или галечном грунте на глубинах 0,5-3,0 м.

Колюшка девятииглая представлена как жилыми озерно-речными, так и полупроходными формами, которые нагуливаются в опресненных участках моря, а нерестятся в солоноватых лагунах, заливах, эстуариях или

поднимаются на нерест в реки. Спектр питания довольно широк: зоопланктон, бентос, личинки хирономид, моллюски, икра и молодь рыб (в том числе и своего вида). Половой зрелости достигает на второе лето после рождения. Порционный нерест бывает в апреле-июле в зависимости от географической широты. Самец сооружает шаровидное гнездо не на дне, а над грунтом среди зарослей водных растений, склеивая кожей слизи куски стеблей и веточек. Самки откладывают икру порциями по 60-160 икринок. Интервалы между актами 6-48 ч, за сезон размножения наблюдается до 6-8 актов размножения у одной самки.

Усатый голец населяет главным образом небольшие речки с быстрым течением и песчано-галечниковым дном, в которых он доходит до истоков. Ведет придонный образ жизни. Устойчив к воде разного качества. На зиму зарывается в ил, при высыхании водоемов долгое время остается живым во влажном грунте. Не менее живуч, чем карась. Подобно вьюну, усатый голец весьма чувствителен к переменам погоды, особенно он беспокоится перед началом и во время грозы и является хорошим барометром. Питается водными беспозвоночными, личинками насекомых, растительной пищей и икрой рыб, однако и сам охотно потребляется хищными рыбами. Спасается от хищников тем, что днем прячется в укрытиях и кормиться выходит ночью. Половой зрелости достигает на 3-м году жизни при длине тела около 6 см. Нерест порционный, растянут по времени с мая по июнь. Плодовитость невысокая.

Язь – рыба семейства карповых, имеет внешнее сходство с плотвой. В длину язь достигает 70 см, весом — 2-3 кг; встречаются более крупные особи. Язь отличается от плотвы желтым цветом глаз и мелкой чешуей. Цвет — серо-серебристый, на спине темнее, чем на брюхе. Плавники имеют розово-оранжевый оттенок. Язь-любитель небольших быстрых и холодных рек. Эта рыба всеядная. Рацион язя состоит из растительной и животной пищи (насекомые, моллюски, черви). Половозрелым становится в 4-летнем возрасте. Нерест при температуре воды 5-7° С. Икру мечет на перекатах с

каменистым дном и быстрым течением, может откладывать икру и на другой твердый субстрат (коряги и сваи). Плодовитость от 39 до 114 тыс. икринок. Нерест дружный, проходит за 2-3 дня. Икра 1,9-2,3 мм в диаметре с густо сидящими мелкими ворсинками на оболочке, клейкая.

Категория рыбохозяйственного использования.

Река Печора является водным объектом высшей категории рыбохозяйственного значения. Высшая категория устанавливается на основании данных государственного мониторинга водных биоресурсов для водных объектов рыбохозяйственного значения, которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) особо ценных и ценных видов водных биоресурсов, или являются местами их размножения, зимовки, массового нагула, путями миграций, искусственного воспроизводства.

Водоохранная зона, прибрежная защитная полоса.

Для реки Печора установлены прибрежная защитная полоса шириной 50 м, водоохранная зона шириной – 200 м [1].

ГЛАВА 2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

2.1. Биологическая характеристика сига сибирского (пыжьяна)

2.1.1. Систематика и морфологическая характеристика

Семейство: Лососевые

Подсемейство: Сиговые

Род: Сиги

Вид: Сиг обыкновенный

Подвид: Сиг сибирский, или пыжьян (*Coregonus lavaretus pidschian*, Gmelin 1789) [54].

Сибирский сиг, или пыжьян (*Coregonus lavaretus pidschian*, Gmelin 1789) – подвид полиморфного вида *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758). Является ценной промысловой рыбой с очень вкусным мясом.

Окраска спины данного представителя сиговых темно-серая, брюхо имеет светлую окраску. Чешуя серебристого цвета [47]. У крупных особей в окраске может присутствовать золотистый отлив (рис. 5).

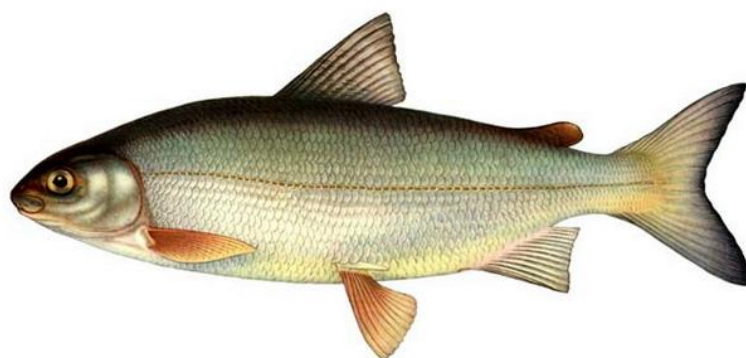


Рисунок 5 – *Coregonus lavaretus pidschian* [50]

Тело пыжьяна имеет торпедовидную форму [40]. Как и у всех рыб, с возрастом пыжьян все меньше растет в длину, и все больше начинает расти в высоту [11]. За головой располагается горб. В зависимости от популяции его может быть видно меньше или больше. Количество чешуй в боковой линии

варьирует от 73 до 93 шт. Половой диморфизм проявляется крайне редко и, в основном, у рыб старших возрастных групп.

В нерестовый период на теле и плавниках у сига-пыжьяна появляются белые эпителиальные бугорки, называемые «жемчужной сыпью». Отчетливее их можно наблюдать у самцов, т.е. это может говорить нам о том, что данная «сыпь» является неким «брачным нарядом».

Сибирский сиг имеет довольно короткое рыло округлой формы. Перед глазами так же имеется горбинка [48]. Рот нижний. Зубы, в небольшом количестве, присутствуют лишь на язычной пластинке. Нижняя челюсть короткая. Также, пыжьян характерен малым количеством жаберных тычинок, их количество варьирует от 15 до 23 шт.

Хвост гомоцеркальный, т.е. обе лопасти хвостового плавника имеют одинаковые размеры. Кроме того, лопасти у данного подвида сиговых заострены на концах. Хвостовой стебель высокий. На брюшной поверхности, за анальным отверстием расположен анальный плавник.

Особь печорской популяции сибирского сига растут медленно. В возрасте 10-12 лет длина тела по Смитту составляет около 40-45 см, а масса тела варьирует от 1,0 до 1,5 кг [24]. Предельная длина тела особи пыжьяна 50-70 см [28]. Масса, которой могут достигать представители данного подвида, составляет около 2,4 кг.

Однако, важно отметить, что в промысловых уловах, средние значения длины тела пыжьяна варьируют от 20 до 40 см, а масса – от 0,3 до 0,5 кг.

2.1.2. Ареал и условия обитания

Пыжьян является одним из северных представителей своего подсемейства. Данный подвид широко распространен в бассейне Северного Ледовитого океана, от Скандинавии до Чукотки. Пыжьян может образовывать полупроходные, озёрно-речные и жилые формы [27].

Пыжьян – холодолюбивая рыба. Обитает по всей длине рек, однако чаще в низовьях, а также в устьевых участках морей. Кроме того, может населять озёра [16].

Полупроходная форма сига-пыжьяна р. Печора нагуливается в пойменных водоёмах и на участках среднего и нижнего течения реки, в дельте и приустьевых пресноводных губах, в реках и озёрах, связанных с Печорским заливом и Коровинской губой [32]. В поисках лучших условий рыбы могут перемещаться из одних водоёмов в другие. В тоже время часть популяции может оказаться в отшнуровавшихся водоёмах с неблагоприятными условиями. Вследствие большого разнообразия нагульных участков по трофическому уровню и высокой корреляции темпа роста сига-пыжьяна с условиями нагула популяция его отличается необычайно широкой размерно-возрастной структурой [32].

Особенность бассейна реки Печора на территории Республики Коми состоит в широком распространении сиговых рыб – проходных, полупроходных и оседлых форм. В бассейне реки Печора по данным Института Биологии Коми Научного центра Уральского отделения РАН к сиговым относятся 6 видов: нельма, омуль, сиг, чир, пелядь, ряпушка.

Как и в большинстве крупных рек Сибири и Европейского Севера, в бассейне реки Печора основные места нагула, зимовки сига-пыжьяна расположены в дельте и опресненных участках Печорского залива, здесь сосредоточен основной его промысел. Однако небольшие экологические группировки пыжьяна, обитающие в пределах Усинского (бассейн реки Уса), Печорского и Усть-Цилемского районов (бассейн реки Печора) имеют важное значение в структуре популяции печорского сига-пыжьяна, поскольку позволяют оптимально реализовать возможности биоценоза и обеспечивают устойчивость вида к разного рода неблагоприятным воздействиям [39].

2.1.3. Питание и размножение

Сибирский сиг по типу питания является бентофагом, однако может прибегать к хищничеству. Рацион питания молоди данного подвида сиговых, в основном, составляет зоопланктон. Взрослые особи питаются зообентосом, который включает в себя моллюсков, личинок хирономид и ракообразных. При хищничестве в рацион сибирского сига входит молодь рыб, а на нерестилищах – икра. Питается пыжьян в течение всего года.

Половой зрелости представители данного подвида достигают в возрасте 5-7 лет [28]. Для нереста, половозрелые особи совершают нерестовые миграции – поднимаются вверх течения населяемых рек. Нерестится сибирский сиг один раз в два года.

Пыжьян является осенне-зимненерестующей рыбой [17, 26]. Сроки нереста сильно растянуты: с середины сентября до конца ноября, и зависят от температуры воды. Оптимальной нерестовой температурой пыжьяна принято считать 4°C и ниже.

В Республике Коми, по нашим наблюдениям, нерестовая кампания пыжьяна начинается ориентировочно в третьей декаде сентября–первой декаде октября. Сибирский сиг является литофилом, т.е. нерест происходит на галечниковом грунте. Инкубация икры продолжается до третьей декады апреля-начала мая.

Плодовитость одной самки сильно варьирует, в зависимости от популяции: обская популяция – 12,7-49,5 тыс. шт. икринок; карская популяция – 5,3-50,8 тыс. шт.; 27,0-28,0 тыс. шт. – печорская популяция; 3,8-10,0 тыс. шт. икринок – енисейская популяция. Диаметр ооцитов составляет около 1,2 мм [13].

2.2. Биотехника воспроизводства сиговых видов рыб

2.2.1. Работа с производителями

Искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов начинается с важного этапа – работы с производителями. В зависимости от вида рыб, данная работа строится по-разному. В целом, есть два основных способа: содержать ремонтно-маточное стадо на заводе, от которого получать половые продукты, или осуществлять отлов диких производителей, идущих на нерест. Еще можно покупать оплодотворенную икру или уже подрощенную личинку у сторонних организаций, доращивать ее до нужной навески и выпускать в естественные водоемы.

При содержании ремонтно-маточного стада на заводе, работа с особями, от которых в текущем году планируется получение половых продуктов, начинается с определения зрелости икры. Один из самых эффективных методов сделать это посредством аппарата УЗИ.

Рыб, запланированных к «доению», вылавливают из бассейнов сачком. Сеть сачка бывает двух типов вязки: узелковый и безузелковый. Первый применяется для работы, например, с осетровыми видами рыб, т.к. в силу особого строения их чешуи, такой тип вязки сети сачка не будет их обьачивать и травмировать. Второй тип применяется для более «нежной» в этом отношении рыбы, в том числе для сиговых.

После вылова рыбы, её взвешивают, измеряют длину тела и фиксируют номер индивидуальной метки, если таковая имеется. Затем приступают непосредственно к определению зрелости гонад.

Не все, запланированные к нерестовой кампании, особи успевают дозреть к нужному сроку [41]. Зрелых и незрелых особей рассаживают отдельно. Также, самцов и самок сажают по гендерной принадлежности, во избежание преждевременного нереста и осеменения икры.

Несозревшие особи делятся на тех, кто по каким-то причинам вовсе не готов к нересту в текущем году, и на тех, кто созревает с неким отставанием от планового графика.

Полностью неготовых к нересту особей отсаживают к другим, подобным, а тех рыб, которые отстают в созревании от плана, начинают стимулировать.

Важно отметить, что зрелость гонад принято делить на шесть стадий:

- первая стадия – еще её называют юношеской. Особи с такой стадией созревания являются неполовозрелыми. Половую принадлежность на данной стадии определить довольно сложно или практически невозможно, в зависимости от вида рыбы.

- вторая стадия – стадия покоя. Половые железы довольно малы в размере. Ооциты, как правило, в силу маленьких размеров, невидны невооруженным глазом. Молоки имеют прозрачный цвет.

- третья стадия – стадия созревания. Ооциты увеличились в размере и видны простым глазом, молоки приобретают на данной стадии бледно-розовый оттенок. Гонады довольно быстро начинают набирать объем.

- четвёртая стадия – стадия зрелости. И икра, и сперма на данной стадии уже созрели. Гонады на данной стадии достигают предельного объема и массы, однако при попытке сцедить половые продукты – результат остается безуспешным.

- пятая стадия – стадия размножения. Особи становятся текучими, то есть половые продукты выметываются ими самостоятельно. При сцеживании икра и сперма выходят без усилий.

- шестая стадия – стадия выбоя. Особи на данной стадии отнерестились. Половые железы имеют вид спавшихся, пустых мешочков, в которых могут оставаться единичные икринки и остатки спермы.

Также, рыб принято делить по характеру нереста на две группы: с единовременным типом икрометания и с порционным типом.

Первая группа, к ней, в том числе относятся сиговые виды, выметывает икру практически за один раз. Могут быть непродолжительные интервалы.

Вторая группа, выметывает икру небольшими порциями с интервалами от нескольких дней до нескольких недель. В какой-то степени такой способ выметывания икры более эффективен с точки зрения выживаемости. Связано это с тем, что одна или несколько порций икры могут, по какой-то причине, оказаться в неблагоприятных для развития условиях, либо быть съедены хищниками. При этом икра из остальных порций выживет.

Существует три способа стимулирования незрелых гонад:

1. Экологический. Суть способа заключается в том, что условия окружающей среды делают максимально приближенными к тем, в которых конкретный вид нерестится в природе.

К плюсам можно отнести отсутствие стимулирующих препаратов, введение в организм рыбы которых, при недостатке навыков персонала, проводящего процедуру, может привести к заболеванию особи и инфицированию места прокола.

К минусам, на мой взгляд, относится тот факт, что создать условия, приближенные к естественным, возможно исключительно в установках замкнутого водоснабжения. То есть, например, при прудовом выращивании или в хозяйствах с проточной системой водоподачи сделать это будет непросто.

2. Физиологический. Данный способ подразумевает под собой введение стимулирующих инъекций. Такой метод ещё называют методом гипофизарных инъекций. Рыбам вводят препарат, который можно изготовить непосредственно на самом заводе из гипофиза «родственных» видов рыб, либо из гипофиза карповых рыб, т.к. их гипофиз является практически универсальным. Кроме этого, можно использовать уже готовый препарат. На сегодняшний день, чаще всего используют именно покупной препарат, т.к. это намного проще, нежели готовить его самостоятельно. Правильно выполненная инъекция не наносит вреда рыбе и никак не сказывается на

качестве мяса с кулинарной точки зрения, если рыба, помимо всего прочего, выращивается как объект товарной аквакультуры.

Плюсы и минусы данного способа обратно пропорциональны положительным и отрицательным сторонам предыдущего метода. Однако есть еще один недостаток физиологического метода, который заключается в том, что применим он, в основном, для весенне-летнерестующих видов рыб.

Важно отметить, общая доза гипофизарного препарата, для введения самкам, делится на несколько инъекций: одна или несколько предварительных и одна разрешающая, которые производятся с определенным временным интервалом между собой.

Также, немаловажным фактором является то, что введение гонадотропного гормона окажет положительное влияние только в том случае, когда гонады рыбы находятся в завершенной четвертой стадии созревания. Если стадия созревания меньше, то положительного эффекта от инъекции не будет, дозревания гонад не произойдет. В худшем случае, они и вовсе станут не пригодными для оплодотворения.

3. Эколого-физиологический. Как можно догадаться из названия, данный способ это некая совокупность двух вышеперечисленных методов. При использовании данного способа стимулирования недозревшим особям вводят гипофизарные инъекции и при этом содержат их в условиях, максимально приближенных к естественным.

Если рыбоводный завод не располагает достаточными производственными мощностями для содержания собственного ремонтно-маточного стада, то в таком случае предприятие получает Разрешение на добычу водных биологических ресурсов, в целях искусственного воспроизводства, в территориальном органе Федерального агентства по рыболовству. Согласно данному документу, рыболовная бригада добывает особей-производителей в установленные сроки и разрешенными орудиями лова.

Добытых рыб высаживают на выдерживание в садки, которые устанавливают неподалеку от места дислокации рыболовного лагеря. Самок и самцов рассаживают раздельно, во избежание преждевременного нереста.

С периодичностью в два-три дня производителей достают из садков и проверяют текучесть [6].

2.2.2. Нерестовая кампания

Этап получения созревших половых продуктов и его качество напрямую оказывает влияние на дальнейший процесс выращивания водных биологических ресурсов. На данном этапе искусственного воспроизводства очень важно правильно осуществлять все манипуляции.

После того, как гонады всего необходимого количества производителей созрели, рыбоводы приступают к так называемой «дойке», то есть непосредственно к получению рыбоводной икры и спермы.

Получение икры и её осеменение осуществляют при ровном рассеянном свете, попадание прямых солнечных лучей нельзя допускать, так как это пагубно влияет на ооциты. Во избежание термического шока или ожога, а вследствие и гибели икры, температура воздуха, при которой ведется процесс получения половых продуктов, должна быть близкой к температуре воды.

Всего выделяют четыре метода получения половых продуктов у рыб:

1. Сцеживание. Данный метод подразумевает прижизненное получение половых продуктов. Рыб снова вылавливают, записывают номер индивидуальной метки (при наличии), взвешивают и измеряют длину тела. Затем брюшко, анальное отверстие и анальный плавник обтирают насухо полотенцем или салфеткой. Делается это во избежание попадания слизи или воды в икру. После вышеперечисленных манипуляций, на специальном столе, держа особь одной рукой практически за стык спины и головы, не зажимая жаберных крышек, второй рукой, аккуратно, без усилий, надавливая

на брюшко, не спеша проводят от грудных плавников до анального отверстия до тех пор, пока половые продукты не перестанут выходить. У полностью созревших самок, большая часть икры выходит сама, и непосредственно к самому сцеживанию прибегают уже когда икры остается мало.

Икра очень хрупкая, поэтому необходимо следить за тем, чтобы она струйкой стекала по стенке таза. Ни в коем случае нельзя допускать падения икринок даже с небольшой высоты, так как это приведет к травмированию, а в дальнейшем к гибели ооцитов.

Специальный стол представляет собой металлическую конструкцию с отверстием по центру столешницы такого диаметра, чтобы в него можно было вставить эмалированный или пластиковый таз, непосредственно в который и осуществляется сцеживание.

Данный способ применим для лососевых, частичковых и сиговых видов рыб, а также для рыб с порционным типом икрометания.

2. Вскрытие. Этот способ не подразумевает под собой повторного использования производителей. Изначально он был разработан для получения половых продуктов от крупных особей осетровых рыб, таких как, белуга, калуга и др. При использовании данного метода особей умерщвляют ударом по голове. Затем особь необходимо обескровить, во избежание попадания крови в икру. Для этого производят надрезы на жабрах, хвостовой вене и затылочной части, подвешивают. После вытекания крови тушку омывают водой, насухо обтирают полотенцем. Затем осторожно вскрывают брюшную полость и извлекают половые продукты в подготовленную тару. В дальнейшем такую рыбу можно сдать на пищевую переработку или утилизировать как биоотходы.

3. Комбинированный способ. Данный способ является совокупностью двух предыдущих. Сначала максимально сцеживают половые продукты, а когда сделать это без усилий не представляется возможным, то особей забивают и вскрывают, получая тем самым остатки половых продуктов.

4. Прижизненный. Данный метод применяется исключительно у осетровых видов рыб, в силу особого строения яйцеводов. Существует две вариации данного способа:

- первый – «кесарево сечение». Данный метод был разработан в 1969 году И.А. Бурцевым. Подразумевает под собой проведение полноценной хирургической операции. Самок, под общей анестезией, укладывают на стол, производят разрез брюшка, извлекают половые продукты, дезинфицируют разрез и приступают к наложению хирургических швов. На сегодняшний день, данный метод применяется редко.

- второй – метод надрезания яйцеводов. Данный метод был разработан в 80-е годы прошлого столетия С.Б. Подушкой. Самок кладут боком на стол, накрывают голову мокрым полотенцем и аккуратно вводят скальпель в половое отверстие. Затем производят небольшой надрез в каудальной части стенки яйцеводов. После этого, икру сцеживают так же, как описано в первом способе.

Важно отметить, что существует вторая вариация данного метода, когда надрез не делают вовсе. При использовании такого способа, вводят плоский предмет, например ручку скальпеля в половое отверстие тем самым открывая его, вторая рука в это время осуществляет массирующие, сцеживающие движения по брюшку.

После того, как икра и сперма получена, приступают к осеменению. Способов осеменения икры существует три:

1. Сухой. Данный метод применяется у видов рыб, у которых спермии очень быстро теряют свои функциональные способности, попадая в воду. Стоит отметить, что для сиговых видов рыб используют именно сухой способ.

При сухом методе осеменения, икру помещают в эмалированный или пластиковый таз, заливают туда сперму и аккуратно перемешивают для того, чтобы сперма равномерно распределилась по всему количеству икры. Затем в таз вливают воду и снова перемешивают всё содержимое. После попадания

воды в таз, спермии активируются и начинают оплодотворять икру, при этом можно заметить выделение и подъём на поверхность воды своеобразной пены.

2. Полусухой. Суть данного способа заключается в том, что сперму разводят с водой, а затем выливают полученную смесь в икру, помещенную заранее в таз. После смешивания половых продуктов, содержимое таза перемешивают. Данный способ наиболее эффективен для оплодотворения, например осетровых видов рыб.

3. Мокрый. При использовании данного метода в таз с икрой наливают воду, затем выливают туда сперму и тщательно перемешивают. Кроме того, существует вторая вариация мокрого метода осеменения, суть которой заключается в том, что в таз наливают воду, после чего туда одновременно вносят и икру, и сперму, также тщательно перемешивая. Данный способ осеменения наиболее эффективен, например, для волжской сельди.

Как было сказано выше, для осеменения икры сиговых видов рыб применяют сухой метод. В таз сцеживают икру от нескольких (чаще двух-трёх) самок. Затем добавляют к полученной икре сперму от трёх-четырёх самцов и аккуратно перемешивают всё содержимое тары. После этого, манипуляции повторяют ещё один или несколько раз, в течение десяти минут [44]. По прошествии означенного времени, в ёмкость добавляют небольшое количество воды и снова перемешивают половые продукты. Затем икру оставляют на несколько минут в покое. Завершают процесс осеменения промыванием и обесклеиванием икры, для этого её оставляют под стоком воды слабой проточности, либо меняют воду в тазу каждые 20-30 минут, при этом нужно учесть, что воды должно быть в три-четыре раза больше, чем икры (рис. 6). Данная процедура продолжается в течение, приблизительно, двух-трёх часов. За это время удаляются остатки спермы, органические примеси, погибшая и неоплодотворенная икра, сами ооциты набухают и обесклеиваются.



Рисунок 6 - Икра сиговых в тазах [52]

При правильном подходе, оплодотворяемость икры сиговых видов рыб составляет около 95%.

Если осеменение икры производят на рыболовных пунктах, то после оплодотворения ооцитов, полученный материал необходимо транспортировать на завод, в инкубационный цех. Транспортировка осуществляется в специальных пенопластовых ящиках, в которые закладываются рамки с уложенной на них икрой.

Из оборудования для подготовки к транспортировке икры необходимы: термо-ящики (рис. 7), рамки для икры, марля, небольшой плоский сачок с мелкой ячейей дели, пол-литровая кружка, дно которой представляет собой мелкую сеть.



Рисунок 7 – Термо-ящик с рамками для транспортировки икры

Из тазов икры вылавливают плоским сачком и накладывают её в кружку с сетчатым дном. После наполнения кружки, икру из неё перекалывают на рамку, поверх которой расстелена марля. Размеры марли должны превышать размеры рамки приблизительно в два раза.

На одну стандартную рамку выкладывают по две-три полных кружки икры. Затем, свободные куски марли заворачивают конвертом, чтобы полностью закрыть икру. Готовую рамку укладывают в термо-ящик. Процедуру повторяют до заполнения ящика. Время транспортировки, в таких ящиках, может достигать 5-7 часов.

2.2.3. Инкубация икры

Для инкубации икры сигов применяют аппараты, в которых икра находится в постоянном движении. Чаще всего, используют аппараты Вейса.

Конструкция такого аппарата представляет собой металлическую стойку, на которую устанавливаются стеклянные колбы с пластмассовым оголовком с носиком. Объём одной колбы может варьировать от 5,0 до 12,0 литров. На сегодняшний день существуют различные конструкции данного

инкубационного аппарата, которые позволяют устанавливать в одну стойку разное количество колб. Некоторые конструкции представлены двухъярусным расположением колб.

Самый распространенный объем одной колбы составляет 8,0 литров. В одну такую колбу можно заложить на инкубацию до 300,0 тыс. шт. икринок сиговых рыб. Норма закладки икры пыжьяна в одну колбу варьирует от 280,0 до 310,0 тыс. шт., в зависимости от размеров икринок, которые, в свою очередь, зависят от размеров и возраста самок. Сама колба имеет круглое сечение, сужаясь в виде конуса книзу (рис. 8).



Рисунок 8 – Инкубационный аппарат Вейса [49]

Перед закладкой икры на инкубацию, заблаговременно, всю систему аппарата обязательно промывают и дезинфицируют.

У каждой колбы установленной на стойке имеется своя независимая водоподача. Вода подается в колбу снизу через подсоединенный к кранику шланг. Пластиковый носик оголовка колбы направляют к желобу, который переходит в ёмкость-отстойник (рис. 9).



Рисунок 9 - Колбы Вейса и желоб [52]

Вода из колбы переливается через носик оголовка в желоб, откуда попадает в отстойник. Из отстойника, выклюнувшуюся личинку вылавливают рыбоводы и рассаживают по выростным бассейнам. Расход воды в аппарате составляет от трёх до четырёх литров в минуту [18, 19].

Инкубация икры сиговых происходит при температуре воды 0,1-1,0 °С (рис. 10). Массовый выклев происходит при температуре воды около 5,0-6,0 °С. Если речь идет о рыбоводном заводе с установкой замкнутого водоснабжения, то постепенно температуру воды, в течение всего периода инкубации, увеличивают. Если предприятие работает на проточной системе водоподдачи, то температура воды поднимается самостоятельно, в зависимости от погодных условий. Продолжительность инкубации икры сигов варьирует от 145 до 200 суток, сига сибирского – от 150 до 180 суток. Количество градусодней колеблется в интервале от 86 до 210, у пыжьяна – 125-160. Количество растворенного в воде кислорода, на протяжении всего периода инкубации, должно находиться в диапазоне от 8,5 до 10,5 мг/л.



Рисунок 10 – Инкубация икры сига в аппарате Вейса [52]

2.2.4. Выращивание молоди

За 1,5- 2 недели до начала вылупления начинают барботацию икры мелкодисперсным воздухом. Это позволяет сократить время вылупления, сделать его более массовым. Растянутое вылупление в дальнейшем может вызвать проблемы с кормлением [12].

В конце апреля-начале мая, личинки начинают массово выклевываться из яичевых оболочек. Поднимаясь по инкубационной колбе вверх, они попадают в желоб, из которого, с током воды, перемещаются в бак-отстойник.

Из бака личинок аккуратно вылавливают сачками с мелкой ячеей дели и пересаживают в выростные бассейны или пруды. Для транспортировки молоди из инкубационного цеха завода до выростных площадей, личинку рассаживают по пластиковым ведрам, объемом каждого около 10,0 литров и доставляют к местам подращивания.

Важно соблюдать нормативные плотности посадки рыбы, дабы избежать повышения, так называемого отхода, или погибших особей [33]. В среднем, плотность посадки личинки, не должна превышать 50,0 тыс. шт. на

1,0 м³, то есть в неполное 10-ти литровое ведро можно посадить около 400 экз. личинок сига. Средняя масса выклюнувшихся предличинок 8 мг. Для оптимизации процесса подсчет молодежи осуществляют эталонным методом, то бишь отсчитывают необходимое количество особей в одно ведро, а в остальные ведра подсчет ведется примерный, опираясь на эталон. Дабы избежать падения уровня кислорода в эталонной мерке, туда погружают небольшой аквариумный распылитель воздуха. Периодически эталонную мерку меняют другой.

Удобнее и безопаснее, по отношению к личинке, использовать бассейны с верхним уровнем сливом воды, который оборудуют сетью из планктонного газа. Кроме того, можно использовать бассейны с донным водосливом, однако «фонарь» (металлическая решетка цилиндрической формы) так же необходимо оборудовать планктонной сетью, во избежание вымывания личинок из бассейнов с током воды.

Уровень воды в бассейнах поддерживается около 40 см. Освещение бассейнов должно поддерживаться не менее 14 часов в сутки, при скорости светового потока не менее 1,0 тыс. люкс.

Для подращивания и дальнейшего выращивания личинок сига, как правило, используют бассейны ИЦА-1 и ИЦА-2. Однако можно использовать и другие типы бассейнов.

Расход воды регулируется и 2-3 раза в сутки чистятся защитные сетчатые рамки и «фонари». Это обеспечивает нормальный газовый режим в бассейнах, а также способствует выносу излишков органики. Проверять состояние предличинок надо через каждые 1-2 дня. В случае появления особей, пораженных сапролегнией, их удаляют пинцетом или при помощи резиновой груши со вставленной в нее пластиковой трубкой. Количество «отошедшей» молодежи фиксируют в журнале [8, 37].

В тех случаях, когда произошло очень сильное заиливание дна бассейна, их аккуратно промывают. Для этого приспускают воду до слоя 0,1 м, а затем осторожными круговыми движениями птичьего пера создают ток воды,

перемещающий предличинок к одной из стенок бассейна. Освободившуюся от молоди площадь дна очищают от ила посредством использования сифона. По окончании очистки одной части площади дна и указанным способом переместив на нее предличинок, приступают к чистке другой части [8, 37].

Плотность содержания предличинок до навески 80 мг составляет 40-50 тыс. шт/м³. Насыщение воды кислородом в придонных слоях и на вытоке во всех емкостях должно быть не ниже 70 %.

Содержание растворенного в воде кислорода в течение всего периода выращивания поддерживают путем оксигенации таким образом, чтобы на входе в бассейны концентрация кислорода была не более 11-12 мг/л, на выходе – не менее 6 мг/л [22]. Содержание общего азота в воде в период выращивания личинок до массы 50 мг – не более 0,7 – 1,0 мг/л. В остальной период выращивания содержание общего азота в воде – в пределах 1,0 – 2,0 мг/л.

В период выдерживания предличинок наблюдают за температурой воды, от которой зависит темп их развития. Температуру воды измеряют три раза в сутки: в 07:00, в 13:00 и в 19:00. Нельзя допускать резких колебаний температуры воды. Повышение температуры воды с 6-8 до 8-12 °С должно происходить постепенно. При такой температуре воды личинок выращивают до массы 0,05 г, затем температура увеличивается до 16°С.

2.2.5. Выпуск молоди в естественные водоемы

Выпуск молоди в естественные водоёмы может осуществляться по трем разным направлениям (источникам финансирования деятельности):

- государственное задание. Государством устанавливается объём и средняя навеска особей, подлежащих выпуску. Кроме того, устанавливается водный объект, в который будет осуществлен выпуск. Однако, стоит отметить, что государственное задание устанавливается исключительно бюджетным учреждениям, например – ФГБУ «Главрыбвод».

- компенсационные мероприятия. Такой тип подходит как для бюджетных, так и для коммерческих организаций. Суть заключается в том, что хозяйствующий субъект, нанёсший ущерб в процессе своей деятельности, должен его компенсировать, путём выпуска определенного количества водных биоресурсов. Исключением является ущерб менее 10 кг в натуральном выражении. В таком случае антропогенное воздействие принято считать безущербным. Хозяйствующий субъект заключает договор возмездного оказания услуг с рыбоводной организацией (на свой выбор), которая в свою очередь осуществляет выпуск молоди.

- за счет собственных средств. Бывают случаи, когда количество рыбы, готовое к выпуску, превысило плановые значения, при этом продать излишки контрагентам по каким-то причинам не представляется возможным. В таком случае, рыбоводная организация может осуществить выпуск молоди за счет собственных средств, как бы компенсируя имеющийся в водоеме ущерб. Помимо этого, такой выпуск может осуществить любая организация, имеющая желание в счет своего бюджета, приобрести рыбу у рыбоводного завода с целью дальнейшего выпуска. Однако тут нужно учитывать приёмную ёмкость водного объекта, предельные сроки выпуска, навеску и др. При успешном согласовании такого выпуска в территориальном управлении Росрыболовства, рыбоводные организации осуществляют такие выпуски, во избежание её гибели на заводе (например атлантический лосось на сталии серебрения).

С целью государственного контроля исполнения мероприятий по искусственному воспроизводству водных биологических ресурсов, все выпуски рыбы в естественные водоемы осуществляются в присутствии комиссии, состав которой утверждается Федеральным агентством по рыболовству. Как правило, в состав комиссии входят представители территориальных управлений Росрыболовства, ФГБУ «Главрыбвод», ФГБНУ «ВНИРО», Росприроднадзора, профильных Министерств, Комитетов, Департаментов.

При выпуске молоди, необходимо вести её учет. Учет можно вести следующими способами [2]:

- сплошной (весовой, объёмный, поштучный);
- повременный (весовой, объёмный);
- бонитировочный.

При сплошном методе учета рыбоводной продукции, вся выпускаемая молодь измеряется объёмно, взвешивается или поштучно просчитывается.

Учет водных биоресурсов при использовании такого метода осуществляется посредством мерной ёмкости, объёмом не менее 500 мл или мерного веса, массой не менее 500 г.

Каждая десятая объёмная или весовая мерка просчитывается, определяется средняя арифметическая величина количества молоди в мерке. В свою очередь, получив данную величину по ней осуществляют общее количество выпускаемой молоди.

Повременный метод учета водных биоресурсов подходит для предприятий, использующих для выращивания молоди пруды. Учет начинают вести непосредственно после открытия водоспускных сооружений, и продолжают его в течение всего времени спуска воды из выростных площадей.

Часто встречаются хозяйства, выращивающие рыбу в прудах в поликультуре, то есть в одном пруду на выращивании находится несколько видов водных биологических ресурсов.

Устройства для учета молоди данным методом, позволяют минимизировать травматизм ВБР.

Периодичность взятия пробы должна быть не реже, чем 1 проба через каждые два часа. Продолжительность взятия одной пробы зависит от интенсивности ската рыбы, её средней навески и вида учетного сооружения, однако не может составлять менее одной минуты. Отсчет времени при взятии проб ведется посредством песочных часов или секундомера.

Пробу следует брать специальным устройством из толщи воды, пересчитывая соотношение площади уловителя к площади сечения воды в пролетах шлюзов, или установкой ловушки, перекрывающей весь поток воды в пролетах шлюзов.

Изъятая проба взвешивается на поверенных весах. Если масса такой пробы составляет не более 0,5 кг, то пробу обрабатывают целиком. Если масса пробы составляет более 0,5 кг, то после её обработки, из неё отвешивают от 0,1 кг до 0,5 кг – в зависимости от вида выпускаемой рыбы и её размерно-весовых характеристик.

Вся выловленная рыба, либо контрольная проба сортируют по видовой принадлежности, после чего осуществляется поштучный пересчет, для вычисления процентного соотношения видов, находящихся в одной пробе. После этого, определяют количество рыбы, которое было пропущено за одну минуту и пересчитывают на периодичность взятия проб.

Итоговое количество рыбы за сутки равняется сумме результатов, которые были получены для каждого интервала.

Бонитировочный метод подразумевает под собой разделение выростного сооружения на зоны учета. Отбор проб осуществляется посредством использования орудий лова, для которых определяют коэффициент уловистости. Отбор проб производится одновременно, либо в очень небольшими временными интервалами. Количество молоди в выростном сооружении рассчитывают вероятностно-статистических методов, опираясь на анализ проб, и учитывая при этом коэффициент уловистости.

Стоит отметить, что учет молоди сиговых видов рыб осуществляют, как правило, сплошным методом учета.

После проведения учета выпускаемой молоди ВБР, приступают непосредственно к выпуску оной в естественные водоёмы. Важно сказать, что для достижения лучшей выживаемости молоди в естественных водоёмах,

кормление прекращают за 1-1,5 суток. Это повышает адаптивные способности рыбы.

Также, важно учитывать температуру воды выростных сооружений и водоема, в который проводят выпуск. Разница этих температур не должна превышать 1-2 °С. Тем не менее, если разница превышает такие показатели, то перед выпуском необходимо выровнять эти температуры.

Как правило, это выполняется с помощью мотопомпы. Воду из водоема выпуска смешивают с водой в живорыбных ёмкостях. Повышение или понижение температуры должно протекать со скоростью не более 1°С/час.

Выбор места выпуска осуществляют заранее. Оно должно соответствовать основным физиологическим потребностям конкретного вида ВБР.

Непосредственно сам выпуск молоди могут осуществлять из разных живорыбных ёмкостей:

- специализированный живорыбный транспорт. Представляет собой грузовой автомобиль, с установленными на его раму живорыбными баками, которые оснащены системой подачи кислорода и воздуха. Такой способ выпуска более подходит для крупной рыбы (средней навеской от 3,0 г).

- живорыбные мешки. Это рукав из плотного полиэтилена, вывернутый таким образом, чтобы получились двойные стенки мешка. Концы рукава завязывают и запаивают воском с одной стороны, затем около трети объема мешка заполняют водой, помещают внутрь рыбу, закачивают кислород на весь оставшийся объём и запаивают второй конец рукава. По необходимости и долгой транспортировке при высокой температуре воздуха, мешки могут обкладывать льдом. Такой способ больше подходит для выпуска личинок или небольшого количества взрослой молоди.

Завершающим этапом выпуска молоди рыб в естественные водоемы является оформление членами комиссии Акта приема-передачи рыбоводной продукции (далее – Акт), который составляется на каждую партию молоди

или каждый рейс машины, отдельно. В Акте указываются следующие данные:

- дата и время погрузки;
- реквизиты организации-отправителя;
- количество и навеска отгруженной молоди;
- сведения о температуре воды, воздуха при отгрузке;
- состояние молоди и реквизиты ветеринарно-сопроводительной документации;
- подписи членов комиссии, совершивших отгрузку;
- каким образом рыба транспортировалась к месту выпуска;
- время транспортировки, количество отхода и место выпуска;
- дата и время выпуска, состояние молоди при выпуске, температура воды и воздуха при выпуске;
- фактически доставленное количество молоди к месту выпуска (без учета отхода);
- подписи членов комиссии, осуществивших выпуск;

Кроме того, в состав Акта входит Карточка определения средней штучной навески молоди, Карточка учета выпускаемой рыбы (с указанием метода учета), а также копия ветеринарно-сопроводительной документации.

2.3. Состояние промысловых уловов пыжьяна

Среди сиговых рыб бассейна р. Печора важное промысловое значение имеет полупроходная форма сига-пыжьяна. Промысел изымает половозрелую часть популяции в период нерестовой миграции. В количественном отношении велик сиг в водных объектах Нижней Печоры и бассейне реки Уса. По мере продвижения к верхней части реки сиг становится малочисленнее[39].

В составе уловов до 1960 года по данным исследований Института Биологии на различных участках реки Уса доля сига-пыжьяна колебалась в пределах от 2% (о. Дибожди) до максимального значения 40%(д. Сынянырд), среднее значение 20-22% (Ошкурья, Адзьва, Макариха) [23]. До 90-х годов прошлого столетия в промысловых уловах всех видов рыб в бассейне Нижней и Средней Печоры доля сига составляла до 35 %, по прошествии ряда лет его доля не превышала 5 %. В промысловых уловах из всех видов рыб на долю пыжьяна с 1990 года приходится не более 5%.

2.4. Влияние рыбоводных предприятий на окружающую среду

Основными факторами воздействия рыбоводных предприятий на окружающую среду являются:

- сброс сточных вод;
- химические вещества, применяемые в рыбоводстве с целью лечебно-профилактических мер;
- отсутствие генетического разнообразия выпускаемой молодежи, с заводов, не использующих половые продукты диких производителей;
- использование воды, в случаях, когда для подачи воды на предприятие регулируют уровень воды в водоеме и др.

Рыбоводные предприятия оказывают сильное влияние на эвтрофикацию водоемов. При сбросе неочищенных сточных вод, в водоем попадают остатки несъеденного корма, фекальные массы, продукты метаболизма [15, 42].

Основными эвтрофицирующими веществами являются фосфор и азот. Средняя растворимость фосфора составляет порядка 50%. Это говорит о том, что примерно половина фосфора, содержащегося в сухих комбикормах не усваивается рыбой и попадает в воду вместе с фекальными массами. Только 20 % фосфора, который попал в воду, растворяется там в течение нескольких

часов. Оставшиеся 80 % могут еще долго оставаться в водоеме, находясь в связанном состоянии.

Способность азота и белков к растворению составляет порядка 85-90%. Это говорит о том, что лишь 1/10 часть азотных соединений, входящих в состав корма попадает в водоем. Выделяемый рыбами азот, в основном представлен в жидком виде – аммонийный азот, то есть борьба с эвтрофицирующим воздействием азотных соединений путем только лишь отстаивания сбросной воды, а затем сборы донных отложений, не принесет положительного эффекта. Для очистки таких соединений используют биологические фильтры.

Степень негативных последствий зависит от уровня возможности водоема к самоочищению, который, в свою очередь, напрямую зависит от проточности и размеров водоема.

Органические соединения, попадая в водоток, оседают на дно, повышают темп роста и количество водорослей в акватории, которые в дальнейшем так же, оседают на дне. Из-за разлагающихся микроорганизмов увеличивается процент потребления растворенного в воде кислорода.

Экологическое воздействие также оказывают химикаты, применяемые в рыбоводстве, а именно:

- органические красители;
- антибактериальные препараты;
- 40% раствор формальдегида;
- поваренная соль;
- пероксид водорода и др.

Вблизи рыбоводного предприятия отмечается негативное влияние химикатов, применяемых при выращивании рыб. В первую очередь, воздействие оказывается на различные виды микроорганизмов.

Большое количество применяемых лекарственных препаратов, в том числе антибактериальных, особенно опасно, когда мощность рыбоводного завода или хозяйства велика. При таком условии, высока вероятность

накапливания веществ в грунтовых водах, что, в свою очередь, может привести к развитию бактерий, населяющих донные слои водоемов, имеющих повышенный уровень толерантности к таким препаратам.

Еще одним фактором, влияющим на окружающую среду, при искусственном воспроизводстве водных биологических ресурсов являются отходы, а именно:

- биологические отходы (погибшая икра и рыба);
- твёрдые отходы (пластиковые мешки из-под корма, тара из-под химикатов, и т.п.);
- опасные отходы (аккумуляторные батареи, ртутные лампы, химикаты с истекшим сроком годности и т.п.);
- донные отложения (на рыбоводных предприятиях, выращивающих рыб в садках, прудах).

Однако, важно отметить, что все вышеуказанные отходы представляют опасность только при неправильном обращении с ними.

Для складирования биологических отходов, на рыбоводных предприятиях оборудуют морозильные камеры. С определенной периодичностью такие отходы сдаются на утилизацию организациям, имеющим лицензию на осуществление соответствующей деятельности.

Твердые отходы должны быть рассортированы, и складированы. Такие отходы также необходимо сдавать на переработку организациям, имеющим лицензию на переработку или утилизацию конкретного вида и класса отходов.

Ил, получаемый посредством мелиорации водоемов можно утилизировать путем сжигания, либо пустить на переработку – в качестве удобрений на сельскохозяйственные поля. Места хранения ила должны быть правильно оборудованы – у донных отложений не должно быть возможности просачиваться в почву и грунтовые воды, а также стекать в поверхностные водоемы. Для этих целей могут применяться специальные бетонные площадки, бассейны и т.п.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы в бассейне р. Печора наблюдается сокращение запасов многих ценных видов рыб. Во многом, проблема возникла из-за нарушения естественных процессов воспроизводства, связанного с большими промысловыми нагрузками. Особенно остро это коснулось ценных проходных видов, таких как сиг и лосось. В настоящее время запас сига находится в депрессивном состоянии, что проявляется, прежде всего, в резком снижении величины нерестового запаса и соответственно вылова.

Учитывая большую ценность сига, были начаты исследования по его искусственному воспроизводству, конечной целью которых является сохранение сига как вида и восстановление его запасов до промыслового уровня.

В дальнейшем работы по уточнению биотехники выращивания сига будут совершенствоваться, особое внимание будет уделено корректировке температурного режима инкубации и температурному режиму подращивания.

При выпуске в р. Печору опытно-промышленных партий молоди сига-пыжьяна для поддержания его запасов должно быть учтено, что зарыбление водоема крупной молодью, обеспечивает высокий промысловый возврат, но дает риск потери молодью хоминга и снижения генетического разнообразия вида в водоеме, что влияет на генетическую структуру вида в водоеме и выражается в снижении сопротивляемости внешним условиям. Выпуск молоди с минимальной навеской позволяет минимально воздействовать на естественные процессы, как в водоеме, так и на саму молодь, в том числе, не снижая роли естественного отбора как основного регулятора существования вида.

Искусственное воспроизводство водных биоресурсов – сложный, трудоёмкий процесс. Из-за загрязнения водоемов, изменения среднегодовых температур и других факторов, для нормального функционирования

рыбоводных заводов, все чаще требуется дополнительная водоподготовка, подразумевающая под собой фильтрацию поступающей воды, очистку от ненужных и вредных примесей, бактериологическую очистку и т.п. Все это необходимо для обеспечения безопасности биологических ресурсов, находящихся внутри завода.

Однако, стоит отметить, что и сами рыбоводные предприятия, несомненно, наносят ущерб окружающей среде. При большой выращиваемой ихтиомассе и круглогодичном цикле выращивания, сбросные воды рыбоводных предприятий могут повышать эвтрофикацию водоемов и нарушать их газовый режим. Для правильного функционирования и минимизации таких воздействий, требуется очистка сбросных вод завода. Это необходимо для обеспечения безопасности окружающей среды, в первую очередь – водоемов и населяющих их гидробионтов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Водный Кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 №74-ФЗ (ред. от 14.07.2008 № 118-ФЗ).
2. Инструкция о порядке учета рыбоводной продукции, выпускаемой организациями Российской Федерации в естественные водоемы и водохранилища (утв. Роскомрыболовства 29.10.1994 N 44а-у) (Зарегистрировано в Минюсте РФ 09.02.1995 N 792).
3. Приказ Минсельхоза России от 30.01.2015 № 25 (ред. от 25.08.2015) «Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)».
4. Приказ Минсельхоза России от 31.03.2020 № 167 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам».
5. Приказ Росрыболовства от 06.05.2020 № 238 «Об утверждении Методики определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния».
6. Андрияшева М.А., Иванов Д.И., Михелес Т.П., Несветова Г.И., Остроумова И.Н., Педченко А.П., Печников А.С., Руденко Г.П., Стрелков Ю.А. Сборник методических рекомендаций по индустриальному выращиванию сиговых рыб для целей

- воспроизводства и товарной аквакультуры. – Санкт-Петербург.: ООО «Издательство «Лема», 2012. – 289 с.
7. Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. Технические средства аквакультуры: Учебное пособие. – Оренбург.: Оренбургский государственный университет, 2016. – 138 с.
 8. Биотехника искусственного воспроизводства рыб, раков и сохранение запасов промысловых рыб. Проект INTERREG / TACIS в рамках программы «Развитие научно-технической поддержки воспроизводства рыбных запасов в трансграничных водоёмах Литвы и России». – 2006. – 289 с.
 9. Борщенко Е.В., Мишин Д.В., Ермакова Г.С. и др. Справочно-аналитический обзор гидрологического режима устьевой области реки Печора. – Москва-Иваново.: ПресСто, 2021. – 152 с.: ил.
 10. Брызгалов В.А., Третьяков М.В., Румянцева Е.В., Шестакова Е.Н., Муждаба О.В. Реки опорных зон Российской Арктики и их современное состояние // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2018. – Т. 64, № 4. – С. 365-379.
 11. Венглинский Д.Л. Эколого-морфологические особенности пеляди субарктических водоемов // Труды института биологии Уральского филиала АН СССР. – 1966. – Вып. 49. – С. 17-36.
 12. Гамыгин Е.А., Лысенко В.Я., Скляр В.И., Турецкий В.И. Комбикорма для рыб: производство и методы кормления. – М.: Агропромиздат, 1989. – 168 с.
 13. Григорьев С.С., Седова Н.А. Индустриальное рыбоводство: в 2 ч. Ч. 1. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами: Учебное пособие для студентов специальности 110901 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский.: КамчатГТУ, 2008. – 186 с.

14. Гриневский Э.В. и др. Проектирование рыбоводных предприятий: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 223 с.
15. Ермакова Н.А., Эрнандэс С.А. Влияние рыбоводных предприятий на состояние окружающей среды // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 71-72.
16. Заделёнов В.А., Глущенко Л.А., Андрущенко П.Ю., Матасов В.В., Шадрин Е.Н. Морфо-экологическая характеристика сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus* (L.) озера Собачье (Плато Путорана) // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2016. – Т. 3, № 4 (12). – С. 45-50.
17. Иванов А.П. Рыбоводство в естественных водоемах. – Москва.: Агропромиздат, 1988. – 367 с.: ил.
18. Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике индустриального выращивания рыбопосадочного материала сиговых. – СПб.: ГосНИОРХ, 1991. – 30 с.
19. Князева Л.М., Костюничев В.В., Баранова В.П. Методические рекомендации по расчету основных рыбоводных показателей выращивания сиговых рыб индустриальным способом. – СПб.: ГосНИОРХ, 1995. – 22 с.
20. Кожин Н.И. и др. Справочник рыбовода. – М.: изд-во «Пищ. пром-сть», 1971. – 208 с.
21. Козлов В.И., Абрамович Л.С. Справочник рыбовода. – 2-е изд., перераб. И доп. – Москва.: Росагропромиздат, 1991. – 238 с: ил.
22. Козлов В.И. Справочник фермера-рыбовода. – М.: ВНИРО, 1998. – 447 с.
23. Козьмин А.К. Биология и состояние запасов сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788) (отряд — лососеобразные, семейство — сиговые) в реке Печоре. – Вестник рыбохозяйственной науки. – 2016. – Т. 3, № 2 (10). – С. 27-38.
24. Козьмин А.К. Морфо-экологическая характеристика Печорского сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin) (Coregonidae) и

- вопросы рационального использования его запасов: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Петрозаводск, 1994. – 23 с.
25. Ляйман Э.М. Болезни рыб: Практическое руководство для ветеринарных врачей. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 295 с.
26. Некрасов И.С. Морфофункциональные особенности сига-пыжьяна (*Coregonus lavaretus pidschian*) и хариусов (*Thymallus*) в разноширотных озерах Сибири с низкой антропогенной нагрузкой: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Москва, 2020. – 24 с.
27. Никольский Г.В. Частная ихтиология. – Москва.: Государственное издательство «Советская наука», 1950. – 436 с.
28. Никоноров И.В. Экология и рыбное хозяйство. – М.: Экспедитор, 1996. – 256 с.
29. Новосёлов А.П. Видовое и экологическое разнообразие ихтиофауны бассейна р. Печоры // Биология внутренних вод. – 2021. – № 3. – С. 261-270.
30. Новосёлов А.П., Студёнов И.И. Динамика современного состояния сиговых рыб в бассейне р. Печора // Труды ВНИРО. Водные биологические ресурсы. – 2014. – Т. 151. – С. 141-150.
31. Пономарев С.В., Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н., Федоровых Ю.В. Технология кормления и выращивания сиговых рыб, хариуса, белорыбицы, нельмы бассейновым, садковым и комбинированными методами // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. № 7. – С. 56-62.
32. Протопопов Н.К. Темп роста и половое созревание полупроходного сига пыжьяна реки Печора // Вопросы ихтиологии. – 1982. – Т. 22, Вып. 3. – С. 383-389.
33. Руденко Г.П. и др. Справочник по озерному и садковому рыбоводству. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 312с.

34. Сафронеев А.Э., Кокколова Л.М., Гаврильева Л.Ю. и др. Экологическая характеристика пеляди *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) в Вилуйском водохранилище и её заражённость паразитами // Иппология и ветеринария. – 2022. - №3(45). – С. 172-178.
35. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. – Москва.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1998. – 310 с.
36. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Часть 2. – Москва.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999. – 234 с.
37. Серпунин Г.Г. Биологические основы рыбоводства. – Калининград: Изд-во КГТУ, 1997. – 138 с.
38. Соколов В.Е. и др. Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. – Москва.: Издательство «Наука», 1984. – 224 с.
39. Соловкина Л.Н. Рыбные ресурсы Коми АССР. – Сыктывкар.: Коми книжное издательство, 1975. – 168 с.
40. Суханова Л.В., Смирнов В.В., Кирильчик С.В. Происхождение сиговых рыб озера Байкал: молекулярно-филогенетическая реконструкция // Сборник научных трудов ФГНУ «ГосНИОРХ». – 2007. – Вып. 337. – С. 405-417.
41. Суховеров Ф.М. и др. Справочник рыбоведа. – Москва.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1960. – 351 с.
42. Тапио Киуру, Йоуни Виелма, Юха-Пекка Туркка и др. Экологический справочник для рыболовной промышленности Северо-Запада России. – Хельсинки.: НИИ охотничьего и рыбного хозяйства Финляндии, 2013. – 110 с.: ил.
43. Таскаев А.И. и др. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. – Москва.: Издательский дом «Дрофа», 1997. – 115 с.
44. Черняев Ж.А. Воспроизводство сиговых рыб. Эколого-физиологические особенности размножения и развития. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. – 329 с.: ил.

45. Шибяев С.В. Формализация методики оценки промыслового возврата при искусственном воспроизводстве водных биоресурсов // Вопросы рыболовства. – 2018. – Т. 19, № 2. – С. 247-264.
46. Шиленко Н.А., Соколова С.А., Анисова С.Н. и др. Перечень рыбохозяйственных нормативов: ПДК, ОБУВ вредных веществ для воды водных объектов имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: изд-во ВНИРО, 1999. – 304 с.
47. Юрьев А.Л., Юрьев И.И. Биологическая характеристика сига-пыжьяна *Coregonus pidschian* (Gmelin, 1788) среднего течения реки Нижняя Тунгуска // Известия Иркутского государственного университета. – 2009. – Т. 2, № 1. – С. 97-100.
48. Яковлева А.С. Материалы по морфологии чира (шокура) озер центрального Ямала // Труды института биологии Уральского филиала АН СССР. – 1966. – Вып. 49. – С. 47-53.
49. Аквакультура [Электронный ресурс] // портал. Режим доступа: <https://arktifikfish.com/> (04.11.2023).
50. Аквакультура России [Электронный ресурс] // портал. Режим доступа: <http://aquacultura.org/> (25.08.2023).
51. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми [Электронный ресурс] // портал. Режим доступа: <https://mpr.rkomi.ru> (15.09.2023).
52. Северо-Западный филиал ФГБУ «Главрыбвод» [Электронный ресурс] // портал. Режим доступа: <https://nwfishvod.ru/?page=main> (15.11.2023).
53. Яндекс Карты [Электронный ресурс] // портал. Режим доступа: <https://yandex.ru/maps/geo/vuktyl/53140654/?ll=57.347118%2C63.848669&z=11.44> (15.09.2023).
54. World Register of Marine Species [Электронный ресурс] // портал. Режим доступа: <https://www.marinespecies.org/> (25.08.2023).