

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Водных биоресурсов и аквакультуры

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(бакалаврская работа)

На тему Воспроизводство сиговых видов рыб в Ненецком автономном округе

Исполнитель Вылка Максим Михайлович *Вылка*  
Руководитель к.б.н., доцент, Шошин Александр Владимирович *Шошин*

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

*Скор*  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

к.т.н., доц.  
Королькова Светлана Витальевна

«01» 07 2016 г.

Санкт-Петербург

2016



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра Водных биоресурсов и аквакультуры**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(бакалаврская работа)**

**На тему Воспроизводство сиговых видов рыб в Ненецком автономном округе**

**Исполнитель** Вылка Максим Михайлович  
**Руководитель** д.б.н., Шошин Александр Владимирович

**«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой**

---

(подпись)

к.т.н., доц.  
Королькова Светлана Витальевна

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Санкт–Петербург

2016

## Оглавление

Введение.....	4
1. Исторический обзор искусственного воспроизводства в целях восполнения запасов сиговых видов рыб .....	6
1.1. Выловы сиговых рыб в Ненецком АО .....	8
2. Общая характеристика района размещения рыбоводного завода .....	11
2.1. Особенности водного режима НАО.....	11
2.2. Экологическая оценка района воспроизводства.....	15
3. Экологобиологическая характеристика пеляди и сига-пыжьяна.....	17
3.1. Пелядь <i>Coregonus peled</i> (Gmelin, 1789) .....	17
2.2. Сиг-пыжьян <i>Coregonus lavaretus pidschian</i> (Gmelin, 1788) .....	18
4. Технологическая схема выращивания сига и пеляди.....	21
4.1. Отлов и выдерживание производителей .....	22
4.2. Сбор икры и спермы .....	24
4.3. Транспортировка оплодотворенной икры .....	27
4.4. Инкубация икры .....	29
4.5. Подращивание личинок и молоди сиговых рыб.....	32
4.6. Выпуск молоди.....	36
4.7. Формирование маточных стад сиговых рыб.....	37
4.8. Условия выращивания личинок и мальков сиговых рыб .....	38
5. Нормативы выращивания молоди и расчеты .....	40
5.1. Инкубация икры .....	40
5.2. Выращивание и выпуск молоди пеляди и сига.....	41
5.3. Выращивание ремонтного стада .....	42
Выводы.....	45
Список литературы .....	48
Приложения	

## **Введение**

Ненецкий автономный округ всегда славился рыбными запасами и рекордными уловами. Огромное значение имела добыча сиговых рыб в водоемах округа. В прежние годы уловы сиговых рыб достигали нескольких сотен тонн. Среди добываемых рыб основу улова всегда составляли сиг-пыжьян, пелядь, чир, нельма, ряпушка.

Но уловы постепенно сокращались, в связи с чем в прошлом веке была принята успешная попытка воспроизводства ряда ценных промысловых видов рыб. Были созданы условия воспроизводства сиговых и лососевых рыб вблизи города Нарьян-Мара (р. Печора) так и далеко от него, в деревне Коткино (р. Колва). Работа проводилась вполне успешно, до тех пор, пока не наступила перестройка.

В новое для нашей страны время не уделялось должного внимания защите природы от антропогенного воздействия. Воспроизводство рыбы сократилось в разы, что сказалось на состоянии популяций рыб.

Другая серьезная проблема – хроническое загрязнение нефтепродуктами рыбохозяйственных акваторий р. Печора. Самая крупная авария на нефтепроводе «Возей-Головинные Сооружения» произошла в 1994, в реки Уса и Колва поступило большое количество поллютантов, которые впоследствии попали в Печору [8].

Уловы сиговых рыб в Ненецком автономном округе в настоящее время сокращаются. Поэтому необходимо наладить воспроизводство, принимать все возможные меры по недопущению разливов нефти и совершенствовать нормативно-правовую базу и тем самым уменьшить браконьерский лов.

Мощность рыбоводного предприятия 60 млн. икринок в год. Объёмы заготовки икры пеляди и сига от производителей из естественных стад и маточного стада при благоприятных условиях дадут в общей сложности около 31 млн. шт. подрощенных личинок и 27 млн. шт. подрощенных личинок сига.

Выпуском в реки молоди, выращенной на рыбоводном предприятии, заканчивается процесс искусственного воспроизводства. Планируется производить выпуск подрощенной молоди сига и пеляди при достижении средней массы до 0,4 г. Расчётные сроки выпуска молоди в конце июля – начале августа.

Данный рыбоводный завод при такой мощности производства должен стабилизировать состояние популяций пеляди и сига-пыжьяна и увеличить вылов пеляди до 170 т, сига до 100 т., и увеличить их запасы. В будущем целесообразно увеличить мощность завода до 150 млн. икринок в год и воспроизводить чира, нельму, ряпушку, создавать маточные стада на предприятии.

Целью работы является обосновать необходимость воспроизводства сиговых видов рыб и описание технологию воспроизводства пеляди и сига-пыжьяна.

Для этого в работе рассмотрены следующие задачи:

1. Провести исторический обзор сиговодства в на Северо-Западе России
2. Описать район воспроизводства
3. Сделать обзор выловов сиговых видов рыб в Ненецком АО
4. Рассмотреть биологию сига-пыжьяна и пеляди
5. Произвести технологические расчеты для воспроизводства пеляди и сига-пыжьяна

При сборе информации и практического материала огромную благодарность выражаю сотрудникам лаборатории Аквакультуры ФГБНУ «ГосНИОРХа».

## **1. Исторический обзор искусственного воспроизводства в целях восполнения запасов сиговых видов рыб**

Основания для интродукции. Пелядь привлекает внимание работников рыбного производства внутренних водоемов высокими хозяйственными качествами. Хорошо переносит выполняемые рыбоводные процедуры (перевозку, содержание в садках, бассейнах, взятие половых продуктов и др.), а икра успешно инкубируется в искусственных условиях. Молодь жизнестойкая, удовлетворительно выращивается в озерных и прудовых питомниках. Прикладное значение имеет ценное качество пеляди – способность образовывать многочисленные стада и обеспечивать высокие уловы в естественных водоемах.

Обзор интродукции. На пелядь, как на перспективный объект акклиматизации, впервые обратил внимание П.А. Дрягин (1933). Уже в 1939 г. На оз. Чебачьем (бассейн р. Конды, приток р. Иртыша) была собрана первая партия икры (неудачно) в объеме 400 тыс. шт. Но попытку практического рыбоводного освоения пеляди следует относить к декабрю 1941 г., на оз. Денискин Сор (бассейн р. Оби) собрали 766 тыс. шт. икринок, из которых в мае 1942 г. получили 43 тыс. шт. личинки пеляди.

Рыбоводные работы с пелядью в производственных масштабах стали осуществлять в начале 50-х. С 1954 этот вид начал использоваться в целях зарыбления водоемов. За 1954-1957 года пелядь вселили в 26 озер и 4 реки Ледовитоморской, Балтийской и Понто-Каспийско-Аравийской провинций. На Южном Урале пелядь прижилась, характеризовалась высокой продуктивностью и упитанностью. В 60-х годах интенсивность интродукции увеличилась. С 1963 по 1974 осуществлялось от 20 до 70 зарыблений в год, а последующие годы – от 16 до 19. Вселяли рыбу в основном икрой и личинкой. Реже сеголетками, разновозрастной молодью, очень редко производителями. Посадочный материал получали от искусственно созданных маточных стад, частично от естественных популяций (из р. Сыни,

оз. Ендырь и др.). В 80-е и 90-е зарыбление в водоемы снизилась, кроме отдельных лет. Пелядь вселили в Рыбинское, Горьковское, Куйбышевское, Новосибирское, Красноярское, Братское и др. водохранилища.

С расширением ареала росли уловы акклиматизированной пеляди. В последние годы уловы ронялись: в 1986 г. – 3305 т., в 1987 г. – 4098 т., в 1990 г. – 3158 т.

В конце 80-х в 90-х работы с пелядью были прекращены, и она постепенно исчезла из водоемов Северо-Западной части страны. Наиболее результативными оказались результаты в зоне Южного Урала и юга Западной Сибири. Здесь товарное выращивание осуществлялось в озерах, таких как Убинское, Сартлан, Чаны.

Сиг-пыжьян – один из видов сиговых, обитающих в ненецком автономном округе. Есть речная и озерная формы, в целом для сигов характерна высокая внутривидовая изменчивость. Все отличаются высоким темпом роста и способностью жить и давать потомство в водоемах различных типах.

Обзор интродукции. Начало использования обыкновенного сига в рыбоводной практике в России приходится на 1857 год, когда Владский В.П. вселил волховского сига в оз. Пестово (Новгородская область) с целью улучшения качества уловов. Затем сиги вселялись в другие озера Северо-Запада (оз. Селигер и Велье в 1875). Эти работы приобрели широкий масштаб и высокую оценку рыбоводов. Обыкновенный сиг особенно массово вселялся в водоемы в 30-50-е годы прошлого века. Вселялся в водоемы Европейской части России, Урала (оз. Сугояк, Аракуль, Синара) и озера Сибири.

Сиг-пыжьян распространен от Кольского полуострова до Чукотки, вселялся преимущественно в водоемы Ленинградской области [1].

## 1.1. Выловы сиговых рыб в Ненецком АО

В середине прошлого века было налажено освоение северных территорий и добыча углеводородов. Численность населения возросла, требовалось снабжать не только местных жителей и рабочий персонал, но и поставлять рыбу в страну. Индустриализация шла полным ходом. В то время объемы добычи водных биоресурсов определялись плановыми заданиями. Методика, позволяющая определить возможные уловы рыб без ущерба их запасам, еще только разрабатывалась. Промыслом изымалось до 80% численности нерестовых стад сиговых рыб. Ниже представлены численные показатели выловов [2, 10].

Рисунок 1. Динамика вылова сиговых рыб в Ненецком АО, т

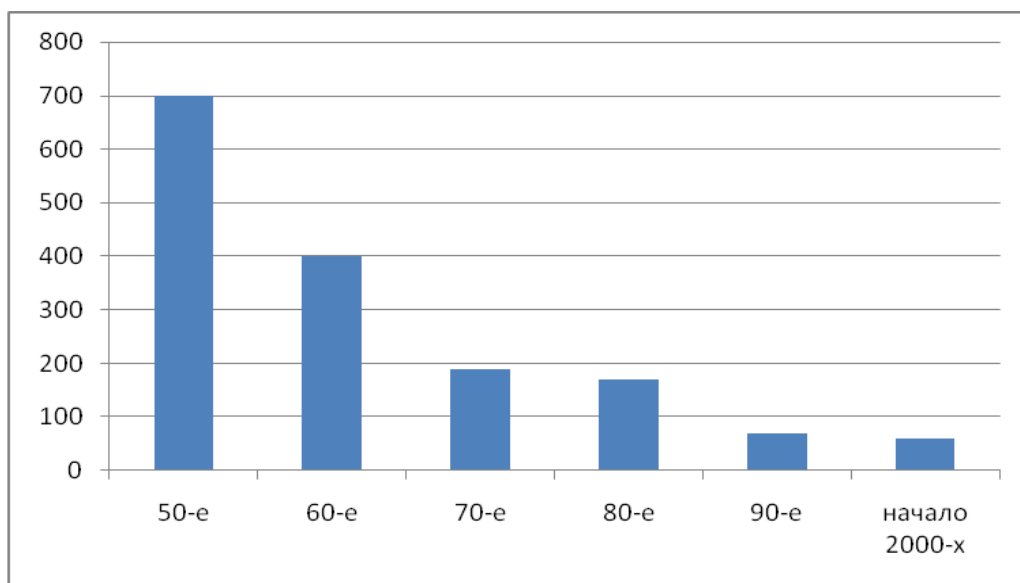




Рисунок 2. Выловы сиговых рыб в 2011-2013 годах в Ненецком АО, т

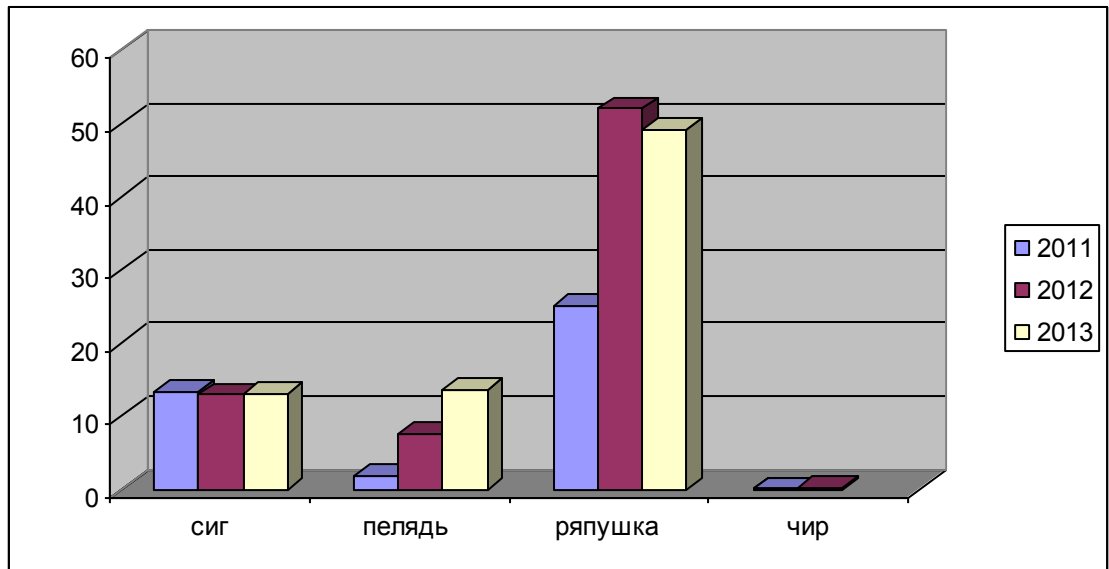
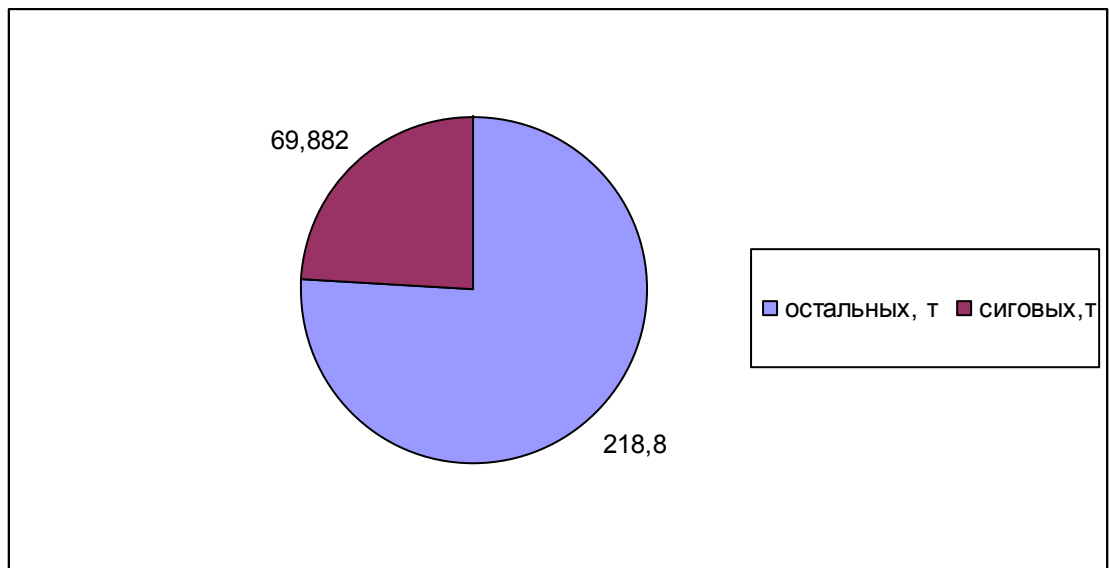


Рисунок 3. Доля вылова сиговых рыб и остальных пресноводных видов рыб на 2015 год, т



Исходя из данных о выловах, делаем вывод, что запасы сиговых сократились. И это только анализ по официальным цифрам. Если добавить сюда еще неучтенный и браконьерский вылов, то ситуация становится более критичной.

Кроме того, в последнее время отмечается пониженный темп роста сиговых в р. Печора, р. Сула. Это специфическое явление, связано с загрязнением нефтепродуктами. От хронического загрязнения нефтепродуктами повысилась заиление рек, вследствие – изменение экологических факторов.

Уже не первый год стоит вопрос о строительстве в округе рыбоводного предприятия для воспроизводства сиговых пород рыб. Ряд экспертов уверяет, что предприятие не выгодно, не целесообразно, молодь сига можно закупать в соседних регионах и т.д.

Действительно, в водоемы округа выпускают личинок сига, но в малых количествах. Например, в качестве компенсации три года подряд в начале-середине июня ООО «Башнефть» выпускает 127 тыс. штук личинки сига в р. Сула. Эта река является сигово-нерестовой.

Для масштабов округа это не достаточно. Чтобы выловы были такие как в 50-е годы, требуется выпускать в реки и озера миллионы личинок и мальков сиговых рыб в год.

## **2. Общая характеристика района размещения рыбоводного завода**

Климат Ненецкого автономного округа определяется в основном воздействием арктических и в меньшей степени атлантических масс воздуха, что обусловлено сильной вытянутостью территории в широтном направлении и её положением на крайнем севере континента.

Климат низовьев реки Печора субарктический, благодаря смягчающему влиянию моря и обилию водотоков его можно отнести к району с наименее суровыми условиями. Поступление солнечной радиации в течение года неравномерно, что связано с наличием полярного дня и полярной ночи. Высокая облачность территории снижает поступление прямой радиации, увеличивая рассеянную.

Среднегодовая температура воздуха отрицательная и составляет обычно 3 – 5°С. Самый теплый месяц года – июль (+10+13°С). Самый холодный месяц – февраль (19°С). Абсолютный минимум температуры – 44°С, максимум +32°С.

Годовое количество осадков составляет 400-500 мм. В холодный период (ноябрь-март) выпадает примерно 40%, а в тёплый 60% годового количества осадков [5].

### **2.1. Особенности водного режима НАО**

Реки Северного края относятся к рекам преимущественно снегового питания. Отличительной чертой рек этого района является большая неравномерность распределения стока в году. Доля весеннего стока возрастает до 70-94 %, а зимнего уменьшается до 0,0-3,5 %. Для зимнего сезона характерно снижение стока более интенсивное в начале зимы, вследствие быстрого истощения запасов воды в русловой сети. В отдельные суровые зимы возможно прекращение стока даже на средних реках.

Бассейн реки Печера имеет смешанное питание с преобладанием снегового. Годовой ход стока характеризуется высоким весенним половодьем, низкой зимней и летней меженью и относительно небольшими летне-осенними подъемами, вызываемыми дождями.

Весенние процессы начинаются на юго-западе территории и постепенно продвигаются на северо-восток. В связи с этим половодье на реках Большеземельской тундры запаздывает на целый месяц по сравнению со сроками его начала на западе территории. Весеннее половодье начинается 10-20 мая. Пик половодья проходит в первой пятидневке июня. Окончание половодья первая декада июля. В период половодья наблюдаются максимальные расходы воды, и проходит 40 - 90 % годового стока. Продолжительность половодья 1,5-2 месяца; на больших реках и реках с озерным регулированием 2,5-3 месяца. Гидрограф половодья однопиковый. Летне-осенняя межень начинается в середине июля. Продолжительность межени от 1 до 5 месяцев, в зависимости от водности года. В засушливые годы она устойчивая и длится 3-5 месяцев, в дождливые разбивается на короткие периоды, общая продолжительность которых может составлять всего лишь 0,5-1 месяц. Дождевые паводки летом обычно одиночные, осенью проходят сериями.

Зимняя межень начинается в конце октября начале ноября, продолжается 4,5-6 месяцев. Минимальные расходы наблюдаются обычно в марте. Минимальные уровни чаще всего наблюдаются в самом начале периода до установления ледостава.

Формирование химического состава поверхностных вод происходит под воздействием почв и подстилающих грунтов, а в прибрежном низменном участке на формирование химического состава оказывают морские воды, периодически проникающие при приливах и штормах вглубь прибрежной суши.

Весной минерализация значительно ниже, чем во время летне-осенних паводков, что связано с меньшей возможностью проникновения талых вод в толщу почво-грунтов из-за их промерзания.

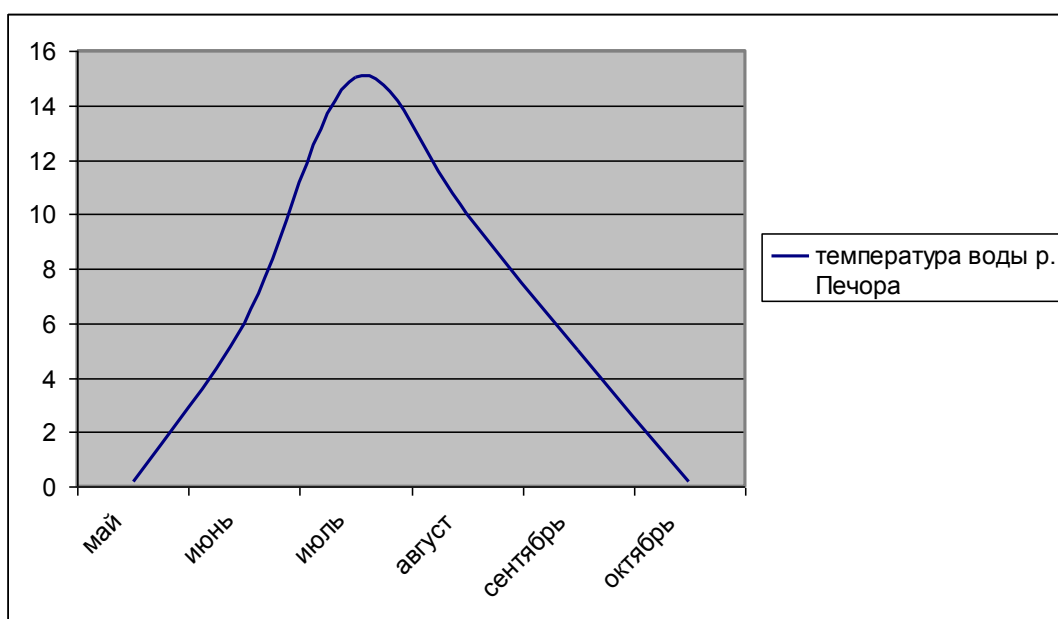
В конце устойчивой летней и зимой (до перемерзания водотоков) межени, реки и озера полностью переходят на питание грунтовыми водами, химический состав которых формируется в толще грунтов.

Термический режим водоёмов. Годовой ход температуры воды рек в основном повторяет изменение температуры воздуха. Однако изменение температуры воды происходит более плавно и с некоторым отставанием по времени.

Быстрее всего реагируют на изменение температуры воздуха малые водотоки. Весной и осенью, когда температура воздуха начинает быстро повышаться или падать, нарастание и падение температуры воды происходит относительно замедленно.

Переход температуры воды через  $0,2^{\circ}\text{C}$  весной в среднем происходит в начале июня, ранний переход возможен в конце мая, поздний – в конце июня (рис.6).

Рис. 4. Средние показатели температуры воды в реке Печора



В июне вода нагревается до 4-6°С. В июле происходит наибольший прогрев водных масс в реках, при этом среднемесячная температура воды в июле составляет 13-15°С, достигая в отдельные годы 16-18°С. Максимальные суточные значения температуры воды, наблюдаемые обычно в этом месяце, достигают 20-23°С.

В августе обычно начинается охлаждение воды, сначала медленное, а в сентябре более интенсивное. Среднемесячная температура воды в августе на водоёмах низовьев Печоры около 10-13°С, в сентябре 5-7°С.

В сентябре-ноябре отмечается переход температуры воды через 0,2°С, в среднем этот переход происходит в середине октября.

Ледовый режим. Появление ледяных образований на реках Северного края возможно в период с конца сентября до конца октября; средний срок появления первых ледовых образований – 10-15 октября. Первые ледяные образования – забереги, сало, шуга. Почти одновременно с их появлением начинается осенний ледоход (шугоход), продолжающийся в среднем 10-15 дней. В разные годы продолжительность осеннего ледохода (шугохода) колеблется от 15 до 25-35 дней.

На реках с малой площадью водосбора (менее 500 км<sup>2</sup>) ледяной покров обычно образуется путем смыкания заберегов. Сало и шуга отмечаются на этих реках не ежегодно, а ледохода, как правило, не бывает.

В начале ледостава происходит интенсивное нарастание льда и к концу ноября толщина льда может достигать 20-30 см и более. Затем, примерно до середины января, интенсивность нарастания ледяного покрова составляет в среднем за сутки 0,6-0,4 см, а к концу зимы снижается до 0,3-0,1 см/сут. Максимально мощности ледяной покров достигает обычно в марте-апреле. В мягкие многоснежные зимы толщина льда около 50-70 см, на малых водотоках меньше – 10-30 см.

В суровые зимы толщина льда может составлять 140-160 см и более. Средняя продолжительность ледостава составляет 210-220 дней, возможные

колебания длительности ледостава составляет 30-40 дней в обе стороны от среднего значения.

В начале мая – первой половине июня реки вскрываются, происходят подвижки льда, раскалывание сплошного ледяного покрова, в течение 5-15 дней на реках наблюдается ледоход.

## **2.2. Экологическая оценка района воспроизводства**

Вода в реке Печора на устьевом участке в створе 38 км выше г.Нарьян-Мар (1 км выше д.Оксино) оценивается 4 классом 5 разрядом «а» («грязная»). В пункте наблюдений выше г.Нарьян-Мар в несколько снизилась загрязненность воды соединениями марганца. Концентрации трудно-окисляемых органических веществ (по ХПК) в среднем за год повсеместно превышали установленный норматив в 1,1 раза [9].

В пробах донных отложений из реки Печора обнаружилось превышение допустимых концентраций по кобальту и железу, довольно высоким было содержание марганца. Донный грунт из озера Казённое содержал повышенное количество алюминия, железа, марганца, цинка. Довольно высокими, хотя и менее допустимых значений, были также концентрации меди, свинца и ванадия. В донных отложениях из реки Куя превышения допустимых концентраций металлов не обнаружено. Концентрации бенз(а)пирена, полихлорбифенилов, хлорорганических пестицидов, нефтепродуктов во всех случаях было ниже допустимых концентраций. В качестве места строительства будущего сегового рыбоводного завода была предложена площадка на берегу реки Куя в районе впадения в неё протоки из озера Харитоново. Преимущества этого участка, по сравнению с другими исследованными районами, выражаются как в относительно благополучном состоянии водной среды и ихтиофауны, так и в наличии коммуникаций, возможности осуществлять водозабор как из реки

Куя, так и из озера Харитоново, а также из подземных источников. Обязательным условием является обеспечение необходимой водоподготовки, в том числе очистки от загрязняющих веществ, обеззараживания и насыщения кислородом [2]. Места отбора проб смотреть в приложении рисунок 1 и рис. 2.



### 3. Экологобиологическая характеристика пеляди и сига-пыжьяна

#### 3.1. Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1789)

В отличие от большинства сиговых рыб пелядь имеет высокое, сплющенное с боков тело. Обитает, главным образом, в озёрах, в реках не совершает протяжённых миграций. В бассейне Печоры можно выделить полупроходную пойменно-речную форму пеляди и две формы озёрной – крупную и карликовую. Обитает преимущественно в низовьях реки Печора, ранее была многочисленна в реке Уса. Весной пелядь при подъёме воды заходит для нагула в богатые кормовыми организмами озёра, курьи, протоки. В середине июль-август пойменно-речная пелядь выходит из озёр в реки и скапливается на ямах. Это обусловлено относительно высоким прогревом воды и понижением её уровня. Озёрная форма в реки не выходит, весь жизненный цикл, включая размножение, проходит в озёрах.

Нерест пеляди проходит при температуре воды около 0,1-2°С, чаще близкой к нулю на песчано-галечных грунтах. Сроки нереста в разных водоёмах варьируют от сентября до января, обычно в ноябре-декабре. Нерест длится от двух недель до месяца. Плодовитость колеблется в широких пределах, от 3 до 180 тыс. икринок, обычно, 20-50 тыс. икринок. Плодовитость пеляди озёр восточной части Большеземельской тундры в среднем составляет 32,7-46,3 тыс. икринок. Развитие икринок продолжается 150-170 суток, предличинки вылупляются в мае-июне при длине 8-11 мм.

Пелядь – очень пластичный вид сиговых, легко приспосабливается к изменению условий. По сравнению с другими сиговыми рыбами менее требовательна к содержанию кислорода: может жить в эвтрофных водоёмах если концентрация кислорода составляет хотя бы 2-2,5 мг/дм<sup>3</sup>. Питается в основном зоопланктоном, но, в зависимости от состояния кормовой базы, может переходить на смешанное питание или питание бентосными организмами [7].

Рисунок 5. Общий вид пеляди



### 3.2. Сиг-пыжьян *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788)

Сиг-пыжьян в настоящее время рассматривается как один из подвигов полиморфного вида сига обыкновенного *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758). Он характеризуется высокой пластичностью: различают много форм, отличающихся по внешнему виду, некоторым особенностям анатомии и морфологии и образу жизни.

Множество внутривидовых группировок, как среди всего рода *Coregonus*, так и многочисленных экологических форм у *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788) является одним из приспособлений, направленных на более полное использование ограниченных пищевых ресурсов северных водоемов. Наряду с фенотипическими изменчивыми формами сига-пыжьяна в бассейне реки Печора, встречаются его гибриды от скрещивания с другими видами сиговых рыб: с омулем и пелядью. Кроме того, в озёрах,

приустьевых водоемах Печоры и её некоторых крупных притоках, обитают местные, осёдлые формы сига.

Наступление половой зрелости у сига происходит в возрасте от 5 до 9 лет, у самцов, как правило, на год раньше, чем у самок. Сиг бассейна реки Печора нерестится поздней осенью, в октябре-ноябре, иногда подо льдом, при температуре воды от  $0,5^{\circ}\text{C}$  до  $5^{\circ}\text{C}$ , в местах с достаточно сильным течением на песчаногалечном грунте. Продолжительность нереста составляет 34 недели.

Плодовитость печорского сига обычно колеблется в пределах от 8 до 100 тыс. икринок, в среднем 27-28 тыс. икринок. В озёрах Большеземельской тундры плодовитость сига существенно меньше, 8,3-12,2 тыс. икринок.

Длина вылупившихся личинок 8-11 мм, масса 56 мг. После вылупления личинки и молодые особи остаются в сиговых курьях, шарах, придаточных слабопроточных водоемах бассейна реки Печора, где нагуливается до осени.

Спектр питания пыжьяна очень широк, в зависимости от возраста, планктонные и бентосные организмы играют разную роль. Взрослые сиги питаются, преимущественно, моллюсками, личинками хирономид, различными ракообразными. В период нереста рыб в рационе стаи большое значение имеет их икра. Полупроходной сиг-пыжьян бассейна реки Печора нагуливается в пойменных водоёмах и на участках среднего и нижнего течения реки, в дельте и приустьевых пресноводных губах, в речках и озёрах, связанных с Печорским заливом и Коровинской губой. Больших миграций пыжьян не совершает. Его перемещения связаны с нерестом, который происходит почти на значительном протяжении Печоры и её притоков на самых разных стациях и поисками пищи. Сроки нерестовой миграции пыжьяна сильно растянуты, с начала августа до начала октября обычно без резко выраженных максимумов. В поисках благоприятных условий рыбы могут перемещаться из одних водоёмов в другие. При этом какая-то часть популяции может оказаться и в замкнутых водоёмах с неблагоприятными

условиями. В целом, большое разнообразие условий откорма обуславливает и различный темп роста, возраст созревания, плодовитость и многие другие популяционные характеристики сига.

Сиг-пыжьян в Печоре и в реках её бассейна достигает возраста 13-15 лет, длины 55-57 см и массы 2-3 кг. Довольно быстрорастущий, по сравнению с другими сиговыми рыбами.

Сиг-пыжьян – ценный промысловый вид. Особенно большую роль он играет для местного населения НАО и Республики Коми. Как отмечалось, его численность в реках бассейна Печоры снизилась по сравнению с серединой прошлого века на порядки. В настоящее время численность достаточно стабильна, однако мала. Сиг является перспективный объект как для искусственного разведения, так и для товарного выращивания [2].

Рисунок 6. Общий вид сига-пыжьяна



#### **4. Технологическая схема выращивания сига и пеляди**

В России воспроизводство сиговых рыб имеет довольно давнюю историю и за прошедший период накоплен большой опыт выращивания различных представителей этого семейства. Первые эксперименты были проведены в середине 50х годов прошлого столетия на пеляди и муксуне бассейна реки Обь, затем работами по выращиванию сиговых рыб был охвачен практически весь Советский Союз, прежде всего в тех местах, где обитали эти ценные рыбы. Первый этап был связан с использованием искусственных и естественных водоёмов (пруды, озёра-питомники) для выращивания посадочного материала и товарной рыбы. С развитием технической и технологической базы в рыбоводстве, появлением сбалансированных искусственных кормов стало возможным от экстенсивного направления сиговодства, связанного с использованием естественных кормов и природных водоёмов, перейти к индустриальному – выращиванию в искусственных условиях, в бассейнах и садках, с использованием искусственных кормов почти на всех этапах жизненного цикла.

Технологическая схема планируемого рыбоводного завода по воспроизводству сиговых рыб предполагает в качестве источников получения икры использование производителей, как естественных популяций, так и собственного маточного стада. На первом этапе используются производители сига и пеляди только из естественных популяций. Их количество, а следовательно и количество заготовленной икры будет определяться как возможностями самих популяций, так и многими привходящими факторами, определяющими условия отлова зрелых самок и самцов, их передержки и отбора икры на временных рыбоводных пунктах. На втором этапе, по мере формирования заводского маточного стада, доля икры, полученной в заводских условиях, будет увеличиваться.

Общая схема организации работ по воспроизводству сиговых рыб включает следующие основные этапы:

- отлов и выдерживание производителей;
- отбор и оплодотворение икры на временных рыбоводных пунктах;
- инкубация икры в условиях рыбоводного завода;
- кратковременное подращивание личинок до навески 0,4 г и выпуск в водоёмы;
- формирование ремонтных стад сига и пеляди в возрасте 1+ 2+;
- формирование маточных стад сига и пеляди в возрасте 3+ 10+;
- заготовка икры от производителей маточных стад сига и пеляди, начало очередного цикла [6].

#### **4.1. Отлов и выдерживание производителей**

При отлове производителей сиговых рыб для отбора икры лучшие результаты даёт использование отцеживающих орудий лова: закидных или ставных неводов. При этом рыбы гораздо меньше травмируются, чем при использовании сетей, их отбор и сортировка производится сразу, а не спустя какое-то время. Отлов производителей возможен как на нерестилищах, так и на путях нерестовых миграций. В первом случае икра для рыбоводных целей отбирается у текущих производителей на временном рыбоводном пункте. Во втором случае рыба отсаживается в делевые садки, где она выдерживается до созревания половых продуктов. При отлове производителей сига и пеляди полезно иметь в виду то обстоятельство, что сиг нерестится при более высокой температуре, чем пелядь, а значит, раньше её. Разница в сроках составляет около месяца, что имеет важное значение для оптимального планирования кампании по заготовке икры, позволяет обойтись при этом меньшими силами. Самцы отсаживаются отдельно от самок. При

выдерживании производителей обязателен ежедневный контроль за состоянием гонад и отбор погибших рыб.

При заготовке икры большое значение имеет качество производителей и их половых продуктов – икры и молок. Наиболее качественные половые продукты имеют уже нерестившиеся ранее самки и самцы. Такие производители имеют более высокий коэффициент зрелости, более крупные размеры икринок, с более высоким процентом оплодотворения и выживания эмбрионов, чем впервые созревающие.

Икра отбирается только у полностью созревших рыб. Характерным признаком самок, у которых уже произошла овуляция икры, является мягкое брюшко. При легком нажатии на брюшко икра должна вытекать из полового отверстия с полостной жидкостью ровной струйкой без комков и следов крови. Самки хорошего качества характеризуются высоким коэффициентом зрелости гонад и крупной икрой.

Для осеменения следует брать икру и молоки или от производителей, или от рыб, время гибели которых не превышает, в зависимости от температуры, однокотрех часов. В теле снулых рыб половые продукты начинают отмирать.

Местами забора производителей сиговых видов рыб являются рыбопромысловые участки реки Печора в границах Ненецкого автономного округа, время забора – нерестовый ход пеляди и сига (август – октябрь).

Забор производителей озерной (туводной) формы пеляди – озера Малоземельской и Большеземельской тундры (Урдюжские, Пасино, Бурды и другие), время забора – ноябрь – декабрь. Производители на участках лова реки Печоры временно содержатся в делевых садках, по мере необходимости перевозятся в живорыбных прорезях на рыбоводный завод.

Отловленные производители озерных (туводных) форм сиговых видов рыб содержатся в делевых садках до созревания половых продуктов. Отбор

и оплодотворение икры производится на временных рыбоводных участках, оплодотворенная икра отправляется для инкубации на рыбоводный завод.

Технологии по забору и содержанию производителей, сбору зрелых половых продуктов отработана, в 70-90 годы 20 века в округе собиралось до 20 млн. штук оплодотворенной икры пеляди и сига.

#### **4.2. Сбор икры и спермы**

Важным условием достижения высоких результатов при инкубации икры является проведение всех операций по отбору и осеменению икры при тех же значениях температуры воды и воздуха, которые наблюдаются в этот период в водоёме, где содержатся производители. Вода должна быть чистой без запаха, привкуса и окраски, по всем параметрам соответствовать рыбоводным критериям.

Для отбора икры и осеменения лучше использовать пластиковые миски или небольшие тазы, в которых икра не примерзает к днищу и не травмируется. При взятии икры отбраковываются самки, из которых икра идет комками (недозревшая), а также с икринками неправильной формы (мятые или угловатые). Должно исключаться попадание в таз икры со следами крови, слизи а также фекальных масс.

При отборе спермы выполняются такие же операции, что и при отборе икры: самцы тщательно обтираются полотенцем от воды и слизи, затем придерживая левой рукой хвостовой стебель самца, правой рукой нажимают вдоль его брюшка по направлению к половому отверстию. Сперма вытекает либо водянистой струйкой, либо густыми каплями. Объем одновременно продуцируемого эякулята колеблется в пределах от 0,2 до 1,5 мл (в среднем 0,65 мл). При нехватке спермы для осеменения икры могут использоваться свежие вырезанные семенники. В этом случае молоки измельчаются, помещают в марлю и каплями выжимаются в таз с икрой.



Количество самцов, необходимое для оплодотворения взятой порции икры, зависит от качества и количества выделяемой спермы. При использовании спермы хорошего качества соотношение самок и самцов составляет 1:1. Ввиду того, что сперма продуцируется порционно, самцов можно использовать многократно, отсаживая их обратно в садок.

Длительность периода способности икры к оплодотворению зависит от температуры хранения (чем ниже температура, тем дольше сохраняется способность икры к оплодотворению), ее качества, в том числе отсутствия посторонних примесей, фекальных масс, крови) и возраста самок, от которых икра получена. Как уже отмечалось, икра от повторно нерестующих самок дольше сохраняет способность к оплодотворению, лучше оплодотворяется, у неё меньше отход за период инкубации.

После добавления спермы в таз с икрой гусиным или утиным крылом икра осторожно перемешивается со спермой встречно-круговыми движениями. В полостной жидкости самок, где находится икра, сперматозоиды рыб, даже без добавления воды проникают через микропиле внутрь икринок, где и происходит частичное слияние гамет. Однако эмбриональное развитие начинается только после добавления воды, вызывающей активизацию икры. Икру сиговых рыб оплодотворяют обычно сухим (русским) способом. Он заключается в том, что воду для активизации икры и молоко приливают к половым продуктам после их перемешивания небольшими порциями, тщательно перемешивая пером после прибавления каждой порции воды. При этом благодаря тщательному перемешиванию икры, наличию в тазу полостной жидкости самок и притоку свежих порций воды процесс оплодотворения длится не более до 7-10 минут.

После того, как вода полностью покроет икру, ее оставляют в покое на 5 минут, после чего приступают к промывке и обесклеиванию. Клейкость икры появляется сразу же после ее оплодотворения, но поскольку икра сиговых характеризуется слабой клейкостью, она утрачивается за период

промывки икры в течение 30-40 минут. За это время воду в тазу меняют 25-30 раз, медленно наливая и сливая ее через край таза. Более удобно проводить обесклеивание и набухание икры в специальных ящиках, которые можно устанавливать в бассейны или водоёмы на слабом течении. При набухании оболочка икры сига и пеляди достигает свойственной ей прочности через 78 часов. Слой икры в тазу не должен превышать 10-12 см, вода должна меняться через 30-40 минут. При набухании икры происходит увеличение ее массы и объема почти в два раза.

Все операции с икрой сига должны проводиться при температуре воды до 4°C и воздуха не выше 10°C, пеляди – при температуре воды до 2°C и воздуха не выше 5°C. Во избежание подмораживания икры и спермы при отрицательных температурах воздуха рекомендуется ёмкость с икрой помещать в другую ёмкость, наполненную водой.

В рыбоводной практике в основном используется объемный способ учета набухшей икры сиговых при помощи мерной кружки с перфорированным (с отверстиями для стока воды) дном. Количество полученной икры определяется после завершения набухания перед раскладкой ее на рамки. Для этого мензуркой берется 10-20 мл икры, подсчитывают количество икринок в пробе и вычисляют её количество в 1 мл. Такие пробы берут трижды, после чего определяют среднее количество икринок в 1 мл. Полученную величину умножают на 1 тысячу и таким образом определяют количество икры в 1 литре.

Вода на временных рыбоводных пунктах должна отвечать следующим требованиям: быть безвредной для икры при проведении всех рыбоводных процессов, свободной от различных взвесей, не иметь посторонних запахов, привкусов и окраски. Недопустимо присутствие в воде активного хлора, сероводорода, метана, солей железа, ядовитых веществ. Общая минерализация воды должна быть не выше 300 мг/л, концентрация

кислорода – не ниже 8,0 мг/л, водородный показатель рН – в пределах от 6,0 до 8,8.

Хранение икры на рамках во влажной атмосфере. Хранение икры осуществляется в помещении при температуре от 0°С до 3°С. Икру для хранения раскладывают на рамки и помещают в термоизоляционные контейнеры, в которых затем транспортируют. При длительном выдерживании икру размещают на рамки не более, чем в 3 слоя. Во избежание обсыхания ее упаковывают во влажные марлевые салфетки, полностью закрывая икру. В таких условиях происходит нормальное развитие эмбрионов. Если длительность выдерживания икры во влажной атмосфере превышает 1 сутки, необходимо промывать её окуная каждую рамку в ванну с водой.

### **4.3. Транспортировка оплодотворенной икры**

Транспортировка является одним из ответственных этапов в работе с икрой. Главное условие хорошей сохранности икры при перевозке – обеспечение нормального процесса дыхания эмбрионов за счёт поддержания оптимальной температуры внутри контейнера, а также предохранение икры от механических воздействий.

Икра на разных стадиях развития неодинаково восприимчива к одним и тем же факторам внешней среды. Период пониженной чувствительности икры начинается сразу же после набухания и продолжается до стадии поздней морулы. После этого икринки на продолжительное время становятся весьма уязвимы к механическому воздействию и устойчивость икры вновь возрастает с начала пигментации глаз и сохраняется до выклева личинок. Таким образом, работа по сбору, оплодотворению и подготовке икры сига и пеляди должна быть спланирована таким образом, чтобы она транспортировалась на стадиях дробления и была доставлена на рыбоводный

завод до конца стадии морулы, т.е. не позднее чем через 10 дней после оплодотворения.

При хранении и транспортировке икры температура воды, наряду с механическим воздействием, является одним из основных лимитирующих факторов. Повышение температуры воды, как и ее колебания, приводит к увеличению отхода, сокращению периода эмбрионального развития и преждевременному выклеву нежизнестойких личинок. Кроме того, при повышении температуры усиливается интенсивность дыхательного обмена икры, что может нарушить ее развитие из-за недостатка кислорода. Повышение температуры до пороговой ведет к остановке развития и гибели икры. Температурные показатели развития икры сига рыб в приложении таблица 1.

В настоящее время для транспортировки икры сиговых наиболее широко используются пенопластовые контейнеры. Размеры контейнера – 55x45x50, вес пустого контейнера 8-10 кг, загруженного икрой 30-60 кг. Икру сиговых транспортируют на пластмассовых рамках с сетчатым дном высотой 2 см, количество которых в одном контейнере 20. Икру на них раскладывают в 1-3 слоя. При перевозке икры «многослойным» способом можно использовать рамки высотой 15 см. Рамки с икрой устанавливают одна на другую, перевязывают веревкой и помещают в контейнер, на дно которого положена крестовина. Сверху икру прикрывают пустой рамкой, стопку рамок в контейнере закрепляют при помощи клиньев.

В контейнерах, доставленных на место до инкубации икры (в рыбноводном цехе), температура часто отличается от температуры воды в инкубационных аппаратах. Для ее выравнивания, при разнице температуры до 1°C икру в контейнере можно пролить водой из цеха, если же разница составляет несколько градусов, рекомендуется контейнеры оставить в цехе или вынести на улицу и, не открывая крышек, выдержать их до выравнивания температуры [3].

#### **4.4. Инкубация икры**

Поступившую в цех икру промывают 2%-м раствором танина и размещают в 8 литровые аппараты Вейса при норме загрузки для сига 250-300 тыс. шт., для пеляди – 600-750 тыс. шт. на один аппарат. Нижнее отверстие сосуда плотно закрывается резиновой пробкой со вставленной в неё изогнутой металлической трубкой. Внутренняя поверхность пробки должна иметь выемчатую форму, а конец трубки не должен выступать из поверхности пробки. Невыполнение этих требований приводит к образованию застойных зон около пробки и массовому поражению икры сапролегнией.

По трубке вода снизу подается под небольшим напором в аппарат и восходящей вверх струей увлекает за собой икру. Далее вода поднимается к верхнему краю аппарата и вытекает, а икра скатывается к его стенкам и опускается вниз. Внизу ее через некоторое время (около 15 мин.) снова подхватывает струя воды. Таким образом, в течение всего периода развития икра находится в непрерывном движении, благодаря чему обеспечиваются благоприятные условия ее дыхания.

Нельзя допускать и слишком интенсивного перемешивания икры в аппаратах под действием сильной струи воды. Расход воды необходимо регулировать в зависимости от стадии развития икры. На чувствительных стадиях развития икры расход воды в аппаратах не должен превышать 2,4 л/мин, на стадии развития подвижного эмбриона расход воды может быть увеличен до 2,8 л/мин. Максимально допустимый расход воды в аппаратах Вейса при инкубации – 3,1 л/мин обычно применяется только на поздних стадиях развития икры. Для того, чтобы икра не выбрасывалась из аппарата, можно использовать насадку на верхний обрез аппарата из металлической или синтетической сетки с размером ячеей 0,5-1,0 мм.

В случае попадания в водную среду незрелой или неоплодотворенной икры, а также погибшей в результате травмирования или нарушения

физиологического состояния, она становится субстратом для дрожжевых грибов, которые окрашивают икринки в цвета от оранжевого до черного.

Гибель икры на разных этапах развития отражает различную чувствительность зародыша к внешним воздействиям. Первые сутки после оплодотворения икра может переносить некоторые механические воздействия, но в течение последующих 1,5 месяцев чувствительность икры к механическим воздействиям на этапах дробления, бластулы, гаструляции, обрастания и органогенеза резко возрастает. По прошествии этих этапов чувствительность икры к механическим воздействиям значительно снижается.

Однако по мере снижения чувствительности икры к механическим воздействиям постепенно возрастает ее чувствительность к недостаточности газо- и водообмена. В начале развития икра сиговых рыб характеризуется слабой дыхательной активностью и может переносить довольно низкое содержание кислорода в воде. После образования эмбриональной системы кровообращения и далее вплоть до выклева дыхательная активность эмбрионов значительно возрастает, что даже при кратковременном нарушении проточности может привести к гибели икры в аппарате.

Чтобы не подвергать икру значительным механическим воздействиям, в первые 30-40 суток развития регулируют краны инкубационных аппаратов с таким расчетом, чтобы напор струи лишь слабо перемешивал верхний слой. Регулярным и частым изъятием погибшей икры, которая постоянно концентрируется в верхней части аппарата, рыбоводы в самом начале инкубационного процесса предотвращают опасность появления пораженной сапролегнией икры. Спустя 1-1,5 мес. инкубации, когда наиболее чувствительные этапы развития икры позади, расход воды в аппаратах увеличивается с 2,0 до 2,3 л/мин, и они быстро освобождаются от оставшейся мертвой икры.

При небольших объемах производства отбор погибшей икры можно осуществлять вручную сифоном, на больших заводах – самоотбором, основанном на разностях относительных плотностей живой и мертвой икры.

Инкубация икры сига и пеляди начинается при температуре воды  $0,2^{\circ}\text{C}$  с постепенным ее повышением в конце периода инкубации до  $2-7^{\circ}\text{C}$ . При этих температурах инкубационный период продолжается от 150 до 170 суток. Сроки вылупления личинок составляют от 4-5 до 15 суток. После вылупления предличинок в течение 4-5 дней, до неполного рассасывания желточного мешка, выдерживают в прямоточных пластиковых лотках с площадью дна  $3\text{ м}^2$  при норме посадки 1 млн. личинок на лоток. Через 12 суток после вылупления личинок необходимо перевести для подращивания в пластиковые бассейны. Концентрация личинок при этом допускается в пределах 150-180 тыс. шт./ $\text{м}^2$ . Уровень воды в бассейне составляет 0,25 м.

Целью рыбоводных работ в рамках искусственного воспроизводства сиговых рыб является повышение выживаемости молоди при ее выпуске в естественные водоемы. Поэтому при проведении работ по воспроизводству сиговых рыб в естественных водоемах (реки, озёра) особые требования должны предъявляться к качеству продукции, получаемой на рыбоводных предприятиях. Как показала практика, выпуск продукции в виде личинок оказывается малоэффективным, ввиду возможной их гибели из-за недостатка необходимого корма в зарыбляемых водоемах Ненецкого АО и массового выедания местными видами рыб.

Одним из сложных этапов онтогенеза является переход личинок на внешнее питание, сопровождающийся в природе повышенным отходом в виду нестабильности температурных условий и позднего развития кормовой базы в ранневесенний период. Установлено, что к моменту вселения личинок в водоемы численность и биомасса мелких форм зоопланктона (коловраток) должна быть не ниже  $0,6-1,0\text{ г/м}^3$ , чтобы обеспечить их пищевые

потребности. Личинки, не получившие достаточное количество пищи после рассасывания желточного мешка, погибают на 10-14 сутки после выклева.

Для получения более жизнестойкой молоди необходимо выдерживание вылупившихся личинок сиговых в заводских условиях с регулируемым режимом воды и подкормливание личинок живыми и искусственными кормами после рассасывания желточного мешка. Специалисты считают, что хорошую выживаемость молодь имеет уже при размерах 20 мм и массе 25 мг, при этом эффективность зарыбления возрастает в 12-25 раз по сравнению с зарыблением личинками. Целесообразным является многократное кормление небольшими дозами, что особенно важно в случае подращивания личинок на ранних стадиях онтогенеза с применением искусственных кормов. Корм вносится исходя из суточного рациона (10-20% от массы тела личинок) 2-4 раза в светлое время суток с интервалом в 30 минут. При выращивании молоди в раннем постэмбриогенезе лучший рост и быстрое развитие достигаются при комбинированном кормлении живыми и искусственными кормами. Кормление науплиусами артемии целесообразно проводить в течение первых десяти дней после выклева:

Первые три дня рацион должен состоять из науплиусов артемии в расчете 20-25% от массы тела личинок;

Последующие четыре дня рацион состоит на 50% из живого корма и на 50% из сухих стартовых кормов;

Следующие три дня доля науплиусов артемии постепенно снижается до нуля, искусственный корм в конце периода составляет 100% суточного рациона.

#### **4.5. Подращивание личинок и молоди сиговых рыб**

По мере роста личинок их регулярно, один раз в неделю рассаживают в новые бассейны, либо производят периодический выпуск в естественные



водоёмы. К окончанию периода подращивания личинок и началу подращивания мальков плотность их посадки должна составлять 4-5 тыс. шт./м<sup>2</sup>. К концу малькового периода плотность посадки необходимо снизить до 2 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Подращивание мальков осуществляют при более высоком, чем личинок уровне воды, 0,3 м. Сеголетков выращивают при плотности посадки 0,75-1,0 тыс. шт./м<sup>2</sup> и уровне воды в бассейне 0,3-0,4 м. Такие концентрации достигаются еженедельной рассадкой молоди в бассейны.

Если при посадке личинок сиговых рыб вода в бассейнах соответствует температуре воды при вылуплении (4-6°С для сига и 6-8°С для пеляди), то в дальнейшем температуру воды постепенно повышают до 14-16°С, что соответствует температурному оптимуму для сиговых рыб. В условиях НАО это примерно соответствует середине июля. Такую температуру следует поддерживать до середины сентября. Перед выпуском сеголетков температуру воды необходимо снизить до значений, соответствующих температуре воды в водоёмах выпуска.

При выращивании молоди сиговых рыб необходимо постоянно, несколько раз в сутки, контролировать условия их содержания (температуру воды, расход воды, содержание кислорода и других гидрохимических параметров).

После окончания периода подращивания личинок (до массы 50-80 мг) они перевозятся к месту выпуска в водоем в стандартных 40 литровых полиэтиленовых пакетах.

Пакеты, упакованные в картонные коробки, можно перевозить любым видом транспорта. Если при перевозке автомобильным или водным транспортом ожидается значительная тряска, пакеты устанавливают вертикально зажимами вверх. В этом случае механическое перемешивание воды будет меньше влиять на перевозимых личинок. При длительной перевозке пакетов по проселочным дорогам их можно помещать в чан с водой. На стоянках коробки с пакетами рекомендуется располагать

горизонтально. При таком положении площадь поверхности воды в пакете увеличивается, что способствует лучшему растворению в ней кислорода. В пути, при пополнении запасов кислорода в пакетах, зажимы можно не снимать, а лишь несколько ослабить. При перевозке личинок авиационным транспортом следует учитывать, что с набором высоты давление падает, и поэтому пакеты несколько увеличиваются в объеме.

Перевозку подрощенной молоди и сеголеток целесообразно перевозить в живорыбных машинах или специальных контейнерах с возможностью насыщения воды кислородом. Оптимальные концентрации кислорода составляют 7-9 мг/л, допустимые – 4-5 мг/л [3].

На выживание личинок сиговых при перевозке в герметичных ёмкостях оказывает влияние ряд факторов, основными из которых являются содержание кислорода в воде, накопление продуктов жизнедеятельности, состояние организмов личинок, а также фактор свободного пространства.

Содержание кислорода. Установлено, что при высоком содержании кислорода водные организмы не погибают, поскольку имеют возможность регулировать количество поступающего в организм кислорода. При этом в случае массовой перевозки молоди рыб высокая выживаемость может быть достигнута как путем составления определенной воздушнокислородной смеси, так и подбором оптимальных плотностей посадки

Накопление продуктов жизнедеятельности. Лимитирующим фактором при транспортировке молоди в герметических емкостях является накопление углекислоты. При определении выживания рыбы в пакетах была отмечена тенденция уменьшения значения критической концентрации углекислоты при более низких плотностях посадок. Следует иметь в виду, что в момент наступления угнетенного состояния молоди, находящейся в пакете, содержание кислорода оказывается достаточно высоким (10-14 мг/л), в то время как содержание углекислоты достигает уже критического уровня. Таким образом, именно накопление углекислоты является лимитирующим

фактором при транспортировке рыбы в герметических емкостях, поскольку к началу гибели рыб в пакетах используется не более 25% кислорода.

Качество перевозимых объектов. Если мелкие водные организмы в ограниченном пространстве начинают погибать, то в результате их разложения гибель может превратиться в лавинообразный процесс. Особенно ярко это проявляется при высокой температуре воды. В этой связи, важное значение приобретает определение качества перевозимых личинок и тщательная отбраковка слабых особей. Отбор может производиться во время сортировки личинок путем их концентрации в искусственных емкостях, где слабые личинки погибают.

Фактор свободного пространства. При транспортировке мелких водных организмов (личинок рыб) в хорошо аэрируемых емкостях необходимо обязательно учитывать фактор свободного пространства, поскольку для них необходимо определенное пространство для свободного передвижения. Установлено, что для свободного передвижения соотношение объема, занимаемого движущимся организмом и водой, должно быть 1:10. При этом соотношение массы рыбы и массы воды составляет около 1:100.

Выращивание годовиков сиговых рыб для ремонта маточного стада и пастбищного выращивания проводится в бассейнах выростного цеха с октября по май. Цели этих двух направлений разные, соответственно, различны режимы выращивания. В первом случае к весне необходимо получить молодь максимально возможной массы. Расчёты, выполненные лабораторией аквакультуры «ГосНИОРХа» показывают, что при температуре воды в 13-14°С, штучная масса особей за период октябрь-апрель должна увеличиться от 5,2-5,5 г до 300-320 г. Количество сеголеток, отобранных для пополнения маточных стад должно вдвое превышать потребность в годовиках для ремонта. В целях сохранения генетического разнообразия заводских маточных стад сига и пеляди следует отбирать для их пополнения потомство от производителей из естественных водоёмов[4].

Относительно годовиков (пелядь) для зарыбления естественных водоёмов с целью пастбищного выращивания заказчиком ставится условие получения к июню 1 млн. молоди средней индивидуальной массой 20 г. При этом температуру воды в бассейнах желательно поддерживать на уровне 8-10°С.

#### **4.6. Выпуск молоди**

Выпуском в реки молоди, выращенной на рыбноводном предприятии, заканчивается процесс искусственного воспроизводства. Планируется производить выпуск подрощенной молоди сига и пеляди при достижении средней массы до 0,4 г. Расчётные сроки выпуска молоди в конце июля – начале августа. Выпуск искусственно выращенной молоди в естественную водную среду относится к критическим этапам её жизненного цикла. В это время происходит её адаптация к совершенно иным условиям обитания, чем на рыбноводном заводе. Даже дикая молодь, гораздо лучше приспособленная к естественным условиям обитания, оборонительное и пищевое поведение которой формируется практически с момента вылупления, часто становится добычей хищников. Для «заводской» молоди этот процесс особенно сложен, поскольку при переводе в естественную среду у неё меняется и поведение, и физиологическое состояние, и окраска.

В первое же время после выпуска искусственно выращенная молодь резко отличается от дикой – она малоподвижна, отличается от дикой окраской, не питается. Такой молоди требуется некоторое время для адаптации к новым условиям и приобретения необходимых оборонительных и пищевых навыков.

Температура воды в предшествующий выпуск молоди период на рыбноводном заводе должна быть максимально близка к температуре воды в местах выпуска.

Транспортировку крупных партий молоди к местам выпуска лучше всего осуществлять в живорыбных машинах. При насыщении воды кислородом молодь хорошо переносит длительные перевозки.

При выпуске рыбок недалеко от мест выращивания (время транспортировки до 30 минут), молодь помещают в полиэтиленовые мешки объёмом 25-50 литров из расчёта 510 экз./литр в зависимости от температуры воды. Мешки на 2/3 заполняют водой и кислородом транспортируют к местам естественного нагула, где выпускают в прибрежной зоне желательно в местах, где не наблюдается концентрации хищников и птиц. Выпуск проводится в утренние или вечерние часы перед восходом или после захода солнца. Предполагаемые места выпуска предварительно облавливаются мелкочейным неводом.

Выпуск молоди сиговых должен осуществляться в так называемые сиговые курьи – обычно проточные или хотя бы слабо проточные в течение всего года, имеющие галечниковое, иногда слабо заиленное, дно, высокое содержание кислорода во всей толще воды, и слабо развитую водную растительность. Данные водные объекты при меженном уровне с рекой частично разобщаются; течение в них ослабевает, дно немного заиливается, что способствует интенсивному развитию водных беспозвоночных, которыми питаются рыбы.

Перед выпуском молоди рыб на водных объектах необходимо проведение мелиоративных работ, в том числе отлов хищников, выкос жесткой растительности, расчистка от естественных захламлений и т.д.

#### **4.7. Формирование маточных стад сиговых рыб**

Как для создания первичных маточных стад рыб, так для последующего их пополнения, в рыбоводстве используют молодь от производителей из естественных водоёмов. Это позволяет поддерживать

генетическое разнообразие производителей на уровне близком к «диким» популяциям и добиваться высоких результатов воспроизводства. С этой целью отдельно инкубируют икру от таких производителей, в отдельных бассейнах, не смешивая с потомством от заводского маточного стада, также выращивают личинок, сеголеток и рыб более старшего возраста.

Отбор ремонта маточных стад производят, прежде всего, ориентируясь на такие показатели, как размеры тела и экстерьер. Отбор начинается с сеголеток при пересадке на зимнее выращивание. Для ремонта отбирают крупных особей с типичным для вида экстерьером без видимых повреждений кожных покровов и плавников. На этом этапе отбирают такое количество рыб, чтобы при дальнейших показателях выживания и напряжённости отбора получить необходимое для пополнения стада их количество. Весной производится второй отбор молодежи при пересадке годовиков в бассейны цеха маточного стада. В этом случае напряжённость отбора рекомендуется на уровне 50%. На этом этапе выбраковываются не только самые мелкие, но и самые крупные особи. В дальнейшем при отборе в ремонтную группу двухлеток и двух-годовиков отбраковывают особей с какими-либо дефектами или не характерным для вида экстерьером. Напряжённость отбора при этом в обоих случаях на уровне 85%.

Содержание ремонтно-маточного стада возможно в бассейнах в помещении рыбоводного цеха. Однако, для созревания производителей сига и пеляди в условиях естественного понижения температуры воды целесообразно рыбы помещать в садки. В этом случае необходимо проектирование и строительство садковой понтонной линии на озере.

#### **4.8. Условия выращивания личинок и мальков сиговых рыб**

В процессе выращивания личинок и молодежи сиговых рыб необходим постоянный контроль за такими параметрами как температура воды,

содержание растворенного кислорода, рН среды, расход воды в бассейнах, концентрациями углекислоты, аммиачного и нитритного азота, БПК5 и другими параметрами воды. Содержание кислорода в бассейнах определяется при помощи термооксиметра на вытоке в воде внутри фонаря в приложении таблице 2.

Санитарные и лечебно-профилактические мероприятия при эксплуатации рыбоводного комплекса проводят согласно правилам, принятым для лососевых и сиговых рыбоводных заводов:

- По окончании выращивания и перед началом рыбоводного цикла производят дезинфекцию (стены, пол, аппараты), незадействованных бассейнов и т.д.

- При входе в помещения бассейновых участков и инкубационное отделение устанавливают дезинфицирующие коврики, которые ежедневно заправляют 2,5% формалином.

- В процессе выращивания необходимо обрабатывать молодь в солевых тонизирующих ваннах (3% – 25-30 мин.) – еженедельно.

- При проведении профилактических и лечебных ванн учитывать рН, экспозицию выбирать с учетом температуры воды. Обработку каждый раз пробовать на небольшой партии икры или рыбы.

- Для борьбы с сапролегнией применяют ванны из растворов следующих концентраций и определенного времени воздействия: малахитовый зеленый (зеленка) в течение двух дней по 15 минут и формалина в концентрации 1:4000 по 15 мин ежедневно. Однако эти препараты следует применять лишь в исключительных случаях, поскольку они токсичны для рыб [8].

## **5. Нормативы выращивания молоди и расчеты**

Предлагается подращивать личинок до удвоения индивидуальной массы, что и у пеляди, и у сига при температуре 14-16°C происходит, ориентировочно, к 1 июля. В этот срок выше вероятность соответствующего прогрева воды в водоёмах выпуска и благоприятного развития кормового планктона. В целом, можно рассчитывать на существенное увеличение выживания личинок. Последующие выпуски планируется производить 15 и 31 июля.

В основу расчётов положены общие объёмы заготовки икры пеляди и сига от производителей из естественных стад и маточного стада в 60 млн. шт. ежегодно. При этом при существующих нормативах выращивания можно будет выпускать в общей сложности около 31 млн. шт. подрощенных личинок и пеляди и 27 млн. шт. подрощенных личинок и сига.

Количество икры пеляди 31 млн.шт. Количество икры сига 27 млн.шт.

### **5.1. Инкубация икры**

Технологические расчёты приведены к представленным выше показателям выпуска личинок, мальков и годовиков пеляди и сига для целей зарыбления естественных водоёмов и пастбищного выращивания. При расчёте общей потребности рыбозавода в стандартных 8-литровых аппаратах Вейса принимается во внимание, что норма закладки икры в один аппарат составляет 4,5-5,0 кг, в среднем, 4,75 кг. Таким образом, общее количество стандартных 8-литровых аппаратов Вейса для проектируемого рыбозавода составит с учетом резерва составит 200 шт.

Расчёт расхода воды и кислорода при инкубации икры пеляди и сига даётся исходя из средних показателей:

- расход воды в начале инкубации – 2 л/мин. на 1 стандартный аппарат;



- расход воды в конце инкубации – 3,5 л/мин. на 1 стандартный аппарат;

- содержание кислорода в воде – 10 мг/л (70% насыщения при температуре воды 1°C);

Расчеты для инкубации икры в аппаратах Вейса в таблице 3 (приложение 3), биотехнологические нормативы по инкубации икры пеляди сига в таблице 4 (приложение 4).

## **5.2. Выращивание и выпуск молоди пеляди и сига**

Подращивание личинок и выращивание молоди пеляди и сига проводится при температуре 14-16°C, что позволяет использовать весь потенциал их роста. Целесообразно продолжить выращивание сеголеток до годовалого возраста и осуществлять их выпуск в середине июня следующего года. При этом, чтобы достигнуть планируемой навески в 20 г необходимо выращивание проводить при более низкой температуре, чем годовиков для ремонта маточных стад. Предпочтительная температура должна быть в пределах 7-10°C.

На рыбоводном заводе в цехе выращивания молоди на разных этапах её выращивания **необходимо иметь 70 бассейнов 2x2 м и лотков (площадью 4 м<sup>2</sup>)** в период вылупления свободных эмбрионов и выдерживания личинок до их перехода на активное питание.

При выращивании молоди сиговых общий расход воды в цехе будет максимальный перед выпуском и составит 1200 м<sup>3</sup>/час. Биотехнологические нормативы по выращиванию мальков пеляди и сига в таблице 5 (приложение 5).

### 5.3. Выращивание ремонтного стада

Ремонтное стадо пеляди должно состоять из двухлеток пеляди и двух- и трёхлеток сига, в общей сложности трёх разновозрастных групп. Выращивание ремонтных групп пеляди и сига в заводских условиях осуществляется при температуре воды несколько ниже, чем годовиков, от 10 до 12° С, с понижением в сентябре-декабре до температуры воды в естественных водоёмах с целью стимулирования развития половых продуктов. В течение следующей зимы температуру поднимают до 12°С.

В заводских условиях пелядь созревает в двухлетнем возрасте. Это наблюдается в октябре-ноябре. В этот период производят бонитировку производителей и отбирают икру. За период летнего выращивания средняя индивидуальная масса двухлеток с 300 г увеличивается до 700-750 г, выживание составляет 90%. Из отобранных для ремонта годовиков в количестве 860 шт., как показано выше, остаётся 430 шт. общей массой 136 кг и 387 шт. двухлеток массой 290 кг. Применяя тот же алгоритм расчётов, что и для годовиков, с учётом кормового коэффициента 2, находим, что для содержания двухлеток пеляди необходимо иметь, ориентировочно, 185 кг кормов фракциями 4,5-6,0 мм.

Для содержания одной генерации сига от годовика до трёхлетка, количество годовика на каждую осень должно быть 308 шт., двухлеток – 232 шт., трёхлеток – 210 шт. Расчётная средняя индивидуальная масса возрастает от 319 г до 1,43 кг.

В течение октября-декабря при температуре 2°С, рыбам даётся корм из расчёта 5% от массы тела в месяц (в остальной период времени кормовой коэффициент составляет, в среднем, 1,2%) потребуется  $3 \times 0,05 \times (0,75 \times 232 + 1,43 \times 210) = 0,15 \times (174 + 300) = 71$  кг кормов тех же фракций, что для пеляди.

Необходимо учитывать, что на осенний период, кроме одной генерации, особи которой достигли трёхлетнего возраста будет присутствовать следующая генерация в возрасте двух лет. Расчётная средняя

масса двухлеток ожидается 750 г, количество годовиков, с учётом бонитировки, составляет 308 шт. (до неё – 616 шт.). Начальная общая масса, таким образом, составляет  $308 \times 0,319 = 98$  кг, конечная –  $232 \times 0,75 = 174$  кг. Затраты корма на содержание этой части ремонтного стада за период с июня по сентябрь составят  $(174-98) \times 1,2 = 92$  кг.

В общей же сложности расходы корма на содержание данных групп ремонта будут равны  $185 + 242 + 71 + 92 = 590$  кг.

Расход воды и количество бассейнов. Для группы ремонта пеляди в возрасте двух лет разовый объём воды составит  $290 \text{ кг} : 25 \text{ кг/м}^3 = 12 \text{ м}^3$ , количество круглых бассейнов диаметром 3 м составит 2 шт., а часовой расход воды при двухкратном водообмене –  $24 \text{ м}^3$ .

Для двухлеток сига он будет равным  $174 \text{ кг} : 25 \text{ кг/м}^3 = 7 \text{ м}^3$ , для трёхлеток –  $300 \text{ кг} : 25 \text{ кг/м}^3 = 12 \text{ м}^3$ . Количество круглых бассейнов диаметром 3 м составит для двухлеток – 1 шт., для трёхлеток – 2 шт.

В общей сложности для ремонтного стада из двух- и трёхлеток сига и двухлеток пеляди потребуется 5 круглых бассейнов диаметром 3 м, а часовой расход воды при двухкратном обороте в них будет равен  $62 \text{ м}^3$ .

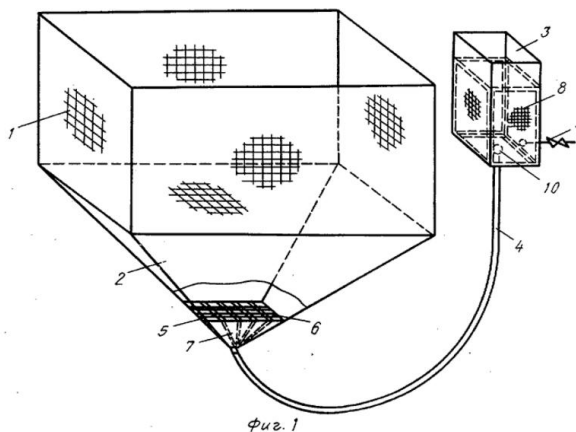
*Затраты корма.* Кормление производителей пеляди и сига начинают в январе при повышении температуры более  $2^\circ\text{C}$  и продолжают до сентября. Перед нерестовой кампанией и во время неё производителей не кормят. В период созревания половых продуктов происходит интенсивный расход запасов питательных веществ и энергии и для их восполнения требуются дополнительные расходы корма [4].

## 6. Устройство для нереста рыб

Процесс воспроизводства сига достаточно трудоемкий, в процессе обычно происходит естественный отход (гибель) части икры, личинки. Снизить затраты и отход возможно если использовать аппарат для нереста рыб, разработанный Восточно-Сибирским научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом рыбного хозяйства. Устройства для нереста рыб (патент 1398784 А1) может быть использовано в условиях стоячей воды (в озерах) для нереста сиговых рыб, в частности пеляди, и направлено на упрощение конструкции, улучшение условий содержания икры и снижение тем самым себестоимост (публикация 1984 год).

В устройстве сборник 2 оплодотворенной икры выполнен в форме пирамиды, обращенной вершиной вниз. В сборнике установлены продольные перегородки 5, образующие с поперечными перегородками 6 каналы 7 для прохода икры. Накопитель 3 икры оснащен сетчатой съемной кассетой 8 и вентилем 9 для слива воды, а средство для соединения сборника 2 и накопителя 3 представляет собой гибкий шланг 4, один конец которого подключен к вершине пирамиды, а другой – к накопителю 3, который оснащен обратным клапаном 10 (Рисунок 7).

Рисунок 7. Устройство для нереста рыб



Устройство позволяет расширить возможности его применения в условиях стоячих вод озер, при отсутствии течения, при низких температурах, когда водоемы покрыты сплошным льдом, а также позволяет предохранить икру от механических повреждений.

Устройство работает следующим образом. В емкость отсаживают производителей и содержат там до созревания половых продуктов и нереста. Во время нереста выметанная и оплодотворенная икра проходит сквозь сетчатое дно емкости 1 и опускается на стенки сборника 2. Первое время после нереста икра еще неклеякая и скатывается в нижнюю часть емкости, где набухает. Происходит первое деление зиготы, после чего икру собирают в накопитель 3.

Процесс сбора икры заключается в том, что накопитель без воды при закрытом клапаном и вентиле опускают в воду таким образом, чтобы его верхний край был несколько выше уровня воды в водоеме, при этом накопитель наполняется водой через шланг 4 по принципу сообщающихся сосудов. Ток воды, образующийся в нижней части устройства нереста, увлекает за собой набухшую икру. После заполнения накопителя клапан закрывается. Накопитель извлекается из воды, вода из него сливается через вентиль. Кассета с икрой извлекается из накопителя. В случае необходимости откачка икры проводится несколько раз [12].

## **Выводы**

При исследовании работы были сделаны следующие выводы:

1. На основании данных вылова и предполагаемых запасов, выявлена потребность в воспроизводстве сиговых видов рыб. Кроме этого выявлена проблема, связанная с хроническим загрязнением нефтепродуктами реки Печора и ее притоков, что приводит к изменению экосистемы водоемов. На территории округа компенсационные мероприятия не дают должного эффекта, потому что проводятся не регулярно и зарыбление производится не жизнестойкой молодью.
2. Необходимость воспроизводства сига-пыжьяна и пеляди стоит остро. За последнее время уловы сиговых рыб снизились, однако количества рыболовов не сократилось, а возможно увеличилось. Единственное решение, которое предпринимается для сохранения популяций ценных и промысловых видов рыб остается запрет на вылов. Но эта мера малоэффективна.
3. В нынешних условиях требуется многогранное воздействие на сложившуюся ситуацию. Это и совершенствование нормативно-правовой базы, и запрет на вылов, и воспроизводство ценных и промысловых видов рыб, ежегодный выпуск личинок и молоди в реки и озера округа. Пусть выпуск будет малым, например 1-2 млн. личинок со средней массой 40 мг, но чтоб это было ежегодным мероприятием. Так постепенно запасы рыбы восполнятся. Но для этого нужно рыбоводное предприятие.
4. Рыбоводное предприятие создаст дополнительные рабочие места для населения, позволит выпускать в среду здоровую молодь сиговых видов рыб и тем самым повысить количество и качество уловов.

5. В качестве конкретных мероприятий предлагаю создать рыбоводный участок на акватории озера Голодная Губа, поскольку оно является основным местом нагула сиговых видов рыб. Целесообразно вылавливать производителей в этом озере, а выпускать в него личинок и подрощенную молодь сиговых видов рыб. Возможно выкупать производителей у промысловиков, которые по лицензии будут вести лов на специально отведенной территории – рыбопромысловом участке озера Голодная Губа.
6. В качестве меры предотвращения незаконной добычи водных биоресурсов предлагаю изъять из свободной продажи и установить систему лицензирования рыболовных сетей, т.е. рыболов покупает лицензию и вместе с ней приобретает сеть с определенными параметрами и коэффициентом уловистости.

## Список литературы

1. Кудерский Л.А. Избранные труды — Том 4. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежных дисциплин. — Санкт-Петербург, 2005. — 505 с.
2. Иванов Д.И., Костюничев В.В., Королев А.Е. и др. / Концепция развития рыбоводства в Ненецком автономном округе. — Спб.: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2005. — 160 с.
3. Орлов Ю.И., Кружалина Е.И. Перевозка рыбы в пакетах // Рыбоводство и рыболовство, 1962. — № 3. — 27 с.
4. Рыбоводно-биологическое обоснование на строительство рыбоводного завода для воспроизводства и восполнения запасов сиговых видов рыб. Рыбоводно-биологическое обоснование на организацию пунктов сбора икры сиговых видов рыб. Отчёт о НИР. — СПб, 2005. — 195 с.
5. Сидоров Г.П. Рыбные ресурсы Большеземельской тундры. — Л.: Наука, 1974. — 163 с.
6. Рыбоводно-биологическое обоснование по искусственному воспроизводству полупроходного сига-пыжьяна и хариуса европейского в рыбоводном модуле в бассейне реки Печора (река Ижма) на территории республики коми (город Сосногорск). — Сыктывкар: Комирыбвод, 2009. — 61 с.
7. Стационарные исследования промысловых рыб морской прибрежной зоны и основных рек Печоры, Сев. Двины, Мезени, Онеги. — Архангельск: СевНИИП, 1962. — 169 с.
8. Лоскутова О.А., Шубин Ю.П. Сообщества гидробионтов нефтезагрязненных акваторий бассейна реки Печора. Сыктывкар: НЦ УрО РАН, 2005. — 268 с.



9. Чулков А.В. Состояние и охрана окружающей среды в Архангельской области за 2013 год / А.В. Чулков // Доклад об экологической обстановке в Архангельской области в 2010 году. — Архангельск, 2011.

10. Департамент природных ресурсов, экологии и агропромышленного комплекса Ненецкого автономного округа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dprea.adm-nao.ru/press-centr/news/8353/>, свободный.

11. Стратегия социально-экономического развития Ненецкого автономного округа до 2030 года. — Санкт-Петербург, Нарьян-Мар: Центр стратегических разработок Северо-запада, 2008-2009.

12. Устройство для нереста рыб [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://patents.su/patents\\_3/1398784-ustrojstvo-dlya-neresta-ryb-1.png](http://patents.su/patents_3/1398784-ustrojstvo-dlya-neresta-ryb-1.png), свободный.