



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(Бакалаврская работа)

На тему «Биотехнические особенности и перспективы разведения речной
миноги *Lampetra fluviatilis*, Linnaeus, 1758, в условиях Лужского
производственно-экспериментального лососевого завода
Северо-Западного филиала ФГБУ Главрыбвод»

Направление подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура,
профиль «Управление водными биоресурсами и аквакультура»

Исполнитель _____  _____ Васильев Сергей Александрович

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____  _____ Королькова С.В., к.т.н.

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____  _____ Королькова С.В., к.т.н.

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

« 21 » _____ 06 _____ 2023 г.

Санкт-Петербург

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Биологическая характеристика речной миноги	6
1.1 Положение в систематике	6
1.2 Географическое распространение речной миноги	7
1.3 Внутривидовое разнообразие речной миноги	7
1.4 Морфологическое описание и анатомические особенности речной миноги	8
1.5 Особенности нереста речной миноги	10
1.6 Эмбриональное развитие миноги	11
1.7 Постэмбриональное развитие речной миноги	13
Глава 2. Основные причины проведения мероприятий по воспроизводству миноги	17
2.1 Экологические характеристики реки Луга	17
2.2 Состояние популяции речной миноги	21
Глава 3. Биотехника воспроизводства речной миноги	24
3.1 История завода	24
3.2 Отлов производителей миног, сбор половых продуктов и осеменение	27
3.3. Инкубация икры.....	30
3.4. Выклев и подращивание личинок	31
3.5. Выпуск молоди	32
3.6. Транспорт речной миноги на разных стадиях	33
3.7. Описание допустимых потерь рыбной продукции на	33
3.8 Актуальные проблемы и перспективы воспроизводства	35
Заключение	39
Выводы	40
Список литературы:	41

Введение

Искусственное воспроизводство водных биоресурсов играет неоценимо важную роль в хозяйственной деятельности человека. Выращивание ценных видов с последующим выпуском в естественную среду обитания позволяет обеспечивать поддержание достаточных объёмов сырья для последующего вылова, избегать перелова и исчезновения стратегических видов. Наиболее частыми объектами, выращиваемыми на предприятиях по искусственному воспроизводству водных биоресурсов, являются осетровые, лососевые, сиговые. Для распространённых для воспроизводства видов разработаны технологии по содержанию производителей, сбору половых продуктов, осеменению, инкубации и выращиванию молоди, проверенные временем и многочисленными научными исследованиями. Не прекращаются работы по совершенствованию имеющихся методик для повышения их эффективности, для повышения качества выпускаемых объектов и увеличения объёмов выпуска.

Речная минога является не самым распространённым объектом рыбохозяйственной деятельности. Однако, это важный объект промысла – ежегодно только в Балтийском море вылавливается около 250 тонн миноги [30]. Естественные популяции миног постоянно подвергаются негативным воздействиям со стороны человека, не только вследствие промысла и добычи этих круглоротых, но и вследствие зарегулирования рек, строительства плотин и ГЭС, которые препятствуют нерестовому ходу проходных миног. Важность мероприятий по воспроизводству этих водных ресурсов определяется как промысловой ценностью миног, так и важной ролью, которую они играют в экосистемах.

Существует не так много научных работ, посвященных опыту воспроизводства речной миноги, опять же, из-за её непопулярности. Есть существенный недостаток в экспериментальных данных по многим аспектам её выращивания.

В Ленинградской области существует один завод, специализирующийся на искусственном воспроизводстве речной миноги – Лужский производственно-экспериментальный лососевый завод (ФГБУ «Главрыбвод») [29]. Он построен в 1989 году в счет компенсации ущерба рыбным запасам, нанесенного в результате строительства Ленинградской АЭС Луга. Производственная мощность предприятия составляет 7 млн. штук икры миноги и 4,5 млн. штук личинки миноги на стадии пескоройки. Важность мероприятий по воспроизводству этих водных ресурсов определяется, как промысловой ценностью, так и важной ролью, которую они играют в экосистемах.

Тема дипломной работы является актуальной, потому что, несмотря на то, что вылов речной миноги не превышает объемы выпусков - естественные популяции данного гидробионта постоянно подвергаются негативным антропогенным воздействиям, не только из-за промысла и любительской добычи этих круглоротых, но и вследствие зарегулирования рек, строительства плотин и ГЭС, которые препятствуют нерестовому ходу миног и сложно смоделировать их состояние при отсутствии воспроизводства. Отсутствие точных данных о численности и критическое состояние популяций миног в областях со схожим количеством субъектов, использующих ресурсы местных водоемов, но без предприятий, занимающихся её воспроизводством – также говорят о необходимости более подробного изучения данного вопроса.

Объект - речная минога *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus, 1758)

Предмет – воспроизводство речной миноги в условиях Лужского производственно-экспериментального лососевого завода Северо-Западного филиала ФГБУ «Главрыбвод».

Цель - изучить биологические аспекты разведения речной миноги и оценить перспективы её воспроизводства в условиях Лужского производственно-экспериментального лососевого завода Северо-Западного филиала ФГБУ «Главрыбвод».

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

- дать общую биологическую характеристику речной миноги;
- описать особенности биотехники воспроизводства речной миноги и оценить состояние Лужского производственно-экспериментального лососевого завода (далее по тексту – ЛПЭЛЗ);
- рассмотреть биологию её кормления и описать особенности транспортировки миноги на разных стадиях развития;
- дать экологическую характеристику и оценить состояние популяции речной миноги в р. Луга.

Практическая ценность работы заключается в возможности использования полученных в работе данных для изучения вопросов биологии речной миноги и круглоротых, а также биотехники её воспроизводства в рамках прохождения курса учебных дисциплин по направлениям подготовки бакалавров 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура и 05.03.06 Экология и природопользование, что особенно актуально из-за небольшого количества публикаций на данную тему.

Для выполнения данной выпускной квалификационной работы автор использовал материал, полученный при прохождении производственной практики на ЛПЭЛЗ в 2022 г.

Структура работы: настоящая работа на 45 стр. включает в себя Введение, 3 главы, 17 подглав, заключение и выводы, список литературы на 37 источников.

Глава 1. Биологическая характеристика речной миноги



Рис.1. Речная Минога *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus, 1758). Фото из архива автора.

1.1 Положение в систематике

Надцарство: Eukaryota (Эукариоты)

Царство: Animalia (Животные)

Подцарство: Eumetazoa (Настоящие многоклеточные)

Раздел: Bilateria (Двусторонне-симметричные)

Подраздел: Deuterostomia (Вторичноротые)

Тип: Chordata (Хордовые)

Клада: Craniata (Черепные)

Подтип: Vertebrata (Позвоночные)

Надкласс: Agnatha (Круглоротые)

Отряд: Petromyzontiformes (Миногообразные)

Семейство: Petromyzontidae (Миноговые)

Подсемейство: Petromyzontinae (Миноговые)

Род: *Lampetra* (Миноги речные)

Вид: *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus, 1758) (Минога речная, или невская)

1.2 Географическое распространение речной миноги

Речная минога распространена в бассейнах рек Северного и Балтийского морей от Франции и Великобритании до Швеции, Финляндии и Республики Карелия в Российской Федерации. Отдельные популяции вне основного ареала имеются в Италии. Встречается в реках бассейна Средиземного моря. В России заходит на нерест преимущественно в Неву, Нарву и Лугу, а также реки Калининградской области. Встречается также в бассейнах Ладожского и Онежского озер. В Ладожском и Онежском озере встречается жилая форма речной миноги, живущая на глубинах 50-100 метров [27]. В Тверской области речная минога отмечена во многих водотоках бассейна реки Западная Двина. Она также обитает и в системе реки Волга, так как вид распространился из нативного Южнобалтийского долинного в Волжско-Уральский пресноводный экорегион [12].

1.3 Внутривидовое разнообразие речной миноги

Среди миног рода *Lampetra*, распространенных в Европейской части России, исторически выделяют миногу речную (*L. fluviatilis*), анадромный паразитический вид, и миногу ручьевую (*L. planeri*), резидентный непаразитический вид. Однако, в настоящий момент распространено мнение, что эти виды на самом деле являются примером внутривидового разнообразия вида *L. fluviatilis*, то есть ручьевая минога рассматривается как жилая форма речной миноги. Такие формы одного вида, когда одна форма является проходной, а другая – жилой, получили название «парных форм» или «форм-спутников» [14,15].

Также стоит отметить, что в популяциях *L. fluviatilis* кроме типичной формы, проводящей в море 2 года, выделяется мелкая форма, живущая в море только один год после метаморфоза. Эта форма получила название *L. fluviatilis forma praecox*. Эти мелкие миноги принимают участие в нересте с крупными формами *L. fluviatilis*, так что в потомстве крупной самки могут появиться как крупные, так и мелкие формы [18, 30].

Помимо этого, выделена и мелкая озерно-речная форма *L. fluviatilis forma ladogensis*. Она обитает в Ладожском и Онежском озерах, ведет паразитический, и по существу, проходной образ жизни (потамодромный), поскольку нерестится в реках, но нагуливается в озере. *L. fluviatilis forma ladogensis* живет в северной части Ладожского озера, на большой глубине, основным объектом её питания является ряпушка, во время нереста которой ладожскую форму миноги можно наблюдать на более мелких глубинах. Встречается и в Онежском озере. Отдельные особи достигают длины 300—330 мм и массы 40—60 г. Нерестится в мае—июне в реках. Появившиеся из икры личинки скатываются по течению на спокойные участки рек, где живут до 4–5 лет, а затем возвращаются в озёра [30]. За пределами Российской Федерации озерно-речная форма *L. fluviatilis* была найдена в озере Лох Ней и Лох Ломонд в Великобритании, а мелкая форма граесох – в реке Северн в Великобритании [36].

Ранее предполагалось наличие яровых и озимых рас у *L. fluviatilis*, однако миноги, зашедшие в реку, как осенью, так и весной нерестятся в одних и тех же участках реки, в нересте принимают участие как те, так и другие, плодовитость осенней и весенней миноги одинакова. Таким образом, говорить о наличии яровой и озимой миноги нельзя [30].

1.4 Морфологическое описание и анатомические особенности речной миноги

Европейская речная минога достигает длины 500 мм и массы тела 150 граммов. Обычно самцы имеют длину 31–32 см, самки крупнее — 32–34 см. Форма тела угребразная. Спина и бока темно-серые, слегка отливающие металлическим блеском, брюхо светло-желтое или матово-белое [8].

Небольшой хвостовой плавник протоцеркальный. Нет парных плавников, есть два спинных плавника, между которыми имеется промежуток. Второй спинной плавник расположен близко к началу хвостового плавника [24].

Кожа мягкая, без следов наружного скелета. В эпидермисе многочисленны одноклеточные железы, выделяющие обильную слизь, покрывающую тело миноги.

В течение всей жизни осевой скелет миног представлен плотной хордой. Ее окружает толстая соединительнотканная оболочка, охватывающая и лежащий над хордой спинной мозг. Мозговой череп круглоротых окружает головной мозг только снизу и с боков; сверху мозг закрыт соединительнотканной пленкой. Затылочный отдел мозговой коробки не развит. Спереди к мозговому черепу примыкает непарная обонятельная капсула, а к задним боковым стенкам — парные слуховые капсулы [35].

Мышечная система круглоротых состоит из миомеров, отделенных друг от друга миосептами. В голове и жаберной области под миомерами соматической мускулатуры дифференцируется висцеральная мускулатура, образующая сложную систему мышц предротовой воронки, языка и жаберных мешков. Они обеспечивают присасывание к жертве, пробуравливание отверстия в ее покровах и насасывание пищи, а также создание тока воды через жаберные мешки. Двигаются миноги в толще воды с помощью боковых изгибов туловища.

Пищеварительная трубка миног начинается развитой предротовой воронкой. По краям воронки расположены облегчающие присасывание мелкие складочки кожи. Ороговевшие сосочки эпителия внутренней поверхности воронки образуют роговые зубчики и зубные пластинки. В глубине воронки расположено округлое ротовое отверстие, снизу ограниченное вершиной мощного языка, вооруженного сложной роговой зубной пластинкой. Внутренних губных зубов у речной миноги три, из них верхний и нижний зубы двураздельны, средний — трехраздельный. Нижних и внешних боковых губных зубов нет.

Мелкую добычу миноги засасывают с током воды. Присосавшись к крупной добыче, минога вершиной языка пробуравливает ее кожу. Парные

слюнные железы, открывающиеся протоками под вершиной языка, выделяют в рану вещества, препятствующие свертыванию крови.

У миног 7 пар жаберных мешков, каждый из которых открывается наружу самостоятельным отверстием. У личинок (пескороек) каждый мешок внутренним отверстием открывается в глотку, у взрослых миног – в дыхательную трубку [10].

1.5 Особенности нереста речной миноги

Речная минога перед нерестом мигрирует на относительно короткие расстояния, запасы жира перед началом миграции у неё составляют 16-20% массы тела. При миграции миноги двигаются медленно, проплывая за сутки до 8-10 км. Ход в реки в разных географических зонах наступает в разные периоды времени. В бассейне Балтийского моря в реках Вистула и Неман миграции начинаются в конце сентября. В реках Финского залива Нарва, Нева и Луга нерестовый ход начинается в мае – первой половине июня, продолжается в течение всего лета и осени, достигая своего максимума в сентябре – октябре, а в реках Рижского залива – в ноябре – декабре. В верхней части реки Рейн речная минога нерестится с февраля по апрель, в реках Великобритании – с апреля по май [30, 36].

Миграции миноги, как правило, происходят ночью. Отчетливо выраженная отрицательная реакция на свет у миноги делает интенсивность её хода зависимой от фазы луны. В темные, безлунные ночи интенсивность хода достигает максимума. С нарастанием луны уловы миноги уменьшаются и при полной луне и безоблачном небе почти полностью прекращаются. Известны примеры и дневного хода речной миноги, но это происходит обычно в пасмурные дни при сильном помутнении воды [7].

Во время миграции и нереста миноги не питаются. Ко времени нереста у них увеличиваются размеры спинных плавников, наступает дегенерация кишечника, исчезают желчный пузырь и желчный проток, прекращается

функционирование желез ротовой воронки, у самок вырастает анальный плавник, а у самцов – половой сосочек [10].

Речные миноги нерестятся весной, когда сходит лёд и вода прогревается до 13-15°C. Нерест обычно идет на песчаных грунтах или на мелкой гальке. Самец и самка змееобразными движениями тела роют неглубокую ямку. Самка присасывается к камешку у края гнезда, а самец – к самке; самка выметывает икру, а самец одновременно выделяет семенную жидкость. Количество выметываемых самкой икринок сильно варьируется, от 650 до 42500 икринок. Среднее значение составляет 22000, а для озерно-речной формы – 10000-16000 икринок. Икринки донные, прилипающие, грушевидной формы. После икрометания взрослые особи погибают, т. е. они моноциклически [10, 36].

1.6 Эмбриональное развитие миноги

Миноги имеют яйца с малым количеством желтка, претерпевающие полное, неравномерное дробление [10].

Первые две борозды деления меридиональные; третья проходит в широтной плоскости и делит яйцо на микромеры анимального полушария и макромеры вегетативного. В результате дробления образуется бластула переходной формы – между цело- и амфибластулой; в анимальном полушарии её стенка состоит из двух-трёх, а в вегетативном полушарии – из шести-семи слоёв бластомеров (Рис. 2,3) [33].

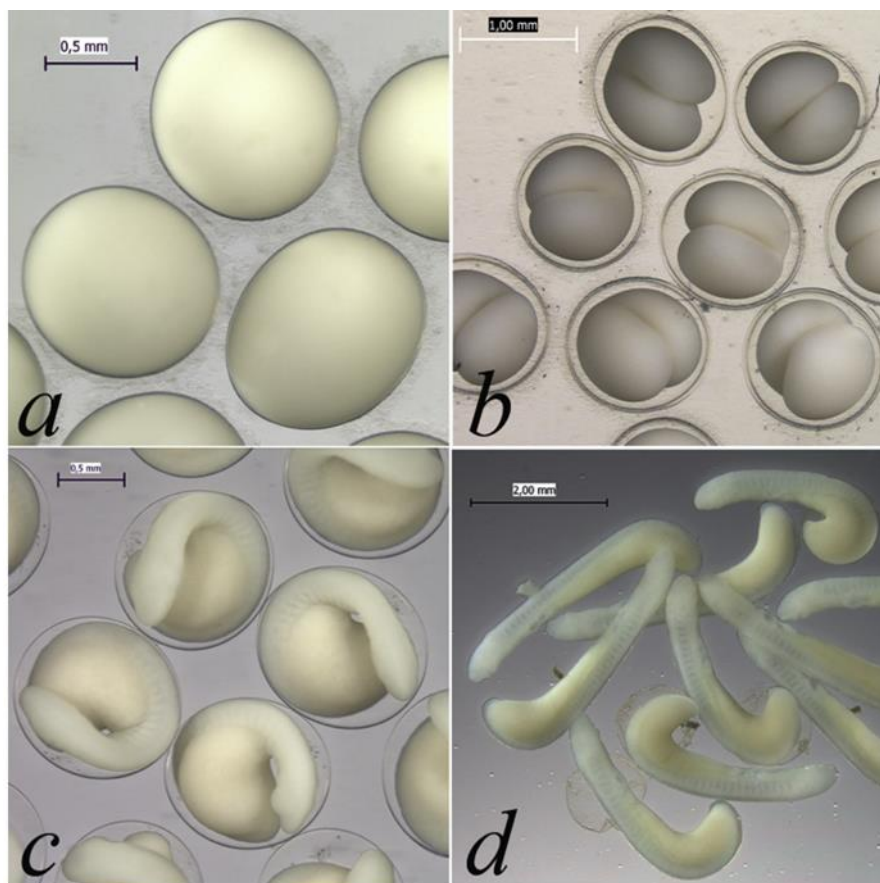


Рис.2. Эмбриогенез речной миноги (а - зигота перед дроблением, b - стадия двух бластомеров, с - поздняя стадия эмбриогенеза, d - личинки после выклева) [33].

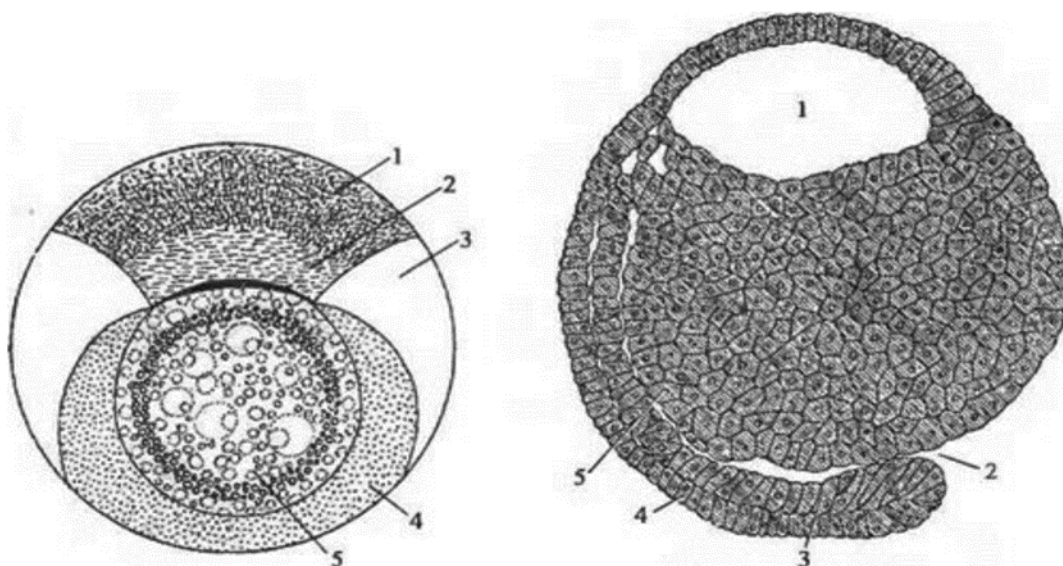


Рис. 3. Слева – схема расположения презумптивных зачатков перед гастрულიей у миноги: 1 – нейральный зачаток; 2 – зачаток хорды; 3 – эктодерма; 4 – мезодерма; 5 – энтодерма; жирной линией обозначено местоположение спинной губы бластопора. Справа – сагиттальный разрез через гастралу миноги на стадии нарастания спинной губы

бластопора: 1 – бластоцель; 2 – бластопор; 3 – зачаток хорды; 4 – нейральная пластинка; 5 – энтодерма [33].

Перед спинной губой бластопора лежат клетки, которые впоследствии дифференцируются как клетки хорды. Впереди них расположена зона нейроэктодермы. Латеральные и вентральная губы бластопора окружены клетками, дающим начало мезодерме. Центральная область вегетативного полушария занята клетками будущей энтодермы, тогда как анимальное полушарие занимают эктодермальные клетки.

Бластоцель заполнен студенистой массой. Бластопор щелевидный и расположен между экватором и вегетативным полюсом яйцеклетки. Нервная система возникает в виде плотного тяжа, образующегося в результате скручивания нервной пластинки; только в головной области этого тяжа имеется полость, подразделяющаяся затем на ряд мозговых пузырей [33].

1.7 Постэмбриональное развитие речной миноги

Через 11-14 дней после оплодотворения из икринки вылупляется непрозрачная белая личинка со средней длиной тела в 3,2 мм, называемая пескоройкой. Она отличается от взрослых миног отсутствием присасывательной воронки и роговых зубчиков, сильным развитием верхней губы, более слабо развитыми спинными плавниками, недоразвитыми глазами. Личинки имеют большую глотку с жаберными отверстиями и эндостилем.

Пескоройки после вылупления скатываются в углубления между камнями и галькой, откуда их не может вымыть течение реки, и лежат неподвижно 3-4 дня, питаясь остатками желтка, запасы которого сконцентрированы у них в печени. По достижении 6 мм пескоройки зарываются в грунт. Через несколько дней после вылупления пескоройки перемещаются на участки рек с илистыми грунтами и начинают питаться

детритом, мелкими животными и водорослями. Большую часть времени они проводят, зарывшись в ил. 15–20-дневные личинки покидают места выклева и сносятся течением вниз по реке, задерживаясь на заиленных участках реки. Здесь они закапываются в ил и начинают активно питаться детритом и диатомовыми водорослями. К этому времени личинки приобретают окраску, маскирующую их под цвет ила. В связи с тем, что кормом личинкам миноги служит низкокалорийный детрит и диатомовые водоросли, темпы их роста невелики. За речной период жизни, который может составлять от 4 до 5 лет, длина пескороек изменяется от 3-4 мм до 10 см.

Дальнейшее развитие пескоройки происходит с метаморфозом – существенными изменениями внешнего вида личинки, а также значительной перестройкой функционирования дыхательной и пищеварительной систем. В ходе метаморфоза образуется присасывательная воронка, на её стенках и на языке формируются роговые зубчики, глотка разделяется на пищевод и дыхательную трубку, развивается мощная мускулатура языка, увеличиваются размеры глаз, и пескоройка превращается в миногу. Процесс метаморфоза начинается летом и заканчивается весной следующего года.

После достижения покатного состояния молодь речной миноги скатывается из рек в море, где нагуливается, паразитируя на рыбах, присасываясь к жертвам, и растёт до достижения половой зрелости. Морской период жизни *L. fluviatilis*, изучен очень слабо, точно не известна даже продолжительность данного периода в жизненном цикле. В море минога придерживается глубин 30—100 м в районах скопления рыб. Миноги, как и их основные объекты питания (атлантическая треска, атлантическая сельдь, европейская корюшка, атлантический лосось, скумбрия, шпрот, кумжа), совершают суточные вертикальные миграции. Они не поражают быстро плавающих рыб, а нападают на пелагических стайных планктофагов. В открытой части Балтийского моря основной пищевой объект миноги – шпрот, но они также они нападают на треску, корюшку и лососевых рыб. Примерно через 2 года миноги в большом количестве скапливаются в

предустыевых пространствах, и затем большими стаями устремляются в реки для последующего нереста [10, 30]. Речная минога развивается в течение жизненного цикла с метаморфозом, следовательно, её личинки и взрослые особи ведут разный образ жизни и на них оказывают влияние разные факторы среды. Пескоройки ведут донный образ жизни и питаются детритом и диатомовыми водорослями. Можно сделать вывод о том, что важными факторами среды для пескороек является характер грунта, так как свойственным для них поведением является закапывание в него. Оптимальным грунтом в реках для личинок миног является песок или ил. Также в грунте должно быть достаточное количество органики для питания пескороек. Также известно пагубное влияние солнечного света на личинок миног. Глубина водоема должна быть достаточная для того, чтобы на дно водоема не поступало слишком большого количества света, либо же водоем должен быть достаточно мутным.

Существуют экспериментальные данные о температурных предпочтениях смолтов речной миноги. Избираемой температурой у смолтов является температура 15.3°C. Сублетальная температура при скорости нагрева воды 9°C/ч равна 29.0°C, верхняя летальная – 30.8°C [5].

Будучи проходным видом, речная минога нуждается в возможности беспрепятственно скатиться в море для нагула, а затем вернуться в реки для нереста. Строительство ГЭС и плотин может мешать ходу речных миног и существенно сокращать их ареал обитания.

После метаморфоза и перемещения взрослой миноги в море, её образ жизни существенно меняется, и она становится требовательна к другим факторам среды. Будучи паразитом рыб, речная минога обитает на таких же глубинах и в таких же условиях, как и её потенциальные хозяева. Как и большинство круглоротых - предпочитает пелагических стайных планктофагов. В целом, основным фактором среды для речной миноги при жизни в море будет наличие достаточных скоплений рыб, на которых минога может паразитировать. Взрослая минога также имеет отрицательный

фототаксис, следовательно, предпочитает достаточно глубокие участки моря, чтобы не подвергаться сильному воздействию солнечного света.

Глава 2. Основные причины проведения мероприятий по воспроизводству миноги

2.1 Экологические характеристики реки Луга



Рис.4. Структура сточных вод, отведенных в водные объекты южной части бассейна Финского залива (2011 г.) в бассейне р. Луга [28].

Река Луга, откуда добывают производителей и после выпускают личинок, подвергается растущему антропогенному воздействию, что в свою очередь влияет и на состояние гидробионтов, живущих в ней. В частности, на популяцию сильно повлияло строительство Ивановской ГЭС в посёлке Ивановское, а также активное использование вод р. Луга в хозяйственных целях, как местными жителями, так и, например, предприятием по производству керамики «ООО Гжельские узоры» и др., при отсутствии должного количества очистных сооружений (Рис. 4.) Всего в городе Кингисеппе 84,4 км канализационных сетей, а большая часть очистных сооружений были построены в 1976 году и морально устарели, а в случае аварийной ситуации предусмотрен береговой сброс коллекторов без

отчистки, поэтому ливневки и канализация в целом также вносят в бассейн большое количество аллохтонных ядовитых элементов [16].

Серьезную азотно-фосфорную нагрузку на бассейн р. Луга оказывает активно развивающееся сельское хозяйство, особенно в Лужском, Гатчинском и Ломоносовском районе. С 2008 года локально фиксируют большое содержание нитратов, в том числе и в некоторых колодцах, питьевых колонках и прочих источниках питьевой воды. Для оценки загрязнения Луги чаще всего используют удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (далее по тексту – УКИЗВ). Он отражает частоту превышения ПДК среди основных рассматриваемых компонентов состава воды, чем он выше - тем ниже качество воды.

На графике заметен общий тренд на снижение содержания основных элементов, потенциально оказывающих влияние на популяцию миноги: азот, фосфаты, нефтепродукты, спав, медь, свинец и другие (Рис.5). Если в начале 2000-х годов и в 2010-х годах качество воды по УКИЗВ определялось как очень загрязненная и грязная, то начиная с 2016 г. уменьшение значения индекса УКИЗВ показывает, что вода в реке Луга – загрязненная и слабозагрязненная.

Это может быть связано как с обновлением очистных сооружений на некоторых предприятиях в частном порядке, так и с уменьшением плотности населения г. Кингисепп и других населенных пунктов на берегах данной реки, и соответственно, уменьшение антропогенного воздействия на нее. [9].

Динамика показателя УКИЗВ воды реки Луга в 2005-2019 гг

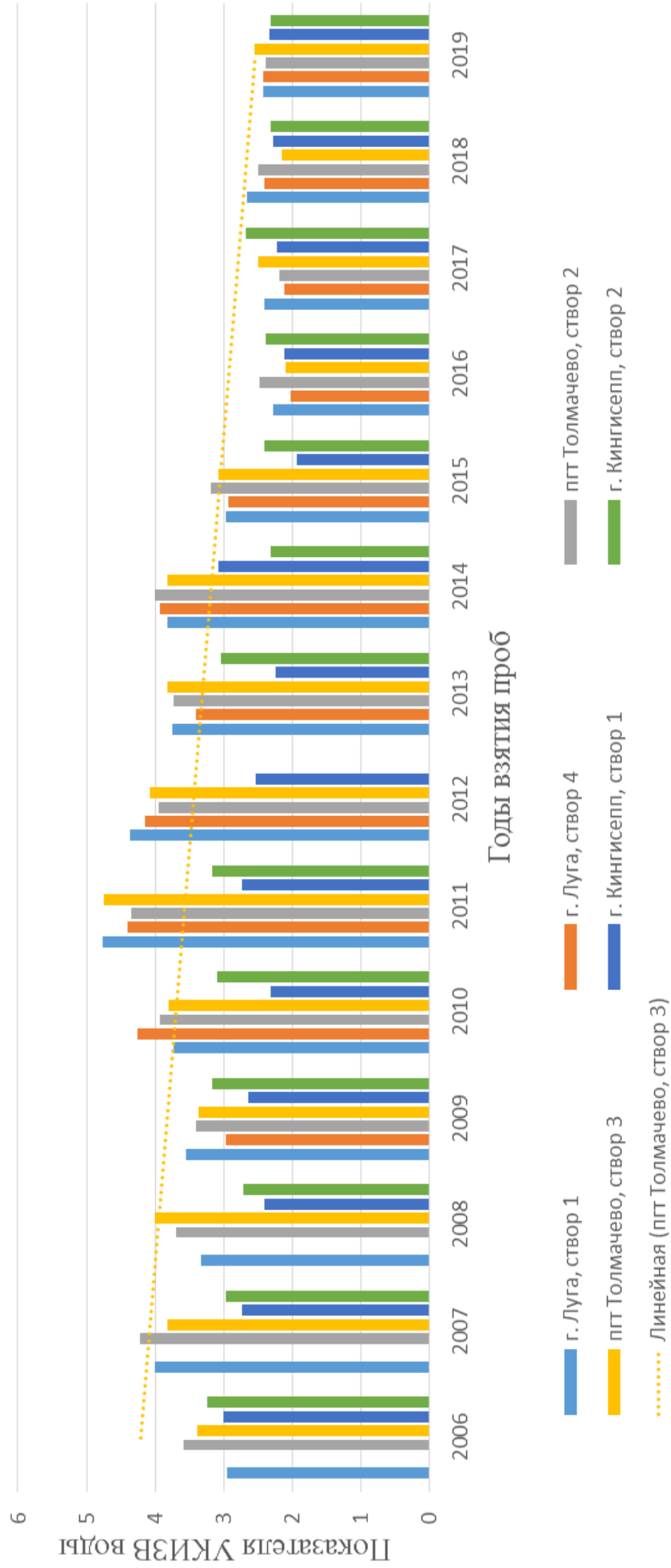


Рис.5. Динамика показателя УКИЗВ воды реки Луга в 2005-2019 гг.(график построен автором по результатам [16]).

Но, несмотря на общий тренд, на отдельных участках качество воды ухудшается, отражено на графике ниже (Рис.6.). Это может свидетельствовать в пользу того, что проблема загрязнения вод все еще не решена полностью и требует дополнительного разбирательства [16].

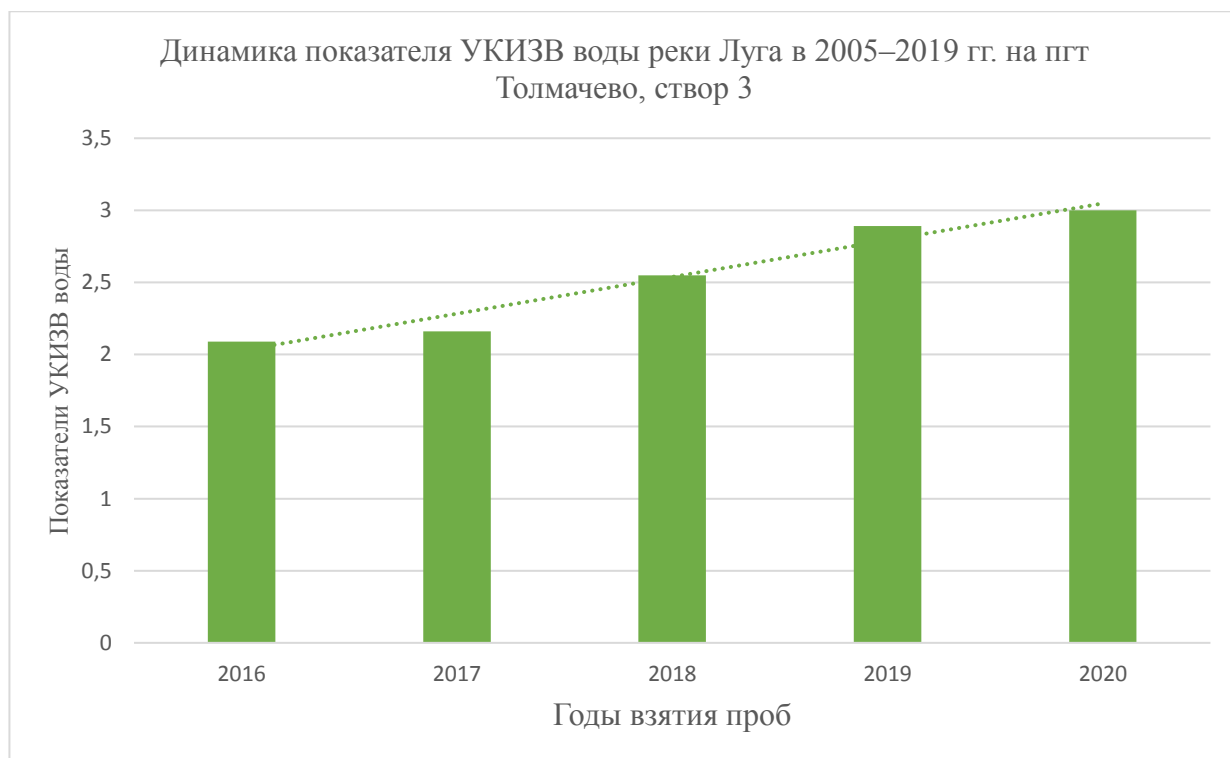


Рис.6. Динамика показателя УКИЗВ воды р.Луга в 2005-2019 гг. на пгт Толмачево, створ 3 (график построен автором по результатам [16]).

Но специалисты сходятся во мнении [16] о высоком потенциале данной реки, в том числе и для воспроизводства миноги, и возможно, других гидробионтов, если удастся выйти на должный уровень контроля и очистки.

Актуальности воспроизводству речной миноги на ЛПЭЛЗ добавляет сравнение с другими регионами со схожими экологическими показателями, но с отсутствующим воспроизводством круглоротых, например, водоемами Вологодской области, где с 2006 года речная минога попала в Вологодскую красную книгу [3].

В данном регионе (Вологодская область и Республика Карелия) *L. fluviatilis* представлена в Онежском озере, откуда она уходит на нерест

преимущественно в р. Лососинка, экологическое состояние которой схоже с р. Луга, а именно: загрязнение фосфатами, ПАВ, нефтепродуктами и бытовыми стоками [25].

Из-за охраняемого статуса данной популяции в регионе - у нас нет точных данных по вылову, но одной из предполагаемых причин снижения её численности, помимо качества воды напрямую – является рост численности паразитофауны у взрослых особей. В частности, инфузориями: *Chilodonella hexastica*, *Trichodina tenuidens* и *Trichodinella epizootica*, паразитическим грибом *Saprolegnia parasitica* и гельминтов: цестоды *Proteocephalus longicollis*, трематоды *Diplostomum petromyzifluviatilis* и нематоды *Cucullanus truttae* [6]. Одной из опосредованных причин их распространения, особенно, инфузорий – могут быть сточные воды из населенных пунктов, в данном случае, сбросы бытовых и промышленных вод г.Петрозаводск оказывают сильное антропогенное влияние на р. Лососинка, которая впадает в Онежское озеро, и куда речная минога заходит во время нерестовых миграций [6].

В реке Луга зафиксирована схожая паразитофауна миног [4]. Большая часть которой заносится во время нерестовых миграций из Финского залива, а сточные воды могут дополнительно влиять на них, усиливая восприимчивость миног к возбудителям, но это, как и экологическое состояние в целом, не оказало такого катастрофического влияния, предположительно из-за активного воспроизводства речной миноги на ЛПЭЛЗ [1].

2.2 Состояние популяции речной миноги

Всего осваивается около 5 % от допустимых уловов речной миноги в западном рыбохозяйственном бассейне (Рис.7.). И несмотря на то, что объемы выпуска вышли на плато – с 2018 года замечен рост объемов выпуска [21]. Лужским рыбноводным заводом ежегодно выпускается в реку Луга более 4 млн. личинок миноги. При производственной мощности предприятия в 7 млн. шт. икры миноги и 4,5 млн. шт. личинки миноги на стадии пескоройки.

Что является вполне неплохим результатом, даже в сравнении с другими гидробионтами, воспроизводимыми на западном рыбохозяйственном бассейне (далее по тексту – РХБ), с учетом того, что воспроизводство круглоротых не является основным даже на ЛПЭЛЗ. И после пересмотров объемов выпуска личинки в р. Луга – с 2020 года заметен тренд на увеличение предельно допустимых объемов выпуска (далее по тексту ПДОВ), но многие прогнозируют возможное снижение из-за стабильно низкого процента освоения запасов речной миноги (Рис.8.).

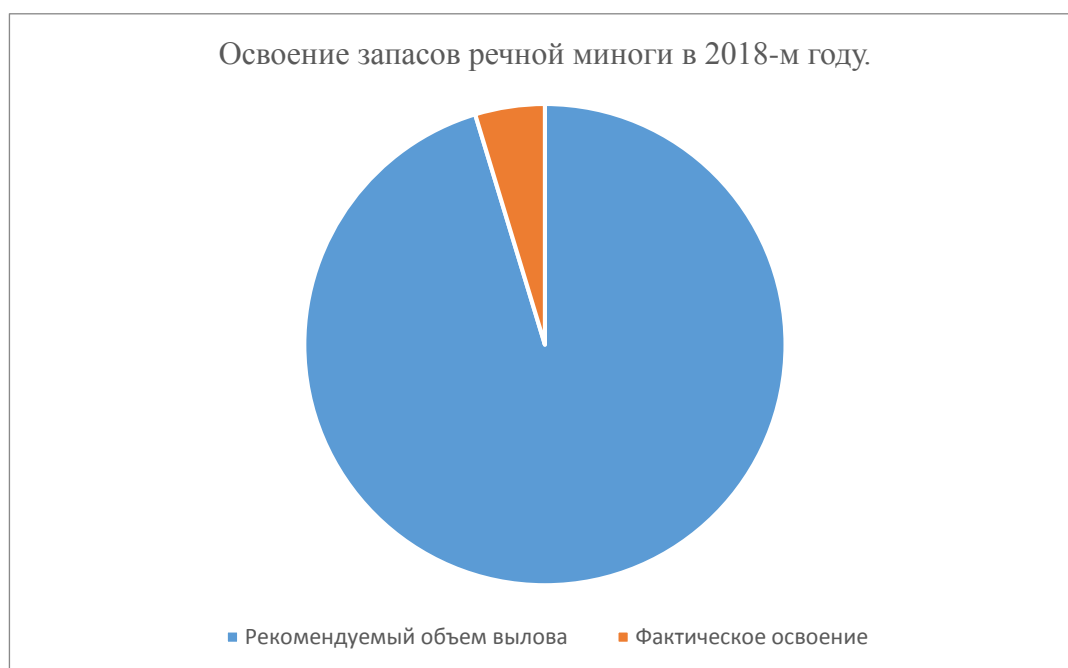


Рис.7. Освоение запасов речной миноги (диаграмма построена автором по результатам [22]).

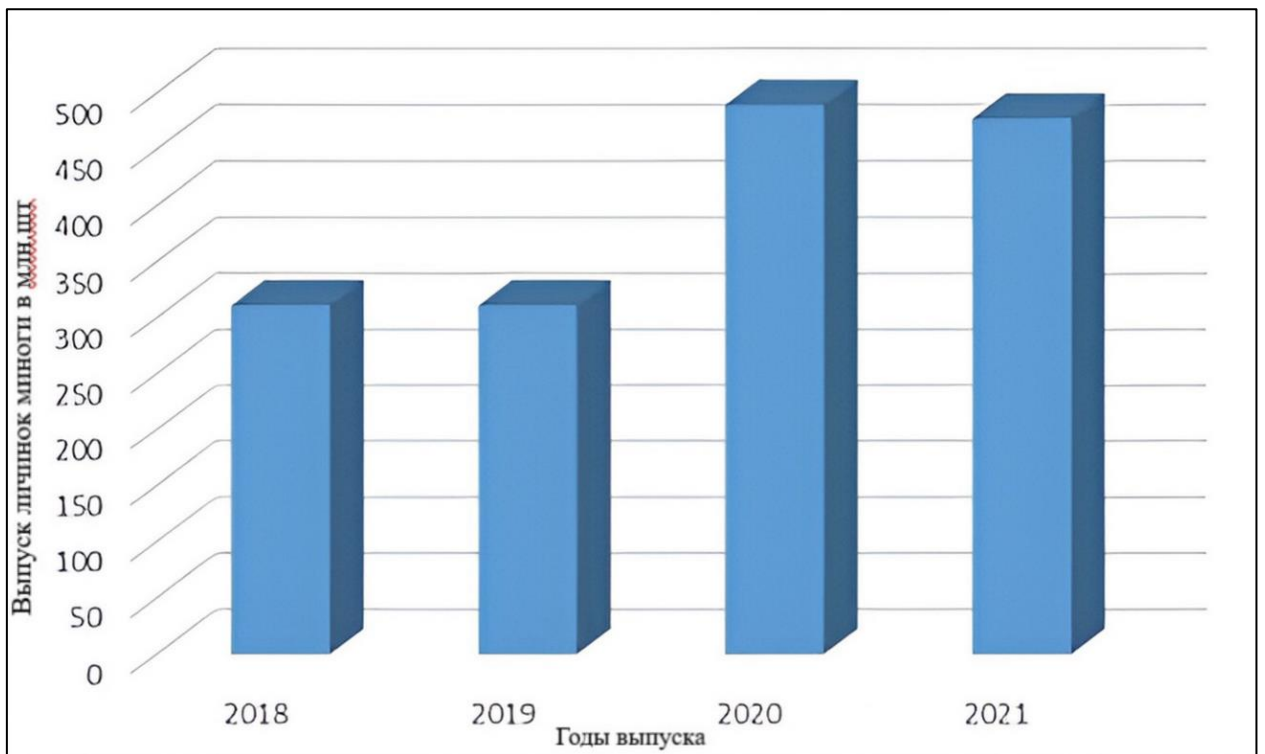


Рис.8. Динамика ПДОВ выпуска миноги в на ЛПЭЛЗ (график построен автором по результатам [20]).

Глава 3. Биотехника воспроизводства речной миноги

3.1 История завода

Речную миногу в России воспроизводят только на одном предприятии - ЛПЭЛЗ. Здание предприятия было построено в начале XX века сразу за плотиной водохранилища на реке Хревица для нужд мануфактуры помещиков Блоков. В советское время здесь размещалась ГЭС, снабжавшая электроэнергией часть Кингисеппского района. В середине 90-х годов помещения передали рыбозаводному заводу. За счет перепада уровня воды в водохранилище и реке весь процесс разведения рыбы проходит в проточной воде, поступающей на завод самотеком [29].

Лужский производственно-экспериментальный лососевый завод построен в 1989 году в счет компенсации ущерба рыбным запасам, нанесенного в результате строительства Ленинградской АЭС; он расположен в устье р. Хревицы в месте впадения ее в р. Луга. В настоящее время завод воспроизводит атлантического лосося (семгу) и миногу, а также краснокнижный вид рыбы - балтийскую кумжу (форель) [13]. На заводе содержатся ремонтно-маточные стада лосося атлантического (семги) и кумжи (форели) [12].

Еще в первой половине XX века наблюдалось существенное снижение численности естественной популяции атлантического лосося в рассматриваемом районе. Факторами, оказывавшими негативное воздействие на экосистему реки, можно назвать лесосплав, загрязнение вод промышленными стоками и наличие плотины кожевенно-картонажной фабрики «Партизан» у Кингисеппа, многие годы преграждавшей доступ производителям к основным нерестилищам. В связи с этим, с 1930-х до начала 1950-х гг. обсуждалась необходимость строительства рыбохода и рыбного завода на реке Луга.

В 1947 г. на выбранной для завода площадке у впадения р. Хревицы в р. Лугу были заложены шурфы, но проектирование началось только в 1974 г., а строительство – в 1981 г. Газета «Ленинградская правда» сообщала 12 сентября 1981 г., что крупнейший в Ленинградской области рыбный завод «..будет выпускать до полумиллиона двухгодовалой молоди лосося ежегодно. По проекту рыбоводный комплекс включает в себя цехи: инкубационный, выростной, приготовления кормов, лабораторию и другие подразделения. Всё это сложное хозяйство станут обслуживать всего 80 человек, так как большинство процессов предусматривает полную механизацию и автоматизацию» [19].

Ко времени пуска завода в эксплуатацию 30 декабря 1989 г. естественная популяция лосося р. Луги, с целью поддержания которой его строили за счёт средств компенсации ущерба от ЛАЭС, перестала существовать. Последние случаи поимки лужского лосося датированы 1964 и 1969 гг. К началу 1990-х гг. удавалось отлавливать только кумжу. Для воспроизводства лосося сеголеток доставляли с Нарвского рыбзавода, а икру – с рек Западной Двины, Нарвы, Невы и из Финляндии.

Проектную мощность завода, предполагавшую ежегодный выпуск в р. Луга 500 тыс. шт. двухгодовиков лосося и кумжи, снизили до 300 тыс. шт. За счёт выпусков пестряток началось формирование новых популяций, и с 1993 г. возобновился заход лосося в р. Лугу. В 1993–1994 гг. было учтено 27 и 3 шт. В 1995–1996 гг., после организации перекрытия у дер. Струппово, поймали 46 и 34 шт. Численность и возрастной состав производителей обнаруживали чёткую связь с динамикой выпусков молоди. По данным анализа структуры чешуи в разные годы, все лососи и от 54 до 70% особей кумжи имели заводское происхождение. Доля рыб с «нерестовыми марками» на чешуе постепенно увеличилась с 4,0 до 16,0 – 38,5%. Общая численность заходивших в р. Лугу производителей лосося достигла 50–100 шт., кумжи – 200–300 шт .

Совещание российских и финских специалистов летом 1994 г. в Санкт-Петербурге изменило направление деятельности ЛПЭЛРЗ. Решено было использовать маточные стада лосося. Завод располагал возможностью замены принудительной водоподачи на самотёчную. На нём предусматривался подогрев воды для инкубации икры и подращивания личинок, система оборотного водоснабжения и охлаждения воды в цеху длительного выдерживания производителей.

Рыбоводно-биологическое обоснование для формирования маточного стада подготовили в 1994 г. сотрудники ГосНИОРХ и АО «Форкис», взяв за основу финскую биотехнологию. Согласно сформулированным в РБО задачам, ЛПЭЛРЗ должен был стать центром, снабжающим икрой остальные заводы области, увеличить их мощность для обеспечения квот на вылов лосося в Балтийском море, снабдить посадочным материалом природоохранные мероприятия, связанные с восстановлением популяций в реках, и создать постоянный резерв такого материала для продажи, в том числе за рубеж. От стада численностью 1400 особей, включающего 7 поколений рыб (в возрасте от 0+ до 6+) и ежегодно пополняемого за счёт икры проходных самок, рассчитывали получать 1,4 млн. шт. икры лосося. Общий вес рыб стада должен был составить 4,176 тонн, потребность в воде – 4,09 м³ /мин, в выростных площадях – 1725 м². В том числе, требовались 16 бассейнов по 100 м², отсутствовавшие на ЛПЭЛРЗ [14].

С весны 1996 г. часть рыб перевели в цех в поселок Ивановское, расположенный у Ивановской ГЭС на р.Хревица, где была организована самотёчная подача воды из водохранилища, а основной цех летом 1997 г. закрыли на реконструкцию. Во время реконструкции планировали переоборудовать цех для содержания маточного стада лосося, от которого планировали ежегодно собирать 500 тыс. шт. икры. Прокладка водовода, обеспечивающего самотёчное поступление воды, как и другие работы важные для работы цеха – были завершены под конец 2000 года.

Были установлены стеклопластиковые бассейны 9 х 9, 6 х 6, 4 х 4 и 2 х 2 м, а также система дегазации воды. Стадо переместили в цех ДВП в 2001 г. В 2006 г. смонтирована установка замкнутого типа с терморегуляцией для инкубации икры и подращивания молоди до веса 1,0 г. Она позволила получать личинок и мальков из икры лосося маточного стада в ранние сроки, но дальнейшее их выращивание при низких естественных температурах воды вызвало затруднения.

3.2 Отлов производителей миног, сбор половых продуктов и осеменение

Учитывая, что минога заходит на нерест двумя «волнами», отлов производителей можно проводить два раза в год – в период осенней миграции, в сентябре-ноябре, и в период весенней миграции, в апреле-мае. Отловленные осенью миноги содержатся в садках около четырех месяцев, а у отловленных весной миног можно собирать половые продукты уже через несколько недель после вылова.



Рис.9. Половой сосочек самца речной миноги. Фото из архива автора.

После отлова особей необходимо произвести сортировку по полу. Самок можно определить по увеличенному брюшку и анальному плавнику, самцов – по половому сосочку (Рис.9.). В случае, если производители были отловлены осенью, определение пола может быть затруднено из-за неявных различий до наступления периода нереста. Самцы и самки при приближении нереста должны выдерживаться отдельно.



Рис.10.Процесс получения половых продуктов речной миноги. Фото из архива автора.

Производители выдерживаются на заводе до полного созревания половых продуктов. Содержатся производители в условиях, близких к естественным. Бассейны с производителями должны иметь системы подачи кислорода, циркуляции воды, биологические фильтры. Глубина воды должна быть не менее 30-40 см, также обязательно наличие достаточной площади вертикальных поверхностей (стенок бассейна), чтобы минога могла присасываться к ним [31]. Важно обеспечивать достаточный уровень затемнения и предотвращать выпрыгивание миног из бассейнов. Кормление производителей не производится, так как после миграции в реки миноги перестают питаться. Для стимулирования созревания производителей используют экологический метод. При необходимости, можно произвести гипофизарные инъекции самкам, но это – нечастая практика, как и возможная анестезия производителей перед забором половых продуктов, чтоб облегчить процесс [11, 31].

Молоки собираются у самцов путем сдавливания брюшка. Сперма миноги – белая со слабо-синеватым оттенком. Зрелая икра отцеживается. Важно не допустить попадания воды на икру и молоки во время сбора половых продуктов. Рекомендуется использовать молоки от 2-3 самцов для осеменения икры каждой самки [34]. Осеменение проводится сухим методом не позднее чем через 10-20 минут после сбора половых продуктов (Рис.10.). Сперму добавляют к икре, перемешивают, оставляют на несколько минут и затем добавляют столько воды, чтобы икра была покрыта полностью. Икру необходимо оставить для набухания на час после оплодотворения. Икра миног клейкая, и после оплодотворения ее промывают водой. Обесклеивание икры также может производиться в аппарате Боева. К воде для ускорения процесса обесклеивания чаще всего добавляют молоко. Оплодотворенность икры речной миноги в искусственных условиях может достигать 80% [2].

3.3. Инкубация икры

После промывания оплодотворенную икру можно оставить еще на некоторое время для набухания. Затем её помещают для инкубации в аппараты Вейса или Вильямсона (Рис.11.). Оптимальный температурный режим — от 14 до 17°C. Важно обеспечить затемнение аппаратов для инкубации [17]. Длительность инкубации составляет 12–16 суток, гибель эмбрионов не должна превышать 20% [2]. При температуре воды 12,6°C дробление икры начинается через 3-3,5 часа после оплодотворения. Продолжительность развития в градусо-днях от 190,5 (при температуре воды 14,6-17,7°C) до 206,2 (при температуре воды 13,6-16,9°C). В среднем – до 200 градусо-дней. После этапа гаструляции рекомендуется 2-3 раза производить обработку развивающейся икры водным раствором фиолетового "К" с концентрацией 10-20 мг/л с целью предотвратить заболевания [17].

Из-за клейкости икры высока опасность собирания её в комки, что может помешать инкубации. Также необходимо не допустить излишнего заиления, так как это может привести к снижению уровня кислорода в воде.

Для предотвращения склеивания икры и заиливания необходимо время от времени перемешивать содержимое аппаратов для инкубации и очищать от ила и мертвых икринок [31].



Рис.11. Стойка с аппаратами Вейса, загруженная икрой речной миноги. Фото из архива автора.

3.4. Выклев и подращивание личинок

На стадии подвижного эмбриона проинкубированная икра равномерно раскладывается на слое чистого мытого грубого речного песка или ила, уложенного на дне проточного лоткового аппарата и выдерживаются в них до 10 дней при температуре 16–17°C до появления у личинок рефлекса всплытия и закапывания. Песок выкладывается слоем 4-7 см при глубине воды над ним в 10-20 см. Только что выклюнувшиеся личинки непрозрачного белого цвета, малоподвижны, имеют длину 3-4 см. Отход личинок за этот период не превышает 5% [17].

Процесс выращивания личинок проходит при проточном водном режиме. В зависимости от температуры воды период доращивания личинок миноги колеблется от 100 до 130 суток. Однако, доращивание пескороек при температуре выше 17°C нецелесообразно, так как повышение температуры приводит к повышению отхода личинок. Важно также обеспечить личинкам достаточное насыщение подаваемой воды кислородом и достаточный уровень затемнения. Важно также закрывать лотки с личинками сверху, чтобы предотвратить выпрыгивание пескороек. Уровень растворенного кислорода рекомендуется поддерживать около 7.5 мг/дм³, рН – 7.0-7.3. Есть данные о том, что слишком кислая среда летальна для личинок речной миноги, нельзя допускать падения уровня рН до 5.0. Необходимо следить за количеством образуемого детрита, так как слишком большое его количество может привести к снижению уровня растворенного в воде кислорода и к ацидификации среды [31]. Уровни нитратов также должны поддерживаться на достаточно низком уровне [33].

Личинки миноги на стадии закапывания уже можно выпускать в подходящие естественные водоемы (реки), но более целесообразно их подращивание перед выпуском до трёхмесячного возраста [2].

Личинок размещают с плотностью 25-45 тыс. шт/м² и подращивают до массы 2,5-3 мг и длины не менее 12 мм. Затем разреживают посадку до 20 тыс/м² и выращивают до массы 8 мг и длины 15 мм [11].

3.5. Выпуск молоди

Выпуск молоди речной миноги производится в возрасте трех месяцев на стадии сеголетка по достижении его средней длины не менее 15 мм и средней массы не менее 8 мг. В месте выпуска у водотока дно должно иметь мягких грунт (ил или песок), что позволит личинкам закапываться. Также важно чтобы на протяжении не меньше метра от места выпуска склон реки

был положим, что должно обеспечить пескоройкам возможность равномерно распределиться по дну [26, 11].

Выпуск трёхмесячных личинок речной миноги даёт возврат в реки взрослых миног не менее 0,3-0,7% от числа выпущенных личинок [2].

3.6. Транспорт речной миноги на разных стадиях

Транспортировка речной миноги на разных стадиях развития должна быть организована так, чтобы обеспечить минимальных отход и не повредить особей во время их перемещения. Для этого необходимо производить механические воздействия на миногу только на тех стадиях развития, когда она наименее чувствительна к таким воздействиям.

Оплодотворенную икру можно перевозить через 6 часов после осеменения на рамках, покрытых слоем марли и ваты. Во время транспортировки необходимо производить процедуру душевания. При температуре 10-11°C за 8 часов икру 3 раза поливают водой. Отход оплодотворенной икры во время транспортировки – 25%.

Личинки после выклева стойко переносят транспортировку на любые расстояния без смены воды в емкости в течение 20 суток при температуре 17-18°C и слое ила до 10 см, то есть в течение всего периода рассасывания желточного мешка [11].

3.7. Описание допустимых потерь рыбоводной продукции на отдельных этапах воспроизводства молоди.

Описание допустимых потерь показано в Таблице 1. Из таблицы видно, что при высоком проценте оплодотворении икры, сохраняется ощутимый отход личинок во время их выдерживания, что, предположительно, обусловлено состоянием оборудования на ЛПЭЛРЗ [23].

Биотехнические показатели по выращиванию молоди миноги [23].

N п/п	Показатели	Ленинградская область	
		весеннего хода	осеннего хода
1.	Средняя масса производителей, кг:		
	1.1 при вылове:		
	- самки	0,04	0,065
	- самцы	0,04	0,065
2.	1.2 при повторном созревании:		
	- самки	-	-
	- самцы	-	-
	Соотношение при получении половых продуктов - самки/самцы, экз./экз.	1:1,5	1:1,5
3.	Отбраковка производителей, не соответствующих рыбоводным требованиям, %	10	40
4.	Средняя относительная плодовитость, тмс. шт./кг	525	323
5.	Выживаемость производителей, %:		
	5.1 транспортировка	-	-
	5.2 выдерживание:	-	-
	5.2.1 кратковременное	-	-
	5.2.2 длительное	-	-
	5.3 после нереста	-	-
6.	Доля самок с резорбцией икры, %	-	-
7.	Доля производителей, созревших после инъекции, %	95	70
8.	Доля самок, отлавших доброкачественную икру от числа созревших, %	-	-
9.	Количество созревших производителей от общей численности маточного стада:		
	9.1 самки, экз./%	-/-	-/-
	9.2 самцы, экз./%	-/-	-/-
10.	Средний процент оплодотворения икры, %	80	80

10.		Средний процент оплодотворения икры, %		80
11.	Выживаемость, %	Икра:		
		11.1 транспортировка	-	-
		11.2 инкубация	65	65
12.		Личинки:		
		12.1 выдерживание	65	65
		12.2 переход на активное питание	-	-
		12.3 подращивание	-	-
13.		Молодь:		
		- после подращивания:	-	-
		13.1 пруды	-	-
		13.2 бассейны	-	-
		- укрупненной навески	-	-
		- после транспортировки к месту выпуска	-	-
14.		Доля молоди для пополнения РМС, %		
15.		Средняя масса выпускаемой молоди, г	0,0005	0,0005
16.		Производители (самки/самцы), необходимые для выпуска г млн. шт. молоди:		
		- количество, экз./экз.	165/248	336/504
		- масса, кг/кг	6,6/9,9	21,8/32,8

3.8 Актуальные проблемы и перспективы воспроизводства

Следующие проблемы видятся особо актуальными на ЛПЭЛЗ: устаревание технологий выращивания при недостаточном научном обеспечении, старение рабочего состава персонала и замещение его менее квалифицированными работниками, износ оборудования на некоторых участках производства, а также экологическое состояние в регионе и низкий покупательский спрос на продукты из данного гидробионта.

Большинство проблем воспроизводства речной миноги являются эквивалентными проблемам воспроизводства других гидробионтов и имеют давнюю историю, одной из них является старение рабочего состава персонала и замещение его менее квалифицированными работниками. Существует большая потребность в молодых квалифицированных сотрудниках. Но привлечь новых специалистов сложно из-за социально-экономических особенностей региона.

Низкий покупательский спрос, обусловленный высокой ценой конечной продукции, в конечном итоге, тоже не способствует привлечению инвестиций, специалистов и общему интересу к данному направлению аквакультуры. Итоговая цена в основном обусловлена дорогой логистикой и необходимостью компенсировать малые объемы продаж дороговизной продукта.

На разных этапах воспроизводства присутствует элемент износа оборудования. Здание цеха в пос. Ивановское имеет видимые перспективы разрушения, что усугубляется отсутствием отопления. При инкубации икры могут происходить заморы из-за особенностей инкубационных аппаратов. Также ситуацию осложняет старая система фильтрации при самотёчной системе водоподдачи, из-за чего в лотки могут попадать насекомые или небольшие гидробионты, которые, помимо того, что могут питаться личинками миноги - могут быть носителями возбудителей различных инфекций и инвазий.

Отсутствие качественного учета рыбы на постоянной основе, например, тралово-акустическим методом - усиливает негативное воздействие на воспроизводство, увеличивая эффект от браконьерского лова. Но даже при современных методах оценки - останется нехватка надзора за нерестовыми реками во время захода в них миноги, так как основной пул браконьерского лова приходится на них.

Но основным фактором, оказывающий влияние на популяцию и снижающий эффективность воспроизводства – экологическая ситуация, а именно – состояние качества воды в нерестовых реках, а не технические сложности, хотя они тоже присутствуют, поэтому наиболее актуальной проблемой для решения – является надзор за соблюдением норм фильтрации сточных вод и повышения сознательности и экологической грамотности местного населения, подкрепленные административно-правовым регулированием на местах, например, штрафами за сброс мусора в водоем.

Наиболее перспективными направлениями для стабилизации ситуации являются: модернизация производства, гибридизация разных популяций миноги для повышения её живучести и подкармливание личинок с последующим более поздним выпуском для повышения промвозврата.

Точных данных о возможном реальном применении гибридизации миноги нет, но уже есть небольшой пул публикаций, например [15, 37, 32], основанный преимущественно на европейском опыте, где рассматривались возможности скрещивания анадромных и катадромных форм, а также популяций из разных водоемов, не связанных между собой, где гидробионты подвергались географической изоляции в течении, как минимум десяти поколений.

При скрещивании средние показатели выживаемости повышались, а максимальная смертность была зафиксирована только в двух парах из семнадцати. Применительно к ЛПЭЛЗ – актуальным экспериментальным

направлением может стать проект гибридизации местной лужской популяции с другими производителями, например, из р.Каменка или другой генетически изолированной популяции [15].

Мероприятия по модернизации закладываются в проектах уже несколько лет, как в контексте воспроизводства миноги, так и функционирования завода в целом, как ценного предприятия с богатой историей, но они активно не реализуются из-за нехватки финансирования. Наиболее перспективными и ощутимыми направлениями являются: реконструкция зданий для дальнейшего использования или перенос воспроизводства в новые цеха с сохранением старых для экскурсионно-образовательных и технических функций, а также переход на более актуальное оборудование, например, выборочно заменить аппарат Вейса аппаратом Ющенко, где нет заморозов в нижней части сосуда, так как вместо трубки, по которой в аппарате Вейса поступает вода – вмонтирована водоструйная головка с отверстиями: одно центральное (диаметром 5 мм) и шесть боковых отверстий (диаметром 3 мм), а значит поток воды оmyвает икру равномернее.

На рыбзаводе личинок не подкармливают, так как выпуск осуществляется на более ранних стадиях, как только она переходит на этап активного питания, а материалы по её подкармливанию носят скорее теоретический характер, но их можно реализовать для повышения выживаемости, а для этого есть несколько вариантов кормления.

В качестве подкормки можно использовать смесь дрожжей и корма для личинок, или же смесь дрожжей с илом. К дрожжам также можно добавлять цельнозерновую муку, рисовую муку, раствор хлореллы. Рекомендуется соотношение 1 грамма дрожжей на литр воды в неделю. Кормление стоит производить 1 раз в две недели. Несмотря на распространенную практику давать личинкам эмульсию из дрожжей с другими добавками или илом, более активный рост наблюдается при кормлении дрожжами в сухом виде [17, 26]. Индикатором достаточного уровня кормления должен служить

тонкий (2-3 мм) слой отложений на дне бассейна. Личинки миноги в естественной среде питаются донными микроорганизмами и детритом, так что такие условия необходимы для быстрого развития личинок. Однако, стоит не допускать излишнего зарастания [17, 26].

Альтернативно кормлению дрожжами, личинок речной миноги можно подкармливать планктонными организмами, например, подходят живые науплии артемии (*Artemia nauplii*), или планктонная смесь Hikari. Также методы кормления могут комбинироваться [34].

Заключение

Минога, являясь важной частью промысла, не является частым объектом для искусственного воспроизводства, а многие уважаемые специалисты считают его необоснованным, однако разведение речной миноги можно считать перспективной областью для развития аквакультуры.

Хотя популяция миноги в Западном РХБ не находится в критической ситуации - сложно смоделировать её состояние при отсутствии воспроизводства, в то время, как в других регионах со схожим количеством предприятий, использующих ресурсы местных водоемов, но без предприятий, занимающихся воспроизводством речной миноги - она находится в депрессивном состоянии, несмотря на отсутствие промышленного лова данного гидробионта в регионе.

В качестве основных направлений для сохранения популяции стоит выделить: модернизацию очистных сооружений и повышение контроля за промыслом данных гидробионтов и качества вод, сбрасываемых предприятиями в водоем, а также повышение выживаемости выпускаемой молоди за счет внедрения экспериментальных методов, например, гибридизацию разных популяций.

А из-за относительно небольшого количества публикаций данная тема крайне интересна для дальнейшего изучения, а искусственное воспроизводство речной миноги - перспективное и важное направление рыбохозяйственной деятельности в Северо-Западном регионе.

Выводы

1) Были изучены общие биологические характеристики речной миноги *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus, 1758). Описаны особенности её нереста, особенно миграционных ходов, и особенности жизненного цикла, учитывая наличие стадии личинки-пескоройки и метаморфоза. Было показано, что данный гидробионт является ценным промысловым видом, сильно подверженным антропогенному воздействию.

2) Была описана технология разведения речной миноги; было показано, что технологический процесс ее разведения соотносится с биологическими особенностями этого вида.

3) Также кратко была приведена основа биологии кормления личинок речной миноги и перспектива применения кормления, а также обозначены особенности транспортировки этих круглоротых на разных стадиях развития.

4) Состояние популяции речной миноги в р. Луга может быть охарактеризовано как удовлетворительное, что предположительно обусловлено её воспроизводством на Лужском производственно-экспериментальном лососевом заводе, компенсирующим антропогенное воздействие на акваторию р. Луга.

5) Несмотря на достаточные запасы речной миноги *Lampetra fluviatilis* в реке Луга, объем освоения этих запасов небольшой, всего 5 % от допустимых ее уловов в западном рыбохозяйственном бассейне, что можно объяснить причинами социально-экономического характера, в т.ч. низким спросом на товарную продукцию миноги.

Список литературы:

- 1) Алимов А.Ф., Голубков С.М. Изменения в экосистемах восточной части Финского залива //Вестник Российской академии наук. - 2008. Т. 78. № 3. С. 223-230.
- 2) Блохин Г. И. Зоокультура : учебник для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. Текст: электронный. - Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/162348> (дата обращения: 23.04.2021).
- 3) Болотова Н Л, Ивантер Э В, Кривохатский В А Красная книга Вологодской области. Животные. Вологда// Полиграф-Книга-2010.- Том 3.- С. 216;
- 4) Гецевичюте С. Паразитофауна речной миноги (*Lampetra fluviatilis*) залива Куршю-Марес //Acta parasit. lituan. - 1974. Том. 12. - С.59—62.
- 5) Голованов В.К., Некрутов Н.С., Звездин, А.О. и др. Термоадапционные характеристики смолтов речной миноги *Lampetra fluviatilis*//Вопросы ихтиологии. - 2018. Т. 59. - С. 601-605.
- 6) Евсеева Н.В. Паразитофауна европейской речной миноги *Lampetra fluviatilis* (L.) Онежского озера.// Паразитология, 41, 4. – 2007 - С. 317-321;
- 7) Жизнь животных. Том 4. Часть 1. Рыбы. Под редакцией Т. С. Расса. – Москва: Просвещение, 1971. – 655 с.
- 8) Иванов В. П. Ихтиология: лабораторный практикум: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 352 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/168839> (дата обращения: 23.04.2021).
- 9) Кингисепп// Большая Российская энциклопедия : [электрон. версия] /М-во культуры Рос. Федерации; гл. ред. Кравец С.Л. – Москва, 2022. – URL: <https://bigenc.ru/c/kingisepp-d8c2fb> (дата обращения 31.05.2023).

- 10) Козлов С. А. Зоология позвоночных животных: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 328 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/169106> (дата обращения: 23.04.2021).
- 11) Козлов В.И. Справочник фермера-рыбовода. - Москва: Издательство ВНИРО, 1998. – 342 с.
- 12) Колотей А.В. Речная минога *Lampetra fluviatilis* L. в Балтийском и Каспийском бассейнах Тверской области. - Тверь: Вестник ТвГУ, 2020. № 4(60). - С. 7-15.
- 13) Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. 1128 с. Текст: электронный // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/red_book/krasnaya-kniga-rossiyskoy-federatsii/ (дата обращения 10.06.2023).
- 14) Кучерявый А.В., Цимбалов И.А., Костин В.В. и др. Полиморфизм производителей жилой формы речной миноги *Lampetra fluviatilis* (Petomyzontidae)//Вопросы ихтиологии, 2016. Т. 56. № 5. С. 577–585.
- 15) Кучерявый А.В., Цимбалов И.А., Павлов, Д.С. Результаты гибридизации между анадромной и резидентной формами речной миноги *Lampetra fluviatilis*//Вопросы ихтиологии. - 2018. Т. 58. № 1. - С. 117–120.
- 16) Манвелова А.Б. Динамика показателей загрязнения воды реки Луга // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 6. – С. 95-103; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37647> (дата обращения: 31.05.2023).
- 17) Мауриньш О.К., Эггертс, В.Б. Способ выращивания личинок миноги. - Патент 1355200, СССР: А 01 К 61/00.

- 18) Махров А.А., Попов И.Ю. Жизненные формы миног (Petromyzontidae) как проявление внутривидового разнообразия онтогенеза//Онтогенез. - 2015. Т. 46. № 4. - С. 240–251.
- 19) Мурза И.Г., Христофоров О.Л. 2010. Рост и половое созревание самок атлантического лосося *Salmo salar* L. без нагула в природных водоёмах. В сб.: Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов, т. 1, с. 176–194.
- 20) Официальный сайт Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). Рекомендации по предельно допустимым объемам выпуска водных биоресурсов (электронный ресурс) - URL: <http://vniro.ru/ru/rekomendatsii-po-predelno-dopustimym-ob-emam-vypuska-vodnykh-bioresursov-na-2017-2019-gg> (дата обращения: 29.09.2022)
- 21) Официальный сайт Росрыболовства. Главрыбвод провел самый масштабный выпуск миноги за всю историю ее воспроизводства: [Электронный ресурс] URL <https://fish.gov.ru/news/2018/06/20/glavrybvod-provel-samyj-masshtabnyj-vypusk-minogi-za-vsyu-istoriyu-ee-vosproizvodstva/> (дата обращения 13.09.2022).
- 22) Официальный сайт Росрыболовства. Освоение рекомендованных объемов вылова: [Электронный ресурс] URL <https://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/organizacziya-rybolovstva/osvoenie-rekomendovannyh-obemov-vylova/> (дата обращения 13.09.2022).
- 23) Приказ Минсельхоза России от 30.01.2015 N 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)" (Зарегистрировано в Минюсте России 20.02.2015N36147). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_176258/
- 24) Пономарев С. В. Ихтиология: учебник для СПО. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 560 с.— Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/166358> (дата обращения: 23.04.2021).
- 25) Рыбаков Д. С. Обследование водосборов и акции по привлечению внимания населения //Водная политика Петрозаводска. Общественный доклад / под ред. Д. С. Рыбакова - Петрозаводск: КРОО "Ассоциация зеленых Карелии", 2005. - С. 25-35
- 26) Ряполова Н.И., Митанс А.Р. Способ заводского разведения миноги. - Патент 1664222, СССР: А 01 К 61/00.
- 27) Саускан В.И. Промысловые пресноводные и проходные рыбы России: учебное пособие для СПО. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 276 с.; URL: <https://reader.lanbook.com/book/147324?demoKey=bd142a63f6df35cec5f99b7fdbe89126#2> (дата обращения: 23.04.2021).
- 28) Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Луга и рек бассейна Финского залива от северной границы бассейна реки Луга до южной границы бассейна реки Невы [Текст]: утв. пр. Невско-Ладожского БВУ от 07.10.15. – С.19-20, 58-62.URL: http://www.nord-west-water.ru/upload/skiovo/luga_132/skiovo_luga_132_book_1.pdf (дата обращения 31.05.2023).
- 29) ФГБУ «Главрыбвод» Лужский производственно-экспериментальный лососевый завод – URL: https://nwfishvod.ru/?page=luzhskiy_factory (дата обращения 31.05.2023).
- 30) Цимбалов И.А. Морфо-экологическая дифференциация европейской речной миноги *Lampetra fluviatilis* на территории

Балтийского бассейна Российской Федерации. - Москва: МГУ, 2014. – 167 с. - Текст Электронный. Официальный сайт Аквакультура России. URL: <http://aquacultura.org/objects/33/245/> (дата обращения 31.05.2023).

31) Halttu M. Developing fish farming methods at Rantakestila fish farm. Turku University of Applied Sciences, 2013.

32) Hume J.B., Adams C.E., Mable B., Bean C.W. 2013. Postzygotic hybrid viability in sympatric species pairs – a case study from European lampreys // Biol. J. Linn.Soc. V. 108.P. 378–383.

33) Kujawa R., Fott-Bayat D., Cejko B.I. et al., Rearing river lamprey *Lampetra fluviatilis* (L.) larvae under controlled conditions as a tool for restitution of endangered populations, Aquacult Int, 2018.

34) Lampman R.T., Maine A.N., Moser M.L. et al., Lamprey aquaculture successes and failures: A path to production for control and conservation, Journal of Great Lakes Research, 2020.

35) Nelson J. S., Grande T. C., Wilson M. V. H. Fishes of the World. — 5 ed. — John Wiley & Sons, 2016. — P. vi, 19, 0, 23. — 752 p.

36) Renaud, C.B. Lampreys of the world. An annotated and illustrated catalogue of lamprey species known to date. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 5. Rome: FAO. 2011. 109 p.

37) Staponkus R., Kesminas V. 2014. Confirmation of hybridization between river lamprey *L. fluviatilis* and brook lamprey *L. planeri* from in situ experiments // Polish J. Natur. Sci.V. 29. № 1. P. 49–54.