

Оптимизация естественного воспроизводства атлантического лосося *Salmo salar* L. в условиях зарегулированного стока реки Тулома

Д-р биол. наук, академик РАН Д.С. Павлов, канд. биол. наук В.В. Костин, д-р техн. наук, профессор М.А. Скоробогатов – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, kostin@sevin.ru

Ключевые слова: Атлантический лосось, миграция, плотины, восстановление естественного воспроизводства, река Тулома

На основании многолетних исследований ИПЭЭ РАН и анализа литературы приводится современное состояние естественного воспроизводства атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в бассейне р. Тулома (Кольский полуостров). Анализ условий миграции семги через три преграды (порог на р. Печа, Нижне- и Верхне-Туломские плотины) и уровня браконьерства показал, что современное состояние естественного воспроизводства этого вида в бассейне р. Тулома нельзя признать удовлетворительным. Приводятся рекомендации по оптимизации естественного воспроизводства семги во всем бассейне р. Тулома, которые, при обеспечении надлежащих мер по пресечению браконьерства, могут значительно увеличить численность стада туломской семги.

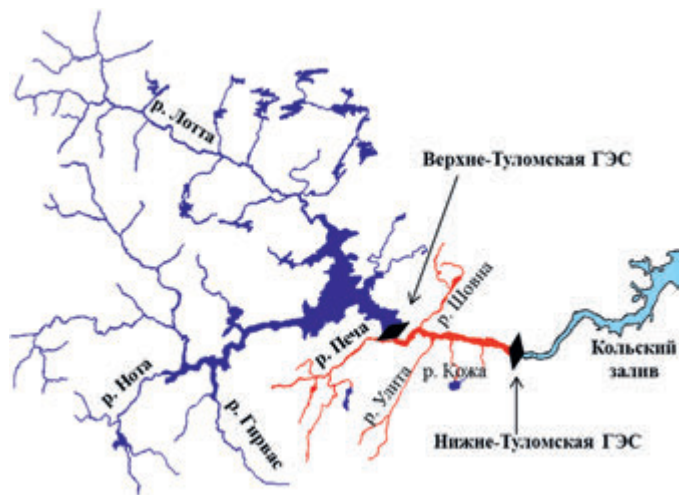


Рисунок 1. Нерестовые реки и водоемы доступные (■) и недоступные (■) для производителей семги после зарегулирования стока р. Тулома

Река Тулома – одна из наиболее крупных лососевых рек Кольского полуострова. Зарегулирование стока этой реки оказало и оказывает мощное негативное влияние на условия воспроизводства атлантического лосося (семги). В данной работе предлагаются меры по оптимизации естественного воспроизводства туломского стада атлантического лосося в современных условиях. Разработка указанных мер продолжает быть актуальной, так как результаты ранее выполненных исследований, в том числе по программе «Тасис» [6; 7; 11] остаются нереализованными.

На р. Тулома построены две плотины – Нижне-Туломская в 1937 г. и Верхне-Туломская в 1965 году. Нижне-Туломская плотина, являясь первой в каскаде ГЭС, отрезала все нерестово-выростные угодья (НВУ) атлантического лосося. Компенсация этого ущерба была обеспечена строительством Нижне-Туломского рыбохода. Верхне-Туломская плотина отрезала около 66% НВУ семги

(рис. 1). На ней тоже было построено рыбопропускное сооружение (РПС). Однако из-за ошибок, допущенных при его проектировании, компенсировать ущерб от строительства плотины не удалось. Кроме того, после строительства Верхне-Туломской ГЭС стал непроходимым для семги порог Падун в устье р. Печа (приток р. Тулома). Конструкция рыбохода на этом пороге также была неудачной, в результате к 70 га (14,6%) НВУ доступ производителей практически прекратился. В 1993 г. здесь был построен новый рыбоход, который обеспечил проход семги к нерестилищам в р. Печа. В настоящее время нерестовый фонд туломского стада насчитывает около 160 га НВУ, что составляет приблизительно 33% от потенциальной площади НВУ семги в бассейне р. Тулома.

По результатам наблюдений, на Нижне-Туломском рыбоходе численность производителей в период с 40-х до 60-х годов XX в. увеличивалась от 1,5 до 11 тыс. экз. В последующий период она колебалась от 3,5 до 12,8 тыс. экз. (рис. 2). До 1996 г. на Нижне-Туломском рыбоходе пропускали на нерестилища только половиную рыб, поднявшихся по нему и зашедших в ловушку. Остальная часть изымалась промыслом. До строительства Верхне-Туломской ГЭС тренд показывает увеличение численности стада семги, а после ее строительства тренд численности семги становится не достоверным.

Помимо гидроэнергетического строительства большое влияние на численность туломского стада атлантического лосося оказывает и браконьерство. В процессе радиотелеметрических исследований в 2000 г. нами была помечена и выпущена из рыбохода в Нижне-Туломское водохранилище 31 семга [11]. Возврат меток от «рыбаков» составил около 50% (15 меток за 2 мес.). При этом надо иметь в виду, что нам вернули только часть меток, снятых с пойманных рыб. Общее число туломской семги, выпущенной из рыбохода в водохранилище в 2000 г. составило чуть более 3000 экз. То есть «рыбаками» было выловлено как минимум 1500 экз. семги, при этом необходимо отметить, что лицензий было выдано только на 110 экз. Аналогичный (около 50% от численности семги) нелегальный вылов отмечен и в последующие годы [9].

¹ Величина перепада между камерами составляла от 0,72 м до 1,1 м, а скорости течения во впускных отверстиях были выше критических для рыб (3,6 – 4,3 м/с).

Таким образом, численность выпущенных производителей семги в последние 15 лет колеблется от 4 до 10 тыс. экз. (в среднем 6,5 тыс. экз.), а учитывая браконьерский вылов, на нерестилища приходит от 2000 до 5000 экз. семги. Существующие НВУ могут обеспечить воспроизводство стада семги численностью от 2500 до 8000 рыб – то есть площади НВУ используются не полностью. Поэтому необходима оптимизация пропуска рыб к нерестилищам. Это тем более требуется в случае строительства нового Верхне-Тулумского рыбопропускного сооружения и увеличения нерестового фонда туломского стада, за счет НВУ, выше Верхне-Тулумской плотины. Рассмотрим меры по такой оптимизации, исходя из результатов наших исследований миграционного поведения семги в условиях зарегулированного стока р. Тулома [1; 4; 5; 6; 7; 10; 11].

Нижне-Тулумская плотина

Нижне-Тулумская плотина оборудована рыбоходом лестничного типа. Вход в рыбоход расположен в непосредственной близости от выхода потока из турбинных агрегатов. Выпуск рыб в верхний бьеф гидроузла осуществляется в стороне от плотины ГЭС. Длина рыбохода 513 м при высоте подъема – 16-20 м. Он состоит из 66 камер. Маршевые камеры имеют длину 5,0 м, ширину 3,0 м и глубину 0,8-0,9 м. Через каждые 10 маршевых камер устроены бассейны для отдыха рыб. Они имеют длину 8 м, ширину 4,5 м и глубину 1,5 м. В перегородках рыбохода в шахматном порядке расположены поверхностные или донные входные отверстия размером 0,6 x 1,2 м. Расход воды по рыбоходу составляет 1,0 м³/с.

Исследования показали следующие недостатки пропуска рыб на этой плотине: попуски воды через водосброс отвлекают нерестовых мигрантов от отводящего канала ГЭС, где расположен рыбоход; плохие условия привлечения рыб в рыбоход; обратный скат рыб, уже поднявшихся по рыбоходу, в нижний бьеф.

Влияние водосброса на привлечение рыб в рыбоход

Влияние водосброса было отмечено уже в первые годы работы рыбохода [2]. Наблюдения показали, что прекращение холостого сброса воды увеличивает численность семги, заходящей в рыбоход, на 1-3 порядка.

В 2000 г., для оценки влияния водосброса на привлечение в рыбоход рыб, нами были проведены специальные радиотелеметрические исследования [1]. За 10 суток наблюдений в 41% случаев радиопеленгации помеченные особи были обнаружены у водосброса, а в 55% случаев – в отводящем канале ГЭС. Однако к концу наблюдений практически все рыбы сместились к водосбросу. Задержки у водосброса могут составлять более 30 дней, что естественно отрицательно сказывается как на сезонной динамике нерестовой миграции, так и на физиологическом состоянии мигрантов.

Дополнительным показателем отвлекающего действия водосброса служит тот факт, что после прекращения попуска воды в водобойном колодце обнаруживается большое количество семги (от 725 до 1000 экз.). При отливе эти рыбы остаются во временно отшнуровавшейся части колодца и становятся легкой добычей браконьеров [2; 11].

Исключить негативное влияние холостого водосброса на пропуск семги через плотину можно путем строительства второго рыбохода в районе водосброса. Строительство двух и более рыбоходов на одной плотине является распространенной зарубежной практикой [8]. До строительства такого рыбохода для обеспечения выхода рыб, скапливающихся в водобойном колодце под водосбросом, следует сделать специальные проходы, действующие при минимальном уровне воды во время отлива.

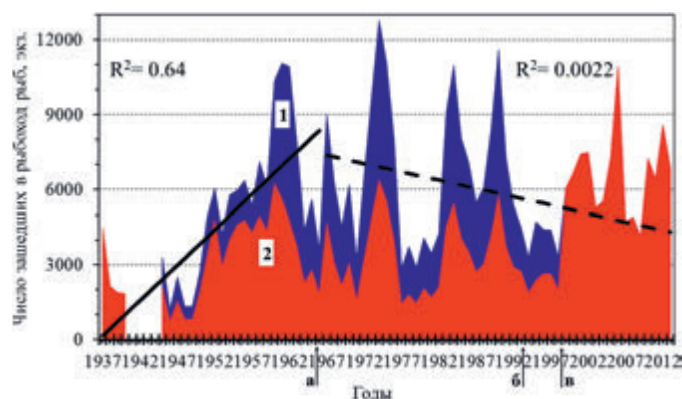


Рисунок 2. Динамика захода (1) семги в ловушку Нижне-Тулумского рыбохода и ее выпуска (2) в водохранилище по годам

Тренд количества рыб, зашедших в рыбоход: до (–) и после (– –) строительства Верхне-Тулумской плотины; а – пуск Верхне-Тулумской ГЭС, б – пуск нового Печенского рыбохода, в – прекращение промыслового изъятия семги на Нижне-Тулумском рыбоходе

Условия привлечения рыб в рыбоход

Известно, что для привлечения рыб в рыбопропускное сооружение его скоростной шлейф должен выделяться в основном потоке и достигать мест концентраций или трасс миграций рыб. На Нижне-Тулумском рыбоходе этого не происходит. Привлекающий поток из рыбохода направлен почти против течения отводящего канала ГЭС. Он гасится на протяжении нескольких метров от входа, а при работе четвертого агрегата – на расстоянии около 1 м. Отключение 4 агрегата, приводящее к снижению мощности ГЭС, создает наиболее благоприятные условия захода рыб в рыбоход (рис. 3), приближая их «зону поиска» (зона прыжков) к рыбоходу.

Исследования распределения нерестовых мигрантов семги в районе ГЭС показали, что максимальная концентрация мигрантов отмечена на участке отводящего канала на расстоянии 55-80 м от здания ГЭС. Увеличение скоростей потока в отводящем канале ГЭС, за счет снижения уровня воды при отливе или увеличения нагрузки (расхода воды) на агрегатах, приводило к смещению границы «зоны поиска» вниз по течению. Наибольшие скопления семги

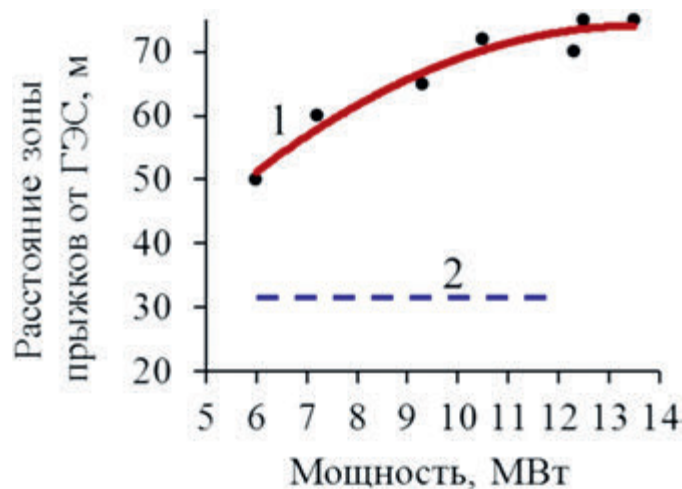


Рисунок 3. Влияние нагрузки агрегатов на размещение зоны прыжков атлантического лосося (1) вдоль отводящего канала Нижне-Тулумской ГЭС [по 7]. 2 – расстояние от ГЭС до входа в рыбоход

² Доля рыб, прошедших данный участок (камеру) рыбохода, от числа особей, зашедших в него.



Рисунок 4. Схема реконструкции Нижне-Тулумского рыбохода с новым входным оголовком:

1 – существующий оголовок, 2 – новый оголовок, 3 – маршевые камеры рыбохода; 4 – водовод, 5 – задвижка, 6 – здание ГЭС, 7 – район скопления мигрантов семги; → — направление течения

наблюдались [7] у левого берега канала, ниже входа в рыбоход (рис. 4, п.7). Специальные радиотелеметрические исследования [1] показали, что только 11% пеленгаций рыб произошли в районе входа в рыбоход.

Кроме того, исследователями [7] было показано, что заход семги в рыбоход во многом зависит от изменения уровня воды, связанного с приливно-отливным явлением. Около 80% рыб заходят в рыбоход при уровне воды от 80 до 180 см, а уровень воды в этих пределах держится менее 40% времени приливно-отливного цикла.

Для устранения указанных недостатков по размещению входного оголовка, по нашим рекомендациям, Институтом «Гидропроект» им. С.Я. Жука был разработан проект реконструкции рыбохода, который предполагает строительство дополнительного оголовка, соединенного с 4-ой маршевой камерой существующего рыбохода (рис. 4). Он состоит из трех камер, развернутых вдоль левого берега отводящего канала к месту скопления семги, под острым углом к направлению основного потока ГЭС. Проектом предполагается подача дополнительного расхода воды из верхнего бьефа в объеме 2,0 м³/с. Этот расход подается по трубопроводу в головную камеру, где присоединяет к себе, за счет эжекции, дополнительные массы воды. Скорости привлекающего течения остаются постоянными, независимо от приливно-отливных явлений. Это достигается за счет применения плавающей конструкции камер, отслеживающей изменения уровня воды.

Прохождение семгой камер рыбохода

Скорость движения семги по рыбоходу составляет от 70 до 230 м в час, что соответствует минимальным скоростям движения семги в естественных условиях. Первые 344 м рыбохода (70% его длины) рыбы проходят за 2-2,5 часа, поднимаясь на высоту 12,6 м. Скорость их движения по рыбоходу резко снижается в угловых камерах с циркуляционными течениями, где рыбы теряют ориентацию и общее направление движения. Задержки в таких камерах составляют от нескольких часов до нескольких дней. Ликвидация циркуляционных течений в такой камере (№ 57) [7] приводила к прекращению задержек рыб и быстрому прохождению этой камеры.

Часть рыб, зашедших в рыбоход, его не преодолевает, а выносится потоком в нижний бьеф. Эффективность прохода рыбами разных участков рыбохода различна: от 27% в нижних камерах, до 95% – в верхних [7]. Семга ориентируется в потоке преимущественно за счет зрения, и большое число вынесенных рыб частично определяется дефицитом четких зрительных ориентиров. Экспериментальное увеличение числа зрительных ориентиров привело к увеличению эффективности прохода 15-ой камеры рыбохода (в зависимости от числа рыб в группе) на 2-35%.

Таким образом, для оптимизации прохода рыб по рыбоходу (предотвращения ската рыб) необходимо ликвидировать циркуляционные течения в угловых камерах рыбохода и оборудовать зрительными ориентирами нижние камеры.

Скат нерестовых мигрантов в нижний бьеф гидроузла

Исследования с применением обычных меток [2] и радиометок [6; 11] показали, что часть нерестовых мигрантов семги, прошедших рыбоход и выпущенных в верхний бьеф плотины скатываются в нижний бьеф. По нашим данным, количество таких рыб достигает 26%. Кроме того, было показано, что этот скат идет не только через турбины, но и через рыбоход, что подтверждено радиотелеметрическими наблюдениями за двумя рыбами. Для подсчета рыб, выпускаемых из ловушки в верхний бьеф, ловушка поднимается и фиксируется в верхнем положении при толщине слоя воды внутри нее 10-30 см. При таком положении вход в рыбоход ниже дна ловушки открыт, и вышедшие рыбы, стрессированные проводимыми манипуляциями, сносятся течением в рыбоход.

Для предотвращения ската рыб в нижний бьеф рекомендуется устанавливать специальную решетку за задней стенкой ловушки. Она должна синхронно, не зависимо от оператора, перемещаться вместе с движением ловушки. При подъеме ловушки для выпуска рыб решетка опускается и перекрывает вход в рыбоход, а при опускании ловушки в положение для накопления мигрантов – поднимается и открывает вход из рыбохода в ловушку. Это позволит исключить скат семги в рыбоход.

Пропуск мигрантов в нижний бьеф

Процесс естественного воспроизводства лосося требует обеспечения безопасного ската через плотину в море отнерестившихся производителей и смолтов. По данным Г.А. Головкина [2], при прохождении турбин Нижне-Тулумской ГЭС гибнет от 15,2 до 40,4% половозрелых особей атлантического лосося. За время работы рыбохода доля повторно нерестующих лососей снизилась до 1% [9]. При скате половозрелых рыб через холостой водосброс их травмирования и гибели не отмечено.

Что касается травмирования смолтов семги в турбинах Нижне-Тулумской ГЭС, то наши исследования показали, что оно отсутствует – из 70 отловленных экз. ни у одной особи не было отмечено травм от турбин ГЭС. Таким образом, можно считать, что нет необходимости в разработке специальных мер для обеспечения безопасного ската смолтов через Нижне-Тулумскую плотину.

Порог Падун на р. Печа

После строительства Верхне-Тулумской ГЭС возник четырехметровый Падунский порог, непреодолимый для нерестовых мигрантов в меженный период. Поэтому, для обеспечения нерестовой миграции атлантического лосося, в р. Печа через Падунский порог был построен лестничный рыбоход (1960). Он оказался неработоспособен [3; 8]. На основании гидравлических исследований и проектных проработок Института «Гидропроект», при участии Тверского государственного технического университета и ИПЭЭ РАН была разработана новая конструкция рыбохода, строительство которого завершилось в 1993 году. При компоновке нового рыбохода улучшены условия привлечения рыб. Это достигнуто как путем переноса входа в рыбоход ближе к водопаду, где проходят трассы миграций семги, так и путем увеличения расхода воды через рыбоход. Также были улучшены условия прохода рыб по рыбоходу – увеличено число камер и снижена до 1-1,5 м/с скорость течения в отверстиях между ними.

Атлантический лосось, перемещаясь вдоль береговой линии, достаточно эффективно преодолевает Нижне-Тулумское водохранилище. В районе слияния отводящего канала Верхне-Тулумской ГЭС и р. Печа мигранты из печенской популяции семги, практически без остановки заходят в устье этой реки. Здесь, под труднопроходимым для них Падунским порогом,

они задерживаются на некоторое время и затем по рыбоходу проходят далее на нерестилища.

По результатам радиотелеметрических исследований на преодоление самого рыбохода рыбы затрачивают от 15 мин. до 3 часов. За время наблюдений (10 сут.) по Печенскому рыбоходу прошло 82% от общего числа (21 экз.), подошедших к порогу, меченных радиометками рыб. Печенский рыбоход пропускает в р. Печа более 40% лососей, прошедших Нижне-Тулумский рыбоход. Однако обнаружение входа в рыбоход затруднено, что приводит к задержке рыб под порогом. Время прохождения нерестовых мигрантов через всё Нижне-Тулумское водохранилище составляет от 1 до 3-х суток (1,8 сут. в среднем), а время поиска входа в Печенский рыбоход составляет от 1 часа до 8 суток (2,9 сут. в среднем). Семга, ориентируясь на более мощный поток водопада, предпочитает держаться под ним, совершая поперечные перемещения вдоль порога до тех пор, пока не попадет в рыбоход. Причина низкой привлекательности потока из рыбохода заключается в том, что после завершения его строительства осталась неразобранной низовая перемычка. Она находится в затопленном состоянии и перекрывает вход в рыбоход, это приводит к поверхностному растеканию привлекающего потока. Скорости течения быстро гасятся, выделения скоростного шлейфа не происходит, что дезориентирует рыб и не позволяет им найти вход в рыбоход.

Для повышения эффективности привлечения семги в Печенский рыбоход следует рекомендовать разобрать существующую строительную перемычку. Другой вариант – нарастить эту перемычку, расчистить русло вновь созданного искусственного канала, образованного перемычкой и коренными породами порога, и создать направленное движение воды в сторону водопада, к месту скопления мигрирующих рыб. Это позволит значительно улучшить условия привлечения рыб в рыбоход.

Верхне-Тулумская плотина

Пропуск нерестовых мигрантов

Рыбопропускное устройство Верхне-Тулумской ГЭС построено в 1965 г., а в настоящее время его работа прекращена. По результатам наших исследований был сделан вывод о невозможности реконструкции этого сооружения и необходимости строительства нового РПС.

Анализ имеющихся материалов, показал [6; 11], что на Верхне-Тулумской плотине целесообразно использовать схему пропуска, состоящую из трех этапов (рис. 5):

- 1 – привлечение и накопление мигрантов в специальном контейнере-ловушке, расположенном в отводящем канале ГЭС;
- 2 – транспортировка контейнера-ловушки на гребень плотины автомобильным или рельсовым транспортом;
- 3 – выпуск рыб в водохранилище.

В связи с тем, что в настоящее время нерестовые мигранты семги не заходят в отводящий канал ГЭС, в первые годы работы РПС производителей для пересадки в Верхне-Тулумское водохранилище рекомендуется отбирать на печенском рыбоходе.

При принудительном перемещении рыб их можно выпускать в любом районе верхнего бьефа. Оптимальным, по-видимому, является район старого русла р. Тулома, находящийся в удалении от водосбросных сооружений гидроузла, что позволяет предотвратить обратный скат выпущенных рыб.

Обеспечение ската смолтов через плотину

Напор на Верхне-Тулумской ГЭС составляет 63 м, что в три с лишним раза больше, чем на Нижне-Тулумской плотине. Расчеты показывают высокую вероятность механического травмирования и, следовательно, гибели половозрелых мигрантов при скате через турбины Верхне-Тулумской ГЭС — при увеличении длины рыб от 20 до 100 см смертность линейно увеличивается от 20 до 100% [6; 11].

По травмированию смолтов семги на Верхне-Тулумской ГЭС нами были проведены специальные исследования, позволяющие дифференцировать смертность молоди от различных причин. Всего проведено 719 запусков в турбины ГЭС смолтов и молоди форели, из них отловлено и проанализировано 492 экз.

Сравнительный анализ результатов показал, что общая смертность при прохождении смолтами турбинных трактов ГЭС составила 24,7%. Непосредственная смертность (в момент отлова) от механического травмирования составила 17,5%. Смертность от перепада гидростатического давления и, вызываемых им, газопузырьковой болезни и кровоизлияний составила 7,2%. Следует учитывать что, наряду со смертностью, при скате молоди через турбины у 33-60% особей наблюдается травмирование, не приводящее к гибели рыб. У таких рыб нарушено поведение – несколько часов они слабо реагируют на внешние раздражители. В естественной среде это делает их легкой добычей для хищников – птиц и рыб.

Таким образом, не менее 24,7% смолтов гибнет при прохождении через турбины Верхне-Тулумской ГЭС, и еще 33-60% особей могут погибнуть от воздействия хищников в нижнем бьефе. Для обеспечения безопасных условий ската рыб через плотину рекомендуется, в районе подводящего канала ГЭС, обеспечить сбор смолтов и их отвод в нижний бьеф гидроузла в обход турбин.

Покатная молодь лосося при подходе к ГЭС перемещается вместе с потоком в поверхностных горизонтах воды и ориентирована головой против течения. Исходя из этого, для их сбора рекомендуется на входе в подводящий канал ГЭС установить под острым углом к потоку непроницаемый L-образный экран с размерами сторон 2,5 x 2,5 м (рис. 6). Нижний по течению конец экрана следует соединить с оголовком лесосплавного лотка, по которому необходимо обеспечить безопасное отведение молоди в нижний бьеф гидроузла.

Таким образом, указанные мероприятия на плотине Верхне-Тулумской ГЭС (строительство новых рыбопропускных сооружений для пропуска нерестовых мигрантов в верхний и покатных мигрантов – в нижний бьеф) могут обеспечить воссоздание естественного воспроизводства семги на утраченной части (2/3) исходного нерестового фонда тулумского стада.

Заключение

Результаты исследований и анализ условий миграции атлантического лосося через три преграды (порог на р. Печа, Нижне- и Верхне-Тулумские плотины) показали, что современное состоя-

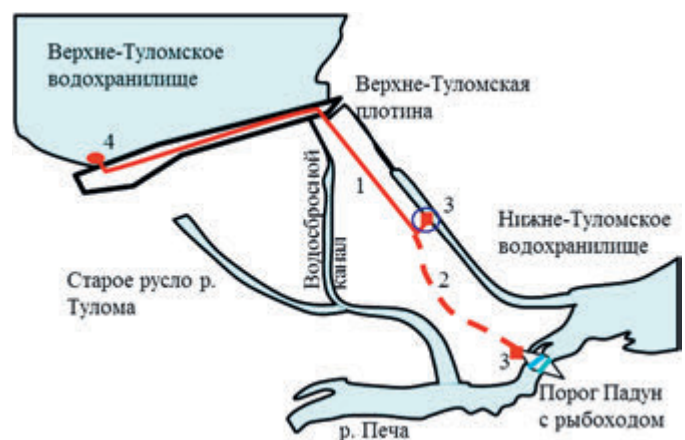


Рисунок 5. Схема путей транспортировки семги на Верхне-Тулумской ГЭС:

- 1 – путь транспортировки семги из отводящего канала,
- 2 – путь транспортировки семги из Печенского рыбохода для зарыбления верховий р. Тулома,
- 3 – место сбора рыб,
- 4 – место выпуска рыб

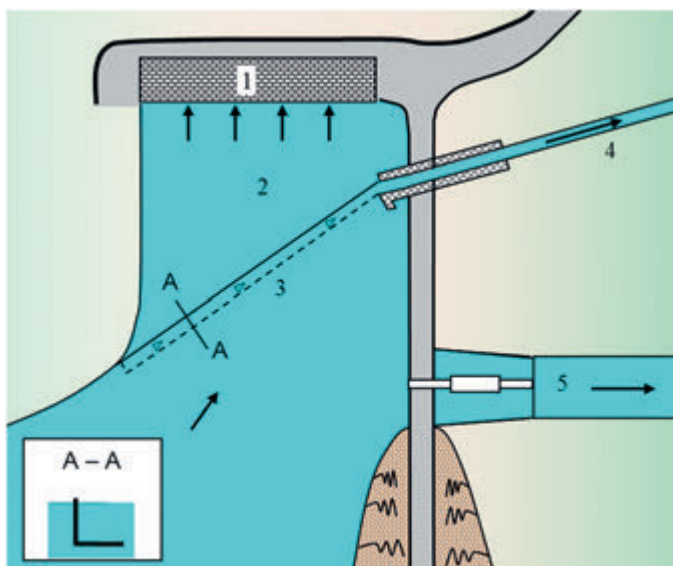


Рисунок 6. Схема размещения экрана для сбора и отвода смолтов:

1 – здание ГЭС, 2 – подводный канал ГЭС, 3 – непроницаемый экран, 4 – рыбоотводящий тракт, 5 – холостой водосброс, 6 – земляная плотина; —> – направление течения

ние естественного воспроизводства этого вида в бассейне р. Тулома нельзя признать удовлетворительным.

Отсутствие эффективно работающего рыбопропускного сооружения на Верхне-Тулумской плотине привело к тому, что обширные нерестово-выростные угодья, расположенные в верхнем течении р. Тулома оказались для нее недоступными. В результате этого популяция верхнетулумской семги прекратила свое существование.

Нижне-Тулумский и Печенский рыбоходы работают удовлетворительно и обеспечивают пропуск производителей семги на оставшиеся нерестилища. Благодаря этому, уже в течение более 60 лет сохраняется стадо тулумской семги. В среднем в 1970-1990 годы по нему проходило 6800 производителей семги, что соответствует имеющимся площадям нерестово-выростных угодий, расположенных в нижнем и среднем течении р. Тулома. За последние 10 лет число пропускаемых производителей незначительно снизилось и ежегодно в среднем составляет 6538 рыб. Учитывая мощный пресс браконьерства, можно считать, что в настоящее время до нерестилищ, расположенных в притоках Нижне-Тулумского водохранилища, доходит меньше производителей, чем это требуется.

Проведенные многолетние исследования различных специалистов (ИПЭЭ РАН, ИБВВ РАН и ПИНРО) позволяют не только оптимизировать пропуск рыб как вверх, так и вниз через тулумские плотины, но и использовать утраченный в результате гидротехнического

строительства потенциальный нерестовый фонд Верхне-Тулумского водохранилища (р. Лотта и Нота). Для этого необходимо:

- оптимизировать работу Нижне-Тулумского рыбохода (условия привлечения рыб в рыбоход, и условия движения рыб по нему);
 - построить рыбоход в районе Нижне-Тулумского водосброса;
 - оптимизировать условия привлечения рыб в Печенский рыбоход;
 - построить рыбопропускное сооружение для нерестовых мигрантов на Верхне-Тулумской ГЭС;
 - построить рыбопропускное сооружение для безопасного пропуска покатников в нижний бьеф Верхне-Тулумской плотины.
- При обеспечении надлежащих мер по пресечению браконьерства, предлагаемые мероприятия могут значительно увеличить численность стада тулумской семги.

Работа выполнена при поддержке программы «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации», проект «Экологические основы сохранения естественного воспроизводства и биоразнообразия анадромных рыб арктической зоны РФ». Авторы благодарят профессора, д-ра биол. наук С.В. Прусова и аспиранта И.В. Самохвалова (ПИНРО) за ценные замечания.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Биология, воспроизводство и состояние запасов анадромных и пресноводных рыб Кольского полуострова. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 2005. 320 с.
2. Головкин Г.Б., Кожин Н.И. Рыбоход на реке Туломе // Рыбное хозяйство. 1939. № 6. С. 45-54.
3. Лупандин А.И., Скоробогатов М.А., Филиппов Г.Г. Рыбоход на Падунском пороге на р. Печа. // Гидротехническое строительство. 2005, № 8. С.41-45.
4. Павлов Д.С. Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды. // М.: Наука, 1979, 319 с.
5. Павлов Д.С., Лупандин А.И., Каукоранта М. Восстановление естественного воспроизводства семги в верховьях реки Тулома. // Тез. межд. конф. «Атлантический лосось (биология, охрана и воспроизводство)», Петрозаводск, 2000, 4-8 сент., СПб. С. 41-42.
6. Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В. Отчет «Тасис», Река Тулома. Мурманск. 2000. 168 с.
7. Павлов Д.С., Пахоруков А.М. Анализ работы Нижне-Тулумского рыбохода. // В сб.: Биологические основы применения рыбопропускных и рыбозащитных сооружений, 1978. С. 182-190.
8. Павлов Д.С., Скоробогатов М.А. Миграции рыб и их обеспечение при зарегулировании и изъятии стока рек. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2014. 413 с.
9. Самохвалов И.В. Особенности воспроизводства атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в условиях зарегулированного стока реки Тулома (Мурманская область). Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. Петрозаводск. 2015. 24 с.
10. Karppinen P., Mäkinen T.S., Kostin V.V. et al. Migratory and route-seeking behaviour of ascending Atlantic salmon in the regulated River Tuloma // Hydrobiologia. 2002. T. 483. P. 23-30.
11. Pavlov D.S., Lupandin A.I., Kostin V.V. et al. Migration of the Atlantic Salmon (*Salmo salar*) under the regulated flow of the Tuloma River (Kola Peninsula) // J. of Ichthyology. 2001. Vol. 41, suppl. 2. P. 180-224.

The optimization of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) natural reproduction under conditions of the regulated Tuloma river flow

Pavlov D.S., Doctor of Sciences, **Kostin V.V.**, PhD, **Skorobogatov M.A.**, Doctor of Sciences, Professor – A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, kostin@sevin.ru

Based on IPPEE RAS research and analysis of literature, the current state of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) natural reproduction in the basin of the Tuloma (Kola Peninsula) is performed. Analysis of the conditions under which salmon migrates through three obstacles (rapids on the Pecha river, Lower- and Upper- Tuloma power dam) and the level of poaching show that the modern state of this species natural reproduction in the basin of the river Tuloma is not satisfactory. The recommendations for the salmon natural reproduction optimization in the river Tuloma are given, which can significantly increase the population of the Tuloma salmon herd if poaching is prohibited.

Key words: Atlantic salmon, migration, dams, restoration of natural reproduction, the Tuloma river