



Фонд содействия устойчивому развитию

Серебряная тайга

Постигая мудрость природы

ПРОЕКТ «МОДЕЛЬНАЯ РЕКА МЕЗЕНЬ»



Методическое пособие
по учету нерестовых
бугров атлантического
лосося (*Salmo salar* L.)

Сыктывкар 2017

ПРОЕКТ «МОДЕЛЬНАЯ РЕКА МЕЗЕНЬ»

Методическое пособие
по учету нерестовых
бугров атлантического
лосося (*Salmo salar* L.)



Сыктывкар 2017

А. Е. Веселов, докт. биол. наук, профессор

Н. И. Шилов

Методическое пособие по учету нерестовых бугров атлантического лосося (*Salmo salar* L.) / Издательство «Титул», Сыктывкар, 2017.

Методическое пособие подготовлено и опубликовано при финансировании Фонда содействия устойчивому развитию «Серебряная тайга» по проекту «Управление рыбными ресурсами в сотрудничестве с местным населением: Модельная река Мезень».

© А. Е. Веселов, 2017

© Н. И. Шилов, 2017

© Фонд содействия устойчивому развитию «Серебряная тайга», 2017

© ИБ КарНЦ РАН, 2017

© ООО «Титул», 2017

Пособие предназначено для студентов, аспирантов вузов, людей, интересующихся проблемой устойчивого воспроизводства атлантического лосося (семги), увеличением его запасов и сохранением внутрипопуляционного биоразнообразия. Известно, что в одной реке обитает одна популяция лосося, которая генетически отличается от популяций других, даже соседних рек. В особо крупных реках, таких как Печора, Мезень, Поной, Варзуга и некоторых других нерестовый ход лосося растянут на весь период от начала ледохода и практически до ледостава – в реки на нерест заходят различающиеся по размерам, морфологическим внешним признакам и степени созревания группы лососей. Одни из них проведут до нереста год в реке, постепенно созревая, другие в текущем году отнерестятся. Связано это с протяженностью периода нагула в море и с гидрологическими особенностями рек – их длиной, расположением нерестилищ и количеством нерестовых притоков. Чем больше разветвлена речная система, тем разнообразнее возрастная структура стада семги. Условия жизни в притоках также различаются, и это отражается на внутрипопуляционном разнообразии. В каждом притоке обитает своя субпопуляция, что доказано на примере реки Варзуга. В целом это создает условия устойчивости воспроизводства популяции в случае воздействия неблагоприятных факторов. Например, в неблагоприятный по температурным условиям год в ряде притоков может погибнуть одна из генераций сеголеток. Возмещены эти потери будут за счет ранней или поздней смолтификации других генераций молоди из этих же

притоков, продолжительность жизни которых варьирует в реках от 2 до 6 лет. При перелове одного из ходов лосося он также может быть достаточно быстро и естественно восстановлен за счет увеличения численности других ходов.

Представленное пособие – это краткий ликбез для тех, кто хочет и готов помочь рыбоохранным и научным организациям, рыбоводам, некоммерческим фондам, таким, как «Серебряная тайга» – спасти лосося в самый уязвимый момент его жизни в условиях подготовки к нересту и при самом нересте. Некоммерческий фонд финансирует учетные, исследовательские и другие работы на нерестовых притоках одной из крупнейших лососевых рек Северо-Запада России – реке Мезень. Пособие призвано дать читателю возможность в простой форме ознакомиться с жизненным циклом лосося, гидрологическими условиями на нерестово-выростных участках, а также научить, в целях учета, находить нерестовые бугры, в которые семга откладывает икру. Надо помнить, что каждый полноценный нерестовый бугор определяет количество и состояние нерестового стада через 5 – 6 лет. Сегодня, сохраняя нерестовые бугры, мы охраняем будущее.

Жизненный цикл атлантического лосося

Атлантический лосось нагуливается в морях (Балтийском, Белом, Баренцевом, Карском), северной части Атлантического океана, а также в крупных озерах (Ладожское, Онежское, и др.). Для размножения мигрирует в родные реки, где инкубировалась отложенная родительской парой икра, росли мальки и, достигнув стадии смолтов (серебристых мальков), скатились в нагульные водоемы. В крупных реках атлантический лосось может подниматься до сотни (реки Тулома, Поной, Варзуга, Умба) и даже до 1,5-2,5 тыс. км (Мезень, Северная Двина, Печора), что зависит от расположения нерестилищ. Длина и масса тела, продолжительность жизни, сроки полового созревания варьируют в разных водоемах. Например, в Ладожском озере у пресноводной формы атлантического лосося длина и масса взрослых особей составляет 40-95 см и 4-13 кг, в Онежском озере – 60-83 см и 2 кг, редко до 9 кг (Смирнов, 1971; Валетов, 1999). В беломорских реках, лосось из которых нагуливается в Атлантическом океане, встречается и более крупный лосось. Например: в реке Умба до 15,3 кг, при средней массе $3,36 \pm 0,10$ кг и длине тела до 90-119 см (Мартынов, Кузнецова, 1985); в Северной Двине длина лосося варьирует от 85,4 см до 87,3 см, а масса от 3,1 до 12,4 кг (Кулида, 1985); в реке Печоре средняя длина составляет 84,9 см при колебаниях от 40 до 133 см, масса в среднем достигает 6,8 кг, варьируя от 2,1 до 32,0 кг (Антонова, 1976). Продолжительность жизни атлантического лосося составляет 5-7 лет, реже до 10-12 лет (Атлантический лосось, 1998).

В течение жизни лосось размножается несколько раз, иногда до 5. Плодовитость существенно изменяется от 3447 до 23945 икринок, чаще всего около 5-7 тыс. икринок. Имеются яровые (нерестятся в год захода в реку) и редко, в некоторых крупных реках, озимые нерестовые группы (заходят в реку осенью, а не-

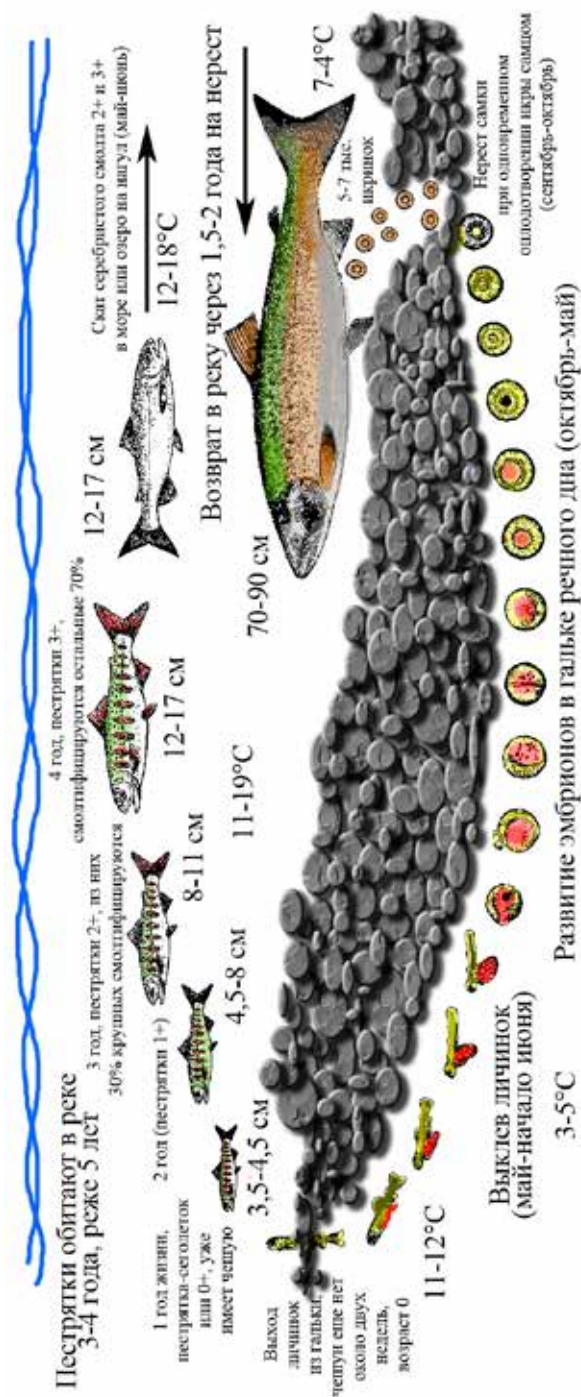


Рис. 1. Речной период жизни атлантического лосося

рестятся только на следующий год). Яровые заходят в реку в год нереста, весной в период паводка и до осени созревают в реке. Озимые мигрируют в реку перед ледоставом, зимуют в реке и на следующий год к осени созревают для нереста. Нерест обеих групп происходит осенью при постепенном снижении температуры воды от 8 до 2°С. Избираемые места для нереста – пороговые и перекатные участки с галечным дном и глубинами 0,5-1,2 м, реже до 1,5 м. Мальки лосося имеют пятнистую окраску, за что их называют пестрятками. В зависимости от широтного расположения они обитают в реках от 1-2 (Балтийское море) до 2-4 лет (Белое и Баренцево моря). Затем смолтифицируются, приобретая серебристую окраску, и скатываются в море (озеро) на нагул. В этот период их называют смолтами. Половой зрелости лосось из Северо-Западных рек России достигает на пятый год жизни, после нагула 1,1-2 года в море (Казаков и др., 1992; Зубченко и др., 2002; Зубченко и др., 2007). Речной период жизни атлантического лосося от нереста и до миграции смолтов представлен на рис. 1.

Нерест и постройка бугра

В небольших реках бассейна Белого моря атлантический лосось мигрирует на нерест с середины мая и до конца июня, достигая во II-III декаде июля нерестово-выростных участков, расположенных на удалении от устья от десятков и до пары сотен километров. В крупных реках наравне с весенне-летней миграцией отмечается мощная осенняя миграция с зимовкой лососей в реке. Завершается осенняя миграция только на следующий год сразу после начала ледохода. Не успевшая войти до ледостава в реку рыба зимует в эстуарии реки. В самой реке в летний период при достаточно высоких температурах (14-19°С) происходит постепенное созревание половых продуктов – икры у самок и спермы у самцов. В процессе этого рыбы «лошают» –

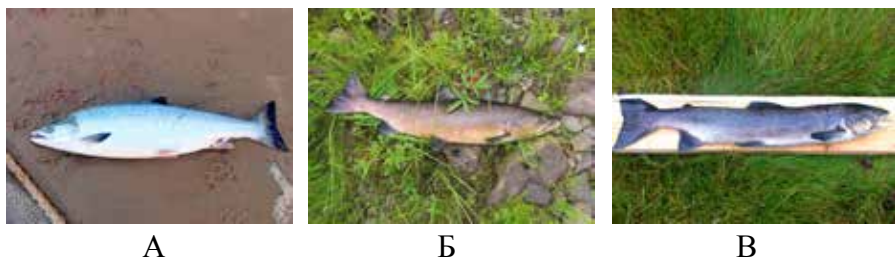


Рис. 2. Самка атлантического лосося перед миграцией в реку (А), самец за 1,5 месяца до нереста (Б), самка после нереста (В)

изменяется их морфология тела, изгиб челюстей, появляется яркая красно-бурая окраска (рис. 2).

Осенью при снижении температуры воды от 8 до 4°C лосось нерестится. Самка выкапывает на пороге в гальке весьма глубокую ямку – до 30-40 см от поверхности грунта и длиной до 50 см, в которую откладывает икру. Самец тут же ее оплодотворяет. Затем самка закапывает икру, образуя так называемый бугор, длина которого варьирует от 1,1 до 2,5 м. При нересте обычно теряется до 50% икры в результате вымывания течением, неоплодотворения или выедания хищниками (хариус, окунь, налим). Иногда самка закладывает 2-3 бугра, это называется порционным нерестом. Внутри бугра, имеющего хорошую проточность от естественного подруслового потока, всю зиму в галечном гнезде инкубируется икра. Проточность бугров обеспечивается выбором самками мест их расположения – на подъеме переката или порога, на напорном слое грунта, где вода просачивается в толщу галечно-валунного дна (Красиков, 1993; Веселов, Калюжин, 2001; Мартынов, 2007). После нереста до 70% рыб погибает, а оставшаяся часть скатывается в море на повторный нагул. Скат «вальчака» (отнерестившейся рыбы), как правило, происходит после зимовки в реке. Лосось способен нереститься до 2-5 раз в течение жизни.

Этапы развития молоди лосося

Весной, с повышением температуры, из икринок выклеваются личинки. Они покидают нерестовые гнезда и переходят к смешанному питанию. С этого момента проявляется постепенно усложняющееся поведение молоди лосося в потоке воды. Развитие личинок и мальков удобно подразделить на относительно устойчивые по продолжительности этапы динамического и непрерывного процесса.

Этап 1. Вылупившиеся личинки имеют бледно-желтый цвет и не рассосавшийся желточный мешок. При помощи волнообразных движений тела они расталкивают частицы гальки нерестового бугра и направленно протискиваются к поверхности грунта, где попадают в придонный речной поток. Под воздействием турбулентного потока и с помощью собственных волнообразных движений хвостового стебля происходит их случайное, ненаправленное расселение в межгалечном пространстве. Одновременно часть личинок, по причине неразвитой локомоции (способности двигаться), вымывается из межгалечных лабиринтов и попадает под воздействие сильного потока реки. В этот момент они разносятся течением, проявляют направленное движение ко дну и случайно попадают в многочисленные и разнообразные условия обитания, расположенные за участком нереста – ближе к гребню порога. Значительное количество личинок вымывается дальше гребня на плес, где сразу выедаются хариусом, окунем и налимом. Часть их гибнет непосредственно на гребне порога. Здесь же нередки случаи каннибализма, когда старшие пестрятки (мальки) питаются младшими. Завершение пассивно-активного расселения личинок совпадает с переходом их в мальковую стадию.

Этап 2. Мальки-пестрятки характеризуются типичной для придонных рыб формой тела и плавников, образованием чешуйного покрова и переходом к экзогенному (внешнему) пита-

нию. Параллельно у них развиваются плавательные способности, близкие по элементарным двигательным актам изгибам тела, плавников и комплексным движениям к годовикам пестряток. Вместе с тем мальки в июне – первой половине июля еще не проявляют разнообразного и четкого выполнения бросковых движений за пищей, они также избегают воздействия сильного потока и впервые только начинают обитать на небольшой территории участка дна, проявляя территориальное поведение. Зрительная и двигательная фиксация в потоке места придонной охоты и укрытий еще непостоянна. Развитие сенсорных (чувствительных) и плавательных способностей приводит к становлению активного придонного поведения одиночных особей, а в слабопроточных местах – к краткосрочному образованию групп и небольших стай. В совокупности проявляемые формы поведения направлены на коррекцию ранее возникшего случайного распределения и на освоение нового пространства обитания.

Этап 3. Пестрятки первого года жизни во второй половине лета приобретают пятнистую покровительственную окраску и выраженные морфологические признаки придонных реофилов (обитателей в потоке) – большую голову и яйцевидно-уплощенное книзу тело, развитые грудные плавники и окрепший хвостовой стебель. Происходит полный переход к территориальному поведению на фоне развития четкой зрительно-двигательной ориентации в подвижной среде: пищедобывательные двигательные акты становятся точными и стремительными, молодью активно используются основные и запасные охотничьи позиции в зависимости от конкретных условий микросреды, проявляются основные типы поведения (Веселов, 1996; Веселов, 1998). Пестрятки постепенно смещаются на участки с большей глубиной, разнообразием фракционного состава грунта и перепадами микрорельефа. Однако пестрятки-сеголетки еще не занимают территорий дна порогов, характерных для годовиков и двухлеток. Тем не менее, их распределение ста-

новится компактным с выраженными чертами мозаичности и типичного территориально-придонного поведения. Молодь уже реагирует на уровень воды и при его изменении за пределы избираемого диапазона совершает локальные миграции, как и при осеннем снижении температуры – перемещаясь на участки с большими глубинами и крупным грунтом, зимую затем под валунами.

Этап 4. В последующие после первой зимовки два-три летних периода пестрятки распределяются в порогах с повышенными режимами турбулентности и скорости течения, разнообразными валунными укрытиями. Эта группа рыб демонстрирует полностью сформированный набор актов поведения, проявляя мгновенную реакцию на воздействие многослойного потока, совершая четкие пищевые или агрессивно-оборонительные броски. Пестрятки мозаично распределяются в рельефе и слабо зависят от хищников, т.к. высокие скорости потока не позволяют последним проникнуть сюда. На этом этапе происходит интенсивный рост пестряток без качественного изменения поведения.

Этап 5. В последующую, т.е. последнюю весну речного периода происходит превращение пестряток в серебристых смолтов. Это сопровождается сменой территориально-придонной стратегии поведения на миграционно-пелагическую (в толще воды). Внутренняя перестройка организма и внешнее изменение морфологии тела и плавников проявляются в постепенном развитии моделей группового и стайного поведения, необходимых для успешной миграции из реки (пресной воды) в море (соленую воду) и перемещения к местам нагула в Атлантическом океане.

На этом этапе завершается речной период жизни, и сформировавшаяся пелагическая модель поведения реализуется в течение 1-2 и даже 4 лет нагульного периода, по завершении которого взрослые особи возвращаются на нерест в родные реки.

Оценка численности популяции атлантического лосося по нерестовым буграм

В качестве одного из методов оценки численности популяций лососевых рыб могут быть расчеты, основанные на учете количества нерестовых бугров, заложенных производителями в период нереста. Учет производится полным или частичным. Полный учет ведется на всем протяжении порожистых и перекатных участков основного русла, а также в нерестовых притоках. Частичный учет – это подсчеты нерестовых бугров на выборочных порогах-перекатах с последующей экстраполяцией данных на площади нерестово-выростных участков (НВУ) всего бассейна реки. На первый взгляд достаточно корректно провести подсчет нерестовых бугров для осуществления последующих расчетов. Действительно, количество нерестовых бугров, умноженное на среднюю плодовитость самки должно дать общее количество икры, отложенное производителями в грунт. Однако на практике такие расчеты приведут к многократному завышению результатов, т.к. не учитывают ряд специфических черт биологии нереста атлантического лосося. Как было показано выше, до 50% икры теряется при нересте. Особенно это важно, если оценка производится на выборочных площадках с последующей экстраполяцией данных на всю реку, имеющую разного качества нерестовые участки.

Прежде всего, точность сбора информационного материала зависит от используемых методов. Все они основаны на хорошей видимости с поверхности воды свежевыврытых нерестовых бугров, т.к. во время нереста перекопанные самкой фракции грунта на порядок светлее окружающего грунта из-за отсутствия обрастаний водорослями. Учет бугров подводным методом, с помощью маски и трубки, практически непригоден, т.к. бугры плохо заметны. Для визуального учета существенно и то, что нерестовые бугры располагаются не на всем протяже-

нии реки, а только в местах подъема рельефа перед порогами, перекатами или отмелевыми косами. Таким образом, в русле реки плесовые участки и озеровидные расширения при обследовании исключаются. Кроме того, большинство лососевых рек имеют прозрачную или слегка коричневатого оттенка воду, не затрудняющую обзор дна. Нерестовые бугры обычно закладываются нерестовыми парами на глубинах 0,4-1,2 м, их основное количество в беломорских реках находят на глубине 0,6-0,8 м. В этом случае, независимо от водности года, в период зимней межени бугры не промерзают и не подвергаются разрушению при ледоходе. На таких глубинах внутри нерестового бугра в течение всего периода инкубации сохраняется оптимальная для икры и выклюнувшихся личинок проточность.

Маршрутная съемка – это наиболее дешевый и доступный способ учета нерестовых бугров. Осуществляется в главном русле и на нерестовых притоках. На малых лососевых реках, характеризующихся среднегодовым расходом менее 5 м³/с (Смирнов, 1979), маршрутную съемку целесообразно проводить в пешем порядке, а на средних и крупных реках (среднегодовой расход более 50-70 м³/с) – с использованием лодок, позволяющих перемещаться от порога или переката к следующему порогу или перекату.

В большинстве рек нерестовые участки неглубокие и для осмотра русла достаточно использовать вейдерсы (сапоги-комбинезон). Осмотр проводит один или в случае достаточно широкого русла несколько наблюдателей. Начинают его от конца нерестового участка – от перехода порога к плесу, расположенному ниже по течению, до его начала – перехода плеса в порог или перекат. В нижней части НВУ этот переход заметен по замедлению скорости течения воды до 0,3 м/с (исчезновение волнистости течения), увеличению глубины с 1,0 до 1,5 м и больших величин, а также по изменению фракционного состава грунта – галечно-валунные грунты замещаются на галечно-песчаные

и песчано-илистые. Это же наблюдается и на переходе плеса в порог – возрастает скорость течения, резко уменьшается глубина и появляется галечно-валунный грунт.

Наблюдатели перемещаются по воображаемым трансектам (поперечным сечениям реки), перпендикулярным береговой полосе, начиная с конца порога. Если неширокий участок (9-15 м), то один наблюдатель проходит от берега до берега. Затем наблюдатель на 3-5 м, в зависимости от прозрачности воды, поднимается по течению до следующей трансекты, и также проводит осмотр от берега до берега. При большей ширине порога реки (25-150 м), осмотр НВУ осуществляют несколько наблюдателей. Каждый выбирает воображаемый по береговым ориентирам прямоугольный сектор и по трансектам осматривает его до верхней части нерестового участка. Если участок имеет сложный рельеф, то целесообразно выставить реперные вехи (ориентиры) как на берегу, так и в русле реки.

При учете бугров следует соблюдать осторожность и не наступать на них, т.к. через 5 суток после оплодотворения икра становится чувствительной к малейшим подвижкам грунта, которые приводят к гибели эмбрионов. По этой причине рыбоводы могут перевозить икру спустя несколько часов после оплодотворения и еще в течение нескольких дней.

Перед обследованием необходимо заготовить схемы порогов и перекатов на листах бумаги формата А-4. Для этого используют географические карты высокого разрешения или гибридные карты космоснимков (kosmosnimki.ru). На схемах указывают начало и конец порогов-перекатов, их ширину и длину, обозначают крупные глыбы в качестве ориентиров, отмечают географические координаты, подъем участка к гребню, средние скорости течения, глубины, а также визуально оценивают фракционный состав грунта. Глубину измеряют в нескольких местах участка с помощью мерной планки. Скорость течения проще всего измерить с помощью метровой линейки: на поверхность воды выпускается поплавочек и замеряется секундо-

мером время его прохождения вдоль метровой линейки (м/с). В некоторых случаях вместо поплавков достаточно использовать дрейфующие по течению пузырьки, остатки растительности и т.п.

Предварительно фракционный состав грунта оценивается визуально и для окончательной его оценки делается фотография нескольких участков и нерестовых бугров. Фотография должна захватывать около 1 м². Для фотографирования грунта можно использовать обсохшие участки русла. В этом случае в кадре желательно сфотографировать измерительную рулетку. Окончательная оценка фракционного состава грунта проводится по фотографии на компьютере – разные фракции грунта закрашиваются разным цветом, оценивается их площадь и определяется процентное соотношение фракций. Кроме того, для анализа качества необходимо сделать фотографии нерестового участка (с разных ракурсов), включая береговую линию и растительность. Опытный специалист по этим фотографиям и проведенным измерениям сможет дать в большей степени достоверную оценку площади, качества и емкости (по количеству нерестовых бугров) нерестового участка.

В реках Архангельской области иногда нерест лососей происходит на глубинах 1-1,5 м. В этом случае обследование и подсчет бугров проводят с лодки. Перед порогом лодку заякоривают и при помощи шеста маятникообразно перемещаются от берега к берегу (или в условном секторе порога). Якорь постепенно подтягивают по течению и, тем самым, смещают зону осмотра ниже. Возможно одновременное наблюдение с лодки и пешее обследование мелководных участков порога. Отметим, что подводные наблюдения во всех случаях не пригодны, т.к. бугры становятся слабо заметными. На некоторых реках при незначительной ширине русла (20-30 м) для обследования удобно использовать береговые возвышенности, которые почти всегда есть в районе порогов.

К достоинству маршрутных съемок можно отнести высокую

точность учета и возможность попутного измерения топографических и гидрологических характеристик НВУ для последующей паспортизации реки. Для выполнения работ достаточно двух наблюдателей. Недостатком метода считается весьма высокая трудоемкость и длительность. Например, на обследование 120 км участка реки Варзуга (Кольский п-ов) необходимо затратить 8-10 суток только на маршрутную съемку (без подготовки экспедиции), причем в условиях Заполярья в сентябре-октябре работа осуществляется при коротком световом дне. В этот период из-за дождей возможен подъем уровня воды и снижение ее прозрачности, что также помешает качественно выполнить оценку количества бугров.

На лососевых реках, протяженность которых не превышает 200 км, маршрутные съемки, с целью мониторинга, могут проводиться ежегодно по всей длине. К этой группе относятся почти все реки Кольского полуострова, за исключением Поноя, и большинство рек Карелии, некоторые реки Архангельской области.

Однако для крупных гидрографических систем Архангельской обл., таких как Северная Двина или Мезень, наибольшую ценность приобретает выборочное обследование модельных притоков, классифицированных по группам в соответствии с комплексом гидрологических характеристик, с последующей экстраполяцией результатов обследования на необследованные и сходные по гидрологическим показателям притоки (Студенов, 1997). В этом случае точность последующих расчетов будет зависеть от объема выборки с каждого типа НВУ. Например, показано, что для тихоокеанских лососей (сима, кета) учетные работы должны проводиться на 30% общей протяженности русловых и ручьевых нерестилищ. По нашим данным, избираемые семгой условия нереста более стабильны для рек Карелии и Мурманской и Архангельской областей (бассейн Белого и Баренцева моря). В связи с этим достаточно обследовать 20% от общей длины каждого типа НВУ. Вместе с тем существует

вероятность того, что притоки рек, сходные с модельными по топографическим и гидрологическим показателям, окажутся только теоретически пригодными для нереста. Это возможно в случае недостаточного количества производителей, которые распределяются на свободных ниже по течению участках реки или не поднимаются в верховья при наличии непреодолимой преграды – водопада или плотины.

В Заполярье, особенно в притоках, расположенных в тундре, возможен непродуктивный нерест: имеются подходящие топографические и гидрологические условия, достаточен подход производителей, однако лимитирующими факторами становятся малопригодный осколочный грунт, скудная кормовая база совместно с неподходящими условиями для зимовки (отсутствие укрытий). Поэтому большинство молоди погибает. Примером непродуктивного нереста в реке Поной (Кольский п-ов) служит приток Лосинга, где при помощи электролова сложно отловить 1 экз. сеголетка на площади 300-400 м². Старшие возрастные группы пестряток совсем отсутствуют. В то же время в районе порогов перед нерестом отстаивается по несколько пар производителей. В связи с чем представляется более правильным использовать метод экстраполяции вторично, после единой проведенной бонитировки (обследования) притоков и основного русла исследуемой реки.

Аэросъемка – один из методов, позволяющий быстро отнять видеоматериал большого объема и затем провести его расшифровку при просмотре на мониторе. Применяется в основном на реках большой протяженности, имеющих высокую значимость для уловов семги, особенно где распространено рекреационное рыболовство по принципу «поймал – отпустил».

Различают аэросъемку, выполняемую при помощи самолета и вертолета. В первом случае финансовые затраты на выполнение работы ниже. Однако существует ряд недостатков. Самолет имеет высокую скорость, затрудняющую работу видеооперато-

ра и, соответственно, осложняет последующий анализ материала на мониторе. Основное неудобство связано с отсутствием достаточной маневренности, и это приводит к «выпадению» из поля обследования резких поворотов реки, отдельных рукавов и устьев притоков (по данным ПИНРО). Съемки с самолета в настоящее время практически не используются.

Наиболее подробный видеоматериал получают при съемке с вертолета, причем в этом случае становится удобным обследовать места впадения небольших притоков, часто имеющих решающее значение для нереста при недостатке НВУ в основном русле. Видеокамеру (типа GoPro) закрепляют на внешней подвеске вертолета. Далее вертолет пролетает по центру русла реки на высоте 100-150 м. Современное разрешение видеокамер (HD и UHD) позволяет с большой точностью определить расположение нерестовых бугров, их размеры, а также достаточно точно оценить рельеф нерестового порога, фракционный состав грунта, глубины и даже скорости течения (по волнистости поверхности). Как показывает опыт норвежских коллег из института NINA (Трондхейм), работавших на легком одноместном вертолете, в преднерестовый период на отснятых кадрах хорошо видны группы производителей, отстаивающиеся на ямах. Однако при выполнении таких съемок необходима достаточная прозрачность воды.

В настоящее время все чаще используют квадрокоптеры с закрепленной на них видеокамерой. Достоинством этого метода является общая (для всего порога, с большой высоты) и детальная (отдельных секторов с малой высоты) съемка, без пропусков. Если съемка проводилась по секторам, то можно на компьютере составить мозаичную картинку порога-переката с более высокой степенью разрешения. К недостатку метода относится то, что между нерестовыми участками приходится перемещаться на лодке или в пешем порядке, т.к. квадрокоптер применим только в зоне видимости для оператора.

Нерестилища лосося

Атлантический лосось, или семга, мигрирует для размножения в реки из нагульных морских или пресноводных водоемов. Миграция вверх по самой реке происходит за несколько месяцев до нереста (Power, 1981; Jonsson et al., 1990a). Весьма часто особи, перед подходом непосредственно на нерестилище, задерживаются почти на год в нижней трети реки, что определяется протяженностью конкретной речной системы, гидрологическими и климатическими условиями (Power, 1981; Thorpe, Mitchell, 1981; Saunders, 1981; Hawkins, Smith, 1986; Shearer, 1992; и др.). Сам нерест происходит осенью, к моменту охлаждения воды до 6-5°C, к этому времени у самцов и самок созревают половые продукты. Сроки нереста в различных популяциях могут варьировать в пределах 4-х месяцев в зависимости от географической широты и климатических зон, в которых расположены реки (Anon, 1900; Power, 1981).

Производители завершают нерестовую миграцию на очередном, расположенном выше по течению и достаточно крупном по площади, перекате или пороге (Crisp, Carling, 1989). Икру пары откладывают в предварительно раскопанную канавку в грунте пороговых участков и засыпают галькой, образуя нерестовый бугор. Весной с повышением температуры из икринок развиваются личинки, которые к концу июня переходят в стадию малька, самостоятельно распределяются на порогах и обитают на них в течение 2-4 лет.

В связи с этой особенностью места закладки нерестовых бугров, характеризующиеся определенным комплексом гидрологических условий, напрямую определяют выживаемость потомства: икринок и затем выходящих из бугров личинок. Вот почему необходимо обратить внимание на условия закладки нерестовых гнезд, т.к. топографические и гидравлические условия будущего распределения молоди на участках реки определяются в период нереста производителей семги.

Условия закладки нерестовых гнезд

Важной предпосылкой для целостного понимания картины формирования локального распределения и зависящего от него поведения разновозрастной молоди семги служат результаты исследования участков нереста.

Процесс нереста производителей семги и последующее развитие икры происходят соответственно в осенний и зимний период. Не останавливаясь на подробном описании процесса, рассмотрим условия закладки нерестовых бугров в реках и пределы вариации факторов среды, определяющих нерестовые участки. Это необходимо сделать для последующего отслеживания весеннего расселения личинок и пестряток лосося по летним участкам обитания. Кроме того, знания по распределению молоди на различных типах участков имеют прямое отношение к правильности прогнозирования продукционных возможностей рек. Л.С. Берг (1935) указывал, что периодические колебания запасов лосося связаны с условиями нереста. Речной период жизни можно оценить как «решающее звено» в динамике численности лосося (Митанс, 1972). М.Н. Мельникова (1981) отмечает значительную зависимость запасов лосося от состояния нерестилищ, мест нагула и зимовки молоди, которые чаще всего совпадают. По мнению В. Г. Мартынова (1983), предпосылкой восстановления популяций лосося (семги) является сохранение нерестилищ.

Каковы же условия закладки нерестовых бугров, если известно, что нерест у лосося происходит в реке не на всем ее протяжении, а только на определенных участках? Условия эти, по данным многих исследователей, определяются ограниченной вариацией гидрологических и гидробиологических показателей: глубин, фракционного состава грунтов и их подвижности, скорости течения, рельефности дна и берегов, перепадами глубин от плеса к порогу, направлениями фильтрации воды в

грунтах, степенью заиленности, зарастанием водорослями и обрастанием прибрежной полосы растениями (макрофитами) (Михин, 1950; Новиков, 1953; Сабунаев, 1956; Владимирская, 1957; Никифоров, 1959 а, б; Митанс, 1971; Вронский, 1972; Гринюк и др., 1977; Сидоров и др., 1977; Мартынов, 1979; Мельникова, 1979; Beland et al., 1982; Смирнов и др., 1985; Леман, 1987, 1988; Crisp, Carling, 1989; Вронский, Леман, 1991).

Качество нерестово-выростных угодий зависит от устойчивости водного режима, определяемого типом водной системы, то есть наличием или отсутствием проточных озер. Озера не только улучшают кормовые условия молоди лосося за счет массового выноса кормовых объектов зообентоса, но и способствуют росту численности хищных и сорных рыб (Смирнов, 1979), а высокая водность и низкая температура, например как в реках бассейна Балтийского моря, в первое лето жизни молоди формируют урожайные поколения (Лишев, Римш, 1961).

Согласно исследованиям В. Г. Мартынова (1983), нерест атлантического лосося (семги) в притоках реки Печоры происходит на таких участках, где уклон русла составляет 0,26-7,0 см на 1 м длины. Сходные уклоны, соответствующие порогам и перекатам в лососевых реках, отмечены и другими авторами (Смирнов и др., 1978; Мельникова, 1979). Самки роют гнезда на участках перед вершинами порогов и перекатов, на гравийных грунтах, где глубина постепенно уменьшается, при одновременном возрастании скорости течения и проточности грунта (Beland et al., 1982, Heggberget et al., 1988).

Существенным условием нереста является ежегодное рытье производителями гнезд на одном и том же месте, отличающемся своим микрорежимом: поверхностная скорость течения – 0,3-1,0-1,5 м/с, преобладающая глубина – 0,2-0,8-1,2 м. Гнездовые площадки располагаются на мелких валунах и галечнике, иногда у крупных валунов и глыб (Смирнов, 1979). Фракция песка обычно на таких участках не превышает 10-15% по весу (Peterson, 1978). Галечно-валунный грунт имеет высокую сте-

пень проточности, что определяет благоприятный кислородный режим в будущем нерестовом гнезде (Charman, 1988).

После того, как самка вырывает гнездо (нерестовую яму) и откладывает в него икру, при одновременном осеменении самцом, она приступает к строительству нерестового бугра – видимой части гнезда, возвышающейся над грунтом в течение всего зимнего периода. Сам процесс постройки бугра по продолжительности может занимать от одного часа до тридцати (Webb, Hawkins, 1989). Затем самка засыпает оплодотворенную икру грунтом и в результате образуется яма, за которой следует собственно бугор (Jonsson, Fleming, 1993; Флеминг, 1998) (рис. 3).

Распределение нерестовых бугров на разных типах НВУ зависит от стабильности гидрологических условий. В качестве примеров рассмотрим две типичные гидрологические системы, одна – озерно-речная в Карелии, другая – речная на Кольском полуострове.

Пример 1. В реке Лижме (бассейн Онежского озера) озерность достигает 19,4% (Берсонов, 1960) за счет цепочки озер, соединенных единым водотоком. Озера в подобных системах выступают в качестве аккумуляторов воды и тем самым сглаживают пиковые повышения уровня воды (ход гидрографа) в самой реке. На практике это означает отсутствие значительных колебаний уровня в период паводка или межени и, соответственно, стабильные условия для нереста и длительной естественной инкубации икры, происходящей в нерестовых буграх, на постоянных площадках. Такие НВУ характеризуются мало изменяемым и благоприятным для нереста фракционным составом грунта, достаточной его проточностью, оптимальными глубинами (0,6-1,2 м) и поверхностными скоростями течения (0,6-1,2 м/с). В этих стабильных условиях пара производителей лосося редко закладывает более одного нерестового бугра и совсем не делает пробных покопок, которые при подсчете легко принять за полноценные бугры. Признаком оптимальности

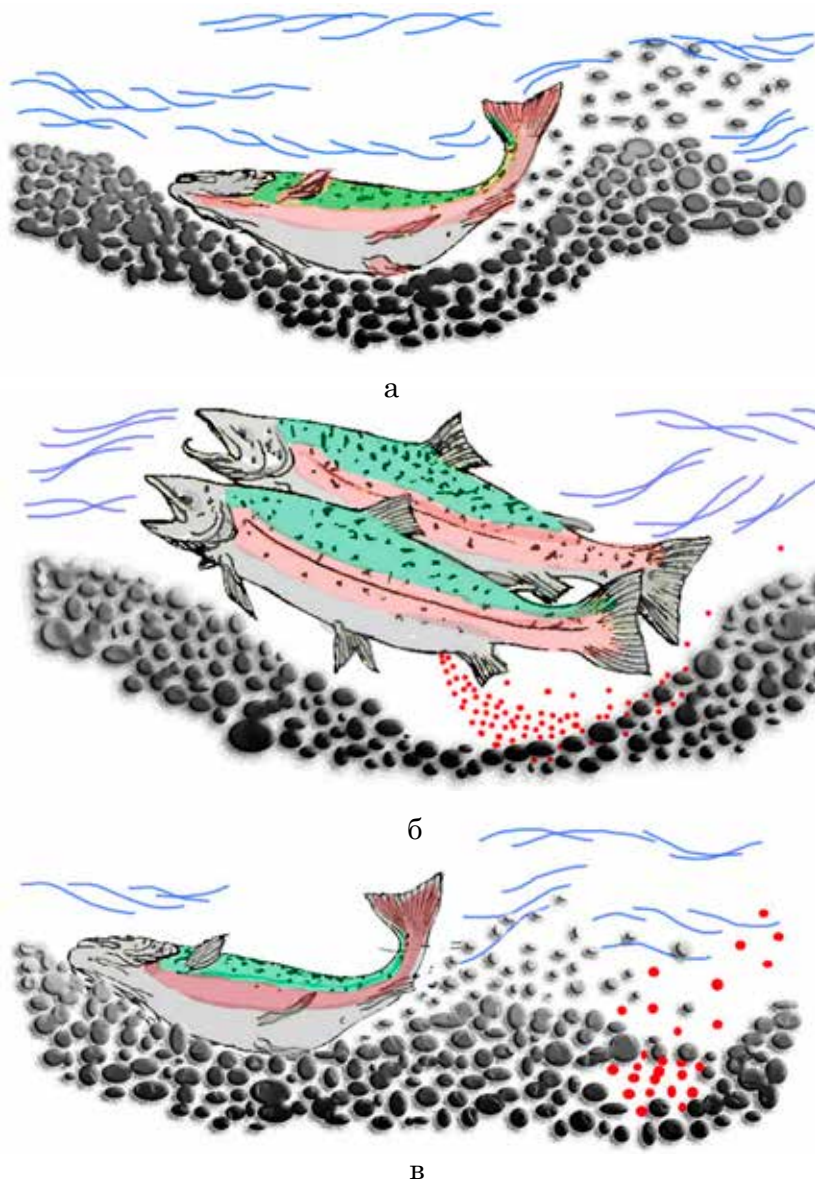


Рис. 3. Нерест лосося на галечном грунте в пороге реки: а – раскопка нерестового гнезда самкой, б – откладывание икры самкой и оплодотворение ее самцом, в – закапывание икры самкой с образованием нерестового бугра

избираемого режима для нереста служит правильность овалобразных форм нерестовых бугров и их ям, а также большая высота бугра – 20-30 см, и глубина ямы – до 20 см. На рисунке 4 представлены виды нерестовых бугров и их расположение в русле. Форма бугров в озерно-речных системах хорошо сохраняется до весеннего паводка, обеспечивая достаточную проточность икры и высокую ее выживаемость.

Очевидно, при учете можно с большой долей вероятности предполагать, что в одном бугре отложена полностью икра от одной самки и порционного нереста не происходило. Это означает, что в каждом бугре заложено количество икринок, равное средней плодовитости самки исследуемой популяции атлантического лосося (семги). Кроме того, в период инкубации стабильный уровневый режим не создает предпосылок для разрушения нерестовых бугров в случаях возникновения зимних ледяных зажоров или при весеннем ледоходе. Дальнейшие расчеты выхода смолтов проводят без поправок, при условии если ослаблен пресс хищников в проходных озерах. В некоторых случаях необходимо провести исследования по учету смолтов на «входе» и «выходе» из озера с использованием меченья и расчета коэффициента поправки.

Пример 2. Озерность реки Варзуги составляет менее 3% (Елшин, Куприянов, 1970). Это типичная речная система, в которой небольшие озера практически не оказывают влияния на уровень воды. В таких условиях в реке отчетливо выражены мощные весенние паводки, с колебанием уровня на отдельных участках до 3-6 м. Ход гидрографа (колебания уровня воды) чрезвычайно неравномерен и сильно зависит от климатических условий года. Поэтому значительные площади НВУ в отдельные годы, особенно маловодные, бывают непригодными для нереста. Это отражается на появлении массовых покопок, когда до 30% бугров не имеют внутри гнезд с отложенной икрой. Нерестовые бугры на нехарактерном по фракционному составу грунте имеют искривленные формы, одна самка может отло-



А



Б

Рис. 4. Нерестовый бугор (А) и отнерестившаяся самка возле него (Б)



В



Г

Рис. 4. Нерестовый бугор, отмеченный по центру шнуром (В), расположение нерестовых бугров в протоке (Г)

жить икру в 2-3 бугра. В связи с этим, прямой подсчет бугров без поправок на конкретные условия года может привести к ошибке в 30-50%. Помимо того, часть учтенных нерестовых бугров, расположенная на глубинах 0,2-0,5 м, может быть уничтожена при ледоходе или ледяном зажоре, т.к. глубина закладки икры от поверхности грунта не превышает 10-15 см. Затронутое льдом дно приобретает отчетливый светлый оттенок (содраны обрастания).

Например, в реке Варзуга одним из продуктивных НВУ можно считать перекаат Киветем, расположенный в 35 км от устья реки. Перекаат обследован нами в осенний период после нереста производителей в 1988-1990 гг. и в 1999 г. Он представляет собой крупный по площади (около 2 га) участок реки, шириной до 180 м. На этом перекаате ежегодно происходит нерест производителей, естественное развитие икры в грунте нерестовых гнезд, выход и расселение личинок по территории участка. Здесь обитают пестрятки лосося всех возрастов, здесь же перед миграцией из реки формируются группы и стаи смолтов. На перекаате периодически встречаются карликовые самцы лосося, а на глубоких участках перед гребнем и за ним отстаиваются производители. Таким образом, на перекаате Киветем в течение года представлены лососи всех возрастных групп и на разных этапах онтогенеза (индивидуального развития), характерных для речного периода жизни, что позволяет рассматривать его в качестве эталонного НВУ.

Методические вопросы. Еще раз отметим, что проведенные нами учеты нерестовых бугров были основаны на хорошей видимости с поверхности воды свежеврытых нерестовых бугров, т.к. во время нереста перекопанный самкой грунт гораздо светлее окружающего из-за отсутствия водорослевых обрастаний. Для визуального учета существенно было и то, что бугры в реке Варзуге располагаются не на всем протяжении реки, а только в местах подъема рельефа перед порогами, перекаатами или отмелевыми косами. Таким образом, плесовые ложбины и ямы

при обследовании исключались. Обследование бугров на мелководных участках переката выполняли в пешем порядке, а на глубинах более 1 м с использованием лодки, которую заякоривали перед перекатом на плесе и при помощи шеста маятниковобразно раскачивали от берега к берегу, постепенно подтягивая якорь по течению и тем самым смещая зону осмотра вниз.

Непосредственно перед учетом нерестовых бугров и замером различных характеристик проводили топографическую съемку рельефа дна всего переката. Делалось это при помощи разметки площади на квадраты продольными и поперечными реперами, выставляемыми на берегу и в русле (рис. 5). В угловых точках квадратов, размером от 5 до 10 м, измеряли глубины и скорости течения. Затем строили трехмерное компьютерное изображение переката, используя программу Surfer, и уже на нем, согласно выполненным измерениям, отмечали расположение нерестовых бугров в пространстве.

Результаты исследования переката Киветем. С 11 по 16 октября 1988 г., когда температура воды снизилась с 7°C до 3,5°C, нерест производителей лосося завершился. В этот период нами на площади переката было обнаружено 87 нерестовых бугров (рис. 6 а). Расположение бугров оказалось неравномерным, они были сосредоточены на двух относительно крупных пространствах дна суммарной площадью 16% от площади переката (рис. 7). Правобережный участок нереста (5030 м²) по площади в 6 раз крупнее левобережного (770 м²). Внутри этих участков, форма и площадь которых ограничены крайними нерестовыми буграми, плотность бугров составила для левобережного 3,1 шт./100 м², правобережного – 1,3 шт./100 м², а одновременно для двух участков она соответствовала 1,5 шт./100 м² при среднем расстоянии между буграми – 8,6-0,7 м. В 1989г. после нереста (октябрь), когда температура воды снизилась до 3,2°C, было учтено 113 бугров, то есть на 26 больше, чем в предыдущем сезоне (рис. 6 б). Плотность нерестовых бугров подсчитывалась на прежних территориях, т.к. при сравнении

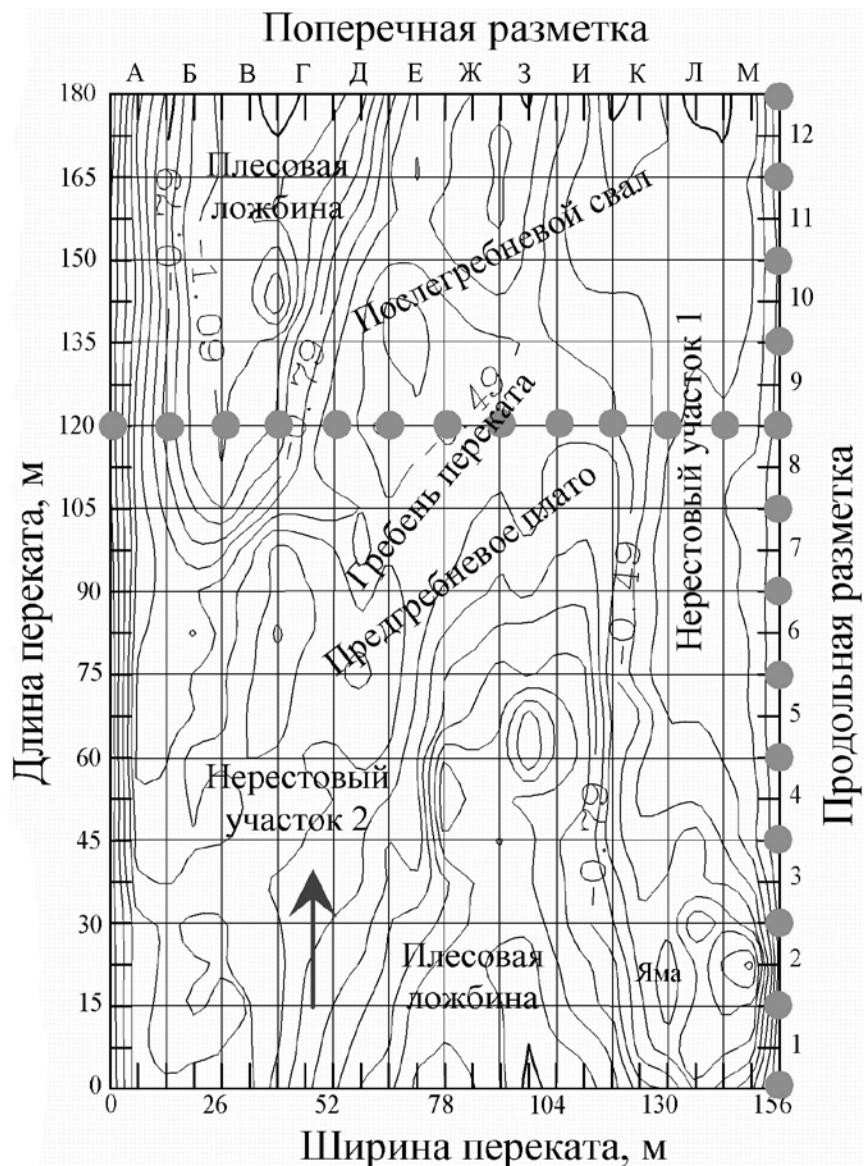


Рис. 5. Схема поквадратной разметки переката Киветем на реке Варзуга. Поперечная разметка квадратов обозначена заглавными буквами алфавита, а продольная цифрами. → – направление течения, точка – место установки продольных реперов, изолинии – распределение глубин

данных 1988 и 1989 гг. (рис. 6 а, б) было отмечено совпадение границ расположения бугров. По сравнению с 1988 г. в 1989 г. произошло увеличение количества бугров, что привело лишь к повышению общей плотности до 2,1 шт./100 м² без расширения территории нереста. Однако для левобережной площадки она снизилась до 2,2 шт./100 м², а для правобережной – наоборот возросла до значения 2,0 шт./100 м². Среднее расстояние между буграми почти не изменилось и составило 8,7-0,5 м. Примечательно, что нерест происходил внутри прошлогодних границ территорий. При совпадении границ расположения бугров два года подряд возросшее их количество в 1989 г. не повлияло на расширение территории нереста. Произошло увеличение только плотности расположения бугров.

Необычным по гидрологическим условиям, прежде всего по уровневому режиму, отмечен 1990 г. Засушливое лето стало причиной низкого меженного уровня в русле, сохранившегося вплоть до нереста. Прежние нерестовые участки в ряде квадратов переката обмелели и для их освоения были недостаточны глубины и скорости течения. Такие места избегались производителями лосося. Избираемый ими уровневый режим и скорости потока сместились к центру русла реки, где и были обнаружены бугры (рис. 5 в). Несмотря на прошедший нерест, качество грунта здесь не всегда соответствовало ранее используемому семгой. Например, возросло на 10-15% количество крупных валунов, размером 25-50 см. Результатом падения уровня стало меньшее количество нерестовых бугров на перекаате – 67 шт. Соответственно изменились их формы и площади в сторону искривления и уменьшения, а также сместилось расположение в рельефе. Общая нерестовая площадка заняла 2618 м², или 9% от территории переката. Вместе с тем плотность расположения бугров внутри оконтуренной площадки была самой высокой за три года – 2,6 шт./100 м², при расстоянии между буграми 8,0±0,5 м. На снижение количества нерестовых бугров, помимо низкого уровня воды, оказал влияние и меньший подход производителей, наблюдавшийся за гребнем в районе свала переката.

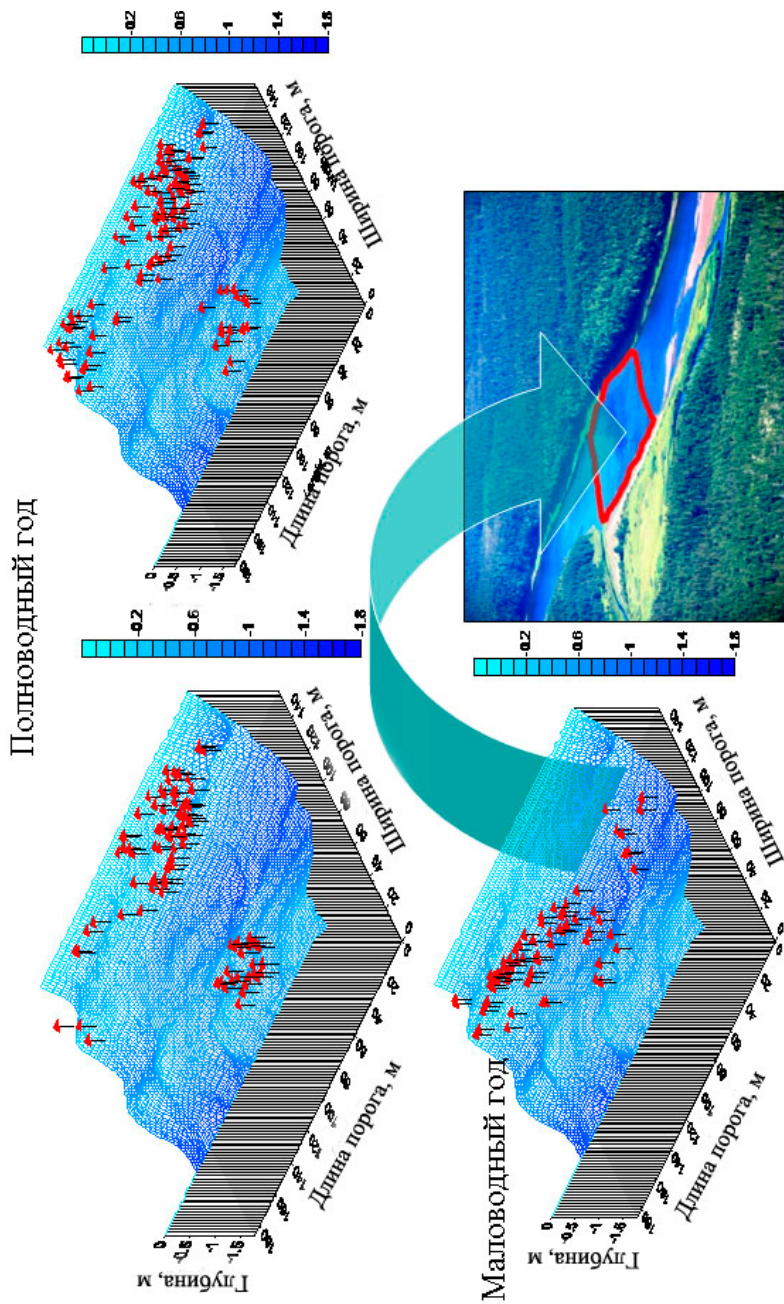


Рис. 6. Расположение нерестовых бугров производителей атлантического лосося на перекате Киветем реки Варзуга: а) – в 1988 г. б) – в 1989 г. в) – в 1990 г. Вертикальный шток и цифра – номер нерестового бугра и глубина его залегания, → – направление течения

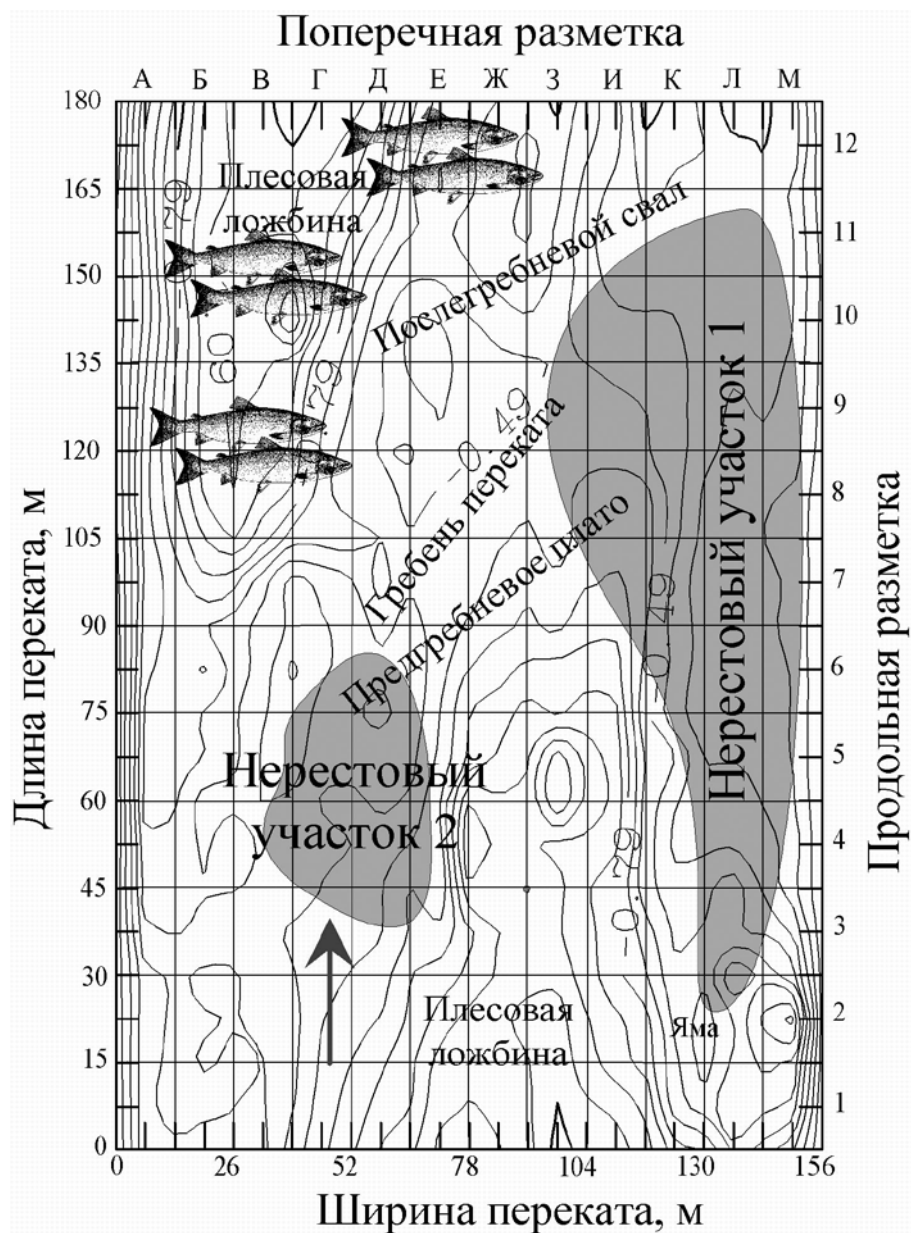


Рис. 7. Схема расположения областей нереста на перекате Киветем

В 1999 г. также был отмечен ниже среднего уровневый режим, и на перекате Киветем обнаружено всего 30 бугров. Они располагались примерно на тех же площадках, что и ранее, несколько сместившись к центру и образовав общую перемычку площади перед гребнем переката. За прошедшие 10 лет произошло изменение рельефной структуры переката в сторону уплощения предгребневого пространства и его общего понижения. Это привело к образованию перед гребнем пригодной по гидрологическим условиям нерестовой площадки, которая стала использоваться семгой для рытья бугров.

Однако общее снижение количества бугров связано не с изменившимися условиями, а переловом семги перед нерестом в районе переката. Использование метода факторного анализа позволило сгруппировать гидрологические факторы и выявить тенденцию смены определяющих факторов, обеспечивающих выбор нерестовой площадки производителями в годы с уровнем воды средним и выше среднего (1988, 1989) и в годы с низким уровнем воды (1990, 1999). Для регистрируемых годов нереста выявлено по два основных фактора с величинами обобщенной дисперсии от 76 до 82%. В первый фактор входит показатель скорость, во второй – глубина. Показатель качества грунта в 1988 и 1989 гг. вошел компонентой в состав фактора 1, а в 1990 и 1999 гг. перешел в фактор 2. Таким образом, скорость и глубина являются определяющими показателями, а переход показателя качества грунта из фактора 1 в фактор 2 свидетельствует о связи этого показателя при среднем и высоком уровне со скоростью течения, а при низком – с глубиной. На практике это означает, что при достаточной глубине основными регуляторами закладки распределения нерестовых бугров выступают скорость течения и качество грунта; при недостаточной глубине – скорость течения.

Ранее выполненными работами установлено, что низкий уровень воды в период осеннего нереста лосося может отрицательно повлиять на количество бугров (Кулида, 1991) или вы-

звать массовые покопки без закладки икры (Владимирская, 1957; Смирнов, 1979). Так, в нашем случае необычно засушливое лето 1990 г. привело к сохранению низкого меженного уровня воды в русле реки Варзуга до нереста. Прежние нерестовые участки в ряде случаев обмелели, и, несмотря на то, что грунт здесь был подходящим для строительства гнезд, глубины оказались недостаточными, а скорость течения пониженной.

При учете нерестовых бугров необходимо проверить, не являются ли они пробными покопками, в которые икра не закладывалась. Визуальная оценка покажет, что на месте покопок, как правило, грунт разбросан неравномерно. Это место также выглядит светлым пятном, как и настоящие бугры. Однако четкая структура бугра отсутствует: яма не выкопана, бугор не достроен и в целом форма покопки неправильная. В этом случае следует проверить наличие икры с помощью лопатки, закрепленной на длинном древке. Один наблюдатель раскапывает покопку, а другой ниже по течению от места проверки устанавливает на дно широкий сачок для отлова возможно выкопанной икры. Если икры нет, то это однозначно указывает, что перед вами пробная покопка.

Очевидно, постоянство выбора территорий для нереста предопределено рядом гидрологических условий, и важнейшим из них является соблюдение уклонов, т.е. расположения бугров на подъеме переката или порога к гребню (рис. 7). По данным 1988 г., глубина закладки нерестовых бугров производителями соответствовала в среднем 0,47 м (мин. 0,19, макс. 0,92 м). Незначительно отличалась эта величина в 1989 г. – 0,53 (мин. 0,2, макс. 1,1 м), а также в маловодном 1990 г. – 0,57 (мин. 0,17, макс. 1,15 м).

Отметим также значения поверхностных скоростей течения над буграми: для 1988 г. – 0,75 м/с (мин. 0,10, макс. 1,25), для 1989 – 0,86 м/с (мин. 0,50, макс. 1,30) и для 1990 г. – 0,92 м/с (мин. 0,35, макс. 1,27). Минимальная глубина нереста составила 0,17-0,20 м, однако на такой глубине встречено всего

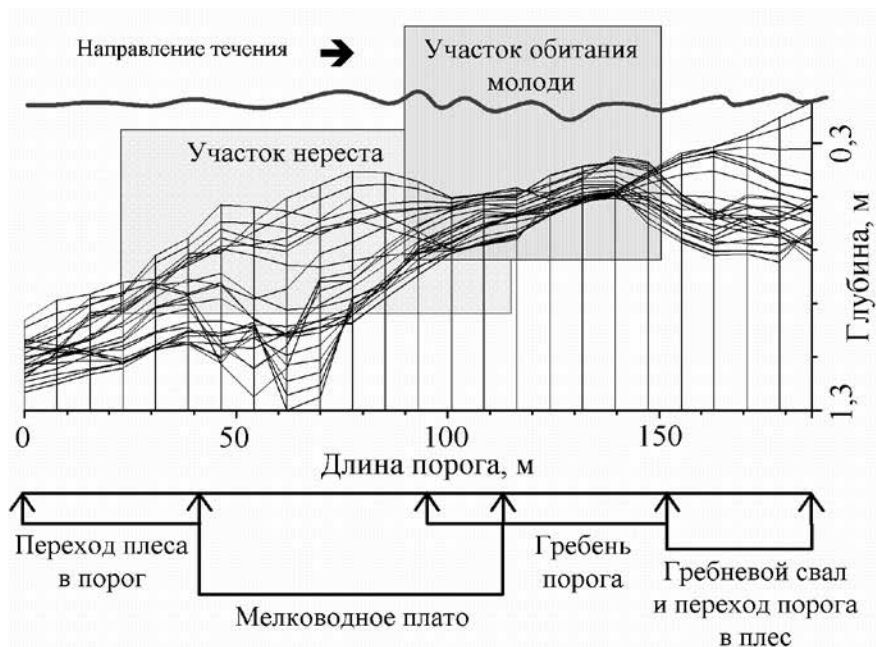


Рис. 8. Схема расположения нерестового и выростного участков на разрезе порога Киветем р. Варзуга

два бугра. Максимальная граница глубин для единственного найденного бугра была 1,15 м. За пределами этой глубины (по данным трех лет) нерест на перекате не происходил. Основное количество бугров было сосредоточено на глубине 0,4-0,6 м. На других нерестовых участках в русле реки отмечаются сходные данные. Эту глубину нереста, видимо, можно расценивать как оптимальную или, скорее, предпочитаемую лососем (семгой) в условиях беломорской реки Варзуга. Общим для расположения нерестовых бугров на перекате Киветем при любых уровневых режимах является их четкая локализация на подъеме рельефа до гребня, т.е. в районе гидравлического подпора, где вследствие разницы давлений происходит естественное процеживание воды в грунт. Бугры практически отсутствуют на самом гребне или в понижениях и на свале за гребнем. Не обнаружено бугров и за пределами порога на плесах.

Нерестовый грунт

Происхождение *нерестового грунта* связано с отложением галечно-валунных фракций на обширных мелководных пространствах перед гребнем переката или порога (Мартынов, 2007). Этот процесс обусловлен естественной седиментацией частиц вследствие неравномерного уклона русла реки, выходом скальных пород и различной скоростью течения (Жадин, 1950).

Большинство гидробиологов склонны придавать речным грунтам и наносам такое же значение, как и течению воды. Общепринятая классификация биоценозов донного населения рек исходит как раз из свойств грунта и течения (Жизнь пресных ..., 1950). Известно, что фракционный состав грунта играет существенную роль в реках в воспроизводстве лососевых (Грицевская, 1963; Смирнов, 1979; Казаков, 1983; Шустов, 1983; 1987; 1995; Антонова, 1987; Веселов, 1993; Антонова и др., 2000; Веселов, Калюжин 2001; Биология, воспроизводство..., 2005; Долотов, 2007).

Фракционный состав грунта при благоприятной глубине и скорости потока воды (основных гидрологических факторов) может ограничить зону нереста или сделать его невозможным. Так, производители лосося избегают участки с крупными валунами (размером свыше 25-50 см), если таковых на единицу площади приходится более 25-30%. Валуны затрудняют лососям раскопку грунта под нерестовые гнезда. При их значительном количестве в придонной области дна образуются сложные вихри и затишные зоны, которые не обеспечивают такого важного условия, как проточность грунта, определяющего на 90% успешность развития эмбрионов лосося в гнездах. Это связано с омытием зародышей фильтрующейся в грунте водой и обеспечением достаточного содержания кислорода (Леман, Кляшторин, 1987). Последнее, по-видимому, справедливо как для ти-

хоокеанских, так и для атлантического лососей. Наименьшая смертность зародышей и личинок наблюдается на участке напорного ската (Вронский, Леман, 1991), где закладываются нерестовые бугры и обеспечивается высокая проточность (Мельникова, 1981). В этом месте интенсивная фильтрация воды в грунт идет за счет разницы уровней выше и ниже переката (Рухлов, 1969).

Анализ грунта, собранного непосредственно из нерестовых бугров на протяжении 5 км реки Варзуга, показал количественное преобладание гальки – 76%. Кроме того, в пробах содержалось 2-3% песка, до 8 шт./м² валунов мелких размеров (10-25 см), более крупные встречались эпизодически. Производители лосося избегали грунтов, где фракция песка (0,1-1 мм) превышала 30-50%. Такие грунты расположены сразу за свалами перекатов или порогов в виде полос, шириной обычно не более 20-30 м. На подобных песчаных откосах, служащих переходами к плесам, течение нестабильно и имеет тенденцию к замедлению с 1,0 до 0,4 м/с.

Фракционный состав грунта и степень засоренности его растительными остатками, как показано на примере кумжи (Olsson, Persso, 1986), определяют выживание эмбрионов и время выхода личинок. Диаметр гальки гнезда около 18,5 мм благоприятствует выживанию 95% икры и одновременному выходу личинок, тогда как в гнездах с диаметром 4,8 и 1,5 мм этот процент существенно ниже и выход растянут. Х. МакКриммон и Б. Готс (McCrimmon, Gots, 1986) также указывают на положительную корреляцию времени вылупления и стадии развития личинок атлантического лосося со средним размером (4-32 мм) частиц грунта.

Возможна оценка качества грунта, подходящего для нереста производителей и обитания молоди, визуальным способом. Например, фракционный состав грунта, представленный на рис. 9 А, наилучшим образом способствует формированию летнего и зимнего распределения пестряток на микро станциях. Однако

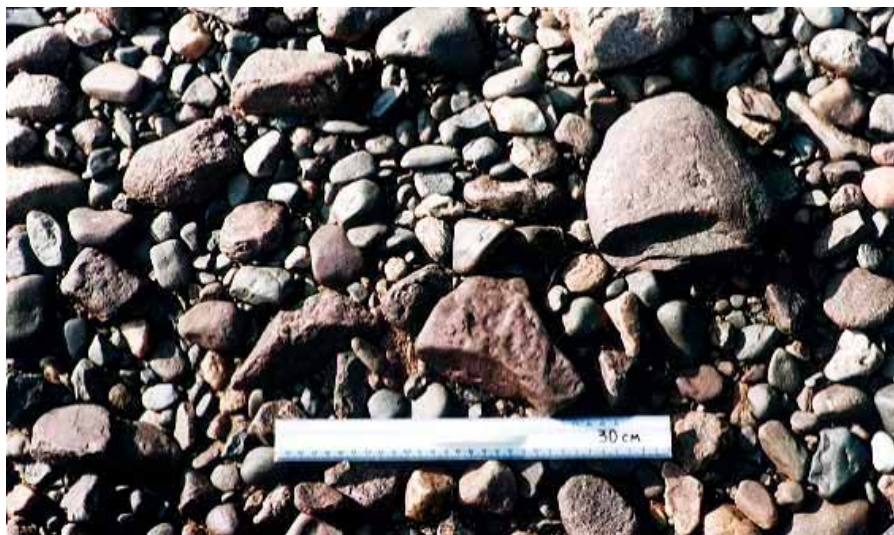
если удалить из состава крупные валуны (25-50 см), то грунт станет пригодным для успешного нереста производителей и в меньшей степени для обитания молоди старших возрастных групп (рис. 9 Б).

Фракционный состав грунтов вместе с гидрологическими показателями, такими как режим скоростей течения, уклоны и глубины, определяет качество НВУ. Под качеством НВУ следует понимать возможность эффективного нереста производителей, инкубации оплодотворенной икры в грунте в течение всего зимнего периода, затем успешное весеннее расселение сеголеток и длительное, в течение нескольких лет обитание старших возрастных групп мальков (пестряток) в пороговых и перекатных участках рек и ручьев.

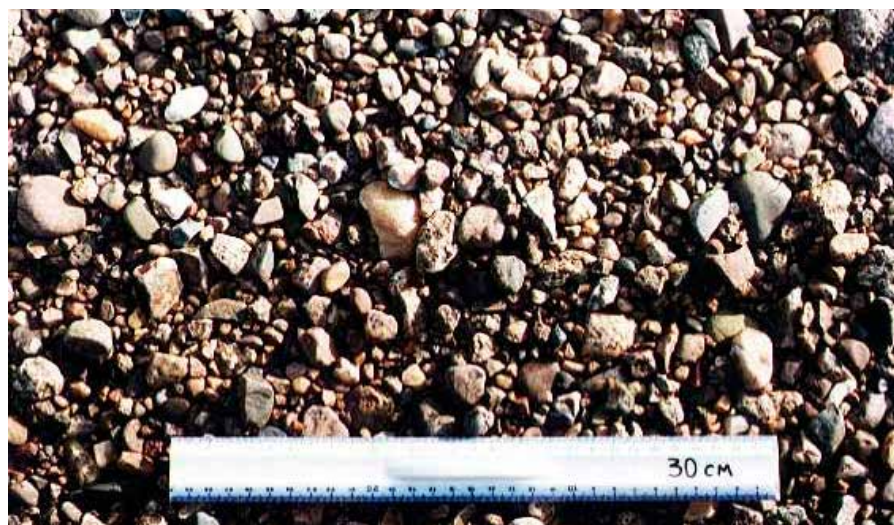
Речной период жизни молоди лососевых, как лосося (семги), так и кумжи, завершается смолтификацией рыб и их скатом в море или озеро на последующий нагул до половозрелого состояния. Затем происходит возврат на нерест в реки, где они выклюнулись из икринок (Казаков, Веселов, 1998). Сам процесс ската, его стайный или одиночный характер, скорость преодоления пороговых и перекатных участков, также в значительной степени регулируется фракционным составом грунтов на дне. Размер валунов и глыб определяют турбулентные характеристики потока, его скорость и локальные направления, а это в свою очередь влияет на поведение пестряток в период летнего и зимнего обитания. Многослойная, сложная структура потока влияет на динамику распределения мальков, типы пищевых бросков, от нее зависит выбор микро станций обитания и укрытий (Веселов, Калюжин, 2001; Веселов, 2006)

Ниже рассматриваются исследования ряда авторов, касающихся значения грунта для молоди лосося и других реофильных видов, а также результаты нашего исследования грунтов нескольких нерестовых рек Кольского полуострова.

Оценка фракционного состава грунта проводилась по специально разработанной нами таблице для лососевых рек Карелии



А



Б

Рис. 9. Фракции грунта выростного участка молоди лосося (А), и фракции грунта качественного нерестового участка речного дна (Б)

и Кольского полуострова, в основу которой положены результаты анализа грунта в более чем 100 реках, различающихся по гидрологическим характеристикам (табл.). Изначально нами использовалась таблица М.В. Кленовой (1931), созданная для дальневосточных нерестовых рек. Однако в связи с различием грунта появилась необходимость изменить размерность анализируемых фракций грунта. На практике детальный анализ грунта не всегда необходим, в этом случае часть фракций можно объединить, что упростит визуальный анализ (табл.).

Таблица.

Размерность фракций грунта речного ложа

Тип грунта	Сокращенное обозначение	Пределы изменения длины	
Песок	П	Менее 0,25 см	П, Гр: 0,01-1,0 см
Гравий	Гр	0,26-1,0 см	
Галька мелкая	ГМ	1,1-1,5 см	ГМ, ГС, ГК: 1,1-5,0 см
Галька средняя	ГС	1,5-2,5 см	
Галька крупная	ГК	2,6-5,0 см	
Валун мелкий	ВМ	5,1-10,0 см	ВМ, ВС, ВК: 5,1-50,0 см
Валун средний	ВС	10,0-25,0 см	
Валун крупный	ВК	25,1-70,0 см	
Глыбы	Г	Свыше 71,0 см	Г: 71,0 см – 5 м

Плесовые участки являются транзитными для смолтов, производителей лосося и кумжи, т.е. воспроизводства этих рыб на них и постройки бугров не происходит. Причина заключается в том, что они, как правило, характеризуются песчано-галечными грунтами, низкими скоростями течения (0,1-0,3 м/с) и глубинами более 1 м.

Подробное исследование нерестово-выростных грунтов нами было проведено на полуострове Рыбачий (Бассейн Баренцева моря). Необходимо было оценить фракционный состав грунтов на нерестовых и выростных участках рек и ручьев. Очевидно, что происхождение грунта тесно связано с геоморфологией бассейнов рек, четвертичными отложениями и размывом пород водными потоками в послеледниковый период. В результате в руслах рек образовался подвижный аллювий, состоящий из различных фракций валунов, гальки, песка, часто включающий отдельные глыбы. Естественно, анализ фракций грунта проводился нами на пороговых и перекатных участках, которые заселены молодью лососевых.

Были проанализированы пробы грунта из всех 23 рек полуострова Рыбачий (рис. 10). Установлено, что в процентном отношении преобладает валун мелкий (26,1%). В целом валунные фракции доминируют в составе грунта речного ложа рек, составляя 64,5%. Однако, доля гальки также весьма существенна – 29,5%. Сравнении фракционного состава с другими лососево-

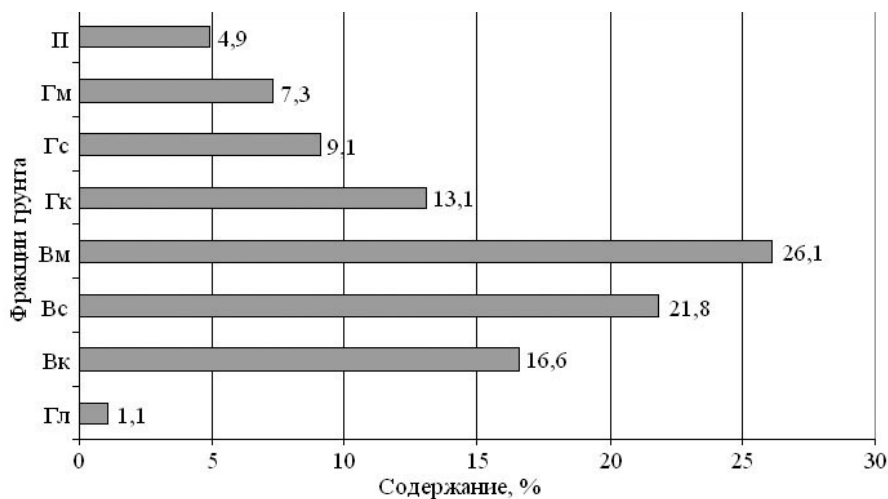


Рис. 10. Среднее содержание фракций грунта в нерестовых реках полуострова Рыбачий.

кумжевыми реками Карелии и Кольского полуострова показало, что этот грунт имеет большое сходство с грунтами из других рек и является качественным как для нереста, так и для обитания разновозрастной молоди лососевых рыб.

Проведенная оценка фракционного состава грунта позволила разделить реки на две группы (рис. 11). В первую группу вошли реки, у которых фракционный состав смещен в сторону мелкоразмерного грунта, что более важно для нерестовых участков. Во второй группе объединены реки, в которых преобладают крупные фракции валуна, более пригодные для обитания старших возрастных групп пестряток лососевых рыб. Для воспроизводства лосося лучше подходят реки второй группы, при условии, что на пороговых и перекатных участках с валунным грунтом имеются нерестовые галечные площадки.

Аналогичная оценка фракционного состава грунтов была проведена для беломорских рек Кольского полуострова. Анализ собранных данных позволил также выделить две группы рек. В первую вошли реки Большая Кумжовая, Пялица, Усть-Пялка, Чапома, Стрельна, Чаваньга, Индёра, Югин, протекающие полностью или частично через таёжную зону – для них, за

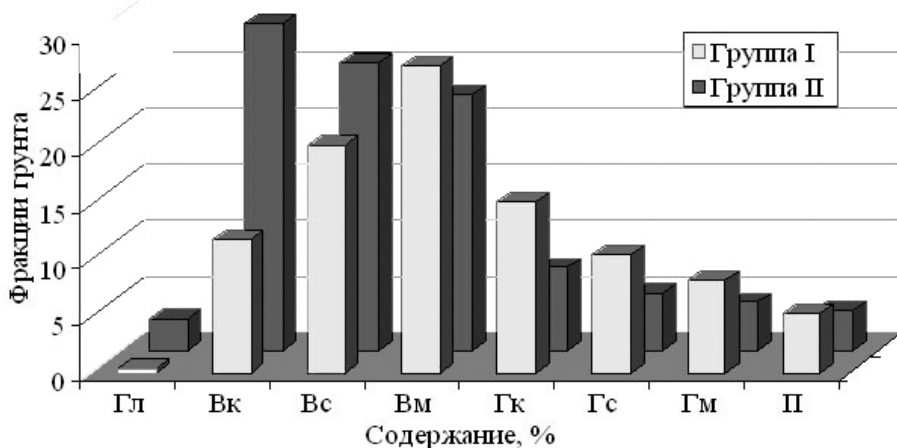


Рис. 11. Выделенные две группы по преимущественному содержанию фракций грунта на НВУ лосося и кумжи

редким исключением, характерны более мелкие фракции валуна и галька, данный тип грунта более подходит для нереста производителей. Вторую группу составили реки Качковка, Орловка, Даниловка, Снежница, Сосновка, Бабья, Лиходеевка, Пулонга, которые протекают через зону тундры, в них преобладают крупные фракции валуна, более пригодные для обитания старших возрастных групп пестряток лососевых рыб.

Таким образом, в настоящее время внимание многих исследователей сосредоточено на изучении нерестово-выростного грунта на нерестилищах атлантического лосося, авторы в своих работах указывают важную роль этого фактора среды в жизни реофильной, обитающей в потоке воды ихтиофауны.

Сезонные изменения нерестовых бугров

Известно, что размеры нерестящихся самок определяют величину и количество нерестовых бугров, и их характеристики. Чем крупнее самка, тем больше нерестовый бугор и яма перед ним (Crisp, Carling, 1989). Гнезда крупных самок еще и закладываются глубже, чем гнезда мелких (Jones, 1959).

Важнейшей характеристикой нерестового бугра, обеспечивающего длительную инкубацию икры, является его форма, создающая благоприятный ток воды непосредственно через гнездо (Vaux, 1962; Cooper, 1965; Peterson, 1978).

Исследованиями показано, что нерест производителей лосося в различных рельефных и гидравлических условиях и на разных типах грунтов определяет разнообразие объемных форм нерестовых бугров и их площадных характеристик. Кроме того, в период инкубации икры – с октября по май, под воздействием потока воды (особенно ледохода и паводка) объемная форма бугров претерпевает существенные изменения в сторону сглаживания и сравнивания с естественным рельефом дна.

Прежде всего, нерестовые бугры не равноценны по площади – в среднем $1,04 \text{ м}^2$ (мин. $0,18$, макс. $2,26 \text{ м}^2$) и своим размерным характеристикам. Наибольшее разнообразие форм нерестовых бугров, как и их оценочных признаков, характерно для крупных с многочисленными притоками рек (Северная Двина, Мезень, Варзуга, Поной и др.). Форма бугров варьирует от правильной, обращенной закругленными краями к потоку воды, до неправильной овальной или серповидной (рис. 12). Вокруг нерестовых бугров может быть одна или несколько ям, образующихся при их копке самкой.

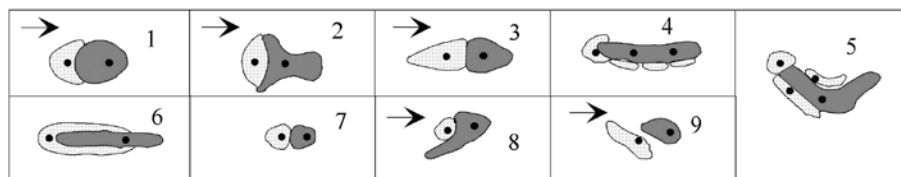


Рис. 12. Форма нерестовых бугров атлантического лосося: 1 – правильная, 2 – амебoidная, 3 – равновеликая, 4 – вытянутая с несколькими ямами, 5 – вытянуто-деформированная с несколькими ямами, 6 – вытянутая, 7 – круглая, 8 – серповидная, 9 – неправильная. Крпчатое тело – бугор, белое тело – яма, черная точка – наибольшая глубина ямы или высота бугра, → – направление течения

Средняя высота нерестовых бугров над грунтом составляет 9 см, как и глубина ям от поверхности грунта, образовавшихся при копке дна самкой. Высота бугров в некоторых реках (Лижма, Поньгома, Умба, и др.) может достигать 23 см, в среднем – 19 см. Отметим, что в реке Лижма не наблюдается такого большого разнообразия форм нерестовых бугров, как в реках Варзуга, Поной или Варзина. Причина этого заключена в стабильности уровня воды, поддерживаемого проточными озерами. Бугры неправильной формы образуются там, где рыбам мешают при нересте крупные валуны, мелководье или высокая скорость течения. При высокой скорости потока бугры короче и призем-

стее. Имеются и частые исключения, зависящие от размера и физического состояния нерестящихся особей. Естественно возникает вопрос о биологическом смысле разнообразия форм бугров? По-видимому, определенная форма способствует проточности внутри бугра, особенно на глубоких участках, как в реке Северная Двина или Лижма. В реке Варзуга при достаточной скорости течения на порогах и относительном мелководье в более приземистых буграх обеспечивается необходимая проточность и они менее подвержены «стиранию» во время ледохода.

С момента закладки бугров и до выхода личинок из гнезд проходит около 8 месяцев. За этот период (в основном весной) под воздействием течения, процессов ледостава и особенно ледохода видимая форма бугров претерпевает существенные изменения: куски льда многократно механически разравнивают грунт. Если в осеннее время бугор имеет четко выраженные очертания, включающие яму и гребень (рис. 13 А), то весной эти образования в большинстве случаев отсутствуют (рис. 13 Б). Остаются только нерестовые гнезда, погребенные под слоями гальки толщиной около 10-15 см, в которых продолжают развиваться эмбрионы.

Еще раз отметим, что места нереста атлантического лосося (семги) формируются комплексом гидрологических факторов, которые благоприятны не на всем протяжении рек, а только на участках с выраженными подъемами рельефа, часто в местах выхода скального грунта, и наличием водных подпоров. Согласно исследованиям М.Н. Мельниковой (1981), определенное сочетание глубины (0,5-1,5 м), фракционного состава грунта (галька, незначительное количество песка) и скорости потока воды (0,5-1,2 м/с) лежит в основе стабильности избираемых лососем гидрологическим условий нерестилищ. Неоднородность рельефа дна, неравномерный уклон русла и фракционный состав грунта влияют на формирование зон с различной глубиной и скоростью потока воды. Отдельные точки пространства оказываются неравноценными, поэтому возникает мозаич-

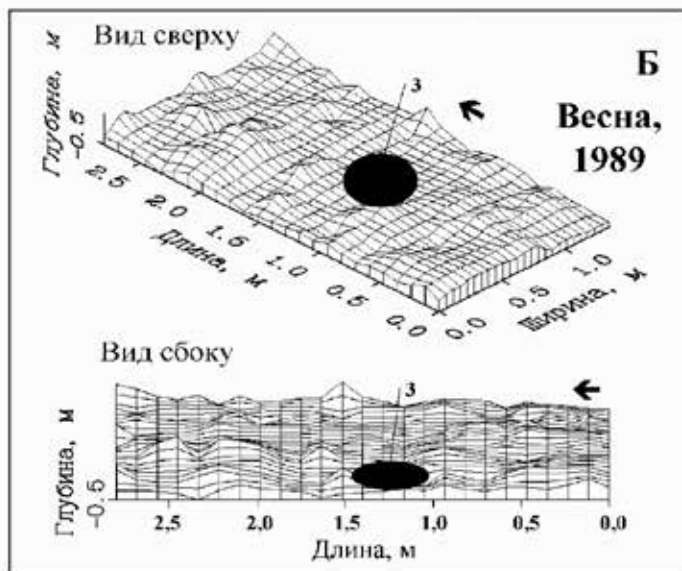
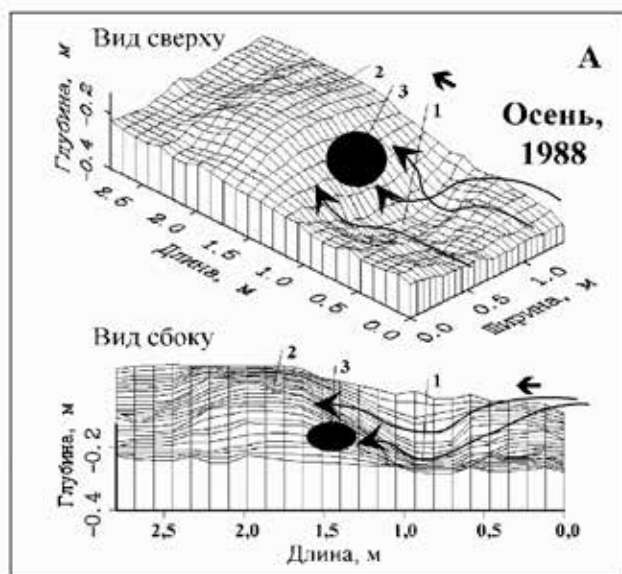


Рис. 13 А – рельеф нерестового бугра после нереста лосося в октябре. Б – тот же «бугор» в начале июня перед выходом личинок. Гнездо сохраняется под слоем гальки в 10-15 см от поверхности грунта. Обозначения: 1 – яма, 2 – бугор, 3 – место нерестового гнезда, → -- направление течения

ность распределения нерестовых бугров и соответственно молоди лососевых. Весьма часто совпадает, что рельеф и гидрологический режим нерестовых участков соответствуют условиям обитания молоди лосося разного возраста.

В Заполярье, особенно в притоках, расположенных в тундре, возможен так называемый «холостой нерест», когда имеются подходящие топографические и гидрологические условия, достаточен подход самцов и самок, однако в определенные годы лимитирующим фактором становится кормовая база совместно с неподходящими условиями для зимовки старших возрастных групп пестряток. Поэтому почти вся молодежь в отдельные годы погибает. Примером «холостого» нереста в реке Поной служит приток Лосинга, где при помощи электролова в течение ряда лет было сложно отловить один экземпляр сеголетка на площади 300-400 м². Старшие возрастные группы пестряток в некоторые годы совсем отсутствовали. В то же время в районе порогов перед нерестом отстаивалось по несколько пар производителей, попадающих в приток из главного русла, скорее всего, по причине блуждания или произведенных в благоприятные для нереста годы.

Типы нерестово-выростных участков рек

Исследования гидрологических характеристик различных типов лососевых рек и НВУ позволили расширить список речных биотопов и уточнить их характеристики. Так, например, по значению для нереста, обитания молоди разных возрастных групп, гидрологическим характеристикам выделяют восемь типов биотопов. Эти типы имеют как сходство, так и различия по характеру распределения ихтиофауны, струй потока, скоростям течения, глубинам, уклонам, микро и макрорельефу дна, фракционному составу грунта, площадям и другим пока-

зателям. Также они имеют различное значение в жизненных циклах обитающей совместно с молодью лосося ихтиофауны. В целом, качественные и количественные характеристики биотопов формируются геоморфологией бассейнов рек.

Плеса. Используются лососевыми рыбами в качестве транзитных и зимовальных участков реки. Протяженность изменяется от 10-30 м (реки Индера, Ольховка, и др.) до 5-7 км (реки Варзуга, Поной, Северная Двина, Мезень, и др.). Наиболее характерны глубины 0,6-2 м, реже 4-6 м. Скорость течения незначительная – 0,1-0,3 м/с. Грунт в основном песчаный, местами распределена галька, имеются редкие валуны и глыбы.

Предперекаты. Здесь отмечается сезонное обитание реофильных рыб (молодь лосося, кумжи, хариус). Протяженность предперекатов 15-100 м, реже до 200 м. Глубины изменяются в пределах 0,35-0,9 м, скорости течения составляют 0,3-0,6 м/с. Эти биотопы характеризуются ровным рельефом с легким прогибом к центру русла, грунт песчано-галечный с мозаичным вкраплением мелких валунов. Нерестовые площади обычно не превышают 5-20% биотопа. Рыбы распределяются относительно равномерно, плотность молоди колеблется в пределах 10-50 экз./100 м².

Перекаты. Характеризуются всесезонным обитанием молоди лосося и других реофильных рыб разных видов. Их протяженность обычно составляет 15-150 м, реже до 300 м, глубины 0,35-0,9 м, скорости течения 0,6-1,1 м/с. Грунт представлен мелкими галечно-валунными фракциями. Рельеф чаще всего ровный или с прогибом к центру русла. Однако в условиях выхода скальных обнажений и трудно размываемых грунтов форма рельефа может быть иной. Например, он может иметь по руслу несколько каналобразных углублений, причем ориентированных под разным углом к береговой линии (река Стрельна, Кольский п-ов.). Нерест происходит на 60-90% площади. Плотность рыб варьирует в пределах 20-85 экз./100 м². Молодь лосося населяет от 5-10 до 30, реже 40% площади. Распределение

рыб, как правило, выраженное мозаично-агрегированное (скопление рыб пятнами). Однако на ровном рельефе и на мелких фракциях грунта распределение может быть близким к равномерному типу.

Пороги. На порогах отмечается всесезонное обитание молоди лосося и реофильных рыб. Их протяженность от 0,3 до 3-8 км, глубины 0,3-1,2, реже до 2 м, скорости 1,0-2,8 м/с. Здесь заметен значительный уклон русла, преобладает развитый рельеф, дно устлано галечно-валунным грунтом с глыбами. Нерест лосося происходит на 3-12% площади. Распределение рыб чаще всего прибрежное, мозаично-агрегированное. Плотность населяющей пороги молоди колеблется в широких пределах от 30-70 до 230-270 экз./100 м². Причем эти данные характерны для рек с естественным воспроизводством лосося и кумжи, а также с умеренной рыболовной нагрузкой. На некоторых НВУ при неконтролируемом рыболовстве плотность молоди лосося может снижаться до нескольких экземпляров на 100 м².

Мелководные плато часто входят в состав порогов и перекатов лососевых рек. Повсеместно встречаются в реках Белого моря. Плесовые участки при уменьшении глубины переходят в мелководные плато, что сопровождается постепенным возрастанием скорости течения и изменением состава грунта. Происходит быстрая смена озерного биоценоза на речной. Мелкие илистые и глинистые фракции грунта вымываются, а взамен появляется твердое песчано-галечное дно с мелкими валунами, усиливаются процессы накопления крупноразмерных фракций грунта (Жадин, 1950). Высшая водная растительность произрастает отдельными пятнами, линейные размеры ее кустов достигают десятков сантиметров, иногда более метра (на юге Карелии). На поверхности воды появляется волнистость от крупных валунов, коряг или выступающих берегов. Берега твердые, покатые и на большей части заросшие древесно-кустарниковой растительностью. Участки мелководных плато заселены молодью лосося, и на них ежегодно происходит нерест производителей.

Бочаги. Практически – это ямы, имеют для мигрантов семги отстойное и зимовальное значение, также служат укрытием. Их протяженность 1,5-5 м, реже до 12 м, глубины 0,8-1,5 м, скорости 0,3-0,7 м/с. Грунт песчаный, песчано-галечный или галечно-валунный. Нерест лосося и кумжи происходит на перепадах: бочаг-перекат или порог, перекат-бочаг или порог-бочаг. Бочаги характерны для малых лососевых и кумжевых рек.

Ручьевые притоки. На них наблюдается весенне-летнее обитание молоди лосося, мигрирующей из основного русла на 200-300 м вверх по течению. Глубины 0,2-0,6 м, скорости течения 0,4-1,3 м/с, грунт галечно-валунный. Плотность мальков от 15-70, до 290 экз./100 м². В течение летнего периода показатель сильно варьирует в зависимости от водности ручьев. В устье, при наличии ям, возможен нерест лосося. Ручьевые притоки, населенные молодью лосося и кумжи, типичны для рек, имеющих в русле многочисленные пороги и перепады. На таких участках, как правило, и впадают ручьи.

Протоки характеризуются обычно чередованием перепадов с плесами. На участках, связанных с основным руслом (на входе и выходе проток), образуются галечные валы, которые часто используются производителями лосося, кумжи и хариуса для нереста. Выше и ниже этих валов, как правило, расположены выростные участки молоди этих рыб.

Отмелевые косы имеют предперекатно-перекатные характеристики, населены молодью лосося, кумжи и хариуса, которые переместились сюда до критического падения меженного уровня воды. Причем отмелевая коса после паводкового периода постепенно освобождается от воды, и это приводит к крайне неравномерному распределению рыб – наблюдается эффект «сползания» оседлой молоди лосося или кумжи от берегов к центру русла в углубленные участки. На подъеме рельефа отмелевых кос часто возникают благоприятные гидравлические условия для нереста лососевых рыб. В целом дно отмелевых кос отличается накоплением на нем мелких фракций грунта –

гальки, валуна, реже песка. Глыбы и крупные валуны практически отсутствуют по причине высокой подвижности грунта в период паводка.

В реках Северо-Запада России встречаются различные сочетания выше описанных биотопов, имеющих различную протяженность (рис. 14). В большинстве случаев они группируются с порогами или перекатами, т.е. с основными биотопами для воспроизводства лососевых видов рыб.



Рис. 14. Сочетания различных типов биотопов в лососево-кумжевых реках: 1-2 – второстепенные биотопы группируются с перекатами; 3-6 – второстепенные биотопы группируются с порогами. Пороги и перека́ты имеют в своей структуре мелководные плато, предгребневые, гребневые участки и свал (переход к плесу).

Гребневые участки. Перед этими участками в реке происходит постепенный подъем дна русла, который завершается гребнем с минимальной глубиной. Однако гребень может быть неявно выраженным, когда подъем незначителен и за ним следует понижение участка. На таком понижении располагаются типичные для водотоков горного характера пороги. Почти все реки Карелии, Мурманской области принадлежат к горному типу. В Архангельской области к ним относятся в основном притоки крупных рек (Северной Двины, Мезени). Здесь перепад уровня составляет 0,25-1,7 м на 100 м длины реки. Дно гребневых участков галечниково-валунное, причем преобладают валуны крупных размеров. В таком грунте имеется достаточное количество укрытий, способствующих возникновению придонного турбулентного слоя потока с пониженными скоростями.

Поверхностные скорости течения на некоторых отрезках участка достигают максимальных величин – 2-3 м/с. При увеличении ширины реки (на поворотах) происходит снижение глубин порогов. Высшая водная растительность встречается довольно редко в углублениях за камнями и имеет незначительную (0,1-0,15 м) длину. Берега вдоль гребневых участков твердые, иногда обрывистые, поросшие деревьями и кустарниками. Гребневые участки порогов и перекатов заселены достаточно плотно молодью лосося разных возрастов (5-8 экз./10 м², а в отдельных областях до 10-12 экз./10 м²). Однако нереста на гребнях не происходит по причине сильного течения и неподходящего крупновалунного грунта.

Очевидно, что укрупнение фракций донного грунта происходит с увеличением скорости течения, уменьшением глубины в результате подъема рельефа от плесов, через предперекаты и перекаты – к порогам (рис. 15).



Рис. 15. Схема последовательного укрупнения фракций грунта и возрастания скоростей течения на разных типах биотопов беломорских и баренцевоморских рек

Распределение рыб на участках реки Варзуги. Все типы заселенных молодью лосося участков главных русел лососевых рек прослеживаются на примере варзугского переката Киветем (рис. 16). Этот перекат расположен за плесом протяженностью 900 м, глубина которого не превышает 2 м. Плес (1) переходит в обширное мелководное плато (2) 0,4-0,9 м. На грунте плато имеется несколько ям глубиной до 1,2 м. Поверхностная скорость течения воды возрастает от плеса к плато с

0,3-0,5 м/с до 0,6-0,7 м/с. Затем следует гребневой участок, расположенный по диагонали переката (3). Визуально он выделяется нарушением гладкой поверхности воды, но значительно меньшим, чем на порогах. Глубина здесь уменьшается до 0,4-0,2 м, а скорость течения возрастает с 0,7 до 1,1 м/с. В районе послегребневого свала (4) поток воды резко замедляется. Далее на протяжении 20-30 м происходит переход мелководья в следующий плес. Ближе к левому берегу по течению появляется ложбина с глубинами свыше 1 м. Основу фракций грунта, собранного на условном поперечном срезе переката (9 станций сбора), составляет галька (>70%). Такой грунт благоприятствует нересту лосося и возникновению микростаций обитания его молоди.

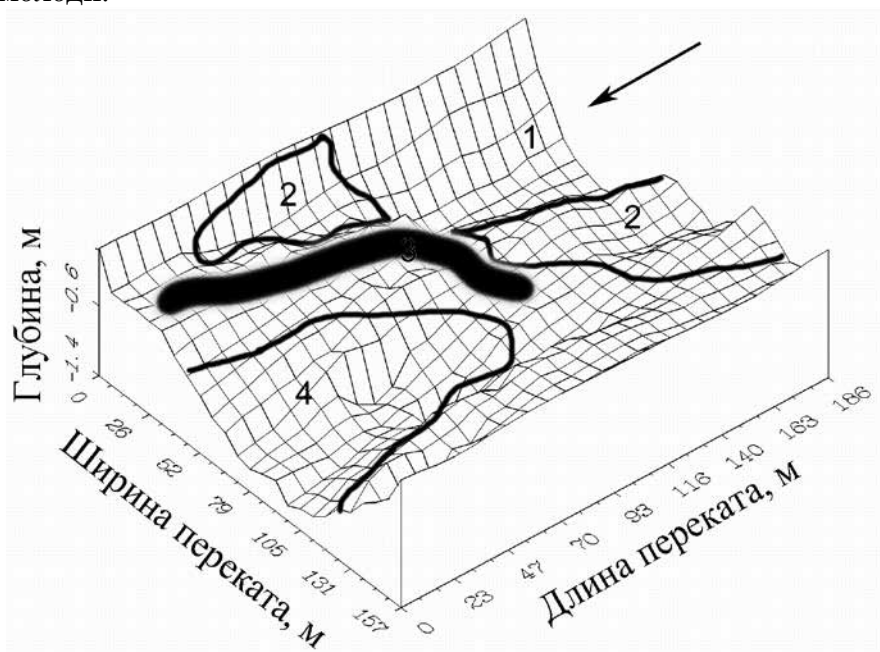


Рис. 16. Топография переката Киветем реки Варзуга: 1 – плес, 2 – предгребневое мелководное плато, 3 – гребневой участок, 4 – послегребневой свал

* * *

Таким образом, в результате проведенных нами исследований по расположению нерестовых бугров, их морфологическим характеристикам, качеству нерестовых участков и избираемым производителями лосося условиям нереста можно заключить, что выбор участков нереста закономерен и напрямую определяет выживаемость потомства. Очевидно, что нерестовые участки располагаются мозаично перед гребнями порогов на напорном слое грунта, где нет выраженного фарватера. Плотности распределения бугров в пятне могут достигать $2,3/100 \text{ м}^2$, если достаточен подход производителей. Важным моментом является расположение нерестовых участков, которое чаще всего, хотя и необязательно, совпадает с выростными участками молоди и предопределяет их будущее распределение в прилегающих топографических (рельефных) и гидравлических нишах.

В расчетах продуктивности лососевых рек, если они проводятся с учетом численности нерестовых бугров, необходимо учитывать, что площади распределения бугров, как правило, не превышают 10-20% от площади порога или переката, а места сосредоточения нерестовых бугров при стабильных гидрологических условиях и численности нерестящихся производителей остаются постоянными в течение десятилетий. Очевидно, что стабильность мест нереста зависит от постоянства рельефной структуры порога и его гидрологических условий. К ведущим факторам, влияющим на выбор нерестовых площадок лососем (семгой), следует отнести глубину и скорость течения, которые, в свою очередь, зависят от типа гидрографической сети речной системы, ее гидрологического режима и источников питания. Так, для мелководных рек с весьма низким коэффициентом озерности (3% и менее), глубина закладки нерестовых бугров соответствует 0,5 м (мин. 0,19, макс. 1,10 м), а скорость течения – 0,6-1,2 м/с. В озерно-речных системах, где уровень воды более стабильный и при тех же скоростях течения, бугры располагаются на больших глубинах – до 1,5-2,0 м.

К следующему важному избираемому фактору принадлежит фракционный состав нерестового грунта, качественная характеристика которого определяется содержанием: 3-5% песка, 50-73% разноразмерной гальки, до 20-30 шт./м² валуна мелкого (5-15 см) и максимум 2-3 шт./м² валуна крупного (10-25 см).

Мониторинг и оценка современного состояния воспроизводства атлантического лосося в бассейне р. Мезень

Атлантический лосось, или семга, является одним из ценных видов рыб, населяющих бассейн р. Мезень. Традиционно его вылавливали на протяжении всей реки, а также в Мезенской губе. Обрывочные сведения об объемах изъятия данного вида в примезенских районах встречаются с первой половины XVIII в.

Непрерывные наблюдения за состоянием семги в р. Мезень начались в XX в. Они представляли собой рыбопромысловый мониторинг, нацеленный на прогнозирование объемов вылова в последующие годы (рис. 17). Приведенные данные не отражают всего объема вылова семги, поскольку они не учитывают вылова местным населением, тем не менее, они отражают сложившийся тренд.

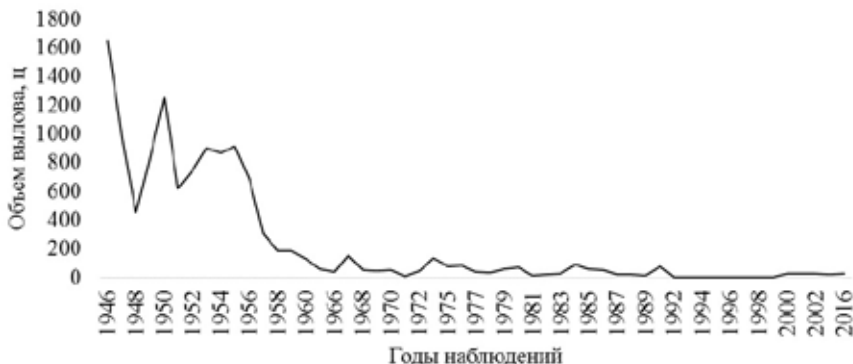


Рис. 17. Динамика уловов мезенской семги

В связи со снижением плотности популяции в 1950-х годах, возникало множество гипотез, пытающихся это объяснить. Зачастую причиной этого явления называют проведение массовых сплошных рубок в верхнем течении р. Мезень. Однако, Соглашение между правительствами Советского Союза и Народной Республики Болгарии о сотрудничестве в заготовке леса на территории СССР и начало их реализации было подписано лишь в декабре 1967 года, что значительно позже спада численности мезенской семги. При этом, по мнению ряда зарубежных и отечественных ихтиологов, нересто-выростные угодья лосося находятся в удовлетворительном состоянии и не нуждаются в восстановлении. В начале 1980-х годов промышленных лов был закрыт из-за снижения его рентабельности. С тех пор источником данных промысловой статистики остались только сведения о лицензионном лове на рыбопромысловых участках Лешуконского и Мезенского районов.

В 2011 г. Фонд «Серебряная тайга» совместно с ФГБУ «Комирыбвод» и Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН организовал мониторинг семги, основная цель которого – оценка состояния популяции семги и воспроизводства группировок данного вида. Проведение мониторинга водных биологических ресурсов и рыбного населения, в том числе, целью которого является оценка текущего состояния промысловых популяций и разработка рекомендаций для долговременной и неистощительной эксплуатации, требует его осуществления в рамках единых правил и стандартов. Показатели рыбохозяйственного мониторинга должны отвечать определенным требованиям, в качестве которых выступает их универсальность, широкое использование в практике, признание специалистов, доступность в повседневной работе и способность интегрально отражать состояние популяции.

Участками проведения мониторинга выбраны р. Мезень от пос. Верхнемезенск до устья р. Увью, участки рр. Нижняя Пузла, Верхняя Пузла, Пысса и Елва-Мезенская (рис. 18).

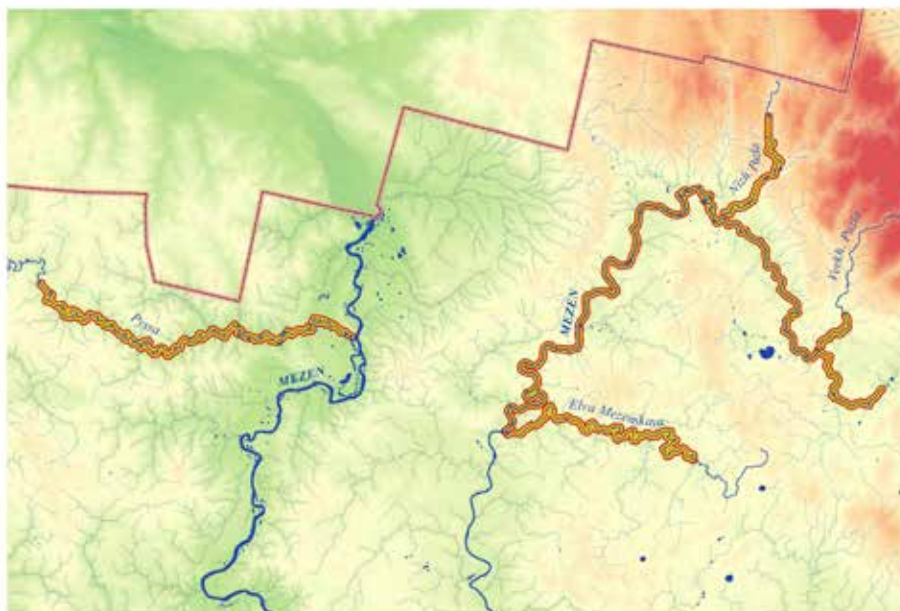


Рис. 18. Участки проведения мониторинга нереста атлантического лосося р. Мезень

Предварительно проведены обловы участков мониторинга с помощью малькового невода с ячейей в приводе 6 мм. Другой целью неводных работ было объективно оценить недостатки и преимущества использованного орудия лова по сравнению с другими средствами количественного учета и определения численности рыб. Неводные участки были выбраны с учетом их геоморфологических и гидрологических характеристик, соответствующих особенностям распределения молоди атлантического лосося. Ранее такие работы в течение ряда лет проводились в бассейнах семушье-нерестовых рек Северного и Приполярного Урала. В настоящее время на участке верхнего течения р. Мезень сохраняется воспроизводство атлантического лосося. Об этом свидетельствует присутствие в неводных уловах молоди лосося и карликовых самцов. Возрастную структуру уловов сформировали пестрятки двух возрастных групп – 2+ и 3+. При этом преобладала четырехлетняя молодь (3+), доля кото-

рых составляет около 70 %. В контрольных уловах отсутствовали сеголетки (0+) и двухлетние особи (1+). Плотность молоди семги была невысокая и составляла от 1 до 12 экз./100 м² или от 0.008 до 0.12 экз./м². Однако, выявленная максимальная плотность молоди 0.12 экз./м² оценивается как удовлетворительный показатель.

В настоящее время мониторинг ведется методом маршрутной съемки с использованием моторных лодок. Подсчет гнезд ведет рабочая группа, состоящая из моториста и двух наблюдателей. Первый из наблюдателей назначается из наиболее подготовленных специалистов, имеющих опыт в поиске и определении гнезд семги. Этот специалист занимает место в носу лодки с таким расчетом, чтобы иметь наибольший обзор дна реки. В его задачи входит: наблюдение, поиск и определение копов и гнезд (бугров) семги, а также взрослых особей данной рыбы. Все результаты наблюдений он сообщает наблюдателю №2. Наблюдатель №2 назначается из подготовленных специалистов, имеющих опыт работы с GPS приемниками. Он занимает место в непосредственной близости от первого наблюдателя. В его задачи входит запись результатов наблюдений первого наблюдателя, определение координат с GPS и занесение всех необходимых данных в протокол мониторинга. В различных участках мониторинга в верхнем течение р. Мезень участвуют 3 рабочие группы. Наиболее протяженный участок длиной 150 км группа проходит за 6 дней. В случае, если группа проходит участок неоднократно, следует тщательно следить за тем, чтобы гнезда лосося и иные объекты не были зарегистрированы повторно. Для надежного распознавания гнезд рекомендуется использовать очки с поляризованными стеклами, убирающими блики водной поверхности.

Лодка движется линейно по течению, не совершая зигзагообразных движений по руслу реки, при необходимости лодка может замедлить движение или вернуться на маршрут на не-

сколько метров выше. Не должен вестись целенаправленный поиск гнезд семги по всему руслу реки на потенциально «интересных» участках. Подсчет ведется только тех бугров, копов, пробных копов, взрослых особей семги, которые попали в поле зрения наблюдателя, смотрящего прямо перед собой. Особое внимание следует обратить и на отслеживаемый пояс, т.е. поле зрения наблюдателя, смотрящего прямо перед собой. Правильное и точное определение его ширины – один из главных факторов, определяющих количество найденных гнезд семги. При движении по исследуемому участку также необходимо выявлять следы нелегального лова, вносить их координаты и описывать. Следы браконьерства делятся на прямые и косвенные. К прямым следам относятся ставные сети, загородки и другие виды ловушек для ловли семги. К косвенным – кострища, рыба чешуя на местах стоянки, места, организованные для сушки сетей и т.п. Каждая группа ведет обязательную фотосъемку перечисленных объектов.

В конце дня в бланк мониторинга ежедневно вносят следующие данные: пройденный в течение дня участок с координатами и его протяженность, дату и время прохождения участка, используемое плавсредство, среднюю скорость за день, прозрачность воды, скорость ветра, температуру воды и воздуха, количество обнаруженных гнезд с их описанием (коп или бугор, порядковый номер, координаты, месторасположение в русле реки, размеры), встреченные взрослые особи лосося, признаки нелегального лова. Все полученные данные переводятся в электронную базу данных для последующего анализа.

Наибольшее количество гнезд фиксируется при достижении водой температуры 4°C, что является сигналом к началу работ. За годы наблюдений достоверной зависимости количества зарегистрированных гнезд от иных факторов, в частности, уровня воды, не выявлено (рис. 19).



Рис. 19. Результаты мониторинга нереста атлантического лосося р. Мезень

Однако изменение уровня воды определяет пространственное распределение гнезд водотоке. К примеру, на мониторинговом участке р. Верхняя Пузла протяженностью 12 км в приустьевой зоне расположен протяженный пережат длиной 4 км. В годы с минимальным уровнем воды на данном участке регистрируется от 0 до 4 гнезд. При высоком уровне воды этот показатель достигает 12-15.

Результаты первых лет ведения мониторинга нереста атлантического лосося в бассейне р. Мезень указывают на максимальное количество зарегистрированных гнезд в 2016 г., что позволяет оценить наибольшую численность нерестующих самок в пределах 50-80 экз. на исследованных нересто-выростных угодьях. На текущий момент мониторинг охватывает период жизненного цикла до впервые нерестующих особей и не позволяет оценить динамику изменения численности стада в полной мере. Тем не менее, намечено увеличение нерестующих особей в период 2014-2016 гг. Минимальное значение зарегистрированных гнезд лосося отмечено в 2011 г., что может быть обусловлено аномально высокими температурами воды в притоках р. Мезень и сдвигом сроков нереста.

Следует отметить, что динамика количества нерестовых гнезд на различных участках мониторинга значительно отличается. Например, в 2017 г. по сравнению с предыдущим годом, существенно снизилось количество гнезд в рр. Верхняя и Нижняя Пузла, осталось без изменения в основном русле р. Мезень и увеличилось в рр. Пысса и Елва-Мезенская. Вероятно, это связано с гидрологическим режимом отдельных водных объектов. Отсюда вытекает потребность в выделении нескольких участков мониторинга (рис. 20).

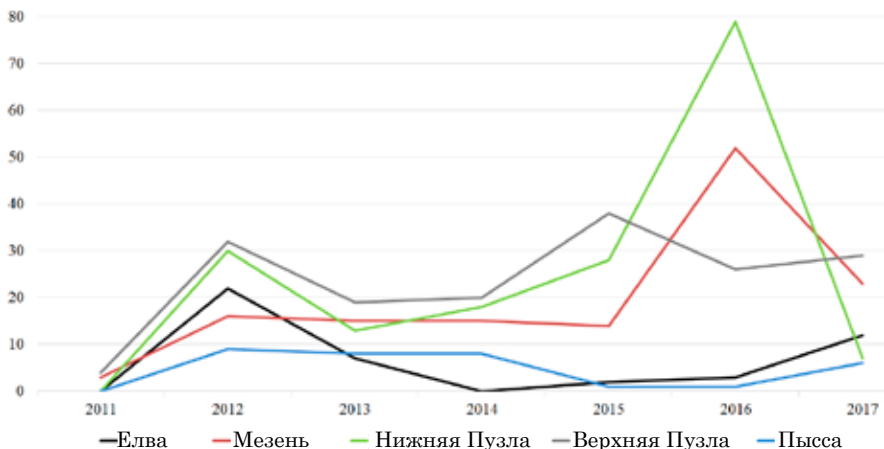


Рис. 20. Динамика количество зарегистрированных гнезд лосося на различных участках мониторинга

Наименьшие показатели плотности нерестовых гнезд отмечены для наиболее транспортно-доступных рек, что свидетельствует о существенном влиянии промысловой нагрузки.

Для объективной оценки воспроизводственного потенциала популяции лосося следует дополнить его данными о распределении молоди речной стадии жизни на выростных участках и данными мониторинга покатников лосося. Полученные данные позволят осуществлять количественную оценку нерестующего стада в пределах Удорского района.

Литература

Антонова В.П. 1976. Биологическая оценка нерестовой семги р. Печоры / Экология и систематика лососевых рыб: Материалы совещ. Л. С. 5-8.

Антонова В.П. 1987. Фонд нерестово-выростных угодий семги в бассейне реки Печоры // В кн.: Вопросы лососевого хозяйства на Европейском Севере. Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, с. 52-61.

Антонова В.А., Чуксина Н.А., Студенов И.И., Титов С.Ф., Семенова О.В., Шустов Ю.А., Веселов А.Е., Хренников В.В., Широков В.А., Щуров И.Л. 2000. Обзор методов оценки лососевых рек. Архангельск: Издательский центр АГМА, 47 с.

Атлантический лосось. 1998 / Под ред. Р.В.Казакова. СПб.: Наука. 575 с.

Биология, воспроизводство и состояние запасов анадромных и пресноводных рыб Кольского полуострова 2005. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 320 с.

Берг Л.С. 1935. Материалы по биологии семги. Обзор работ по исследованию семги, проведенных в 1930-1934 гг. Изв. ВНИОРХ, т. 20, с. 3-113.

Валетов В.А. 1999. Лосось Ладожского озера (биология, воспроизводство). Петрозаводск, Изд-во КГПУ. 90 с.

Веселов А.Е. 1993. Распределение и поведение молоди Атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в потоке воды / Дис. ... канд. биол. наук. М., 234 с.

Веселов А.Е. 1996. Модели поведения молоди атлантического лосося и условия их формирования // Препринт доклада. Изд-во КНЦ РАН. 50с.

Веселов А.Е., Калюжин С.М. 2001. Экология, поведение и распределение молоди атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия. 160 с.

Веселов А.Е., Казаков Р.В. 1998. Ретроспектива уловов и со-

временная ревизия популяций атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в России // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. С. 3-12.

Веселов А.Е. 2006. Экологические и поведенческие основы воспроизводства атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в реках Восточной Фенноскандии // автореферат доктора биол. наук. Москва. 50 с.

Владимирская М.И. 1957. Нерестилища сёмги в верховьях Печоры и меры для увеличения их производительности // Тр. Печоро-Илыч. заповедн. Вып. 6 С. 130-200.

Вронский Б.Б. 1972. Материалы о размножении чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum) р. Камчатки // Вопр. ихтиол., т. 12, вып. 2, с. 293-308.

Вронский Б.Б., Леман В.Н. 1991. Нерестовые станции, гидрологический режим и выживание потомства в гнездах чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* в бассейне реки Камчатка // Вопр. ихтиол, т. 31, вып. 2, с. 282-291.

Гринюк И.Н. 1977. Промысел, воспроизводство и прогнозирование численности нерестового стада семги реки Поной // Биология промысл. рыб внутр. водоемов сев. части Европ. территории СССР. Мурманск. С. 156-182.

Грицевская Г.Л. 1963. Гидрологические условия в Карельских реках, впадающих в Белое море // В сб.: Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. Мурманск. С. 36-39.

Долотов С.И. 2007. Атлантический лосось р. Йоканьга: биология, воспроизводство, эксплуатация запаса. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2007. 101 с.

Елшин Ю.А., Куприянов В.В. 1970. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 1. Кольский полуостров // Л.: Гидрометиздат. 316 с. Жизнь пресных вод СССР Т 3. 1950 / под ред. В. И. Жадина. Изд. Академии наук СССР М., Л., 910 с.

Зубченко А.В., Веселов А.Е., Калюжин С.М. 2002. Биологические основы управления запасами семги в реке Варзуга и

Варзугском рыбопромысловом районе // Практические рекомендации. Мурманск-Петрозаводск. 77 с.

Казаков Р.В. 1983. Гидрологические особенности рек как среды обитания атлантического лосося *Salmo salar* L. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. М., 1983. Вып. 195. С. 80-105.

Казаков Р. В., Кузьмин О. Г., Шустов Ю. А., Щуров И. Л. 1992. Атлантический лосось реки Варзуги. С-Петербург: Гидрометеиздат, 108 с.

Казаков Р.В., Веселов А.Е. 1998. Популяционный фонд атлантического лосося России // В кн.: «Атлантический лосось». СПб.: «Наука». С.383-395.

Клёнова М.В. 1931. Отчёт о работе комиссии по механическому составу грунтов при Государственном океанологическом институте // Бюллетень Гос. океанограф. института. М. Л. Вып.1. 8 с.

Краксинов С.В. 1993. Особенности строения нерестовых гнезд семги (*Salmo salar* L.) реки Мезень / Рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов: Материалы II молодеж. науч. конф. Сыктывкар. С. 25.

Кулида С.В. 1985. Материалы по биологии северодвинской семги / Исследования популяционной биологии и экологии лососевых рыб водоемов Севера. Л. С. 11-16.

Кулида С.В. 1991. Результаты обследования реки Пинеги // Тез. докл. по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера». Петрозаводск. С. 80.

Леман В.Н. 1987. Анализ влияния атмосферных осадков предшествующих лет на динамику подземных вод и эффективность воспроизводства камчатской кеты // В кн. Вопр. физиол. морских и проходных рыб. М., Агропромиздат. С. 83-93.

Леман В.Н., Кляшторин Л. Б. 1987. Оценка состояния нерестилищ тихоокеанских лососей // Методические указания. М., ВНИРО, 28 с.

Леман В.Н. 1988. Типизация нерестилищ рода *Oncorhynchus*

по фильтрационному и термическому режиму в речном грунте (бассейн. р. Камчатки) // Вопр. ихтиол., т. 28, вып. 5. С. 85-101.

Лишев М.Н., Римш Е.Я. 1961. Некоторые закономерности динамики численности балтийского лосося // Тр. НИИРХа Латв. ССР, т. 3, с. 5-103.

Мальцев А.Ю. 2007. Структура популяций Камчатской мишки *Parasalmo mykiss* (Walbaum) в экосистемах лососевых рек разного типа / Дис. ... канд. биол. наук. Москва. 219 с.

Мартынов В.Г. 1979. Семга (*Salmo salar* L.) реки Щугор // Тр. Коми филиала АН СССР. № 40. С. 5-32.

Мартынов В.Г. 1983. Семга уральских притоков Печоры // Экология, морфология, воспроизводство. Л., изд. Наука, 127 с.

Мартынов В.Г., Кузнецова Г.М. 1985. Семга *Salmo salar* L. реки Умба / Экология и воспроизводство проходных лососевых рыб в бассейнах Белого и Баренцева морей. Мурманск. С. 3-15.

Мартынов В.Г. 2007. Атлантический лосось (*Salmo salar* L.) на Севере России. Екатеринбург: УрО РАН. 414 с.

Мельникова М. Н. 1981. Гидрологические условия на нерестилищах семги и значение мелких рек для ее воспроизводства. Биологич. ресурсы Белого моря и внутр. водоем. Европейского Севера, Петрозаводск. С. 113-116.

Мельникова М. Н. 1979. Значение гидрологических особенностей рек для воспроизводства семги. Сб. научн. тр. ГосНИОРХ, вып. 141. С. 90-99.

Митанс А.Р. 1971. Сравнительная характеристика условий существования, питания и роста молоди лосося в реках Латвии // Рыбохоз. исслед. в бассейне Балтийского моря. Рига, вып. 8. С. 3-54.

Митанс А.Р. 1972. Значение речного периода жизни в динамике численности балтийского лосося // Тр. ВНИРО, т. 83. С. 269-285.

Михин В. С. 1950. Эффективность естественного нереста семги. Вестн. ЛГУ, № 8. С. 129-132.

Никифоров Н.Д. 1959. Воспроизводство семги. М. 37 с.

Никифоров Н.Д. 1959. Развитие, рост и выживаемость эмбрионов и молоди семги в естественных условиях // Известия ВНИРО. Том XL VIII. С. 65-79.

Новиков П.И. 1953. Северный лосось – семга // Петрозаводск, Гос. изд. Карельской АССР, 1953. 134 с.

Рухлов Ф.Н. 1969. Материалы по характеристике механического состава грунта нерестилищ и нерестовых бугров горбуши и осенней кеты на Сахалине // Вопр. ихтиол., т. 9, вып. 5 (58). С. 839-849.

Сабунаев В.Б. 1956. Наблюдения над лососем реки Вуоксы. Изв. ВНИОРХ, т. 38. С. 85-94.

Смирнов Ю. А. 1971. Лосось Онежского озера. Л., изд. Наука, 143 с.

Сидоров Г.П., Шубина В.Н., Мартынов В.Г., Рубан А.К. 1977. Биология атлантического лосося (*Salmo salar* L.) на этапе речной жизни // Препринт Коми филиала АН СССР, вып. 35. 47 с.

Смирнов Ю.А., Комулайнен С.Ф., Круглова А.Н., Хренников В.В., Шустов Ю.А. Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Л., 1978. 104 с.

Смирнов Ю.А. 1979. Пресноводный лосось (экология, воспроизводство, использование). Л., «Наука». 159 с.

Смирнов Ю.А., Шустов Ю.А., Щуров И.Л. 1985. Условия обитания дикой и заводской молоди семги в реке Коле (Кольский п-ов) // В кн.: Пробл. биол. и экологии атлантического лосося. Л., изд. Наука. С. 130-148.

Студенов И.И. 1997. Условия и состояние естественного воспроизводства атлантического лосося в бассейне р. Северной Двины. Автореф. дис... канд. биол. наук. СПб. 24 с.

Флеминг Ян.А. 1998. Размножение атлантического лосося // В кн.: «Атлантический лосось». Изд-во «Наука». С. 127-141.

Шустов Ю.А. 1983. Экология молоди атлантического лосося. Петрозаводск, «Карелия». 152 с.

Шустов Ю.А. 1987. Экологические особенности и поведение молоди атлантического лосося в реках Карелии и Кольского по-

луострова / Препринт доклада. Карельский филиал АН СССР, Петрозаводск. 35 с.

Шустов Ю.А. 1995. Экологические аспекты поведения молодежи лососевых рыб в речных условиях. СПб.: Наука. 161 с.

Anon. 1900. Appendix II. Note by the Inspector of Salmon Fisheries on the range of the salmon spawning season in Scotland // Annu. Rept. Fish. Board Scotland. № 19. P. 53-56.

Beland K.F., Jordan R.M., Meister A.L. 1982. Water depth and velocity preferences of spawning Atlantic salmon in Maine rivers // N. Amer. J. Fish. Manag. Vol. 2. P. 11-13.

Chapman D.W. 1988. Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids // Trans. Amer. Fish. Soc. Vol. 117. P. 1-21.

Crisp D.T., Carling P.A. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. J. Fish Biol., vol. 34, № 3. P. 119-134.

Cooper A.C. 1965. The effect of transported stream sediments on survival of sockeye and pink salmon eggs and alevin // Intern. Pacific Salmon Fish. Commis. Bull. № 18. P. 1-71.

Hawkins A.D., Smith G.H. 1986. Radio-tracking observations of juvenile Atlantic salmon ascending the Aberdeenshire Dee // Scot. Fish. Res. Rept. Vol. 36. P. 1-24.

Heggberget T.G., Hansen L.P., Næsje T.F. 1988. Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*) // Canad., J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 45. P. 1691-1698.

Jonsson B., Jonsson N., Hansen L.P. 1990. Does juvenile experience affect migration and spawning of adult Atlantic salmon? // Behav. Ecol. Sociobiol. Vol. 26. P. 255-230.

Jonsson B., Fleming I.A. 1993. Enhancement of wild salmon populations // Human impact on self-recruiting populations / Ed. G. Sundnes. Trondheim: Tapir Press. P. 209-242.

MacCrimmon H.R., Gots B.U. 1979. World distribution of Atlantic salmon *Salmo salar* // J. Fish. Res. Board Canad. Vol. 36. № 4. P. 422-457.

Olsson T.I., Persso B-G. 1986. Effects of gravel size and peat material concentrations on embryo survival and alevin emergence of brown trout, *Salmo trutta* L. // *Hydrobiologia*, vol. 135, №1-2, p. 9-14.

Peterson N.P. 1978. Physical characteristics of Atlantic salmon spawning gravel in some New Brunswick streams // *Fish. Mar. Serv. Techn. Rept.* № 787. P. 1-28.

Power G. 1981. Stock characteristics and catches of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Quebec, and Newfoundland and Labrador in relation to environmental variables // *Canad. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 38. P. 1601-1611.

Saunders R.L. 1981. Atlantic salmon (*Salmo salar*) stocks and management implications in the Canadian Atlantic provinces and New England, USA // *Canad. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 38. P. 1612-1625.

Shearer W.M. 1992. The Atlantic salmon. London: Fish. News Books. 244 p.

Thorpe J.E., Mitchell K.A. 1981. Stocks of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Britain and Ireland: discreteness and current management // *Canad. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 38. P. 1576-1590.

Vaux W.G. 1962. Interchange of stream and intragravel water in a spawning riffle. US Fish and Wildlife Service, Special Scientific Rept. // *Fisheries.* № 405. P. 1-11.

Webb J.H., Hawkins A.D. 1989. The movements and spawning behaviour of adult salmon in the Girnock Burn, a tributary of the Aberdeenshire Dee, 1986 // *Scott. Fish Res. Rept.* № 40. P. 1-41.

Научно–методическое издание

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО УЧЕТУ НЕРЕСТОВЫХ
БУГРОВ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ (*SALMO SALAR L.*)

*Печатается по решению Фонда содействия устойчивому
развитию «Серебряная тайга»*

*Исследование и классификация нерестово-выростных
и транзитных биотопов выполнено при финансовой поддержке
гранта РНФ № 14-24-00102*

Редактор: В.Т. Семяшкина, Н.И. Шилов

Компьютерная вёрстка: К.Н. Романов

Фотографии и схемы: А.Е. Веселов, Н.И. Шилов

Схема реки Мезень: Д.А. Ефремов



Фонд содействия устойчивому развитию

Серебряная тайга

Постигая мудрость природы

Основная цель деятельности:

содействие в развитии устойчивого управления лесными ландшафтами и возобновляемыми природными ресурсами в Республике Коми и других регионах Российской Федерации

Почтовый адрес:

Россия, 167000, Республика Коми, г. Сыктывкар, а/я 810

Телефон-факс: +7 (8212) 21-43-08

E-mail: office@komimodelforest.ru

Web-site:

www.silvertaiga.ru