

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ В КРУПНЫХ РЕЧНЫХ СИСТЕМАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Студенов И.И.<sup>1,2</sup>, Новоселов А.П.<sup>1,2</sup>, Торцев А.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича» (ПИНРО) Северный филиал, Архангельск, e-mail: studenov@pinro.ru;

<sup>2</sup>ФГБУН «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук» (ФИЦКИА РАН), Архангельск, torzevalex@yandex.ru

Проведен обзор методов ихтиологических исследований наиболее ценной промысловой группы рыб (лососевые, в том числе атлантический лосось (семга), кумжа и горбуша) в крупных речных системах Европейского северо-востока России. Представлены: методика определения плотностей расселения молоди лосося на НВУ (нерестово-выростных угодьях) и их площадей, приходящихся на одну пестрятку, с использованием как мелкоячейного невода, так и электроловильного аппарата. Приведены формулы расчета плотности расселения пестряток на НВУ, общая численность всех мигрировавших из реки смолтов. Рассмотрены способы определения численности смолтов с применением ставных, подвесных и наплавных рыбоучетных заграждений (РУЗов) и определением их уловистости. Проведен учет производителей атлантического лосося и дана оценка основных характеристик лососевого промысла. Рассмотренные методы исследования лососевых рыб могут быть использованы для определения запасов рыбных ресурсов.

Ключевые слова: Европейский северо-восток, речные системы, лососевые, методические аспекты исследований.

## METHODS OF RESEARCHES OF SALMONID FISH IN THE LARGE RIVER SYSTEMS OF THE EUROPEAN NORTHEAST OF RUSSIA

Studenov I.I.<sup>1,2</sup>, Novoselov A.P.<sup>1,2</sup>, Tortsev A.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Northern Branch of Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Arkhangelsk, e-mail: studenov@pinro.ru;

<sup>2</sup>N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Arkhangelsk, torzevalex@yandex.ru

The review of methods of ichthyological researches of the most valuable commercial group of fishes (salmonid, including atlantic salmon (salmon), brown trout and pink salmon) in the large river systems of the European northeast of Russia have been carried out by authors. Technique of determination of density of resettlement of juveniles of a salmon on spawning areas and their areas on one parr with use of both a small-meshed seine, and the electrofishing device are reviewed. The formulas for calculating the densities of settling, the total number of smolts migrating from the river, are given. Ways of determination of number of smolt with application the different types of traps and definition of their catchability are considered. Accounting of producers of an Atlantic salmon is carried out and the assessment of the main characteristics of salmon catch is given. The examined methods for studying salmonids can be used to determine the reserves of fish resources.

Keywords: European northeast of Russia, river systems, salmon, methodical aspects of researches.

Ихтиологические исследования в реках существенно отличаются от таковых в лентических экосистемах (морях, озерах, водохранилищах). В крупных речных системах Европейского северо-востока России (бассейнов рек Печора, Мезень, Северная Двина и Онега) лососевые рыбы представлены атлантическим лососем (семгой), кумжей и горбушей. Основным видом, традиционно представляющим интерес как для промысла, так и для других видов рыболовства, является семга [1]. Проведение исследований состояния естественного воспроизводства атлантического лосося позволяет оценивать его численность на различных этапах жизненного цикла. В случае ведения регулярных работ

(мониторинга) появляется также возможность оценивать динамику и направленность изменений как численности, так и состояния воспроизводства [2; 3]. Ниже приводятся используемые нами методы исследования плотностей расселения пестряток на нерестово-выростных угодьях (далее – НВУ), определения численности смолтов и производителей, а также оценки основных характеристик лососевого промысла.

### **Определение плотностей расселения молоди лосося на НВУ**

Целью применяемого метода прежде всего является исследование состава ихтиофауны на НВУ, выявление на них наличия молоди лосося (пестряток), а также определение плотностей их расселения. Для получения наиболее достоверных данных серии обловов необходимо проводить в верхней, средней и нижней частях НВУ. На малых и средних реках обловы выполняются без применения плавсредств, на средних и больших реках – с их использованием. Обловы могут выполняться как с применением мелкоячейного закидного невода, так и с использованием электроловильного аппарата. Закидной невод обычно применяется на участках НВУ с глубинами более 1 м, сглаженным рельефом дна и однородным каменистым грунтом. Электролов используют на участках с малыми глубинами, сложным рельефом дна и неоднородным грунтом (валуны, скальные обломки и т.п.). Для определения численности пестряток необходима предварительная оценка фонда НВУ, являющегося суммой площадей всех нерестово-выростных участков. В свою очередь, нерестовым участком является часть русла реки, на которой отмечается в настоящее время, отмечался ранее или в соответствии с рядом морфологических и гидрологических характеристик возможен нерест производителей лосося.

Определение фонда нерестово–выростных угодий в реке необходимо для последующего расчета возможной численности популяции на разных этапах онтогенеза, воспроизводящейся в исследуемой речной системе. Площади НВУ могут оцениваться различными способами: визуально или инструментально в ходе маршрутных съемок (лодочных, автомобильных или пеших). Применяется также авиавидеосъемка нерестово-выростных участков с последующим камеральным определением площадей НВУ. Известен камеральный способ оценки фонда нерестово-выростных угодий путем расчета их площадей исходя из уклонов рек и средней ширины русел - так называемый метод площадей [4; 5]. Однако он весьма приблизителен, в связи с чем должен применяться с большой осторожностью. В настоящее время необходимость в применении камерального способа практически исчезла, поскольку фонд НВУ оценен в большинстве крупных речных систем, а в малых реках может определяться более точными методами, оценивающими весь комплекс сопутствующих факторов [6].

Участками работ с использованием *закидного невода* являются перекаты и мелководья рек со сглаженным рельефом дна и однородным каменистым грунтом. Параметры невода выбираются в зависимости от характеристик исследуемых водотоков (обычно длина не более 30 м, высота до 2,5 м). Крылья невода изготавливаются из дели с ячейей 10 и 16 мм (равные части). Кутовая часть выполняется из безузловой дели с ячейей 3-5 мм. Для мечения пестряток используются ножницы хирургические, емкости для отсадки и переноски меченых пестряток, антисептик, перчатки нитяные. Наилучшим периодом для применения мелкоячейного закидного невода является период меженных или близких к ним уровней.

Для оценки уловистости невода выполняется мечение всех выловленных пестряток, их выпуск и повторный вылов. Мечение основывается на поведенческой особенности пестряток – привязанности к нерестово-выростным участкам. Мечение осуществляется путем удаления жирового плавника с помощью хирургических ножниц, после чего пестрятки выпускаются в сосуд с водой и небольшим количеством антисептика. Пестрятки легко переносят процедуру мечения, и отхода практически не бывает. Затем помеченных пестряток выпускают на 20-50 м выше верхней границы облавливаемого участка, чтобы они не были снесены потоком за границы тони. Через 2-3 ч проводится очередной облов участка, определяется количество повторно выловленных меченых рыб. Результаты облова заносятся в специальные разделы журналов маршрутной съемки или мониторинговых работ.

Уловистость невода определяется по соотношению общего числа помеченных и повторно выловленных меченых пестряток на одном и том же участке:

$$CC = \frac{RC \times 100}{M},$$

где  $CC$  – уловистость невода, %;

$M$  – количество помеченных пестряток, экз.;

$RC$  – количество повторно выловленных пестряток, экз.

При проведении камеральной обработки сначала непосредственно по результатам контрольных обловов определяются плотности расселения молоди на нерестово-выростных угодьях и площади НВУ, приходящиеся на одну пестрятку:

$$DP = NC : SL ; SP = SL : NC ,$$

где  $DP$  – плотность расселения пестряток на НВУ, экз./м<sup>2</sup>;

$SP$  – площадь НВУ, приходящаяся на одну пестрятку, м<sup>2</sup>;

$NC$  – общее количество выловленных на участке пестряток, экз.;

$SL$  – площадь обловленного участка, м<sup>2</sup>.

Затем полученные величины плотности расселения пестряток и площади на одну рыбу корректируются с учетом уловистости использовавшегося орудия лова (невода):

$$DPC = DP \times (100:CC); SPC = SP \times (100:CC),$$

где PC – откорректированная с учетом уловистости невода плотность расселения пестряток на НВУ, экз./м<sup>2</sup>;

SP – откорректированная с учетом уловистости невода площадь НВУ, приходящаяся на одну пестрятку, м<sup>2</sup>.

**Электроловильные аппараты** могут использоваться как на перекатах и мелководьях с малыми глубинами, сложным рельефом дна и неоднородным грунтом (валуны, скальные обломки и т.п.), так и на глубоководных участках лососевых рек – с глубинами более 1 м. Наилучшим периодом для применения электролова следует считать период летней межени, в светлое время суток. На участках с глубинами более 1 м работы ведутся в периоды со стабильными уровнями, обеспечивающими наивысшую прозрачность воды, в темное время суток. Порядок проведения работ на разных участках рек имеет некоторые различия.

Данные обловов фиксируются в журнале контрольных обловов, при этом отмечаются дата, время, участок реки (км от устья и/или его название), а также длина, ширина и площадь обловленного участка. Выявляется молодь семги, просчитывается ее количество (по возможности по возрастным классам). Определяется видовой состав ихтиофауны контрольных уловов. При камеральной обработке расчет численности молоди лосося может быть выполнен любым статистическим методом, например мультиномальным методом исчислений Зиппина. Расчет плотности расселения и площади на одну пестрятку производится в том же порядке, что и при облове закидным неводом.

### **Определение численности смолтов**

Работы по определению численности смолтов атлантического лосося, а также наблюдение за динамикой их миграции проводятся на рыбоучетном заграждении (РУЗе). Оно состоит из одной мережи, изготовленной из дели ячеей 10 мм, разъезда и крыльев из дели ячеей 16 (20) мм. Период применения РУЗа совпадает с периодом миграции смолтов.

**Ставное рыбоучетное заграждение (выставляемое на кольях).** Состоит из мережи, крыльев и разъезда, соединяющего мережу с крыльями. Мережа усаживается на пять колец и оснащается двумя горлами. Высота первого кольца мережи 1,2 м, длина мережи 4,5-5 м. Разъезд, соединяющий мережу и крылья, изготавливается из четырех клиньев дели с ячеей 16 (20) мм и усаживается на сеточник. К нижней подборе разъезда подшивается железная цепь из прута диаметром 5-7 мм. Углы разъезда оснащаются петлями из сеточника для закрепления его на кольях. Вся конструкция устанавливается

либо на заранее заготавливаемых и просушенных еловых кольях, либо на свежесрубленных и окоренных березовых (осиновых). Высота кольев зависит от глубин в месте установки РУЗ, обычно – 4-4,5 м. Диаметр кольев в комле не более 10-12 см, в вершине – не менее 4-5 см. Расстояние между кольями в зависимости от скоростей течения определяется равным 1,2-1,5 м.

**Подвесные ловушки** используются на бурных реках, русло которых проходит в узких каньонах из скальных пород. Принцип лова таких приспособлений основан на естественном промывании столба воды с большой скоростью потока через конусообразную сетку. По берегам реки устанавливаются две деревянные, бетонные или металлические сваи, между которыми через систему блоков натягивается стальной трос, соединенный с лебедкой. Ловушка, представляющая собой куток из дели с ячей 10 мм, усаженный на рамку, подвешивается на трос и при помощи лебедки перемещается к центру реки и погружается в воду так, чтобы верхняя кромка рамы не захлестывалась набегающим потоком. В расправленную кутовую часть попадают смолты, которые на быстром потоке не могут из нее выбраться. Периодически ловушка поднимается, смолты просчитываются, орудие лова очищается от скопившегося мусора. Подвесная ловушка рассчитана на проведение учета смолтов при минимальном перекрытии реки. К достоинствам конструкции можно отнести возможность ее использования на бурных потоках, где нет возможности устанавливать и обслуживать другие виды ловушек. Недостатком является возможная гибель смолтов в кутке, происходящая из-за прижатия рыб к дели напором потока.

**Наплавное рыбоучетное заграждение** имеет сходную конструкцию с РУЗом, устанавливаемым на кольях (ставным), однако наплавное заграждение удерживается тросом, закрепляемым за сваи. Отличия связаны также с дополнительными приспособлениями, поддерживающими конфигурацию плавающего сооружения: поплавками, вертикальными распорками и оттяжками с грузами. Установка наплавного РУЗа производится в местах с относительно спокойным течением – менее 0,5 м/с. Осмотр наплавных ловушек осуществляется с лодки. К достоинствам наплавной конструкции можно отнести меньшую зависимость от типа грунта и глубин.

**Определение уловистости РУЗа.** Для оценки уловистости РУЗа выполняется мечение нескольких партий смолтов, их выпуск и повторный вылов. Обычно метят три партии смолтов – в начале, середине и конце периода миграции (вариант – при разных уровнях воды). Количество рыб в партиях зависит от величины уловов. Мечение обычно осуществляется путем удаления жирового плавника с помощью хирургических ножниц, после чего смолты выпускаются в сосуд с водой и небольшим количеством антисептика.

Смолты легко переносят такую процедуру мечения, и обычно отхода не наблюдается. Меченые смолты выпускаются на 2-5 км выше РУЗа. После выпуска при каждом осмотре РУЗа определяется количество повторно выловленных помеченных рыб. Уловистость РУЗа определяется по соотношению количества помеченных и выпущенных выше рыбоучетного заграждения смолтов и числа повторно обнаруженных в ловушке РУЗа смолтов:

$$CR = \frac{RS \times 100}{MS},$$

где CR – уловистость РУЗа, %;

MS – количество помеченных смолтов, экз.;

RS – количество повторно выловленных смолтов, экз.

Общая уловистость РУЗа за весь период наблюдений определяется как средняя величина по результатам мечения и повторного вылова помеченных смолтов.

При камеральной обработке расчет численности мигрировавших смолтов ведется следующим образом. Суммированием ежедневных уловов определяется общее количество учтенных на РУЗе смолтов:

$$APS = \sum_{i=1}^n DCS,$$

где APS – общая численность учтенных на РУЗе смолтов, экз.;

DCS – ежедневный вылов смолтов, экз.;

n – количество показателей;

i – шаг суммирования.

Затем с учетом уловистости РУЗа определяется общее количество мигрировавших смолтов:

$$AMS = \frac{APS \times 100}{CR},$$

где AMS – общая численность всех мигрировавших из реки смолтов, экз.

### **Учет производителей атлантического лосося**

Учет численности производителей является одним из основных этапов в оценке продукции популяций лосося. Этим учетом заканчивается цикл определения численности одной генерации и начинается следующий. Кроме того, определение численности производителей имеет большое значение и в прикладном аспекте, так как хозяйственное использование лосося строится на промысле взрослых рыб, возвращающихся на нерест [7; 8].

Существующие методы учета численности производителей лосося можно условно разделить на две группы: в первую входят способы полного прямого учета, во вторую –

расчета численности. К первой группе относятся работы на научно-промысловых рыбоучетных заграждениях, дающие исключительный по ценности фактический материал по состоянию запасов, биологии лосося и т.п. Методы, входящие во вторую группу, дают менее достоверные материалы, поскольку основаны на неполном учете, а общая численность производителей восстанавливается расчетным путем. Ниже приводятся методы определения численности производителей атлантического лосося при полном и неполном вариантах их учета. Все они объединены одной целью: проведением наблюдений за интенсивностью и динамикой миграции, выполнением сбора материалов для определения численности производителей в стаде.

*Метод полного учета производителей.* Полный учет производителей достигается только в условиях наблюдений на рыбоучетном заграждении. При камеральной обработке данных просчитывается количество пропущенных на нерест и изъятых в улов производителей. Сумма пропущенных и изъятых производителей составляет общую численность стада текущего года.

*Метод восстановления численности при неполном учете производителей.* Неполный учет производителей достигается при неполном перекрытии РУЗом русла реки или использовании других орудий лова. Общей особенностью при использовании различных орудий лова является необходимость определения их уловистости. Этот показатель в случае использования на реке только одного (контрольного) орудия лова определяется аналогично уловистости РУЗа при учете смолтов. При наличии нескольких промысловых участков с однотипными орудиями лова при расчетах их уловистости данные по количеству ловушек и возврату меток объединяются, находится средняя уловистость. При проведении мечения используются общепринятые методы.

При определении численности стад определяется общая численность мигрантов, учтенных в однотипных орудиях лова (экз.), затем полученная величина корректируется с учетом уловистости орудий лова, установленной с помощью мечения.

### **Оценка основных характеристик промысла**

Основные характеристики промысла используются не только при определении уровня нагрузки на стада лосося, но и при оценке продукции популяций семги (для расчета численности мигрирующих лососей в случае их неполного учета). Под основными характеристиками промысла подразумеваются: численность рыбаков, занятых на промысле; количество однотипных орудий лова и суммарное количество всех орудий лова; вылов на одного рыбака за путину; вылов на одно орудие лова за путину; общий вылов лосося за путину.

Численность рыбаков, а также количество орудий лова определяются их суммированием по различным промысловым участкам. Вылов на одного рыбака за путину рассчитывается как частное от деления общего вылова лосося за путину на общую численность рыбаков. Аналогично определяется вылов на одно орудие за путину.

Общая оценка и описание продукции популяций лосося, по возможности, выполняются по всем параметрам: соотношению экологической емкости и фактической численности пестряток на НВУ; соотношению в уловах пестряток лосося и рыб прочих видов; абсолютной численности смолтов; используемости производителями нерестилищ; абсолютной численности производителей; соотношению в уловах производителей лосося и рыб прочих видов.

Разработанные и применяемые нами методы исследования лососевых рыб могут (и должны) быть использованы для определения запасов рыбных ресурсов в рамках концепции устойчивого развития, которая предполагает стабильное и сбалансированное социо-эколого-экономическое использование рыбных ресурсов, обеспечивающее их сохранение для удовлетворения потребностей будущих поколений.

*Исследование проведено в рамках государственного задания ФАНО № 0409-2014-0009.*

### **Список литературы**

1. Студенов И.И., Новоселов А.П., Боркичев В.С. Лососевые // Биологические ресурсы Белого моря: изучение и использование. – СПб., 2012. - С. 173-198.
2. Студенов И.И., Новоселов А.П. Методы ресурсных исследований лососевых рыб в речных системах (на примере бассейна р. Северной Двины) // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. – М.: Акварос, 2011. - Т. 2. - С. 752-759.
3. Борисенко Э.С., Мочек А.Д., Павлов Д.С. Гидроакустический метод исследования рыбных ресурсов внутренних водоемов // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. - М.: Акварос, 2011. - Т. 1. - С. 74-85.
4. Есин В.В. Сравнение разных методов количественного учета молоди лососевых рыб (*Salmonidae*) в малой реке Микочева (западная Камчатка) // Вопр. ихтиол. - 2009. - Т. 49, № 6. - С. 800-808.
5. Каев А.М. Критический анализ методов учета покатной молоди горбуши в реках Сахалина // Бюл. № 4 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». - Владивосток: ТИПРО-центр, 2009. - С. 133-139.

6. Островский В.И., Подорожнюк Е.В. Факторы, определяющие численность покатной молоди осенней кеты (*Oncorhynchus keta*) р. Хор // Изв. ТИНРО. - 2009. - Т. 159. - С. 176-189.
7. Дегтев А.И., Мощевикин А.П., Борисенко Э.С. и др. Количественная оценка проходных рыб гидроакустическим методом на мелководных водоемах // Рыб. хоз-во. - 2007. - Вып. 6. - С. 69-71.
8. Обзор методов оценки продукции лососевых рек. – Архангельск: Изд-во ИЦ АГМА, 2000. – 48 с.