

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ РЕК МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ И КАРЕЛИИ КАК СРЕДЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ *SALMO SALAR* L.

А. Е. ВЕСЕЛОВ<sup>1</sup>, С. М. КАЛЮЖИН<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии Карельского научного центра РАН

<sup>2</sup>Варзугский научно-исследовательский центр полярных экосистем

В результате проведенной инвентаризации 142 рек установлено, что в настоящее время атлантический лосось воспроизводится в 86 реках Мурманской обл. и Карелии, впадающих в нагульные водоемы (Баренцево, Белое моря и озера). На основе анализа гидрологических показателей и структур бассейнов предложена систематизация рек по 7-ми типам и 4-м группам. Рассматривается связь комплекса гидрологических показателей с некоторыми биологическими характеристиками лосося и видовым разнообразием сопутствующей ихтиофауны. Делается вывод о необходимости создания Каталога лососевых рек России и разработки национальной стратегии сохранения атлантического лосося.

A. E. VESELOV, S. M. KALYUZHIN. SYSTEMATIC CLASSIFICATION OF THE RIVERS OF THE MURMANSK REGION AND KARELIA AS REPRODUCTIVE HABITATS FOR THE ATLANTIC SALMON *SALMO SALAR* L.

142 rivers were inventoried. Inventory revealed ongoing reproduction of the Atlantic salmon in 86 rivers of the Murmansk region and Karelia emptying into foraging waterbodies (Barents Sea, White Sea and lakes). Drawing upon the analysis of the hydrological parameters and structure of the watersheds, classification of the rivers into 7 types and 4 groups has been suggested. Relationships between the set of hydrological parameters and some salmon biological characteristics and the species diversity of the accompanying fish fauna are considered. It is concluded that there exists demand for a Directory of salmon rivers of Russia and the National strategy for Atlantic salmon conservation.

Значительная часть ареала атлантического лосося расположена в Мурманской области и Карелии, где он воспроизводится в реках бассейнов Баренцева и Белого морей, озер – Онежского, Ладожского, Куйто, Каменное и Сегозеро. Первые обобщения по распространению лосося на Северо-западе России были сделаны еще в XIX веке (Озерецковский, 1812; Данилевский, 1862, 1875; Кесслер, 1864, 1868; и др.). Затем в первой половине XX века наиболее

крупный вклад в исследование лосося внесли академик Л. С. Берг (1916, 1923, 1932, 1935, 1948), известные ихтиологи В. Р. Аллеев (1913, 1928) и В. К. Солдатов (1920). Тогда же с 30-х годов начались систематические исследования биологии лосося в морской и речной периоды жизни (Труды КНИРС, 1935; Новиков, 1936; 1947; 1953; и др.).

Однако эти работы были узко специализированы, в основном по запасам лосося. Авторами

лосося. Авторами не предполагалось инвентаризировать нерестовые реки, как это было сделано в ряде Европейских стран (Berg, 1964; Baltic Salmon Rivers..., 1999), провести анализ гидрологических показателей и выявить их связь с такими важными характеристиками, как численность нерестовых стад лосося, плотности распределения молоди, видовое разнообразие сопутствующей ихтиофауны. Решение этих вопросов составило задачи нашего исследования, которые имеют прямое отношение к разработке ГИС «Лососевые реки», Каталога рек и национальной стратегии сохранения атлантического лосося.

### Материал и методы

Работа выполнена в 1999–2004 гг. Маршрутную съемку рек осуществляли на лодках от истока до устья, комбинируя с пешим, автомобильным и вертолетным обследованием. Оценивали площади нерестово-выростных участков (НВУ) и их качество: фракционный состав грунтов, скорости течения, глубины, степень заиления и зарастания (Антонова и др., 2000). Сбор проб рыб осуществляли в летнюю межень методом трехкратного электролова с площадями биотопов 30–200 м<sup>2</sup>, изымая 97% рыб (Zirpin, 1958). При этом регистрировали видовой состав и плотности распределения. Численность нерестовых стад определяли на основе данных рыбоучетных заграждений, статистики уловов, оцен-

оценки продукции популяций по смолту и характеристикам НВУ (Power, 1973), литературных (Зубченко и др., 1991; Калюжин, 2003), опросных и архивных материалов из фондов ПИНРО и ФГУ «Карелрыбвод».

### Результаты

Установлено, что из 142 обследованных рек лосось в настоящее время нерестится в 84-х реках: в 18-ти Баренцева моря, в 44-х Белого моря, в 10 ладожских и 9 онежских, в 3-х притоках озер Куйто и по 1-му озеру Каменное и Сегозеро.

Базовые гидрологические характеристики рек региона были определены в период интенсивного гидростроительства в 30–70-х годах XX века (Григорьев, 1933; Берсонов, 1960; Каталог рек..., 1962; Ресурсы..., 1972; и др.). К ним относятся: протяженность рек, уклоны, продольные профили, озерность, расходы воды, площади водосборов и др. С.В. Григорьев (1933), используя 2 показателя, классифицировал крупные реки Карелии по положению озер и выделил 3 типа. Однако реки характеризуются и другими различными гидрологическими показателями, имеющими значение для воспроизводства лосося. В связи с этим в существующую классификацию нами был введен показатель «разветвленность» (Федоров, 1960), что позволило среди рек различной протяженности и гидрологии (включая Мурманскую обл.) выделить 7 основных типов (рис. 1).

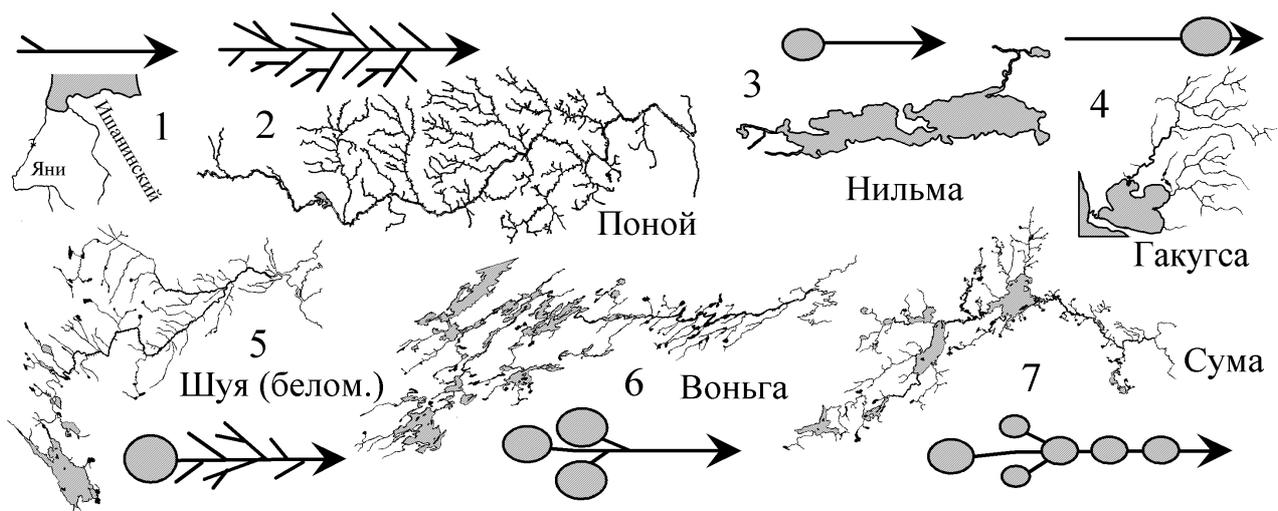


Рис. 1. Основные типы речных систем: 1. Малые неразветвленные или с 1–2 притоками без озер; 2. Средние и крупные, сильно разветвленные, озерность менее 3%; 3. Не разветвленный сток крупного озера; 4. Крупное озеро в устье; 5. Разветвленный сток крупного озера; 6. Разветвленный сток группы озер; 7. Разветвленный сток каскада озер

Затем, по 7-ми гидрологическим показателям (длина, км; средний расход воды, м<sup>3</sup>/сек; площадь водосбора, км<sup>2</sup>; падение, м/км; относительное падение, м; модуль стока, л•сек/км<sup>2</sup>, озерность, %) (Берсонов, 1960), была получена многопараметрическая система, исследование которой стало возможным с использованием методов многомерной статистики. На основе факторного анализа (Афифи, Эйзен, 1982; Харин, 1992) нами проведена систематизация 104-х рек по этим показателям, которые объединились в два обобщенных фактора (рис. 2). В факторе «1» (дисперсия 41,3%) основные величины нагрузок прились на длины рек, площади водосборов и средние расходы воды. В факторе «2» (дисперсия 24,8%) нагрузки распределились между уклонами рек (общим и относительным) и модулем стока. Анализ расположения рек в пространстве обобщенных факторов (1 и 2) позволил выделить 4 основных группы.

К I группе относятся крупные реки, тяготеющие к равнинному типу (2, реже 6, рис. 1), характеризующиеся высокими величинами показателей «длина», «расход воды», «площадь водосбора» и располагающиеся в области высоких значений фактора 1. Промежуточное положение занимают реки II группы – они менее полноводны, однако протекают по поверхности водосбора с холмистым ландшафтом (тип 5, 7, реже 6). Многочисленные средние и малые реки III группы сосредоточились в центре факторного пространства, где наиболее значимы показатели «озерность» и «относительное падение». К ним принадлежат ладожские, онежские и большинство беломорских рек (тип 6, 7, реже 5). Особое положение занимают средние и малые баренцево-морские реки, которые выделились в отдель-

ную IV группу (тип 3, 5 6, 1), связанную с областью высоких значений обобщенного фактора 2 и наибольшими нагрузками на показатели «уклон» и «модуль стока».

Анализ данных по распределению НВУ в руслах рек и сроках нерестового хода лосося показал достоверность предложенной систематизации. Так для рек I и II групп характерен осенний, весенний и летний тип нерестовых миграций, что согласуется с протяженностью рек и разной удаленностью нерестилищ от устья. В более коротких и насыщенных озерами реках III группы наблюдается преимущественно весенне-летний ход, а в IV-ой группе – только весенний. Оценивая распределение молоди лосося, отметим, что наибольшая плотность зарегистрирована в баренцево-морских реках IV группы, отличающихся значительными уклонами и связанными с ними большими площадями НВУ высокого качества (35–75% длины водотока). В реках I и II групп площади НВУ меньше (15–45%), их качество ниже, как и плотности распределения молоди. Кроме того, для этих групп характерен нестабильный уровеньный режим (тип 2) и, как следствие, частое обсыхание НВУ. В реках III группы НВУ занимают 10-30% длины водотока, имеют высокое качество и, за счет озер, сглаженный уровеньный режим. Если в крупных реках II группы НВУ расположены в притоках и главном русле, то в реках I группы – в основном в притоках. Реки, относящиеся к III и IV группам, несущественно различаются по протяженности, но значительно по уклону: чем меньше нагрузка на фактор «1», тем больше озерность речной системы (тип 6 и 7). В этих реках, как правило, НВУ находятся в главном русле.



Рис. 2. Распределение групп нерестовых рек (I-IV) в пространстве обобщенных факторов «1» и «2» (стрелками обозначены направления факторов)

**Продольные профили рек.** Анализ продольных профилей рек показал, что для нереста лососем используется преимущественно участки, на которые приходится последние перед устьем 50–60 м падения, за исключением некоторых протяженных рек, в которых часто значимы притоки I–II-ого порядков (рис. 3). У баренцевоморских рек этот показатель составляет 150 м, т.е. площади *НВУ* в этих реках достигают наибольших размеров по отношению к общей длине водотока.

**Типы нерестово-выростных участков.** Выполненные нами бонитировочные работы на реках показывают, что количество *НВУ* и их качественные характеристики в притоках или в главном русле определяются макрорельефом бассейна водосбора, микрорельефом конкретных порогов, уклонами, т.е. факторами, вместе формирующими аллювиальные наносы грунтов, режимы скоростей течения и глубины. По условиям гидрологии были выделены группы *НВУ* разной продуктивности, имеющие сходство по скоростям течения, уклонам, рельефам дна, составу грунта, площадям и др. показателям. Типичные пороги, характерны для рек VI группы и в меньшей степени для рек III группы (тип 6, 5, 7, реже 3). Они имеют значительные уклоны русла, выраженный рельеф, галечно-валунный грунт с отдельными глыбами. Их протяженность от 0,3 до 3–8 км, глубины 0,3–1,2 м, скорости течения 1,0–2,5 м/сек. Однако нерестовые площади на них занимают не более 5–12% порога. Распределение молоди лосося в основном прибрежное, мозаично-агрегированное. На поворотах рек численность рыб по внутреннему радиусу выше. Такие пороги заселены молодь на 40–60% площади, при плотности 0,8–2,3 экз./м<sup>2</sup>. Мелководные пороги, типичны для рек I и II групп (тип 2), имеют протяжен-

ность 150–300 м, глубины 0,2–0,9 м, скорости 0,8–1,3 м/сек, сглаженный рельеф и галечно-валунное дно. Такие пороги обладают обширными нерестовыми площадями (30–85%) и могут заканчиваться типичными порогами. На них агрегированные группы пестряток распределены относительно равномерно, плотность 0,2–0,7 экз./м<sup>2</sup>. Перекапы, чаще встречаются в реках I и II групп, расположены на мелководных плато с гребнями и локальными перепадами глубин от 0,2 до 0,8 м, при скоростях 0,4–1,0 м/сек. Отличаются мелкими фракциями грунта. Нерест возможен на 60–90% площади. Площадь заселения молодь составляет 20–30%, чаще всего 5–10%. Обычно пестрятки концентрируются на гребнях рельефа (0,2–0,8 экз./м<sup>2</sup>). Малые притоки (ручьи): встречаются во всех группах рек, они расширяют территорию обитания молоди лосося. Характеризуются весенним заселением всеми возрастными группами молоди с других *НВУ* и осенней миграцией их обратно в главное русло. Гидрология *НВУ* ручьев часто соответствуют лучшим показателям (если они впадают в порожистые участки рек), поэтому плотности молоди на них достигают 2,7 экз./м<sup>2</sup>. Однако протяженность заселяемых участков не превышает 200–300 м от устья. Нерест производителей в ручьях возможен только в устье. Отмелевые косы (I, II группы) и протоки (III, IV группы) как правило, заселяются молодь лосося с других участков в весенний период. Распределение молоди на них крайне неравномерное и плотности от сезона к сезону широко варьируют. С падением уровня воды к середине лета сеголетки и старшие возрастные группы пестряток мигрируют на другие *НВУ* в главное русло. Нерест производителей на отмелевых косах и в протоках возможен на подъеме рельефа.

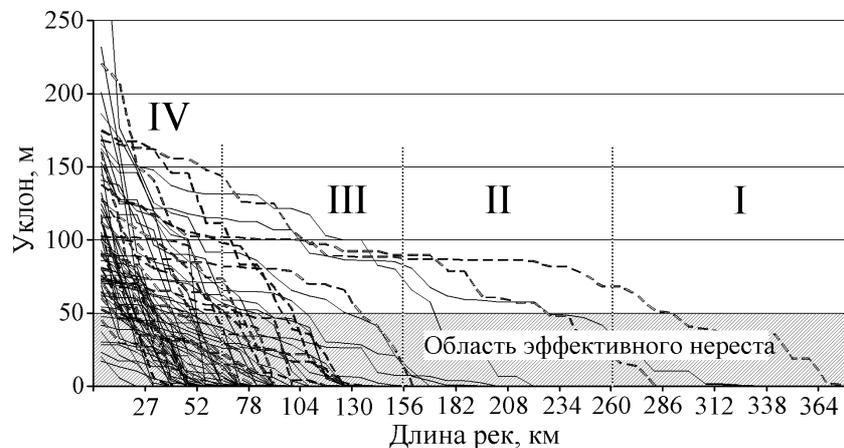


Рис. 3. Продольные профили и группы лососевых рек

**Ихтиофауна.** Рассматривая видовой состав рыб, следует отметить, что в реках I и II группы встречается 26 видов рыб, принадлежащих к 13 семействам, а на *НВУ* лосося всего 8-12. В реках III группы обитает до 24-х видов (12 семейств), однако на *НВУ* лосося встречается 8-18 видов. Это озерно-речные системы (тип 7, 6, реже 5), характеризующиеся включением молоди типичных лимнофилов (ерш, плотва и др.), которых нет в реках с коэффициентом озерности менее 4-3%. В реках IV группы обитает около 14 видов и максимум 4 на участках нагула молоди лосося, где ее численность составляет 85-95% по отношению к другим видам рыб (рис. 4).

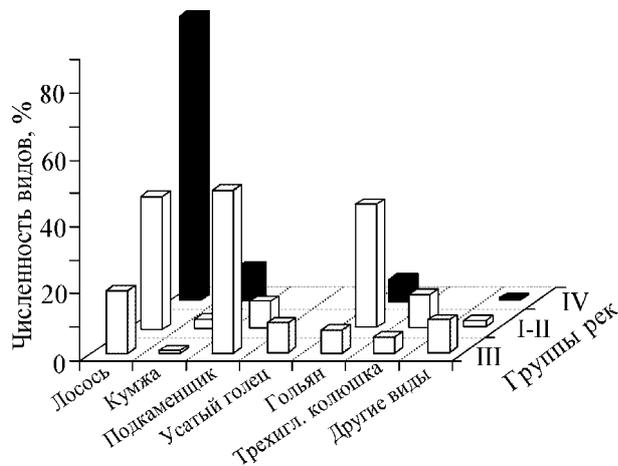


Рис. 4. Соотношение молоди лосося и других видов рыб на *НВУ* (кумжа *Salmo trutta*, подкаменщик *Cottus gobio*, усатый голец *Barbatula barbatula*, гольян *Phoxinus phoxinus*, трехигл. колюшка *Gasterosteus aculeatus*, хариус обыкновенный *Thymallus thymallus*, плотва *Rutilus rutilus*, окунь речной *Perca fluviatilis*, щука обыкновенная *Esox lucius*, девятиигл. колюшка *Pungitius pungitius*, уклейка *Alburnus alburnus*, елец обыкновенный *Leuciscus leuciscus*, пескарь *Gobio gobio*, налим *Lota lota*, минога речная *Lampetra fluviatilis*, камбала речная *Platichthys flesus*, ерш обыкновенный *Gymnocephalus cernuus* и горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (W))

Несмотря на высокую озерность этой группы рек, видовой состав в них резко ограничен климатическими условиями тундры, в отличие от таежных рек I-III групп. Очевидно, что видовое разнообразие рыб на порогах и перекатах определяется степенью сложности гидрографической системы, насыщенностью ее озерами. Наиболее упрощенный видовой состав (2-3 вида) имеют малые слаборазветвленные реки (тип 1, 3), длиной 8-15 км, шириной 4-12 м. На порогах и перекатах большинства озерно-речных систем встречается 5-7, в некоторых – до 18 видов рыб.

**Запасы атлантического лосося.** В большинстве крупных рек (5%) численность репродуктивной части популяций лосося формируется на основе более 5000 особей, в части крупных и средних рек – 500-1000 экз. (20%), в большинстве средних и малых рек – 100-400 экз. (75%).

Наиболее важны для воспроизводства на Кольском п-ове реки: Иоканьга (численность производителей<sup>2</sup> 1000 экз.), Варзина (1400), Восточная Лица (800), Кола-Тулома (8000), Западная Лица (700), Титовка (600) и Печенга (700). По беломорскому побережью Кольского п-ва лосось нерестится в 28 реках, достигая наибольшей численности в реках: Поной (30000), Стрельна (4000), Чаваньга (4000), Кица (7000), Варзуга (75000) и Умба (7000).

В Карельском беломорье лосось мигрирует из моря на нерест в 15 рек. Численность производителей в них заметно ниже: Кереть (800), Сума (500), Поньгома (400), Пулоньга и Гридина (300), Кузема (250), в остальных – менее 200 экз.

Пресноводный лосось обитает в 6 озерах Карелии. В Ладожском оз. из 34 притоков нерест лосося сохранился в 9: Тайпале (500), Хийтола (200), Сюскуан-йоки (100), Уукса (300), Тулема (200), Видлица (50), Паша и Оять (?), Нева (?). В Онежском оз. лосось заходит на нерест в 9 рек (раньше в 22): Шуя (1000), Водла (300), Пяльма (300), Кумса (200), Туба (200), Лижма (150), Немина (100), Уница (50), Андома (?). В системе р. Кемь (оз. Куйто, Каменное) лосось нерестится в 4 реках: Писта (300), Куржма (150), Войница (50), Каменная (200), а в Сегозере – в р. Лужма (250).

Рекордная численность производителей на протяжении последних 50 лет отмечалась в реке Варзуга (75-135 тыс. особей), наименьшая – в малых реках Нильма, Войница, Уница (50 особей). Наибольшими запасами лосося обладают беломорские реки (Варзуга, Поной, Умба), принадлежащие к I и II группам. Причем это связано с большими суммарными площадями *НВУ*, а не с их качеством. Запасы в других группах рек значительно ниже (рис. 5). По данным наших исследований, показатель плотности распределения молоди связан как с запасами, так и с гидрологическими особенностями рек (рис. 5). Наивысшие плотности отмечены на некоторых участках ладожской реки Сюскуан-йоки (2,8 экз./м<sup>2</sup>), баренцевоморской Зап. Лице

<sup>2</sup> Оценка численности производителей лосося приблизительна.

(1,4 экз./м<sup>2</sup>) и Уре (1,2 экз./м<sup>2</sup>), а также в онежской Лижме (1,2 экз./м<sup>2</sup>), которые принадлежат к III и IV группам. За счет этого в малых реках существуют небольшие (100–200 экз.) популяции лосося. В беломорских реках выявлены более низкие значения плотностей: Пулонга – 0,63 экз./м<sup>2</sup>, Нильма – 0,37 экз./м<sup>2</sup>, Варзуга – 0,31 экз./м<sup>2</sup>. В реках всего региона средняя плотность молоди лосося изменяется в пределах 0,1–2,8 экз./м<sup>2</sup>.

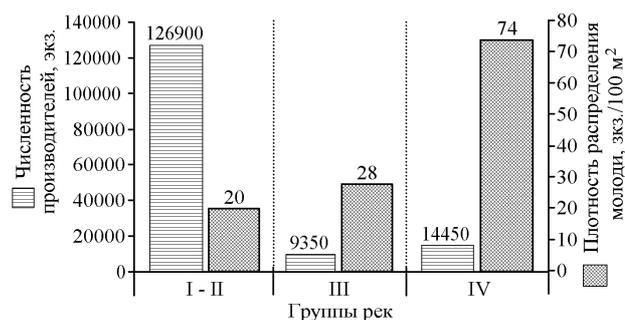


Рис. 5. Суммарная численность производителей и плотности распределения молоди лосося на *НВУ* в реках разных групп

Таблица. Основные характеристики систематизированных групп рек

Группы рек	Типы рек	Типы <i>НВУ</i>	Площади <i>НВУ</i> (% от длины реки)	Падение, м	Грунты*	Скорости течения на <i>НВУ</i> , м/сек	Кол-во видов рыб на <i>НВУ</i>	Численное соотношение молоди лосося к другим видам, %
I	2, реже 6	Перекаты, мелководные пороги, отмелевые косы	15-30	100-130	ГМ, ГС,	0,3-0,9	8-12	30-55
II	2, реже 5 и 7		20-45	120-170	ВМ, ВС	0,4-1,2	8-12	30-55
III	6, 7, реже 5	Типичные пороги, протоки, реже мелководные пороги	10-30	150-190	ГС, ГК, ВС, ВК	0,6-1,3	8-18	15-30
IV	5, 6, реже 3 и 1		35-75	180-280	ГК, ВС, ВК	0,8-1,7	1-4	80-95

\* ГМ, ГС, ГК – галька мелкая, средняя, крупная; ВМ, ВС, ВК – валун мелкий, средний, крупный

Очевидно, что при отсутствии влияния человека (гидростроительство, сплав леса, несанкционированный лов и другие причины) величина запаса лосося связана с размером речной сети и наличием значительных площадей *НВУ*. Однако в малых реках небольшие запасы формируются за счет стабильного гидрорежима, высокого качества *НВУ* и плотностей молоди лосося. Видовое разнообразие рыб на порогах и перекатах определяется сложностью гидрографической системы, насыщенностью ее озерами и плесами. Геологический макрорельеф, выход коренных пород к поверхности и толщина четвертичных отложений определяют характеристики *НВУ*: уклоны, диапазоны глубин и разнообразие фракций грунтов, вместе формирующих структурированный поток. Сочетание рельефной (неподвижной) и потока (подвижной) компонент среды обитания создает микробиотопы,

являющиеся основой пространственно распределения реофильных рыб разных видов.

Результатом инвентаризации лососевых рек должна стать серия Каталогов лососевых рек России, объединяющих их геологические и гидрологические характеристики, как среды воспроизводства атлантического лосося, с особенностями биологии вида, а также разработка национальной стратегии сохранения атлантического лосося.

Авторы выражают благодарность заведующему Отделу биоресурсов внутренних водоемов ПИНРО к.б.н. А. В. Зубченко и директору Карельской рыболовной станции А. Д. Шпаку за предоставленную возможность ознакомиться с архивными материалами по лососевым рекам региона и д.б.н. М. И. Сысоевой за помощь в математической обработке результатов.

## Литература

- Аллеев В. Р. Поездка на Летний и Онежский берега Белого моря в 1910 году и описание морских рыболовных угодий // Материалы к познанию русского рыболовства. 1913. Т. 2, вып. 2. С. 79–135.
- Аллеев В. Р. Некоторые данные по биологии беломорской семги // Тр. ин-та рыбного х-ва. 1928. Т. 3, вып. 2.
- 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., Шууров И. Л. Обзор методов оценки лососевых рек. Архангельск: Издательский центр АГМА, 2000. 47 с.
- Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: подход с использованием ЭВМ. М.: Мир, 1982. 488 с.
- Берг Л. С. Рыбы пресных вод Российской империи. М., 1916. 563 с.
- Берг Л. С. Рыбы пресноводных вод России. М., 1923. Изд. 2-е. 535 с.
- Берг Л. С. Рыбы пресноводных вод СССР и сопредельных стран. Л., 1932. Изд. 3-е, ч. 1. 899 с.
- Берг Л. С. Материалы по биологии семги. Обзор работ по исследованию семги, проведенных в 1930–1934 гг. Изв. ВНИОРХ. 1935. Т. 20. С. 3–113.
- Берг Л. С. Рыбы пресноводных вод СССР и сопредельных стран. М.–Л., 1948. Изд. 4-е, ч. 1, 466 с.
- Берсонов С. А. Водноэнергетический кадастр Карельской АССР. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 407 с.
- Григорьев С. В. Гидроэнергетические ресурсы Карело-Мурманского края и пути их использования. М.–Л.: Гос. соц.-эконом. изд-во, 1933. С. 14–40.
- Данилевский Н. Я. Рыбные промыслы в Белом и Ледовитом морях // Исследование о состоянии рыболовства в России. СПб., 1862. Т. 1.
- Данилевский Н. Я. Описание рыболовства в северо-западных озерах // Исследование состояния рыболовства в России. СПб., 1875. Т. 9. С. 40–48.
- Зубченко А. В., Кузьмин О. Г., Новиков О. Н., Сорокин Л. А. Рекреационный лов лосося на Кольском п-ве (Программа развития). Мурманск: ПИПРО, 1991. 149 с.
- Казаков Р. В. Гидрологические особенности рек как среды обитания атлантического лосося *Salmo salar* L. // Промышленная гибридизация рыб. ГосНИОРХ, 1983. Вып. 195. С. 80–106.
- Казаков Р. В., Веселов А. Е. Атлантический лосось // Популяционный фонд атлантического лосося России. СПб.: Наука, 1998. С. 383–395.
- Калюжин С. М. Атлантический лосось Белого моря: проблемы воспроизводства и эксплуатации. Петрозаводск: Петропресс, 2003. 264 с.
- Каталог рек Мурманской области. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 152 с.
- Кесслер К. Ф. Описание рыб, которые встречаются в водах С.-Петербургской губернии. СПб.: Изд. Русск. энтомологического общества, 1864.
- Кесслер К. Ф. Материалы для познания Онежского озера и обонежского края, преимущественно в зоологическом отношении. СПб., 1868. Прилож. к тр. I съезда русских естествоиспытателей, 143 с.
- Новиков П. И. Кемская семга (биология, вопросы искусственного разведения и промысел ее) // Рыбное хозяйство Карелии. 1936. Вып. 3. С. 157–169.
- Новиков П. И. Семга реки Кеми // Бюллетень рыбного хозяйства КФССР. 1947. № 2.
- Новиков П. И. Северный лосось — семга // Петрозаводск: Гос. изд. Карельской АССР, 1953. 134 с.
- Озерецковский Н. Я. Путешествие по озерам Ладожскому, Онежскому и вокруг Ильмена. СПб.: Академия наук, 1812. 559 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Л.: Гидрометиздат, 1972. Т. 2, часть 1. 527 с.
- Солдатов В. К. Семга, благородный лосось // Естественные производительные силы России. 1920. Т. 6. Животный мир, отдел 3. Систематический обзор представителей животного царства, имеющих хозяйственное значение. 2. Рыбы. С. 86–92.
- Труды Карельской научно-исследовательской рыбохозяйственной станции. Ленинград, 1935. Т. 1. 394 с.
- Федоров В. В. Гидрология и водные изыскания // Изд-во «Речной транспорт»: Л. 1960. 344 с.
- Харин В. Н. Факторный анализ (подход с использованием ЭВМ). Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1992. 191 с.
- Baltic Salmon Rivers – status in the late 1990s as reported by the countries in the Baltic Region. 1999. Göteborg, Göteborgs Länstryckeri AB, 69 p.
- Berg M. Nord-Norske Lakseelver. Oslo, Johan Grundt Tanum Forlag, 1964. 300 p.
- Power G. Estimates of age, growth, standing crop and production of salmonids in some North Norwegian rivers and streams // Drottningholm, Rept. Inst. Freshwater Res. 1973. Vol. 53, P. 78–111.
- Zippin C. The removal method of population estimation // J. Wildlife Management. 1958. Vol. 22, no 1. P. 82–90.