

На правах рукописи

САВОСИН  
Денис Сергеевич

**МНОГОТЫЧИНКОВЫЙ СИГ *COREGONUS LAVARETUS* (L.)  
ВОДОЕМОВ КАРЕЛИИ**

03.02.06 – ихтиология

Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата  
биологических наук

Петрозаводск – 2010

Работа выполнена в Учреждении Российской академии наук  
Институте биологии Карельского научного центра РАН

Научный руководитель	доктор биологических наук, Стерлигова Ольга Павловна
Официальные оппоненты	доктор биологических наук, профессор Решетников Юрий Степанович  доктор биологических наук, профессор Лукин Анатолий Александрович
Ведущая организация	ГОУ ВПО Карельская Государственная Педагогическая Академия

Защита состоится «08» декабря 2010 г. в 14 часов на заседании Диссертационного совета Д 212.190.01 при Петрозаводском государственном университете по адресу: 185910 Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, эколого-биологический факультет, факс - 88142769810.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Петрозаводского государственного университета. Автореферат размещен на сайте [www.petrso.ru](http://www.petrso.ru)

Автореферат разослан «03» ноября 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

И.М. Дзюбук

## Общая характеристика работы

Актуальность темы. Для экологического прогнозирования изменений водных экосистем в условиях возрастающей антропогенной нагрузки необходимо изучение современного состояния сообществ гидробионтов, включая рыбное население, как одного из последних звеньев в трофической цепи. В настоящее время проблема сохранения разнообразия рыб, является одной из наиболее актуальных, поскольку в результате природных факторов и хозяйственной деятельности человека многие виды рыб становятся редкими, другие исчезающими или уже исчезнувшими. Однако еще сохранились популяции пресноводных рыб слабо или совсем не изучены. К числу последних можно отнести многотычинкового сига водоемов Карелии. Учитывая малочисленность и слабую представленность этой формы сига в ихтиофауне озер Карелии, биология его изучена недостаточно, за исключением озёр - Онежское, Нюк и Сямозеро (Титова, 1973; Первозванский, 1986 а,б; Стерлигова и др., 2002; Решетников, Лукин, 2008). Известно, что сиги одними из первых реагируют на изменения в водоемах и могут служить индикаторами их состояния (Моисеенко, 1984, 1987; Кашулин и Лукин, 1992; Болотова и др., 1994; Зуянова, Решетников, 1994; Кашулин, 1999; Шарова, 2006 и др.). Это показано при мониторинговых наблюдениях за популяцией сига Сямозера, в период слабого, сильного его эвтрофирования и до настоящего времени при уменьшении влияния деятельности человека (сокращение сельхозугодий, прекращение работ по вырубке лесов и по осушению болот в водоохранной зоне).

Объектами нашего изучения послужили озера Южной и Северной Карелии (Сямозеро, Выгозеро и Тумасозеро). В качестве модельного озера выбрано Сямозеро, в связи с тем, что на данном водоеме в течение 70 лет ведется регулярное наблюдение за состоянием всей экосистемы, начиная от фито-зоопланктона, бентоса и заканчивая рыбами. Некоторые водные экосистемы Севера, расположенные в труднодоступных районах, слабо подвержены влиянию деятельности человека и в них сохранились не изученные популяции ценных видов рыб. К ним можно отнести впервые выявленного многотычинкового сига Тумасозера. Данных об этих сигах не так много, поэтому обнаружение новой популяции представляет особый интерес. Выгозеро исследовано в связи с тем, что в нем обитают две формы сига - многотычинковая и среднетычинковая, которые существенно отличаются по числу жаберных тычинок, характеру питания и занимаемым биотопами. Обитание разных форм сига в одном озере наблюдается во многих водоемах Северо-Запада России, Финляндии, Швеции и Канады, реже в водоемах Сибири (Правдин, 1954; Решетников, 1980, 2006, 2010; Черешнев, 1996; Стерлигова, 2000; Jarvi, 1928; 1934, 1955; Nilsson, 1958; Kliewer, 1970; Svardson, 1952, 1970, 1979, 1998 и др.).

Цель исследований

Изучить биологические показатели многотычинкового сига и выявить изменения основных параметров в разнотипных водоемах Карелии.

#### Задачи:

1. Уточнить список водоемов Карелии с обитанием многотычинкового сига;
2. Проанализировать литературные данные о систематическом положении этой формы сига;
3. Исследовать морфологические изменения основных параметров многотычинкового сига в наблюдаемых водоемах;
4. Изучить образ жизни впервые обнаруженного сига в Тумасозере;
5. Провести сравнительный анализ основных биологических показателей многотычинкового сига из разных водоемов Карелии.

#### Научная новизна

Впервые составлен уточненный список озер Карелии с обитанием многотычинкового сига, дополняющий научные данные его географического распространения. Изучена ранее не исследованная экосистема Тумасозера, где впервые был выявлен многотычинковый сиг с числом жаберных тычинок от 48 до 60. В ихтиофауне Выгозера нами впервые обнаружены уклейка *Alburnus alburnus* (L.) и подкаменщик *Cottus gobio* L. Проведен сравнительный анализ популяционных показателей (линейно-весовой рост, возрастная структура, время созревание и нереста, плодовитость и питание) многотычинкового сига из разнотипных озер Карелии (Сямозеро, Выгозеро и Тумасозеро).

#### Практическое значение работы

Результаты работы используются для экологического мониторинга и прогнозирования возможных изменений в водных экосистемах при естественных изменениях и антропогенных воздействиях. Результаты и выводы исследований учитываются при оценке состояния рыбных запасов и при составлении комплексных региональных программ по рациональному использованию и охране рыбных ресурсов Карелии (Министерство сельского, рыбного и охотничьего хозяйства РК, Министерство экономического развития РК и ФГУ «Карелрыбвод»).

#### Апробация работы

Материалы диссертации обсуждались: на заседаниях лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии КарНЦ РАН (Петрозаводск, 2009, 2010 гг.). Основные положения диссертации докладывались на международных конференциях: «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» (Вологда, 2008 г.) и «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера» (Петрозаводск, 2009 г.), на III Региональной школе-конференции молодых учёных «Водная среда и природно-территориальные комплексы» (Петрозаводск, 2009); на XVI Международном молодежном форуме «Ломоносов-2009» (МГУ, Москва, 2009 г.).

#### Публикации

По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, из них 1 в изданиях, рекомендуемых ВАК.

#### Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы и приложения. Общий объем работы—150 страниц, 33 таблицы и 20 рисунков. Библиографический список включает 160 источников, в том числе 30 иностранных.

#### Благодарности

Автор выражает особую признательность научному руководителю д.б.н. О.П. Стерлиговой за руководство и поддержку. Я благодарю сотрудников лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных д.б.н., профессора С.П. Китаева, к.б.н. Н.В. Ильмаста, к.б.н. А.Н. Круглову, к.б.н В.Я. Первозванского, к.б.н. Я.А. Кучко за разностороннюю помощь и ценные советы при подготовке диссертационной работы.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

#### **Введение**

Излагается общая характеристика исследований по данной проблеме, поставлена цель работы и намечены основные задачи для ее достижения.

#### **ГЛАВА 1. Материал и методы исследований**

Основой диссертационной работы послужили собственные ихтиологические сборы, выполненные в ходе проведения комплексных научных исследований на Сямозере, Выгозере и Тумасозере в 2006-2009 годах. Водоемы принадлежат к различным бассейнам, разного географического положения и уровня трофности. Для сравнения полученного материала использованы литературные данные.

Для сбора материала по сигу применялись стандартные наборы жилковых сетей длиной 30 м, высотой - 1,5-3,0 м, ячеей 20-60 мм. Кроме того, на Выгозере для анализа использовали рыбу из промысловых орудий лова (крупноячейные и мелкоячейные мережи и ставники). Общий объем собранного и обработанного материала за весь период исследования составил 750 особей разновозрастного сига (табл. 1).

Таблица 1. Объем собранного и обработанного материала

Озера	Сямозеро	Тумасозеро	Выгозеро
На возраст	490	130	130
На морфометрию	50	50	50
На питание	80	30	30
На плодовитость	100	50	35

Лабораторная обработка ихтиологического материала проводилась по методикам И.Ф. Правдина (1966) и Н.И. Чуговой (1959) с учетом рекомендаций Ю.С. Решетникова (1980) и М.В. Миной (1981). Изучение

питания рыб велось по общепринятым методикам (Руководство..., 1961; Методическое пособие..., 1974). Промеры рыб на морфометрический анализ выполнены электронным штангенциркулем. В качестве регистрирующих структур для определения возраста сига использовали чешую. У всех выловленных сига просчитывалось число жаберных тычинок.

Список видов рыб, название семейств, родов, встречающихся в исследуемых водоемах, приводится по книге «Атлас пресноводных рыб России» (2002). При анализе структуры вида и систематического статуса отдельных форм сига автор придерживался точки зрения Ю.С. Решетникова (2010). Все цифровые данные, приводимые в работе, обработаны статистически с использованием соответствующих руководств (Урбах, 1964; Лакин, 1990; Ивантер, Коросов, 2004; Зворыгин, 2006;) и пакета программ Excell.

## **ГЛАВА II. Ареал многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) и его распространение в водоемах Карелии**

Сиг *Coregonus lavaretus* (L.) принадлежит к отряду лососеобразных Salmoniformes, семейству сиговых Coregonidae и роду Coregonus. Для вида было описано более 30 подвидов (Берг, 1948; Правдин, 1954), в последнее время их число в России сокращено до 6: *C. l. baeri* (Kessler, 1864) – волховский сиг, *C.l. baunti* (Muchomedijarov, 1948) – баунтовский сиг, *C.l. lavaretus* (Linnaeus, 1758) – европейский сиг, *C. l. maraenoides* (Poljakow, 1874) – чудской сиг, *C. l. pallasi* (Valenciennes, 1848) – многотычинковый сиг, *C. l. pidshian* (Gmelin, 1788) – сиг-пыжьян, сибирский сиг. Вид *C. lavaretus sensu stricto* образует много экологических форм, отличающихся друг от друга рядом признаков, местами и сроками нереста. В последнее время некоторые исследователи выделяют все формы сига в самостоятельные виды. Для сига Европы это сделали М. Котелла и Дж. Фрейхоф (2007), а для России - Н.Г. Богуцкая и А. М. Насека (2004). По данным М. Котелла только в Европе насчитывается 44 вида сига (в пределах полиморфного вида *Coregonus lavaretus*). Фактически, для каждого озера он описывает свои виды сига, причем эти виды не повторяются в других озерах Европы. Н.Г. Богуцкая и А. М. Насека (2004) утверждают, что в России обитают 13 видов сига:

Род Coregonus подразделяется на подрод Coregonus (6 видов) и подрод Leucichthys (16 видов). Подрод Coregonus, кроме *Coregonus lavaretus* (L.), включает в себя еще 5 видов с нижним ртом: *C. nasus*, *C. muksun*, *C. chadary*, *C. clupeiformis* и *C. migratorius*, который в настоящее время выделен в самостоятельный вид (Решетников, 2010).

Сиг имеет циркумполярное распространение и в России населяет почти все водоемы бассейна Северного Ледовитого океана, от Баренцева и Белого морей до Чукотки, имеется также в бассейне Балтийского моря (Куршский и Финский заливы, водоемы Карелии). На американском континенте сиг отмечен в водах Аляски и Канады.

В пределах вида *Coregonus lavaretus* (L.) выделяют следующие экологические формы: проходные, речные и озерные сиги. По числу жаберных тычинок сиги делятся на малотычинковых (18-25 ж.т.), среднетычинковых (26-41 ж.т.) и многотычинковых (42-65 ж.т.). Многотычинковые сиги с числом жаберных тычинок 42-65 являются наименее изученной формой, так как не получили такого широкого распространения как первые две формы, в связи с малочисленностью и более узким ареалом. Известно, что их ареал распространяется до шведской и финской Лапландии, но севернее 68° с.ш. они отсутствуют (Himberg, 1970). В Мурманской области этот сиг обнаружен в водоемах Сейдозеро и Ловозеро, в Архангельской области в озерах - Кожозеро, Падозеро, Товское, Елдома (Правдин, 1954; Китаев и др., 1998; Novoselov et al., 2005). Он выявлен в озерах Финляндии - Paasivesi, Pielinen, Koitere, Paijanne, Kynsivesi, Konnevesi, Oulujarvi, Anattijarvi, Kemijarvi, встречается он в озерах Норвегии и Швеции (Nilsson, 1958; Kliewer, 1970; Svardson, 1976). В Карелии (табл. 2) он отмечен в Онежском озере и в водоемах его бассейна - Сямозеро, Укшозеро.

Таблица 2. Распространение многотычинкового сига в водоемах Карелии (указана площадь водоемов)

<b>Бассейн Балтийского моря:</b>	
<b>Бассейн Онежского озера:</b> Онежское озеро - 9890 км <sup>2</sup> оз. Сямозеро - 266 км <sup>2</sup> оз. Укшозеро - 45,2 км <sup>2</sup>	<b>Бассейн Ладожского озера:</b> оз. Тулос - 110 км <sup>2</sup> оз. Лексозеро - 164 км <sup>2</sup>
<b>Бассейн Белого моря:</b>	
оз. Выгозеро - 1160 км <sup>2</sup> оз. Топозеро - 1049 км <sup>2</sup> оз. Сегозеро - 782 км <sup>2</sup> оз. Пяозеро - 755 км <sup>2</sup> оз. Керетьозеро - 245 км <sup>2</sup> оз. Верхнее Куйто - 206 км <sup>2</sup> оз. Нюк - 210 км <sup>2</sup>	оз. Маслозеро - 80,0 км <sup>2</sup> оз. Кимас - 38,8 км <sup>2</sup> оз. Боярское - 9,7 км <sup>2</sup> оз. Сонозеро - 9,6 км <sup>2</sup> оз. Тумасозеро - 7,80 км <sup>2</sup> оз. Воицкое - 6,2 км <sup>2</sup> оз. Каменецкое - 22,3 км <sup>2</sup>

В бассейнах: Ладожского озера – Тулос и Лексозеро. В бассейнах Белого моря - Нюк, Кимасозеро, Выгозеро, Маслозеро, Пяозеро, Керетьозеро, Сегозеро, Топозеро, Верхнее Куйто, Сонозеро, Тумасозеро, оз. Воицкое, оз. Боярское и оз. Каменецкое (Берг, 1948; Правдин, 1954; Озера Карелии, 1959; Титова, 1973; Первозванский, 1986 а,б; Стерлигова и др., 1998). В Тумасозере многотычинковый сиг был впервые обнаружен в 2007 году (Савосин и др., 2008) (рис. 1).

## **ГЛАВА II. Озерные экосистемы как среда обитания многотычинкового сига**

**Гидрология, геоморфология озер.** Изучаемые водоемы (Сямозеро, Выгозеро и Тумасозеро) по генезису озерных котловин относятся к тектонико-ледниковому типу и принадлежат к разным бассейнам (Сямозеро–бас. Балтийского моря, Выгозеро и Тумасозеро–бас. Белого моря), географическому положению (южная тайга–Сямозеро, северная тайга–Выгозеро и Тумасозеро,) уровню трофности (первые два–мезотрофные, Тумасозеро–олиготрофный). По классификации П.В. Иванова (1948) и И.С. Захаренкова (1964) эти водоемы по площади относятся к 3 группам: малые (до 100 км<sup>2</sup>)–Тумасозеро (7,80 км<sup>2</sup>), средние (до 1000 км<sup>2</sup>)–Сямозеро (266 км<sup>2</sup>) и большие (более 1000 км<sup>2</sup>)–Выгозеро (1160 км<sup>2</sup>). Самый глубоководный водоем–Сямозеро (максимальная глубина 24,5 м, средняя 6 м), затем следуют Выгозеро (18 м и 6,2 м) и Тумасозеро (соответственно 11 м и 6 м). По термическому режиму все три озера относятся к умеренному типу (Фрейндлинг, 1959). Лимнологическая характеристика озер приведена в таблице 3.

Сямозеро и Выгозеро хорошо изученные водоемы, Тумасозеро–практически не исследовано и все данные по нему приводятся впервые.

**Гидрохимическая и гидробиологическая характеристика исследуемых озер.** Химический состав вод формируется под влиянием поверхностного и подземного стока с водосбора. На динамику кислорода в период открытой воды основное влияние оказывает ветер.

В Сямозере содержание кислорода варьирует в пределах 8,1–9,5 мг/л, активная реакция воды колеблется от 6,4 до 7,3, перманганатная окисляемость – 8,5 мгО<sub>2</sub>/л. Суммарный азот достигает 0,35 мгN/л (0,18 мгN/л–в 1950-гг.), минеральный фосфор, ранее отмечавшийся лишь в следовых количествах, обнаруживается в концентрации до 0,003 мгP/л (Современное состояние ..., 1998). Биомасса фитопланктона составляет 4,0 г/м<sup>3</sup>, зоопланктона – 1,8 г/м<sup>3</sup>, биомасса макрозообентоса – 2,4 г/м<sup>2</sup> (Стерлигова и др., 2002). В зоопланктоне появились виды-индикаторы повышенной трофности: *Polyartha luminosa*, *Synchaeta pectinata*.

В Выгозере минерализация воды составляет, также как в Сямозере – 20–30 мг/л, содержание кислорода – 9 мг/л, активная реакция воды варьирует от 6,6 до 7,2, перманганатная окисляемость – 5,9–12,0 мгО<sub>2</sub>/л. Суммарный азот достигает 0,50 мгN/л, минеральный фосфор – 0,005 мгP/л (Современное состояние ..., 1998). Биомасса фитопланктона колеблется в пределах 0,4–1,8 г/м<sup>3</sup>, биомасса зоопланктона – 0,3–4,6 г/м<sup>3</sup>, биомасса бентоса составляет 2,8 г/м<sup>2</sup> (Современное состояние..., 1998).

В Тумасозере содержание кислорода составляет 9,5–9,8 мг/л, активная реакция (рН) 6,04 и перманганатная окисляемость 12–18 мгО/л. В водоеме отмечено низкое содержание органического азота, нитратного и нитритного азота общего фосфора (табл.1). Биомасса фитопланктона в водоеме составляет 0,25 г/м<sup>3</sup>, зоопланктона – 0,55 г/м<sup>3</sup>, макрозообентоса – 0,1 г/м<sup>2</sup> (Стерлигова и др., 2009).



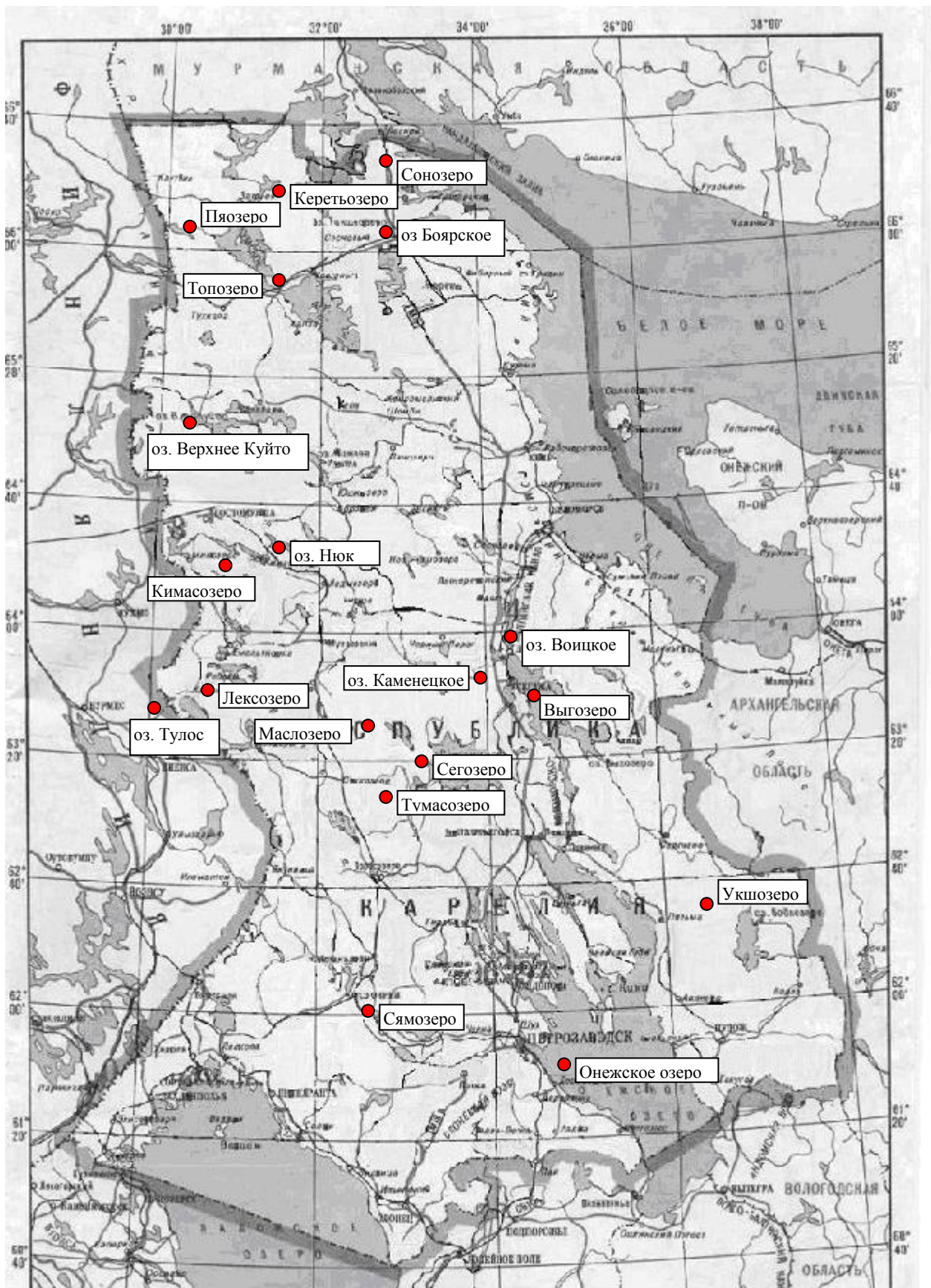


Рис 1. Карта-схема распространения многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) в водоемах Карелии.

По цветности воды - Сямозеро (41 град) и Выгозеро (65 град) относятся к мезогумозному классу, Тумасозеро – к полимезогумозному (85-150 град) (Китаев, 2007). По содержанию фосфора Тумасозеро можно отнести к олиготрофному, Сямозеро и Выгозеро - к мезотрофному типу.

Таблица 3. Лимнологические показатели исследуемых водоемов

Показатели	Водоёмы		
	Сямозеро	Выгозеро	Тумасозеро
Площадь водной поверхности, км <sup>2</sup>	266	1160	7,80
Географические координаты	61°55' с.ш. 33°11' в.д.	63°20' с.ш. 33°40' в.д.	63°23'с.ш. 32°51'в.д.
Средняя глубина, м.	6,0	6,2	6,0
Максимальная глубина, м.	24,5	18	11
Количество притоков, шт.	17	25	-
Прозрачность, м.	0,5–3,5	1,4 – 2,4	2,0
Минерализация, мг/л	20–30	20–30	10
Цветность, град	41	65	41
pH	6,2 – 7,4	6,6 – 7,2	6,02 – 6,04
Содержание O <sub>2</sub> , мг/л, поверхность/дно	8,7/4,5	9,0	9,5 – 9,8
Свободный CO <sub>2</sub> , мг/л поверхность/дно	1,6 / 6,2	5,9 / 12	0,7–0,8
Перманганатная окисляемость, мгO <sub>2</sub> /л	8,5	9,0 – 12,0	12,04 – 17,9
Суммарный N, мг/л	0,08 – 0,52	0,58	0,38 – 0,40
Азот органич. мгN/л	0,19	0,50	0,33 – 0,36
Минеральный фосфор, P, мг/л	0,003 – 0,005	0,005	0,002 – 0,003
Органический фосфор P, мг/л	0,027	0,045	0,015
Общий P, мг/л,	0,030	0,05	0,017 – 0,018
Биомасса фитопланктона, г/м <sup>3</sup>	2,1	0,4 – 1,8	0,25
Биомасса зоопланктона, г/м <sup>3</sup>	1,6 – 2,4	1,3 – 4,6	0,6
Биомасса бентоса г/м <sup>2</sup>	1,0 – 4,0	2,8	0,10
Количество видов рыб	19	14	9

По данным: Озера Карелии 1959; Гидробиология Выгозерского водохранилища, 1978; Современное состояние ..., 1998; Экосистема Сямозера, 2002; Лаборатории гидрохимии Института водных проблем Севера КарНЦ РАН, 2007-2008; Биоресурсы Онежского озера, 2008; Экосистема Тумасозера, 2009.

**Ихтиофауна озер.** Начало ихтиологическим работам на Сямозере было положено в 1927 г. профессором И.Ф. Правдиным. Постоянные наблюдения за экосистемой водоема ведутся с 1932 года, с незначительными перерывами. Рыбное население Сямозера до 1962 г. состояло из 21 вида рыб (8 семейств) (Смирнов, 1939; Вебер и др., 1962). В 1970-е годы она пополнилась еще тремя видами (корюшкой, пелядью и угрем), которые появились в водоеме в результате рыбоводных работ. В настоящее время в озере выявлено 19 видов рыб (Стерлигова, 2002). В водоеме не обнаружены: пелядь, угорь, хариус, голавль, голяян.

В ихтиофауне Выгозера до 1960 г. насчитывалось 11 видов рыб. В 1967 г. в нем была обнаружена корюшка, которая проникла из Сегозерского водохранилища по р. Сегежа (Гуляева, 1967). В 2007 году нами обнаружено два новых вида – уклея и подкаменщик. Таким образом, в настоящее время рыбное сообщество озера насчитывает 14 видов рыб. В водоеме обитают 2 формы сига - среднетычинковый с числом жаберных тычинок 26-38 (в среднем 33 ж.т.) и многотычинковый - 42-55 (в среднем 48 ж.т.) и он был объектом нашего исследования. Сиги значительно отличаются по линейно-весовому росту, срокам созревания, плодовитости, питанию.

В ихтиофауне Тумасозера выявлено 9 видов - сиг, окунь, плотва, лещ, щука, язь, елец, налим и ряпушка. В опытных уловах преобладали сиг и ряпушка.

Анализ лимнологических характеристик исследуемых озер показал, что условия водоемов благоприятны для обитания многотычинкового сига (наличие достаточных кормовых объектов, нерестовых участков и др.).

### **Глава III. Анализ литературных данных о систематическом положении многотычинкового сига.**

Семейство сиговые (*Coregonidae*) состоит из трех родов: *Prosopium*; *Coregonus*, который подразделяется на подрод *Coregonus* и подрод *Leucichthys* и монотипичный род *Stenodus*. В составе семейства *Coregonidae* насчитывается 30 видов рыб, в России обитают все три рода с 15 видами, в том числе 2, более характерных для американских водоемов: *C. laurettae* (берингоморский омуль) и *P. coulteri* (карликовый валец), найденные на Чукотском полуострове (Черешнев, 1984; Черешнев, Скопец, 1992). Современные сиговые рыбы широко распространены в водоемах Голарктики. Среди них есть относительно стабильные виды с ограниченным ареалом (*C. tugun*, *C. peled*, *C. muksun*) и полиморфные виды (*C. albula*, *C. lavaretus*). Различные экологические ниши в водоемах Европы занимают только два вида (*C. albula* и *C. lavaretus*), которые образуют много внутривидовых форм (Решетников, 2008, 2010). В водоемах России обитает 5 эндемичных видов: *C. chadary*, *C. muksun*, *C. peled*, *C. tugun*, *C. ussuriensis*. Ареалы первого и последнего видов частично заходят в Монголию и Китай. По сравнению с прежними представлениями о числе видов у сиговых рыб, байкальского омуля в настоящее время выделяют в отдельный вид *C. migratorius* (Решетников, 1980; 1995). Вопрос о возможном самостоятельном видовом статусе кильца Онежского озера пока только ставится (Решетников, Лукин, 2006), а Н.Г. Богуцкая уже выделила его в самостоятельный вид.

В настоящее время семейство *Coregonidae* включается в состав подотряда *Salmonoidei* отряда *Salmoniformes*. Сиговые рыбы были выделены Е. Копом (Cope, 1871) из лососевых в самостоятельное семейство *Coregonidae*, так как теменные кости у них соединены по средней линии, а у лососевых разделены верхнезатылочной. Имеющиеся данные по эмбриологии, морфологии, генетике,

биохимии и палеонтологии сиговых рыб позволяют рассматривать их как самостоятельное семейство Coregonidae Core (Решетников, 1980; Медников и др., 1977). Однако существует и другая точка зрения, так по Г. Нельсону Сиговые низводятся до ранга подсемейства Лососевых (Рыбы мира, 2009).

В филогенетическом плане происхождение сиговых рыб остаётся пока не ясным. При отсутствии достаточных палеонтологических данных, их родственные отношения с остальными Лососевидными оцениваются, главным образом, по морфологическому анализу их современных представителей. Как о происхождении, так и о расселении сиговых рыб высказывались разные точки зрения (Правдин, 1954; Дрягин и др., 1969; Пирожников и др., 1975; Шапошникова, 1976, 1977; Решетников, 1980; Китаев, 2004; Smith, 1957; Nimberg, 1970 и др.). Современное распространение сиговых рыб - результат сложной истории обмена фаунами между континентами во все геологические периоды, особенно велико влияние четвертичного периода. В некоторых водоемах Сибири (Обь, Енисей) и Северной Америки (Великие озера) можно встретить не менее 5-7 видов сиговых рыб, очевидно именно здесь находится экологический оптимум для сиговых (Решетников, 2010).

Многие исследователи считают, что в палеогене существовала единая зоогеографическая область—Амфипацифика (Берингия), которая в виде сухопутного моста охватывала Северную Азию, западную часть Северной Америки. Древнейшие находки лососевидных рыб связаны с амфипацифической сушией. Именно в этой Амфипацифике в эоцене, скорее всего, и началось зарождение всех лососевых рыб, включая и семейство Coregonidae (Сычевская, 1988).

Таким образом, можно предположить, что «центр возникновения» сиговых рыб как самостоятельной группы находится в Берингии, где в олигоцене в горных водоемах Северной амфипацифической суши, прилегающей к Тихому океану, произошло разделение на сиговых, лососевых и хариусовых рыб. Основные пути расселения сиговых по Ю.С. Решетникову (2009) следующим образом. Из центра происхождения в северной части амфипацифической суши предки сиговых пошли, с одной стороны, на восток в водоёмы Северной Америки (род *Prosopium*), а с другой стороны на запад – в водоёмы Сибири (предки родов *Stenodus* и *Coregonus*).

Центр возникновения подрода *Coregonus*, очевидно, совпадает с центром его расселения и центром видообразования - это водоёмы Сибири, скорее всего Восточной Сибири. Центр возникновения и центр первичного расселения подрода *Leucichthys* также находится в Сибири. Но этот подрод имеет два центра видообразования: один - в Сибири с рядом эндемичных видов, а другой - в Северной Америке. Наибольшее число собственно сигов (род *Coregonus*) населяет водоёмы Сибири. Лишь немногие из этих видов проникают недалеко в европейскую часть России за Уральский хребет (*C. peled*, *C. nasus*, *C. muksun*, *C. autumnalis*) или на Американский континент (*C. nasus*, *C. autumnalis*).

Ю.С. Решетников выделяет несколько положений, касающихся возникновения, дифференциации и последующего расселения сиговых рыб:

1) Древнейшие находки Лососеобразных рыб относятся к эоцену и, по-видимому, связаны с существованием в палеогене сухопутной связи (Амфипацифической области, Берингии) между континентами. Позднее произошло разделение рыб на сиговых, лососевых и хариусовых. В северной части Берингии, вероятно, находится центр возникновения сиговых рыб как самостоятельной группы.

2) Три современных рода сиговых существовали с начала неогена и имеют два наиболее вероятных центра возникновения - Восточная Сибирь (род *Stenodus*, род *Coregonus*) и Северная Америка (самый молодой род сиговых – род *Prosopium*).

3) Современное видовое разнообразие сиговых рыб возникло в плейстоцене и было неразрывно связано с многочисленными ледниковыми похолоданиями.

На сегодняшний день существуют 2 точки зрения в отношении вопроса об исходной форме рода *Coregonus*:

1. Исходной является малотычинковая форма сига (Берг, 1962; Smith, 1957).
2. Исходной формой является многотычинковый сиг (Правдин, 1954; Титова, 1973)

По его мнению, до начала последнего оледенения (20-25 тыс. лет назад) уже существовали 2 формы сига (малотычинковый сиг и многотычинковый сиг). Позднее, в результате гибридизации, образовалась промежуточная – среднетычинковая форма сига. Они были только в Европейской части, а в Сибири встречался малотычинковый пыжьяновидный сиг. С юга России обе формы шли на Север двумя путями: первый - заселялись озера Западной Европы и юга Балтики, второй – вдоль Карелии на Мурман, где в результате гибридизации образовалась промежуточная - среднетычинковая форма сигов.

В прояснении вопросов филогении и систематики сиговых рыб многие ихтиологи возлагают надежды на молекулярную генетику и биохимические методы. С середины XX века начали применять новые биологические методы (кариологический, биохимический, молекулярно-генетический) и возможно они позволят по-иному взглянуть на формы сигов из разных регионов, так и обитающих в одном и том же водоеме. Относительно происхождения сигов имеются две противоположные точки зрения. Согласно одной, видообразование происходило аллопатрически до ледникового времени и возникшие виды независимо один от другого мигрировали в послеледниковую Европу. По другой, виды образовались симпатрически от одного предкового стада и вида (Svardson, 1952). Наиболее удобным молекулярно-генетическим маркером для решения проблемы филогенетических взаимоотношений сиговых является митохондриальная ДНК (мтДНК). Изучение полиморфизма мтДНК позволило получить ряд данных о происхождении сига Европы и филогенетических взаимоотношениях между его популяциями.

Вопрос о присутствии в водоемах Европы муксуна (*C. muksun*) остается открытым. По результатам исследований молекулярными методами эту гипотезу в настоящее время не удастся ни подтвердить, ни опровергнуть, несмотря на объем изученного материала (Politov D.V. et al, 2000, 2002).

На настоящий момент, известно, что все многотычинковые сиги бассейна Балтийского моря ведут свое происхождение от проходного многотычинкового сига, который и сейчас встречается в Финском заливе, заходит в р. Неву, в реки Прибалтики, Финляндии и Швеции. Наиболее близок к исходной форме многотычинковый сиг Ладоги. Онежский многотычинковый сиг уже перестал быть проходным и стал чисто озерным, как и сиг Сямозера. В позднеледниковое время многотычинковый балтийский сиг проник в Чудское озеро и там образовал местную форму (*C. lavaretus maraenoides*), которая по совокупности признаков занимает промежуточное положение между группой *generosus* и *wartmanni* из озер Польши и Германии (р. Одер). Вероятно, после окончания оледенения в Южной Балтике уже существовало три группы полупроходных сигов, которые и заселили весь бассейн Балтийского моря. Многотычинковые сиги частично проникли и в бассейн Белого моря в пределах Республики Карелия и Архангельской области (Решетников, Лукин, 2006). Малотычинковые, среднетычинковые и многотычинковые сиги - это разные экологические формы, которые, даже обитая в одном водоеме вместе, имеют разные места и сроки размножения, разные спектры питания и другие отличия.

#### **Глава IV. Морфометрические показатели многотычинкового сига водоемов Карелии**

Анализ совокупности морфометрических признаков позволяет выявить отличия между популяциями рыб (Никольский, 1950, 1963; Правдин, 1966; Решетников, 1980).

#### **Анализ морфометрических признаков многотычинковых сигов водоемов бассейна Балтийского моря**

**Сиг Онежского озера и Сямозера.** В Онежском озере многотычинковый сиг как раньше, так и в настоящее время встречается единично по всему озеру. В сборах 1950 гг. было исследовано всего 8 экземпляров сига с числом жаберных тычинок 39-47 и чешуй в боковой линии 90-100. (Правдин, 1954).

В сборах 2007 г. сиг представлен 7 экземплярами, из уловов в Иерусалимской банке (Решетников и Лукин, 2008). Длина рыб колебалась от 36 до 43 см, масса - 335-900 г, возраст - 6-8 лет. Жаберных тычинок 40-44, чаще 42, чешуй в боковой линии - 90-97 (в среднем 94), числом лучей в D III-IV 10-11, в A III-IV 12-13, в P I 15-16, в V II 10-11, числом позвонков - 59-62, в среднем 60. Он имеет более светлую окраску и более высокое тело, чем другие сиги.

Сиг Сямозера в наших сборах (2009) представлен 50 экз. Длина рыб варьировала от 21 до 31 см, масса - 113-440 г, возраст 3+-7+. Число жаберных тычинок составляло 47-56, в среднем 52 и они тонкие, длинные, с многочисленными зубчиками по бокам. В боковой линии насчитывается 85-104

(в среднем 90) чешуй. Лучей в D III 11-12, в A III 12-13, в P I 15, в V II 9-11, позвонков - 58-62, в среднем 58.

Для сравнения приведем основные меристические признаки многотычинкового сига Сямозера по сборам 1970 гг. (n=100 экз.). Длина тела (ас) колебалась от 20 до 27 см, число жаберных тычинок - 42-53, в среднем 46, число чешуй в боковой линии - 82-100, в среднем 89, лучей в D III 10-12, в A III-IV 10-13, в P I 13-15, в V II 10-11, позвонков - 58-64, в среднем 57 (Титова, 1973).

Сиг в сборах 1980 гг. (n=130 экз.), имел длину 23-25 см, массу 130-150 г. Меристические признаки сига, в сборах этих годов практически не отличаются от приведенных выше, за исключением числа жаберных тычинок (в среднем 50). Число чешуй в боковой линии - 82-100, в среднем 92; лучей D III-IV 9-12, чаще IV 10; A III-IV 11-14, чаще III 12-13; P I 14-16, чаще I 15; V II 9-11, чаще II 10; позвонков 58-64, в среднем 61 (Решетников, Лукин, 2006).

Сравнительный анализ счетных признаков сига Сямозера 1970, 1980, и 2009 гг. показал, что число жаберных тычинок по годам изменяется в среднем – 46, 50 и 52 соответственно, что вероятно связано с тем, что считали их разные операторы. Остальные счетные признаки за все годы исследований почти идентичны, что подтверждает их меньшую изменчивость по сравнению с пластическими признаками.

Анализ пластических признаков 1960 и 2009 гг. показал, что у 33 из 38 отмечены достоверные отличия (при уровне значимости  $\alpha=0,05$ ). Так, у сига произошло увеличение средней длины тела (ас), в процентах длины тела (ас), отмечено увеличение длины рыла, длины головы, горизонтального и вертикального диаметра глаза, заглазничного отдела головы, ширины верхней челюсти, ширины и высоты рыльной площадки, высоты головы у затылка, антедорсального, постдорсального и антеанального расстояний, наименьшей и наибольшей высоты тела рыб. По сравнению с данными исследований 70-х гг. уменьшились: длина нижней челюсти, высота лба и расстояние между плавниками. В настоящее время сиг Сямозера морфологически отличается от сига 1960-х гг., что вероятно связано с разными линейно-весовыми показателями сига и с выполнением измерений по общей методике, но разными авторами.

**Анализ морфометрических признаков многотычинкового сига водоемов бассейна Белого моря.**

**Сиг Выгозера и Тумасозера.** Анализ морфометрических данных по сигу Выгозера (2009) при длине тела (ас) 27,5-42,0 см, массы 265-1285г и возраста 4+-11+, показал, что число жаберных тычинок у него колебалось от 42 до 55 (в среднем 48 ж.т.), чешуй в боковой линии - 86-100 (в среднем 92), лучей в D – III 12-14, в A - III 12-14, в P -I-16, в V - II 10-11, позвонков 57-61, в среднем 59.

Длина сига Тумасозера, взятого на анализ колебалась от 25 до 37 см, масса - 190-575 г и возраст - 4+-8+. Число жаберных тычинок варьировало от 48- 60 (в среднем 54 ж.т.). Число чешуй в боковой линии - 82-103, лучей в D - II

12-14, в А – I, II 12-15, в Р I - 12-15, в V - I 9-13, позвонков 58-62, в среднем 61. По счетным признакам сиг Тумасозера отличается от сига Выгозера, и Сямозера большим числом жаберных тычинок.

При сравнении экстерьерных признаков многотычинковых сегов Выгозера и Тумасозера у 5 из 38 отмечены достоверные отличия (уровень значимости  $\alpha=0,05$ ). У сига Тумасозера выше значения некоторых признаков, выраженных в процентах длины тела: наименьшая высота тела, расстояния между плавниками. Популяция многотычинкового сига Тумасозера по морфометрическим показателям близка к популяции сига Выгозера.

#### **Сравнительный анализ исследованных сегов.**

**Сиг Сямозера и Тумасозера (2009г.).** Сравнительный анализ счетных признаков многотычинкового сига из этих озер не выявил достоверных отличий. Из пластических признаков у 19 из 38 они обнаружены. У сига Тумасозера среди признаков головы, выраженных в процентах от длины тела (ас), наблюдается уменьшение наибольшей высоты тела, антедорсального, постдорсального и антеанального расстояний, расстояния между грудным и брюшным плавниками длины головы, горизонтального и вертикального диаметров глаза, заглазничного отдела головы, меньше высота головы у затылка. Длина нижней челюсти (в процентах длины тела), напротив, больше у сига Тумасозера. Эти морфологические отличия, вероятно, объясняются разными линейно-весовыми показателями и темпом роста рыб, который выше у сига Тумасозера.

**Сиги Сямозера и Выгозера (2009г.).** При сравнении в счетных признаках сегов из этих озер достоверных отличий не наблюдается. Среди пластических признаков сига Сямозера и Выгозера показало, что из 45 у 18 выявлены достоверные отличия. По сравнению с сегом Сямозера он имеет большую длину тела (ас), длину верхней и нижней челюстей и обладает меньшими значениями отдельных признаков, выраженных в процентах длины тела: горизонтального и вертикального диаметра глаза, расстояния между плавниками. Меньше у него в процентном отношении наибольшая и наименьшая высоты тела, антедорсальное, постдорсальное и антеанальное расстояния. В настоящее время популяция сига Выгозера в значительной мере отличается от популяции Сямозера, что вероятно можно объяснить неоднородностью выборки. Сиг последнего имел меньшие линейно-весовые показатели.

Таким образом, использование пластических признаков при популяционных и других исследованиях возможно. Однако, для целей систематики (с приведением средних значений индексов для рыб разной длины и возраста) они слабо применимы. Вместе с тем, каждая популяция характеризуется устойчивым набором счетных признаков, которые можно использовать при морфометрии сегов.



## ГЛАВА V. Сравнительная биологическая характеристика многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) исследованных озер

Вопрос о закономерностях и особенностях роста рыб имеет большое практическое значение и позволяет определить периоды наиболее и наименее интенсивного роста, вплоть до почти полного его прекращения.

Анализ многолетних данных по линейно-весовому росту сига Сямозера показал, что наблюдаются значительные его изменения (рис. 2). С 1956 до 1972 гг. средняя длина сигов (ас) составляла 23 см и масса 150 г, модальными возрастными группами были особи 3+ - 4+ (Титова, 1973). С 1973 г. и по настоящее время происходит увеличение его средней длины с 25 см до 27 см, массы с 200 г до 260 г и возраста от 5+ до 6+-7+ (Решетников и др., 1982; Стерлигова и др., 2002; Стерлигова и Савосин, 2010). В 2006-2009 гг. сиг в возрасте 2+ имел среднюю длину 21,0 см, в 3+ - 24,0, в 4+ - 26,6, в 5+ - 28,0, в 6+ - 29,0, в 7+ - 30,0 см, массу, соответственно, 113 г, 156, 219, 269, 312 и 431 г. Это, увеличение темпа роста сига вероятно, вызвано улучшением условий кормовой базы. Так, биомасса зоопланктона в 1960 гг. составляла 0,5 гм<sup>3</sup>, в 2000 гг. - 2,4 гм<sup>3</sup> (Филимонова, 1962; Бушман, 1982; Кучко, 2010).

В настоящее время продолжается резкое снижение численности сига. Одной из причин является резкое ухудшение условий для его воспроизводства в период длительной инкубации (6-7 месяцев), вызванное частичным заилением нерестилищ в результате процессов эвтрофирования. Слой осадконакоплений достигает 11 мм ежегодно (Титова, Стерлигова, 1977; Решетников и др. 1982; Стерлигова и др., 2002).

Другая причина - повышение смертности на ранних стадиях – выедание икры сиговых рыб беспозвоночными и ершом (Стерлигова, Павловский, 1984, 1986). Одновременно среди самок сига в нерестовом стаде появляются особи с не выметанной икрой, и это, как отмечают ряд авторов, является ответной реакцией воспроизводительной системы самок на резкие изменения внешних условий (Кошелев, 1981, 1984; Акимова, Рубин, 1992; Кашулин, 1999; Шарова, 2006). В настоящее время сиг в озере встречается единично, но вероятно, что его численность будет увеличиваться, и популяция сига вновь восстановится. Это подтверждается исследованиями за популяцией ряпушки Сямозера, численность которой в последние три года значительно увеличилась, после десятилетнего снижения (Стерлигова, 2010). Возможно, ряпушка, как короткоцикловая рыба, быстрее среагировала на некоторое улучшение в экосистеме водоема (уменьшение площадей сельхозугодий, прекращение работ по осушению болот и вырубке лесов в охранной зоне).

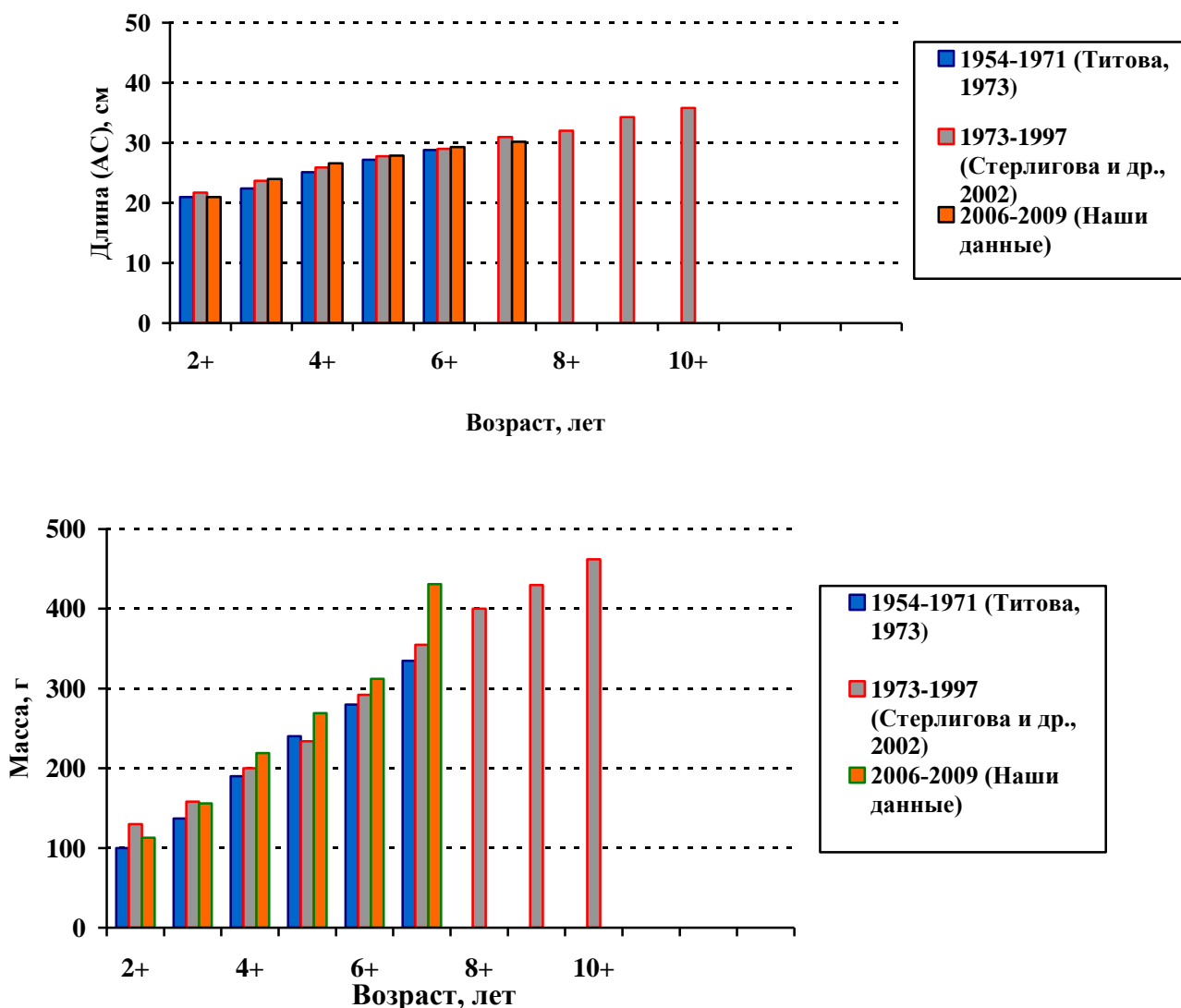


Рис. 2. Линейно-весовой рост многотычинкового сига Сязозера

Сиг Выгозера в промысловых уловах имел средний размер 30,5 см с колебаниями от 27,5 до 42,0 см, масса – 339 г с колебаниями от 265 до 1285 г, возраст 4+ - 11+. Предельный размер выловленного сига составлял 42 см, масса 1285 г и возраст 11 лет. Он обладает быстрым темпом роста и в возрасте 4+ имеет среднюю длину 28,3 см, массу 283 г, 5+ - 31,4 см, 467 г, 6+ - 34,0 см, 553 г, 7+ - 36,0 см, 743 г, 8+ - 38,0 см, 790 г, 9+ - 38,1 см, 930 г, 10+ - 40,8 см, 1020 г, 11+ - 42,0 см, 1285 г.

Сведений по биологии многотычинкового сига Тумасозера в литературных источниках нами не было обнаружено, все данные по нему приводятся впервые. В Тумасозере средняя длина сига в опытных уловах составляла 30,7 см (колебания 25 - 37 см), средняя масса – 345 г (колебания 190 - 570 г), в возрасте 4+ - 8+.

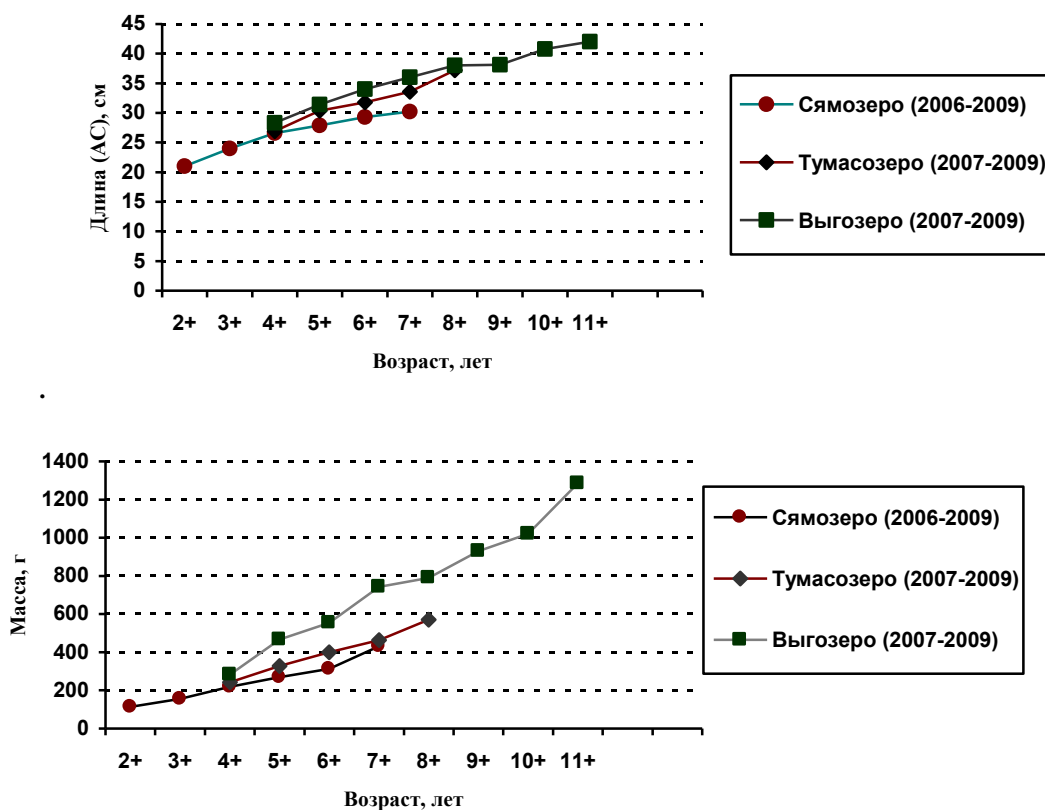


Рис. 3. Линейно-весовой рост многотычинкового сига исследуемых озер

Сравнительный анализ темпа роста многотычинкового сига (рис. 3) показал, что быстрее всех растет сиг Выгозера, что связано с большими площадями для нагула, нереста и богатой кормовой базой. Биомасса зоопланктона составляет  $3,0 \text{ г/м}^3$ , и она выше, чем в двух других озерах (Сязозеро -  $2,0$  и Тумасозеро -  $0,6 \text{ г/м}^3$ ). Известно, что в водоемах, расположенных на одной широте и в сходных климатических условиях, темп роста популяции сига обусловлен кормовой базой (Решетников, 1980).

Сиг Сязозера созревает в возрасте от 2+ до 4+. в массе 3+, в Выгозере - 6+ - 7+, в Тумасозере - 5+. За все годы наблюдений максимальная абсолютная плодовитость сига Сязозера составляла 17300 икринок (1978 г.), минимальная - 700 икринок (1956 г.). Относительная плодовитость колебалась от 18 до 25 (Титова, 1973; Стерлигова и др., 2002; Стерлигова, Савосин и др., 2010). У сига Выгозера плодовитость колеблется от 20 до 68 тыс. икринок в возрасте от семи до девяти лет (Александров и др., 1959). В Тумасозере максимальная абсолютная плодовитость составляла 14700 икринок, минимальная - 4850, при относительной плодовитости - 20-30 (Савосин, 2009).

Нерест сигов в исследованных озерах происходит с начала второй декады октября и до конца месяца, при температуре  $4 - 6^\circ\text{C}$ .

Исследуемые сиви значительно отличаются по питанию (рис. 4). Во всех озерах, личинки сига сразу же после выклева из икринок с не рассосавшимся желточным мешком переходят в пелагиаль, где и потребляют мелкие формы

планктона: инфузорий, коловраток, жгутиковых, низшие водоросли. Затем происходит смена кормовых объектов. Питание сига в Сямозере представлено за многолетний период (Титова, 1973; Бушман, 1982; Савосин, 2009). Так, в 1960 гг. большую долю составляли бентосные организмы. Эвтрофирование озера вызвало переход сига на смешанное питание, расширив тем самым пищевой спектр. В 1980 гг.-почти в равных количествах отмечались бентосные и планктонные объекты. В 2009г. в питании сига доминировали планктонные организмы (рис. 4).

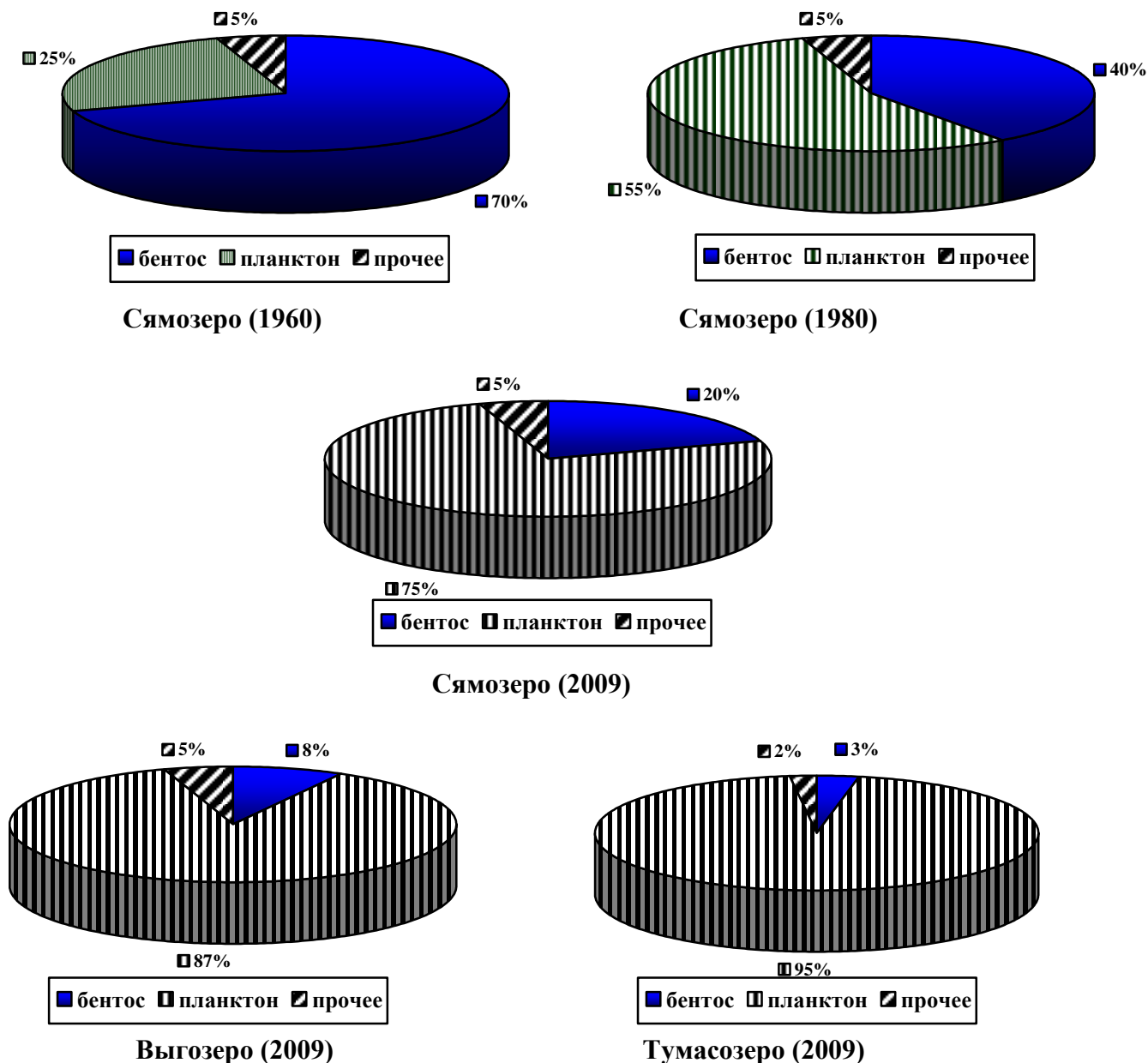


Рис. 4. Соотношение бентоса и планктона в питании многотычинкового сига Сямозера, Выгозера и Тумасозера (%)

Сравнительный биологический анализ популяций многотычинковых сегов из исследуемых водоемов показал, что в водоемах с большими площадями нагула, нереста и обильной кормовой базой сегои характеризуются более быстрым темпом роста, высокой плодовитостью и поздним созреванием.

## ВЫВОДЫ

1. Уточнен список водоемов Карелии с распространением многотычинкового сегоа. Установлено, что из 60 тысяч озер, многотычинковый сего обитает в 19 водоемах, которые относятся к разным бассейнам - Балтийского моря (5 озер) и Белого моря (14 озер), разного географического положения (южная и северная тайга) и уровня трофности (мезотрофные, олиготрофные).

2. Проанализированы литературные данные о систематическом положении многотычинкового сегоа с использованием результатов исследований генетиков и молекулярных биологов. Сегои бассейна Балтийского моря ведут свое происхождение от проходного многотычинкового сегоа, который и сейчас встречается в Финском заливе, заходит в р. Неву, в реки Прибалтики, Финляндии и Швеции. Позднее они проникли в бассейн Белого моря в пределах Карелии и Архангельскую область (Правдин, 1966; Решетников, Лукин, 2006). Исследования генетиков подтверждают, что большая часть европейских популяций сегоа – это отдаленные потомки особей, обитавших в Европе до последнего оледенения (Боровикова, Махров, 2009).

3. Впервые исследована морфологическая изменчивость основных параметров многотычинкового сегоа в исследуемых водоемах (Сямозеро, Выгозеро и Тумасозеро). Проведено сравнение морфометрических признаков одной и той же популяции сегоа Сямозера через большой промежуток времени. Выявлено, что популяция сегоа характеризуется устойчивым набором меристических признаков и существенно отличаются по пластическим признакам по годам, что связано с разными условиями его обитания (в период до эвтрофирования 1960 гг. и при существенном влиянии антропогенных факторов в 2009 г.).

4. Изучена экосистема Тумасозера, где впервые был обнаружен многотычинковый сего. Данных, об это сегое не так много, поэтому выявление новой популяции представляет особый интерес. Определено, что сего отличается большим числом жаберных тычинок (48-60), быстрым темпом роста, поздним созреванием и планктонным питанием.

5. Изучен образ жизни многотычинкового сегоа из разных водоемов Карелии. Особенности их экологии являются: для Сямозера - медленный темп роста, раннее созревание, смешанный тип питания с доминированием планктона; для сегоа Выгозера - быстрый рост, позднее созревание, преобладанием в питании планктонных организмов, для сегоа Тумасозера - быстрый рост, позднее созревание и питание планктоном. Выявленные отличия в биологических показателях сегоа, вероятно, связаны с различными

гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими условиями водных экосистем.

6. Многотычинкового сига озера Сямозера и Тумасозера, в связи с тем, что они представлены только одной экологической формой, нет промежуточных форм и, следовательно, отсутствует скрещивание, можно использовать на генетические и биохимические исследования при анализе родственных связей внутри сложного вида *C. lavaretus*.

7. На примере Сямозера, подтверждено, что сиги одними из первых реагируют на изменения в водных экосистемах и могут служить индикаторами состояния водных экосистем.

8. Результаты работы могут быть использованы при решении вопросов систематики сиговых рыб, при составлении программ экологического мониторинга прогнозирования возможных изменений в водных экосистемах. Они учитываются при составлении комплексных региональных программ по рациональному использованию и охране рыбных ресурсов Карелии.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ Статья в рецензируемом журнале из списка ВАК

1. Стерлигова О.П., Савосин Д.С., Ильмаст Н.В. 2010. Сравнительная характеристика многотычинковых сигов *Coregonus lavaretus* (L.) Сямозера и Тумасозера // Вопросы ихтиологии. Т. 50. № 3. С. 427-432.

### Публикации в других изданиях

2. Савосин Д.С., Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. 2008. О выявлении многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) в Тумасозере // Мат-лы всеросс. науч. конф. «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований». Вологда: ВГПУ. С. 113-116.

3. Sterligova O., Savosin D., Ilmast N. 2008. Distribution of multi-rakered whitefish in lakes of Northwestern Europe // Abstracts. The 10th International Coregonid Symposium. Winnipeg. 63 с.

4. Ilmast N., Sterligova O., Savosin D. 2008. Present condition of the Lake Syamozero vendace population // Abstracts. The 10th International Coregonid Symposium. Winnipeg. 29 с.

5. Савосин Д.С. 2008. Многотычинковый сиг Тумасозера // Мат-лы III региональной школы-конференции молодых ученых «Водная среда и природно-территориальные комплексы: исследование, использование, охрана». Петрозаводск: КарНЦ РАН, КГПУ. С. 129-132.

6. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Кучко Я.А., Павловский С.А., Савосин Д.С. 2009. Состояние экосистемы Тумасозера // Мат-лы VII межд. науч.-практ. конф. «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». Пенза: МНИЦ. С. 22-26.

7. Савосин Д.С. 2009. Биология многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) Тумасозера // Тез. док. XVI межд. молодежного форума «Ломоносов-2009». Москва. МГУ. С. 117-118.

8. Савосин Д.С., Ильмаст Н.В., Кучко Я.А. 2008. Рыбная часть сообщества озера Святозера // Тез. док. X съезда Гидробиологического общества РАН. Владивосток. С. 347.

9. Савосин Д.С., Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. 2010. Условия обитания и биология многотычинкового сига Выгозера (Республика Карелия) // Мат - лы VII всеросс. совещ. по биологии, биотехнике разведения и состоянию запасов сиговых рыб. Тюмень. С. 150-153.

10. Высоцкая Р.У., Такшеев С.А., Савосин Д.С., Стерлигова О.П. 2010. Активность лизосомальных ферментов в органах сигов из северных водоемов с разной степенью антропогенной трансформации // Мат-лы III межд. конф. с элементами школы для молодых ученых, аспирантов и студентов. Петрозаводск. С. 24-26.

11. Савосин Д.С. 2010. Сравнительная характеристика многотычинковых сигов *Coregonus lavaretus* (L.) Тумасозера и Ньюкозера (в печати).