



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(Бакалаврская работа)

На тему «Влияние экологического состояния Сегозерского
водохранилища на его ихтиофауну и рыбохозяйственную деятельность в
регионе»

Исполнитель

Засим Ирина Александровна

Руководитель

Королькова С.В., к.т.н.

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____  _____ Королькова С.В., к.т.н.

(подпись)(фамилия, имя, отчество)

« 22 » _____ июня _____ 2023 г.

Санкт-Петербург

2023 г.

Содержание

Введение	3
ГЛАВА 1. Общая характеристика Сегозерского водохранилища и его ихтиофауны	6
1.1. Географическая и гидрологическая характеристика	6
1.2. Основные представители ихтиофауны	11
ГЛАВА 2. Экологическое состояние и влияющие на него антропогенные факторы.....	22
2.1 Гидрохимическая характеристика.....	22
2.2 Гидробиологическая характеристика.....	23
2.3 Хозяйственное использование Сегозерского водохранилища и возможные источники загрязнения воды	32
2.4. Два основных источника антропогенной нагрузки на Сегозерское водохранилище.....	33
Глава 3. Современное состояние ихтиофауны Сегозерского водохранилища с учетом выявленного воздействия и рыбохозяйственная деятельность	36
Глава 4. Рекомендации оптимизации рыбохозяйственной деятельности Сегозерского водохранилища.....	42
Выводы	44
Список используемой литературы	46

Введение

В Республике Карелия сосредоточено значительное количество поверхностных водных ресурсов, которые составляют более половины территории (53%) субъекта. Подавляющее большинство водных объектов составляют озера и водохранилища. На экологическое состояние водоёмов Республики Карелия существенное влияние оказывают природные, климатические и, в особенности, антропогенные факторы. В условиях активной эксплуатации водных объектов водопользователями наблюдается ухудшение качества воды, нарушение естественного воспроизводства и снижения запасов промысловых видов водных биологических ресурсов.

К настоящему времени последствия хозяйственной деятельности человека (плотины гидроэлектростанций, сброс сточных вод отходов промышленного производства и сельского хозяйства, последствия сплава древесины, сброс отходов товарного выращивания рыбы) уже привели к трансформации большинства водных экосистем Карелии, которые в некоторых случаях стали непригодные для обитания рыб [8].

Сегозерское водохранилище – одно из крупнейших водохранилищ Республики Карелия, образованное в XX веке путем зарегулирования стока воды реки Сегежа из озера Сегозеро плотиной. Такое преобразование повлекло за собой изменения в экосистеме бассейна водоёма и значительные внутригодовые колебания уровня воды, которые являются одним из основных факторов, способных влиять на водные биоресурсы [30].

Актуальность темы работы обусловлена тем, что экологическое состояние водной среды Сегозерского водохранилища тесно взаимосвязано с состоянием запасов водных биологических ресурсов, в особенности ценных видов рыб (лососевые, сиговые). Ко всему прочему, ведущееся строительство малой гидроэлектростанции «Сегозерская» и активная эксплуатация в целях товарной аквакультуры требует пристального внимания к данному водному объекту с целью его защиты от риска причинения экологического ущерба.

Объект исследования: ихтиофауна Сегозерского водохранилища

Предмет исследования: экологическое состояние Сегозерского водохранилища и его рыбохозяйственное использование

Исходя из вышеизложенного, сформулирована **цель работы:** изучить влияние экологического состояния Сегозерского водохранилища на состояние водных биологических ресурсов и рыбохозяйственную деятельность в республике Карелия.

Для ее достижения решались следующие **задачи:**

1. Дать общую географическую и гидрологическую характеристику Сегозерского водохранилища; дать описание видовому составу промысловых рыб водохранилища;
2. Оценить экологическое состояние водохранилища по данным гидрохимических и гидробиологических исследований; изучить негативное воздействие на Сегозеро и его возможные источники;
3. Собрать информацию о состоянии запасов рыб и оценить рыбохозяйственное освоение водного объекта;
4. Дать рекомендации по оптимизации рыбохозяйственной деятельности и предотвращения негативного влияния на водохранилище.

Методической и информационной основой работы являются литературно-информационные источники по выбранной теме; материалы и данные, полученные в результате прохождения производственной технологической практики и последующей работы в Северо-Западном ТУ Росрыболовства (СЗТУ ФАР).

Практическая значимость

Практическая ценность работы заключается в возможности использования полученных в работе материалов для изучения вопросов биологии и ихтиологии в рамках прохождения учебных дисциплин по направлениям подготовки бакалавров 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура и 05.03.06 Экология и природопользование.

Структура работы: выпускная квалификационная работа на 50 стр. включает в себя введение, 4 главы с 6 подглавами, заключение, в котором содержатся выводы по написанной работе, и список использованной литературы. Работа содержит 49 страниц и 38 литературных источников.

ГЛАВА 1. Общая характеристика Сегозерского водохранилища и его ихтиофауны

1.1. Географическая и гидрологическая характеристика

Сегозеро - озеро в Медвежьегорском и Сегежском районах Республики Карелия, относится к бассейну Белого моря. В 1957 г. после строительства плотины в истоке реки Сегежи, вытекающей из Сегозера, уровень воды в озере был поднят на 6,3 м, и образовалось Сегозерское водохранилище[30].

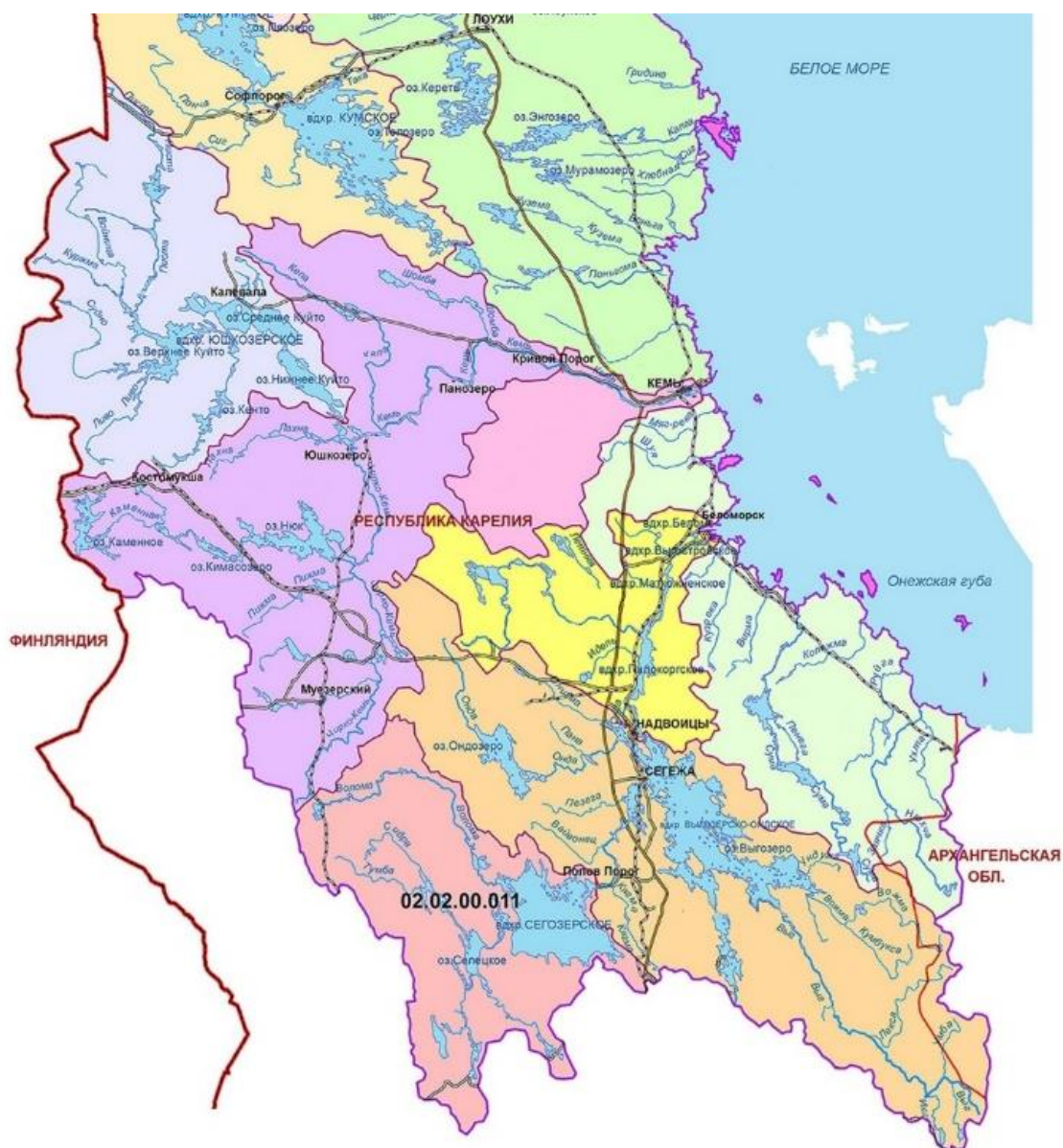


Рис. 1.1 – Географическое положение Сегозерского водохранилища (02.02.00.011 – наименование водохозяйственного участка)[30].

До создания дамбы Сегозерского гидроузла площадь озера составляла 754 км², включая острова, сейчас площадь зеркала водохранилища при нормальном подпорном уровне (далее – НПУ) составляет 815 км². Площадь водосборного бассейна составляет 7460 км², высота над уровнем моря - 120 м. Полный объём при НПУ – 21490 млн. м³, полезный объём – 4020 млн. м³[30].

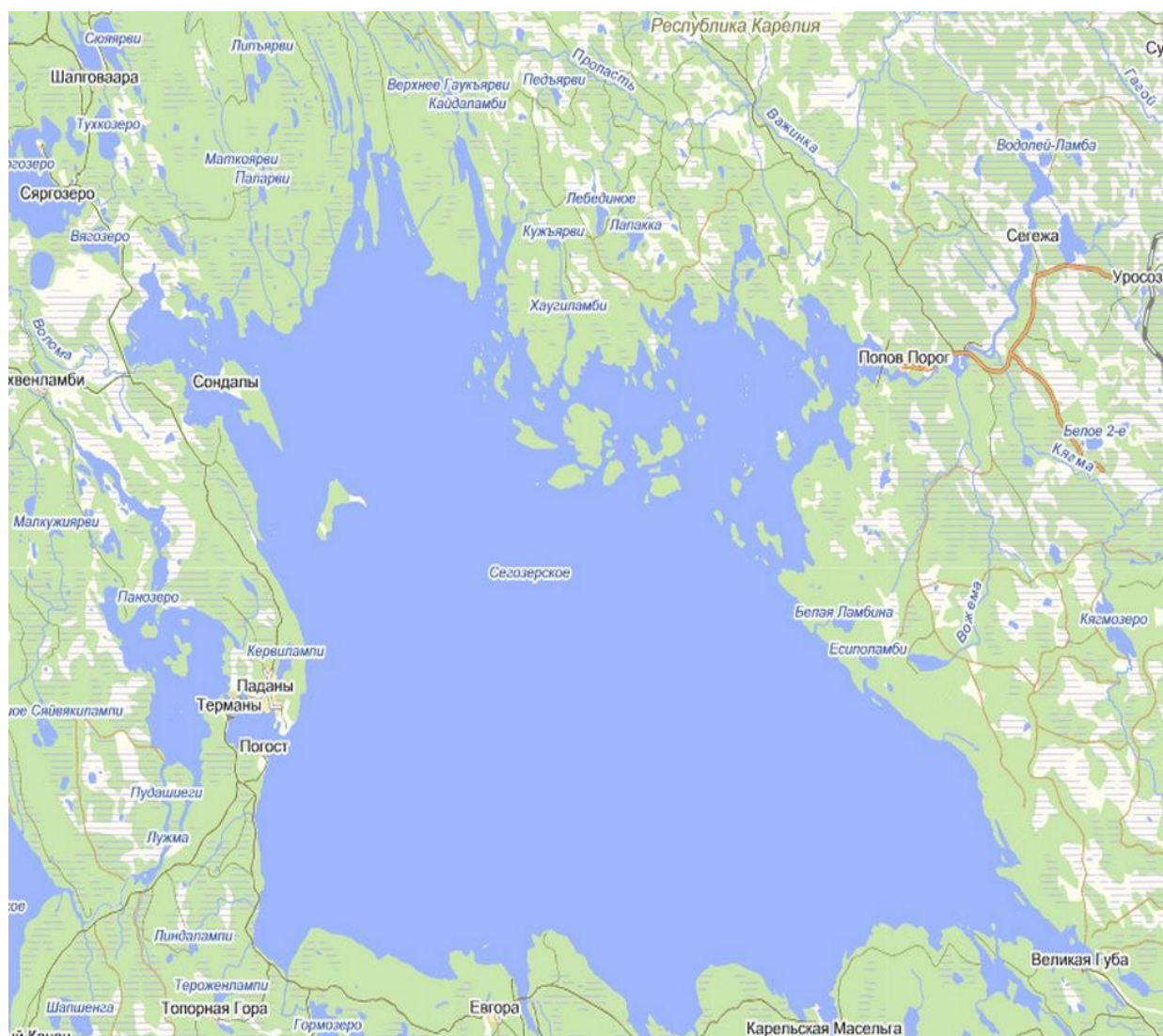


Рис. 1.2 – Схема Сегозерского водохранилища на карте[38].

В состав сооружений гидроузла входит: земляная плотина, защитная левобережная дамба, водосброс, отводящий канал водосброса, бревноспуск[30]. В 2020 году на базе созданного Сегозерского гидроузла начато строительство малой гидроэлектростанции (МГЭС) «Сегозерская»[37].

Таблица 1.1

Общие сведения и основные параметры Сегозерского водохранилища[9,30]

1	Код водного объекта	02020001221402000007014
2	Тип водного объекта	водохранилище
3	Название	Сегозеро (Селгозеро,Сего, водохранилище Сегозерское)
4	Географические координаты	63°19'34" с.ш. 33°38'36" в.д.
5	Местоположение	исток р. Сегежи
6	Бассейновый округ	Баренцево-Беломорский бассейновый округ
7	Речной бассейн	Бассейны рек Кольского п-ова и Карелии, бассейн Белого моря
8	Вид регулирования	многолетнее
9	Площадь водоёма, км ²	754
10	Водосборная площадь, км ²	7460
11	Площадь зеркала при НПУ, км ²	815
12	Полный объем, млн. м ³	21490
13	Полезный объём, млн. м ³	4020
14	Средний многолетний расход воды в нижний бьеф, м ³ /с	71,5
15	Средний многолетний сток из водохранилища, км ³	2,256
16	Коэффициент водообмена	0,105
17	Скорость водообмена, лет	9,5
18	Максимальная глубина, м	103
19	Планируемая мощность Сегозерской МГЭС, МВт	8,1

Таблица 1.2

Обобщённые сведения о зонах и подзонах затопления
Сегозерского водохранилища[30]

	Наименование параметров	Значение
1	Уровень мертвого объема (УМО) водохранилища, м	114,85
2	Нормальный подпорный уровень (НПУ) водохранилища, м	119,9
3	Форсированный подпорный уровень (ФПУ) водохранилища, м	120,15
4	Площадь зоны постоянного затопления, км ²	760
5	Площадь зоны периодического затопления, км ² в том числе:	59,0
5.1	Площадь подзоны ежегодного затопления, км ²	55,0
5.2	Площадь подзоны экстремального затопления, км ²	4,00

Максимальные глубины водохранилища достигают 103 м, средняя глубина — 23,3 м. Наиболее глубоководной является северная часть водоёма (с преобладающими глубинами — 40–50 м), минимальные глубины отмечены в юго-западной части (до 10 м)[10].

Таблица 1.3

Соотношение глубин Сегозерского водохранилища[10]

Глубина, м	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	>60 м
Доля площади, %	19,1	18,7	36,9	15,6	5,7	3	1

Средняя годовая амплитуда колебаний уровня воды в водохранилище составляет 139 сантиметров, максимальная 245 сантиметров, а минимальная – 72 сантиметра[30].

Котловина Сегозера имеет тектоническое происхождение. Преобладают высокие каменистые берега, реже встречаются скалистые и заболоченные. Имеется большое количество заливов и бухт[10].

В соответствии со ст. 65 Водного кодекса РФ ширина водоохраной зоны и прибрежной защитной полосы Сегозерского водохранилища составляет 50 м, береговой полосы — 20 м[7].

Из грунтов наиболее распространенными являются серо-зеленые и коричневые илы на глубине 15–20 м, песчано-илистые и илисто-песчаные грунты на глубине 10–15 м, песчаные грунты — до 10 м глубины. Прозрачность воды в Сегозере до 5 метров[10].

Район расположения водохранилища находится в зоне действия умеренно-континентального климата, с чертами морского. Сегозерское водохранилище в основном сохраняет черты озерного водоема в отличие от многих водохранилищ средней и южной части страны, образованных зарегулированием рек[18]. Это северный холодноводный водоем, среднемесячные температуры поверхности воды в мае – 5,8 °С, в июне – 11,2 °С, в июле – 15,4 °С, в августе составляют 14,6 °С и 10,4 °С – в сентябре. Процесс летнего нагревания водных масс вследствие относительно незначительных глубин, высокой проточности и ветрового перемешивания происходит в состоянии неустойчивой стратификации. Разница температур поверхностных и придонных слоев воды не превышает 3-4 °С[33].

Ледостав наступает обычно в декабре, вскрытие — в мае. Как правило, осенних и весенних ледоходов и подвижек льда здесь не наблюдается. Особенностью ледовых явлений на рассматриваемой акватории является более раннее вскрытие и более позднее замерзание примерно на 10 дней участка акватории, по которой проходит основное русло реки Сегежа[33].

В водоём впадают реки Санда, Пюльва, Лужма, Волома, Вени, Гаукоя, ручей Топкара и ещё 35 ручьёв без названия, а вытекает река Сегежа (Таблица 1.4). Приток с водосбора составляет 2,094 км³[14].

Таблица 1.4

Характеристика крупных рек, впадающих
в Сегозерское водохранилище[14]

Реки, питающие Сегозерское водохранилище	Длина реки, км	Площадь водосбора, км ²
Пюльва	17	138
Лужма	20	3700

В своём течении река Сегежа пересекает несколько крупных озерных систем: вытекает из озера Сегозеро, протекает через озера Норус-Ламби и Линдозеро, впадает в Выгозерское водохранилище. Длина реки — 59 км, площадь водосборного бассейна — 9140 км². У р. Сегежа всего 6 притоков, представленных небольшими ручьями и малыми реками: реки Войвонец (Войванец), Кягма, Вожема; ручьи Гагой, Западный, Чура-ручей[14].

Ширина реки Сегежи в истоке до Сегозерской плотины составляет около 1 км, после плотины — около 400 м. Средняя глубина — 8 м. Максимальная скорость течения составляет 0,1 м/с. Расходы воды реки Сегежа в истоке из Сегозерского водохранилища изменяются в широких пределах. Их минимальные значения наблюдаются в зимний период и составляют 25 м³ /с, максимальные могут достигать 180-200 м³ /с в летне-осенний период с июня по октябрь, средний расход воды — 73,7 м³/с[14].

1.2. Основные представители ихтиофауны

В Сегозерском водохранилище ихтиофауна представлена 17 видами рыб (Таблица 2.1). В соответствии с «Перечнем особо ценных и ценных водных биоресурсов», утвержденным приказом Минсельхоза России от 23.10.2019 № 596 в составе ихтиофауны присутствуют ценные виды водных биоресурсов: сиг, судак, лосось озерный[22]. Согласно Приказу Минприроды России от 24.03.2020 №162 «Об утверждении Перечня объектов животного

мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации», лосось озерный занесен в Красную книгу Российской Федерации, помимо этого обыкновенный подкаменщик отнесен к сокращающимся в численности широко распространенным видами также включен в Красную книгу Российской Федерации[16].

Ядро ихтиоценоза составляют обычные для данного региона представители карповых рыб (плотва, уклейка, лещ), окуневых рыб (окунь, ёрш), щука[30]. Судак и корюшка относятся к успешно интродуцированным здесь рыбам, которые впоследствии получили промысловое значение[30].

Подавляющее большинство рыб водохранилища являются озерными (жилыми) формами.

Таблица 2.1

Ихтиофауна Сегозерского водохранилища[10,11,16,22,26,28]

Виды ВБР	Занесены в Красную книгу РФ	Занесены в Красную книгу РК	Являются ценными видами	Особо чувствительны к недостатку содержания кислорода в воде	Поддерживаются искусственным воспроизводством	Появился в результате акклиматизации
Лососьозёрный(<i>Salmo salar morpha sebago</i>)	+	+	+	+		
Паляя (<i>Salvelinus lepechini</i>)				+		
Сиг (жилаяформа). (<i>Coregonus lavaretus</i>)			+	+		
Ряпушка (<i>Coregonus albula</i>)				+		
Корюшка (<i>Osmerus eperlanus</i>)						+
Хариус (<i>Thymallus thymallus</i>)				+		
Щука (<i>Esox lucius</i>)						
Плотва (<i>Rutilus rutilus</i>)						
Уклеика (<i>Alburnus alburnus</i>)						
Лещ (<i>Abramis brama</i>)						
Язь (<i>Leuciscus idus</i>)						
Гольян (<i>Phoxinus</i>)						
Налим (<i>Lota lota</i>)				+		
Судак (<i>Sander lucioperca</i>)			+			+
Окунь (<i>Perca fluviatilis</i>)						
Ёрш (<i>Gymnocephalus cernuus</i>)						
Подкаменщик обыкновенный (<i>Cottus L.</i>)	+	+		+		

На основании Приказа Федерального Агентства по рыболовству № 818 от 17.09.2009 г. «Об установлении категории водных объектов

рыбохозяйственного значения и особенностей добычи (вылова) водных биологических ресурсов, обитающих в них и отнесенных к объектам рыболовства» [21] и решения комиссии по установлению категорий объектов рыбохозяйственного значения и особенностей добычи (вылова) водных биологических ресурсов, обитающих в них, Северо-Западного территориального управления Росрыболовства, озеру Сегозеро (Селгозеро, Сего, вдхр. Сегозерское) и реке Сегеже, присвоена высшая категория рыбохозяйственного значения.

Годовая рыбопродуктивность Сегозерского водохранилища, согласно литературным данным, составляет 6 кг/га [24].

Ниже представлено описание основных видов рыб, обитающих в рассматриваемом водном объекте [3, 6, 10, 28, 33].

Семейство Лососевые – Salmonidae

Паля *Salvelinus lepechini* (Gmelin, 1788) [28].

Паля отличается яркой окраской: голова и спина темные, бока зелено-серые с мелкими ярко-оранжевыми пятнами, брюхо ярко-оранжевое. Парные и анальный плавники красноватые, их наружные лучи белые. Имеет крупную голову, на челюстях, нёбной и язычной костях, сошнике расположены зубы [3].

Для Сегозерского водохранилища известны две формы паля: паля лудная *Salvelinus lepechini* n. *segoserlcus* Smirnov и паля ямная *Salvelinus lepechinimelanostomus* Berg, 1932. Встречаются в юго-западном и северо-западном районах водохранилища — между островом Макконшари и Паданской губой, в Паданской губе и в Сондальском заливе [10].

Лудная паля. Половозрелые особи имеют длину 47–75 см, вес 750–4000 грамм. В уловах встречается в возрасте 8–14 лет. Основные места нереста этой паля находятся на глубинах от 1 до 8–9 м, на каменистых грунтах. Тип питания: хищник [10].

Ямная или черноротая паля. Длина составляет 32–50 см, вес 200–950 грамм. Зимой и в конце лета встречается в Сондальском заливе,

предпочитает держаться на открытых участках озера. Места икрометания совпадают с лудной палией, при этом нерест проходит в октябре. Тип питания: хищник[10].

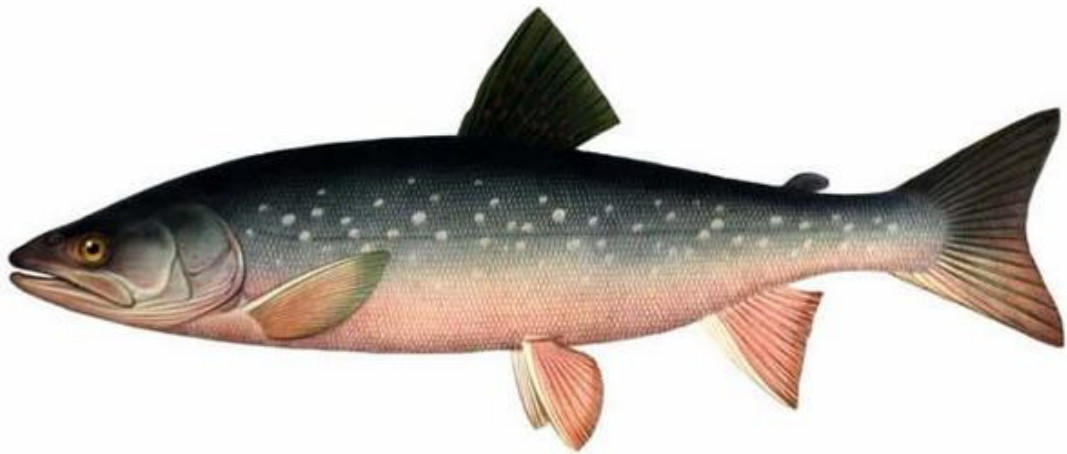


Рис. 2.1 – Палия *Salvelinus lepechini* (Gmelin, 1788)[1].

Семейство Хариусовые (*Thymallidae*)

Хариус европейский *Thymallus thymallus* (Linnaeus 1758)[28].

Хариус имеет серебристую окраску с более темной спиной, на спинном плавнике расположены ряды темных пятен, на боках бурые продольные полосы. Во время нереста окраска приобретает яркость, на спинном плавнике образуется оранжево-красная кайма[3].

В сегозерском водохранилище определены две формы хариуса: озерный и озерно-речной. Озерный хариус распространён по всей акватории озера, в весенне-летний период предпочитает глубины до 5 метров, осенью уходит на глубину, образует скопления у Каличьих островов, в Паданской губе, у острова Макконшари, а также во всех губах южной части озера[10].

На нерест идёт весной на мелководья в районе Каличьих и Сондальских островов, в северных и южных губах. Половозрелость хауса в Сегозере наступает в 5–6 лет; средняя длина составляет 30 см, вес 515 грамм. Тип питания: бентофаг. Озерно-речной хариус отличается более крупными размерами, икрометание проходит раньше, чем у озерного хариуса в реке Селецкая и Волома[10].

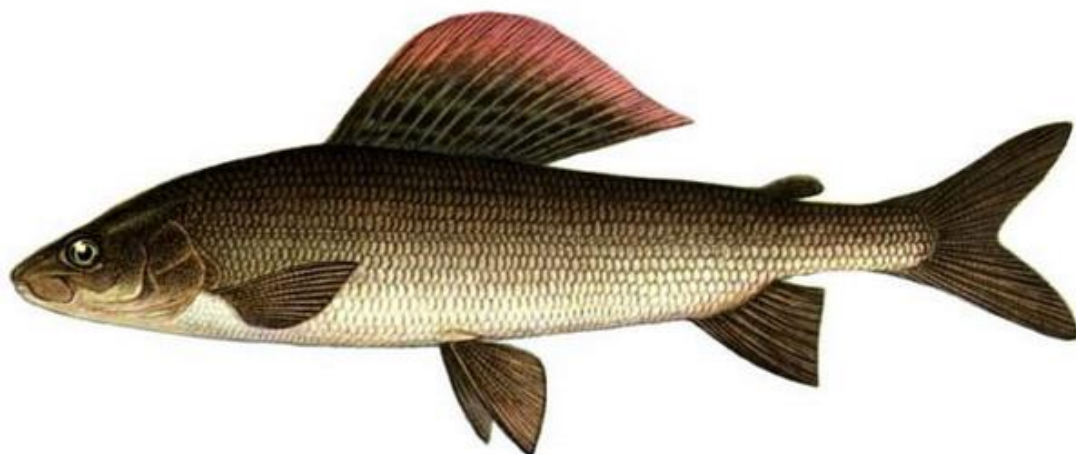


Рис. 2.2 – Хариус европейский (*Thymallus thymallus*) (Linnaeus 1758)[1].

Семейство Сиговые (Coregonidae)

Сигобыкновенный *Coregonus lavaretus* (Linnaeus 1758)[28].

Сиг имеет серебристую окраску тела, с темной спиной, плавники обычно темные или даже черные. В Сегозерском водохранилище определены образует 7 форм: озерно-речные формы — нешко, осенний (мушта-сиг) и килоне; озерные формы — большеглазый (мольга), озерный, лудога и озерный многотычинковый. В рацион питания всех форм сига входят личинки насекомых, моллюски, придонные ракообразные, а также икра ряпушки[10].

В районе реки Волома, в небольших губах восточнее устья этой реки и в Сондальском заливе распространён сиг нешко. Нерестится он на 4–5 году жизни в реке Соня в первой половине октября, после чего скатывается в озеро. Средние размеры составляют 26 см и вес 180 грамм[10].

Мушта-сиг нерестится на 5–6 году жизни в середине октября в реках Селецкая и Волома. Половая зрелость наступает у самцов в пятилетнем, у самок в шестилетнем возрасте. Средние размеры и вес составляют 30 см и 400 грамм[10].

Килоне на нерест идёт в ноябре–декабре в ручей Пинема, впадающий в Пинемагубу. Средние размеры и вес составляют 25 см и 70 грамм[10].

Мольга Сегозера имеет две формы - медленнорастущий и быстрорастущий, которые встречаются в Сондальском заливе. Икрометание проходит в октябре–ноябре. Средние размеры и вес составляют 25 см и 150 грамм, плодовитость 3000 – 4000 икринок[10].

Сиг озерный широко распространен по всей акватории водохранилища, в больших количествах встречается в Сондальском заливе, в районе Каличьих островов, в Паданской губе. Нерест проходит в октябре на глубинах 4–10 м, половозрелость наступает в 5–6 лет. Является наиболее крупным сигом в Сегозере, средняя длина 39 см, 550 грамм[10].

Сиг лудога встречается в районе Каличьих островов. Нерестится на 5–6 году жизни с октября по ноябрь в Шунгунгубе, Куйвагубе, Сигагубе, Меригубе. Средние размеры и вес составляют 30 см и 320 грамм[10].



Рис. 2.3 – Сигобыкновенный (*Coregonus lavaretus*) (Linnaeus 1758) [1].

Ряпушка европейская *Coregonus albula* (Linnaeus 1758)[28].

Ряпушка имеет типичную для сиговых рыб серебристо-белую окраску. Имеет жировой плавник. Рот маленький и без зубов на челюстях, глаза большие[10].

Считается самой многочисленной рыбой в Сегозере. Основными местами выметывания икры являются Сондальский залив и область около Каличьих островов, а также устье реки Воломы с прилегающими губами, Киэченьгуба, Орчунгуба и Пинемагуба, Великая, Листья. Нерест проходит в

два подхода: первый во второй половине сентября, второй начинается через 6–10 дней, массовый характер носит в октябре[10].



Рис. 2.4 – Ряпушка европейская (*Coregonus albula*) (Linnaeus 1758)[1].

Семейство Щуковые (Esocidae)

Щука обыкновенная *Esox lucius* (Linnaeus, 1758)[28].

У щуки сжатое с боков удлинённое торпедообразное тело. Большой рот с многочисленными зубами на сошнике, межчелюстных, нёбных костях, нижней челюсти и языке. Окраска тела очень изменчива по цвету в зависимости от среды обитания. На теле многочисленные серо-зеленые или белые полосы, частенько разбитые на пятна[6].

Вид является массовым, наибольшее число особей отмечено в районе Каличьих островов и Сондальском заливе. Длина в уловах 50–60 см, масса 1–3 кг. В уловах встречается в возрасте от 4 до 14 лет. Нерестится в весенний период при температуре воды +4–6°C. Тип питания: хищник[10].



Рис. 2.5 – Щука обыкновенная (*Esox lucius*) (Linnaeus, 1758)[1].

Семейство Окуневые (Percidae)

Окунь *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)[28].

Для окуня характерна темная-зеленая спина, зеленовато-желтые бока с темными поперечными полосками и желтое брюхо. Первый спинной плавник серый с черным пятном, второй зеленоватый, грудные плавники имеют желтый цвет, брюшные, анальный и хвостовой красный. В различных водоёмах окраска может меняться[3].

Окунь является одной из наиболее распространенных рыб Сегозерского Водохранилища, известны две формы этой рыбы: прибрежный и пелагический (лудный). Прибрежный окунь обитает и откладывает икру на участках, занятых водной растительностью, пелагический же распространен в открытых участках озера. Образует скопления около острова Макконшари, в районе Каличьих островов и в южных участках водохранилища. Размеры в уловах составляют до 22 см, масса до 140 грамм. Нерестится окунь в весенне-летний период в возрасте 4–5 лет. Тип питания: планктофаг и бентофаг (молодь), хищники (взрослые особи)[10].



Рис. 2.6 – Окунь(*Perca fluviatilis*) (Linnaeus, 1758) [1].

Обыкновенный судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) [28].

Судак имеет удлиненное тело, сжатое с боков, заостренное рыло, клыки на челюстях и на нёбных костях. Окраска на спине зеленовато-серая или коричневая, на брюхе белая, на боках у судака буро-черные поперечные полосы, на спинных и хвостовых плавниках расположены чёрные пятна[3].

Этот вид пополнил состав ихтиофауны водохранилища в результате работ по акклиматизации, которые проходили в 1954–1956, 1968–1971, 1973–1983 гг.[30]. Держится на глубинах не менее 2–3 метров в открытой части водохранилища, Тип питания: хищник. Пищу взрослого судака составляют исключительно мелкие виды рыб (корюшка, ряпушка, молодь окуневых, карповых и сигов). Нерестится на глубине 2–12 метров во второй декаде июня – начале июля, половозрелость наступает в возрасте 5–7 лет[10].

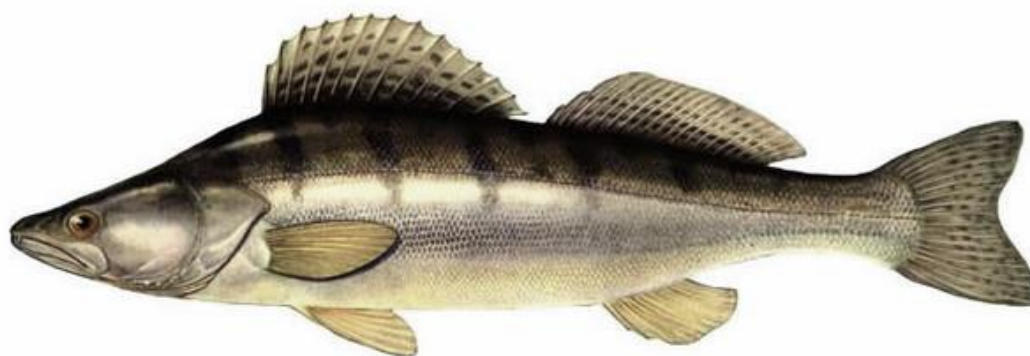


Рис. 2.7 – Обыкновенный судак (*Sander lucioperca*) (Linnaeus, 1758)[1].

Семейство Налимовые (Lotidae)

Налим *Lota lota* (Linnaeus 1758)[28].

Для Сегозера известны две формы налима: озерный и озерно-речной. Озерный налим в Сегозере в больших количествах держится у Каличьих островов, в Сондальском заливе, в Паданской губе, в Южной губе. Нерест проходит с января по март. В уловах преобладают в возрасте от 7 до 10 лет, массой до 2 кг. Тип питания: хищник (ряпушка, ерш). Икрометание озерно-речного налима проходит в реках Сона и Селецкая. Масса этой формы налима в уловах может достигать 4 кг[10].

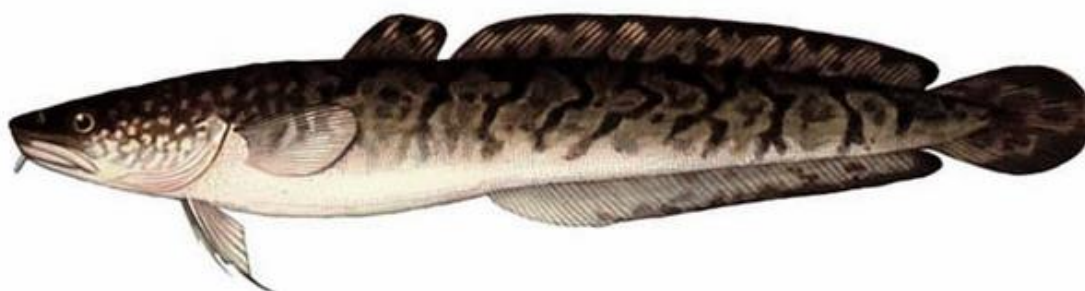


Рис. 2.8 – Налим(*Lota lota*) (Linnaeus 1758) [1].

СемействоКарповые (Cyprinidae)

Плотваобыкновенная*Rutilus rutilus* (Linnaeus 1758) [28].

Плотва имеет удлинённое сжатое с боков тело, имеет конечный рот. Окраска серебристо-белого цвета, грудные и брюшные плавники имеют красноватый оттенок[3].

Обитает во всех заливах Сегозерского водохранилища на мелководьях богатых растительностью, в районе Каличьих островов, Сондальском заливе и Паданской губе встречается в наибольших количествах. Половозрелость наступает в возрасте 5–6 лет, на нерест идёт в мае. Не достигает крупных размеров, средние длина и масса составляют 18 см и 119 грамм. Плодовитость колеблется от 8500 до 45 тысяч икринок. Характер питания различен.



Рис. 2.9 – Плотва обыкновенная (*Rutilus rutilus*) (Linnaeus 1758)[1].

Лещ*Abramisbrama*(Linnaeus 1758)[28].

Для леща характерно высокое сжатое с боков тело, небольшие голова и глаза, нижний рот. Окраска меняется от серо-серебристой до коричневой с золотым отливом[3].

В результате преобразования озера в водохранилище лещ получил сильное распространение. Средние размеры в уловах составляют 21–50 см с массой до 1 кг, половая зрелость наступает в 10–13 лет. Икрометание леща

обычно проходит с середины мая по июнь, плодовитость колеблется от 43 000 до 307 500 икринок. Тип питания: бентофаг[10].

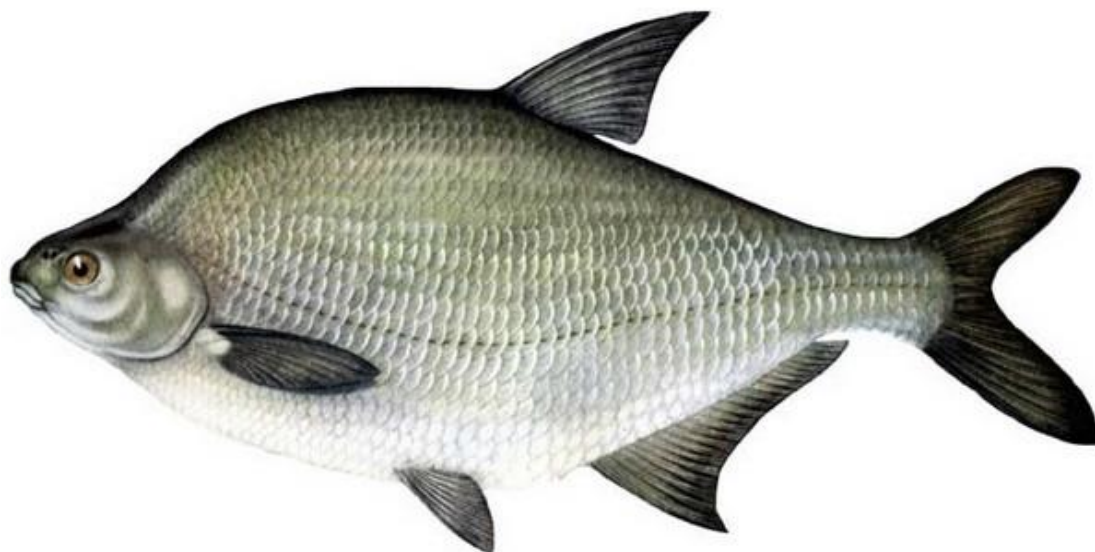


Рис. 2.10 – Лещ(*Abramis brama*) (Linnaeus 1758) [3].

Семейство Корюшковые (Osmeridae)

Корюшка *Osmerus eperlanus* (Linnaeus, 1758) [28].

Корюшка имеет небольшие размеры, относительно крупную чешую, окраска буровато-зеленая на спине и серебристая на боках[3].

Бала акклиматизирована из Ладожского озера (1953–1955 гг.) в Сегозеро для улучшения кормовой базы хищных рыб[30]. В настоящее время для водоёма известны две формы корюшки: озерно-речная форма и озерная. Максимальные размеры — до 30 см и 90 грамм. Тип питания: планктофаг и бентофаг[10].

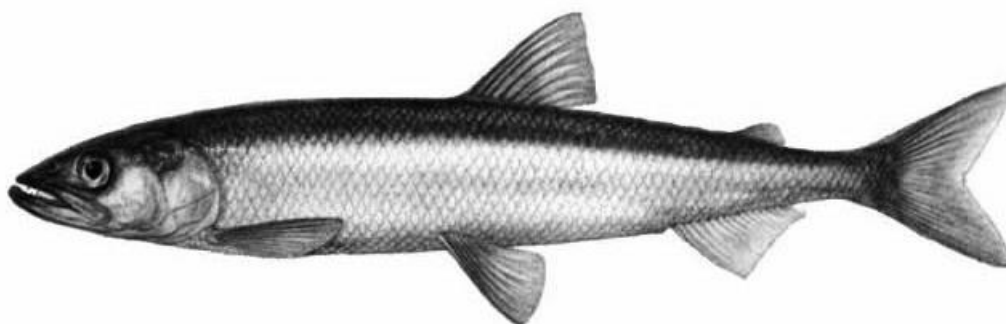


Рис. 2.11 – Корюшка *Osmerus eperlanus* (Linnaeus 1758) [3].

ГЛАВА 2. Экологическое состояние и влияющие на него антропогенные факторы

2.1 Гидрохимическая характеристика

Водные массы водохранилища можно охарактеризовать, как олиготрофные с высокими качествами, близкими к нейтральным по значениям pH (pH 6,6–7,3)[33].

Таблица 2.1

Температуры воды в Сегозерском водохранилище
на различных глубинах (1965 -1968, 1970 – 1989)[24]

Глубина, м	0	2	5	10	15	20	25	30	40
Март, °С	0	0,1	0,2	0,4	0,7	1,0	1,1	1,2	1,4
Август, °С	16,7	15,9	14,9	13,7	10,5	9,2	7,2	6,3	5,8

Отличаются низким содержанием биогенных веществ, содержание фосфора составляет 0,001–0,042 мг/л в верхних слоях воды и до 0,07 мг/л в глубоких слоях. Они имеют низкую минерализацию, составляющую не более 30 мг/л, относятся к гидрокарбонатному классу группы кальция (8–20 мг/л, в среднем 13–14 мг/л). Вода отличается высокой прозрачностью, составляющей 4,5–6,0 метров, низкой цветностью от 18 до 29 градусов, мягкостью и сравнительно незначительным содержанием органических веществ[33]. Перманганатная окисляемость изменяется в пределах 5,0-7,5 мг O₂/л, а значения БПК₅ и БПК₂₀ колеблются в течение года от 0,8 до 1,2 и от 1,25 до 1,75 мг O₂/л соответственно.

Вода Сегозерского водохранилища хорошо насыщена кислородом в течение всего года (75–100%). В открытой части водоёма даже на глубинах свыше 40 метров содержание кислорода примерно такое же, как на поверхности (в течение лета от 7,8 до 10,65 мг/л)[33]. Качество воды водохранилища соответствует чистым водам и относится к классу олигосапробных вод[26].

Таблица 2.2

Химический состав вод в северо-восточной части водохранилища у
острова Макконшари в 2020 году
(составлено автором по данным СЗТУ ФАР и [20])

Показатель	Ед. измерения	Время года				ПДК воды водных объектов рыбохозяйственного значения, 2020 г.
		зима	весна	лето	осень	
рН среды	ед.рН	7,1	7,2	7,2	7,2	6,0-9,0
Взвешенные в-ва	мг/л	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	0,25
БПК ₅	мг О ₂ /л	0,85	0,90	1,08	1,12	2,1
БПК ₂₀	мг О ₂ /л	1,31	1,38	1,66	1,72	3,0
Хлориды	мг/л	1,06	1,34	1,24	0,96	-
Сульфаты	мг/л	2,15	2,48	2,58	2,48	100
Фосфаты	мг/л	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,1
Азот амм.	мг/л	0,11	0,03	0,14	0,12	0,4
Нитриты	мг/л	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02
Нитраты	мг/л	0,05	0,19	0,12	0,23	9,0
Перманганатная окисляемость	мг/л	6,28	5,64	5,24	6,37	5,0-7,0
Железо	мг/л	0,10	0,10	0,09	0,11	0,1
Натрий	мг/л	1,15	2,18	1,85	1,34	-
Калий	мг/л	0,36	1,05	0,75	0,52	50
Кальций	мг/л	2,6	2,2	2,3	2,4	-
Магний	мг/л	1,2	1,4	0,94	1,12	-
Жесткость	мг-экв/л	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
Цветность	градус	26	26	25	25	-
Сумма ионов	мг/л	18,39	23,05	21,16	21,72	-
Растворённый кислород	мг/л	12,4	13,2	10,4	12,5	Не менее 6,0

Качество вод Сегозерского водохранилища не превышает предельно-допустимые концентрации по основным показателям и отвечает требованиям водных объектов рыбохозяйственного значения.

2.2 Гидробиологическая характеристика

Основными компонентами водной экосистемы, которые прямо и косвенно обеспечивают воспроизводство рыбных запасов, а также важнейшими показателями, позволяющими оценить её экологическое состояние, служат заросли водной растительности (макрофиты), планктонные водоросли (фитопланктон), зоопланктон и зообентос.

Макрофиты. Оказывают большое влияние на функционирование водохранилища, являясь продуцентом органического вещества, потребляемого непосредственно или в виде детрита многими гидробионтами,

а также местом их обитания, способствует поддержанию стабильности экосистем, благодаря фильтрационным, накопительным и минерализующим способностям. С рыбохозяйственной точки зрения наиболее важным компонентом является воздушно-водная растительность, заросли которой служат местами нереста и убежищами для молоди рыб, и погруженная, представляющая зону повышенной концентрации кормовых организмов и служащая местом нагула рыб. Высшая водная растительность до образования водохранилища на озере Сегозеро состояла из тростника, хвоща, рдестов, кубышки желтой, кувшинки малой, камыша, элодеи, ежеголовника, гречихи земноводной[17].

Места наиболее сильной концентрации тростника(*p. Phragmites*), хвоща (*p. Equisetum*)и рдестов(*p. Potamogeton*) отмечались в Сондальском заливе, в меньшей степени в районе Каличьих островов, в северных и южных заливах, в устьях рек Соны и Селецкой.Площадь зарослей Сегозера составляла около 0,3 км² (0,04% площади озера), общее протяжение зарослей менее 1 % всей длины береговой линии озера[10].

На сегодняшний день в Сегозерском водохранилище как наиболее массовые виды макрофитовможно выделить: тростник обыкновенный (*Phragmites australis*), камыш озерный (*Schoenoplectus lacustris*), рдесты пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus*) и плавающий (*Potamogeton natans*), кубышка желтая (*Nuphar lutea*), кувшинка четырехгранная (*Nymphaea tetragona*), горец земноводный (*Polygonum amphibium*)[15]. Степень зарастания водохранилища составляет 0,4%от площади,протяженность полосы прибрежных зарослей 1% от длины береговой линии, колебания уровня воды затрудняют этот процесс[10].

Фитопланктон.В Сегозерском водохранилище представлен 20 таксонами.Массовымивидамиявляются*Aulacoseiraislandica*, *Aulacoseiraitalica*, *Tabellariafenestrata*. Биомасса составляет 0,025 г/м³[17].

Состав Фитопланктона Сегозерского водохранилища [17].

№п/п	Отдел	Количество видов
1	сине-зелёные водоросли(Cyanobacteria)	6
2	золотистые водоросли (Chrysophyta)	1
3	диатомовые водоросли (Bacillariophyta)	9
4	динофитовые водоросли (Dinophyta)	1
5	зелёные водоросли (<i>Chlorophyta</i>)	2

Зоопланктон. В воде Сегозера были обнаружены организмы зоопланктона, относящиеся к 109 таксонам, из них Коловратки(Rotatoria)– 29, Каляноиды(Calanoidea) – 5, Циклопы(Cyclopoida) - 17, Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) – 56, Ракушковые (Ostracoda) – 2[19]. В Таблице 2.4 представлен список видов, которые можно отнести к числу наиболее массовых в Сегозерском водохранилище.

Анализ литературных данных [33] показывает значительное сходство в качественном составе, структуре и количественных показателях зоопланктона за период с 1977 года, это может свидетельствовать о том, что образование и эксплуатация водохранилища не повлекла за собой серьёзного эвтрофирующего воздействия. Средняя численность организмов зоопланктона в августе-сентябре 1951 года изменялась от 1,5 в открытой части до 5,8 тыс. экз/м³ в заливах, в июле 1977 года средние показатели составляли 5,7 тыс. экз/м³, аналогичные результаты были получены в результате исследования состояния сообществ зоопланктона в 2013 году (Таблица 2.5).

Таблица 2.4

Видовой состав зоопланктона Сегозерского водохранилища [19,33]

№ п/п	Группа	Представители
1	Коловратки (Rotatoria)	<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)
		<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891)
		<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)
		<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)
		<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet, 1892)
		<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)
2	Каляноиды (Calanoida)	<i>Limnocalanus macrurus</i> (Sars, 1863)
		<i>Hetercope appendiculata</i> (Sars, 1863)
		<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)
		<i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe, 1887)
3	Циклопы (Cyclopoida)	<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer, 1851)
		<i>Cyclops scutifer</i> (Sars, 1863)
		<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)
		<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)
		<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)
4	Ветвистоусые ракообразные (Cladocera)	<i>Limnosida frontosa</i> (Sars, 1862);
		<i>Holopedium gibberum</i> (Zaddach, 1855);
		<i>Daphnia cristata</i> (Sars, 1862);
		<i>Daphnia longiremis</i> (Sars, 1862)
		<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Muller, 1785)
		<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)
		<i>Eurycercus lamellatus</i> (O. F. Muller, 1776)
		<i>Bosmina longirostris</i> (Muller, 1785)
		<i>Bosmina obtusirostris lacustris</i>
		<i>Bosmina coregoni</i> (Baird, 1857)
		<i>Bosmina cf. kessleri</i> (Uljanin, 1874)
		<i>Polyphemus pediculus</i> (L., 1761)
		<i>Bythotrephes brevimanus</i> (Lilljeborg, 1901)
		<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)

Таблица 2.5

**Количественные показатели зоопланктона Сегозерского
водохранилища в 1977 и 2013 году**

(N – средняя численность, тыс. экз./м³, В – биомасса, г/м³)[19,33].

Дата	N	Соотношение основных групп, %				В	Соотношение основных групп, %			
		Calanoida	Cyclopoida	Cladocera	Rotatoria		Calanoida	Cyclopoida	Cladocera	Rotatoria
Июль- Август 1977	5,7	21	12	47	19	0,28	14	4	78	4
Октябрь 1977	0,7	63	8	1	28	0,015	79	6	1	14
Июнь- Июль 2013	5,1	11	19	39	31	0,3	9	11	66	14
Октябрь 2013	0,6	32	33	12	23	0,016	57	27	14	2

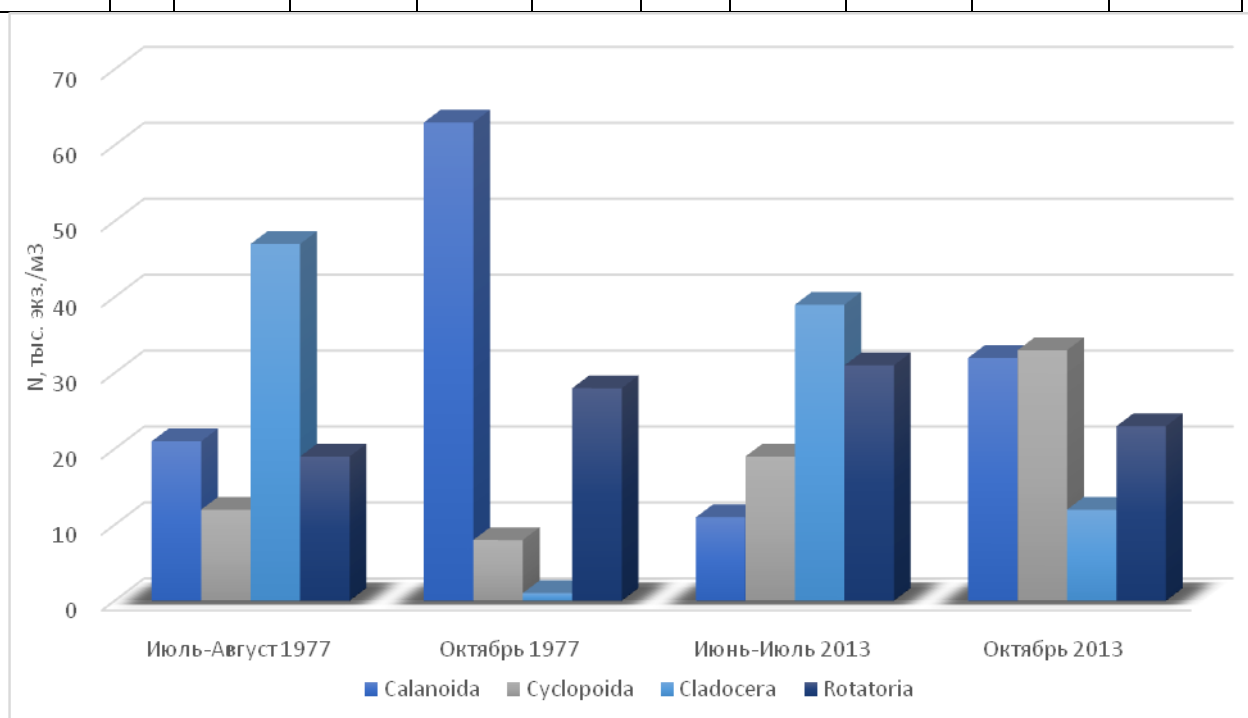


Рис. 2.1 – Соотношение основных групп зоопланктона Сегозерского водохранилища по показателям средней численности (N, тыс. экз./м³) в 1977 и 2013 году [19,33].

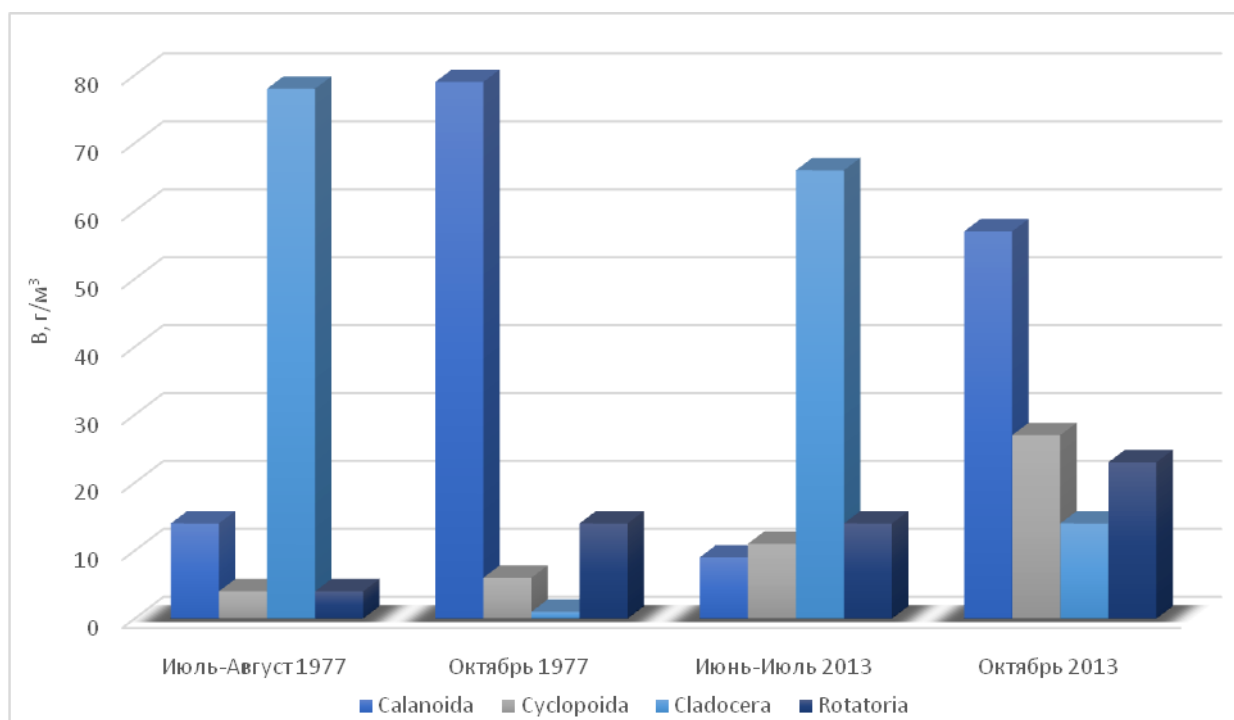


Рис. 2.2 – Соотношение основных групп зоопланктона Сегозерского водохранилища по показателям биомассы (B , г/м³) в 1977 и 2013 году [19,33]

По количеству видов и биомассе зоопланктона водохранилища в летний период доминируют ветвистоусые раки, в формировании биомассы зоопланктона Сегозера весной и осенью основную роль играют Веслоногие ракообразные (85%). Среди представителей зоопланктона есть виды, относящиеся к зоопланктерам-индикаторам олиготрофных условий (Таблица 2.6).

Таблица 2.6

Виды зоопланктеры-индикаторы олиготрофных условий, встречающиеся в Сегозерском водохранилище [2]

№ п/п	Вид индикатор
1	<i>Holopedium gibberum</i> (Zaddach, 1855)
2	<i>Bosmina obtusirostris lacustris</i>
3	<i>Limnosida frontosa</i> (Sars, 1862)
4	<i>Limnocalanus macrurus</i> (Sars, 1863)
5	<i>Heterocope appendiculata</i> (Sars, 1863)

6	<i>Cyclops scutifer</i> (Sars, 1863)
---	--------------------------------------

В целом Сегозерское водохранилище со среднегодовой биомассой зоопланктона 0,15 г/м³ можно отнести к водоёмам олиготрофного типа. В то же время в водоеме имеются участки с повышенной продуктивностью биоценозов(заливы, прибрежная зона), где уровень развития летнего зоопланктона может составлять 26,9–44,7 тыс. экз./м³ при биомассе 1,0–2,0 г/м³, однако при этом он не выходит за пределы показателей α-олиготрофного водоёма[13].

Макрозообентос. Состав донной фауны Сегозерского водохранилища представлен 63 таксонами (Таблица 2.7).

Таблица 2.7

Основные группы макрозообентоса Сегозерского водохранилища[33]

№ п/п	Представители
1	Кольчатые черви (Annelida)
1.1	Малощетинковые черви (Oligochaeta)
1.2	Пиявки (Hirudinea)
2	Круглые черви (Nematoda)
3	Водяные клещи (Hydrachnella)
4	Личинки Насекомых (Insecta)
4.1	Личинки ручейников (Trichoptera),
4.2	Личинки подёнок (Ephemeroptera)
4.3	Личинки веснянок (Plecoptera),
4.4	Личинки большекрылых (Megaloptera)
4.5	Личинки двукрылых (Diptera)
5	Моллюски (Mollusca)
5.1	Брюхоногие моллюски (Gastropoda),
5.2	Двустворчатые моллюски (Bivalvia).

Также в состав входит группа нектобентических ледниковых реликтовых ракообразных (*Crustacea*): Мезида пресноводная северная (*Mysis*

relicta), бокоплав Палласа (*Pallasiola quadrispinosa*), монопория родственная (*Monoporeia affinis*) и Бокоплав панцирный (*Gammaracantus lacustris*).

Анализ мониторинговых данных[33], полученных в 1951–1952 гг., а также в 1977 г. – после образования водохранилища, позволил обнаружить, что зарегулирование Сегозера повлекло за собой существенное уменьшение средней численности организмов зообентоса, при этом качественный состав и структура не претерпела серьёзных изменений. По численности и биомассе водохранилища доминировали личинки хирономид и олигохеты (Таблица 2.8).

Таблица 2.8

Средние количественные показатели групп макрозообентоса

Сегозерского водохранилища в 1951-1952 и 1977 году

(N – средняя численность, экз./м², В – биомасса, г/м²)[19,33]

Группы организмов	1951-1952				1977			
	N	N, %	В	В, %	N	N, %	В	В, %
<i>Oligochaeta</i>	740	21	0,14	54	274	33	0,41	42
<i>Amphipoda</i>		5		4		8		16
<i>Mollusca</i>		7		2		9		6
<i>Chironomidae</i>		53		35		47		30
Прочие		14		5		3		6

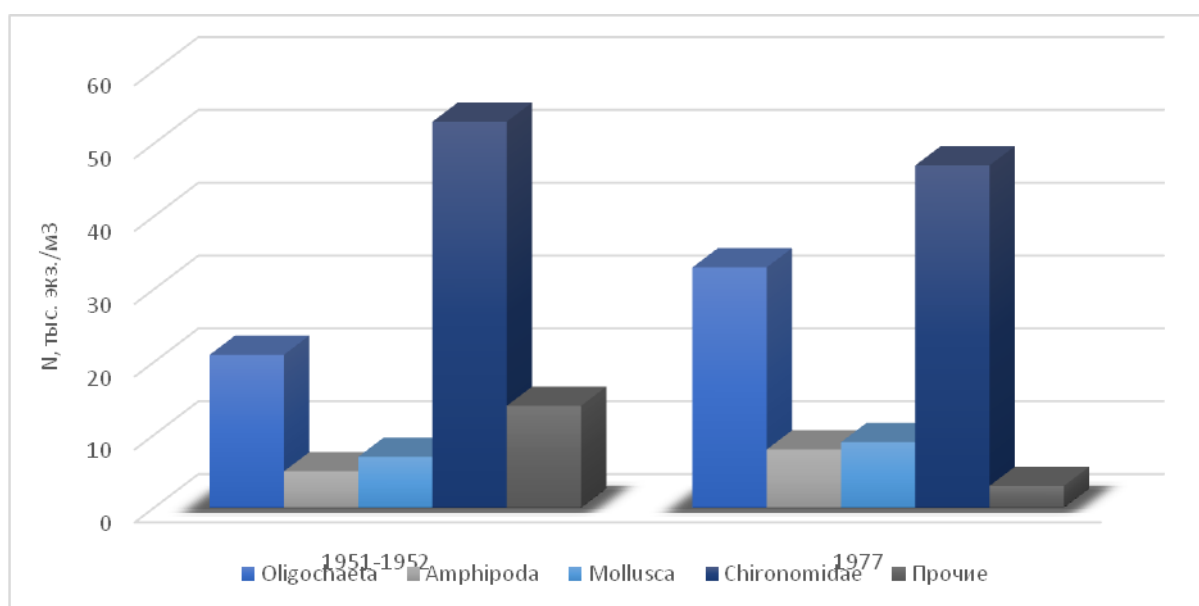


Рис. 2.3 – Соотношение основных групп макрозообентоса Сегозерского водохранилища по показателям средней численности (N, тыс. экз./м³) в 1951-1952 гг. и 1977 году [19,33].

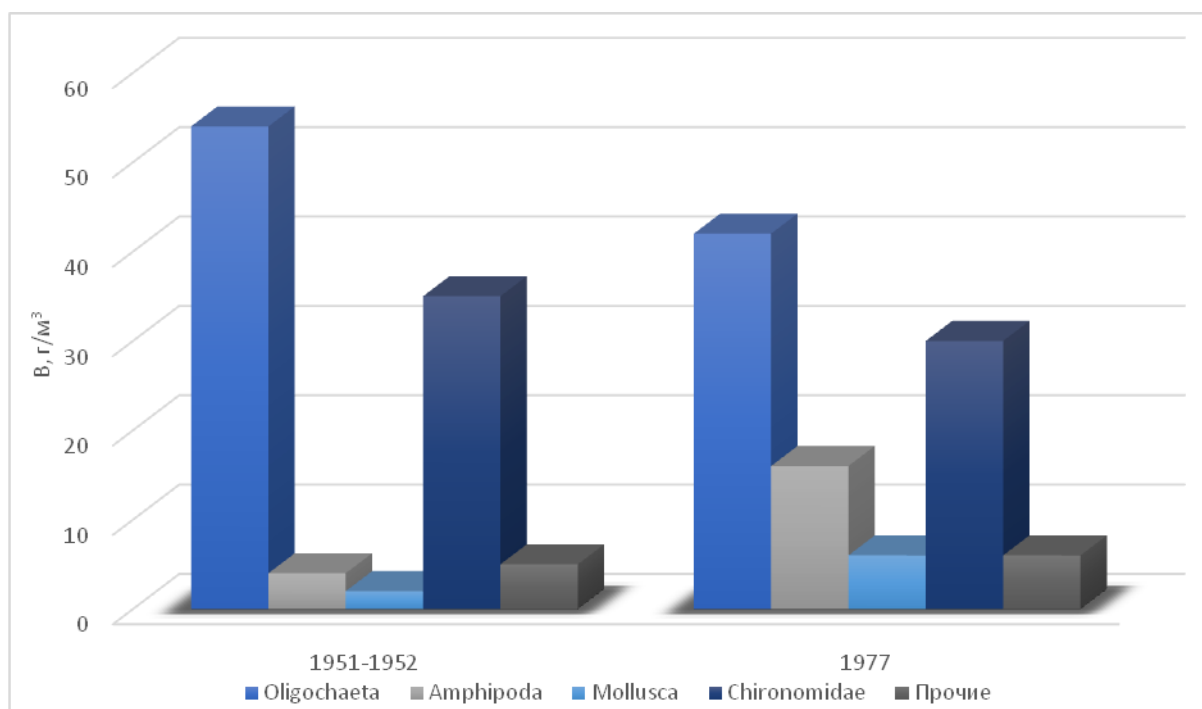


Рис. 2.4 – Соотношение основных групп макрозообентоса Сегозерского водохранилища по показателям биомассы (B, г/м³) в 1951-1952 гг. и 1977 году [19,33].

Согласно данным[19], полученным в результате исследований водохранилища осенью 2013 года, в составе зообентоса доминирующие положение заняли личинки комаров-звонцов, в меньшей степени круглые и малощетинковые черви, особи *Bivalvia* были отмечены в минимальных количествах (Таблица 2. 9).

Таблица 2.9

Соотношение групп макрозообентоса Сегозерского водохранилища в 2013 году (N – средняя численность, экз./м², B – биомасса, г/м²)[19].

Параметр/Группы	Chironomidae	Nematoda	Oligochaeta	Прочие
N, %	43	33	12	8
B, %	63	6	6	25

В широко распространенных типах литорали – прибойной каменистой и каменистой – песчаной (до 8-10 м глубины) основу населения составляют моллюски, хирономиды, ручейники, поденки, веснянки и т.д. Население илистых грунтов открытой части озера однообразно и бедно по составу. Наиболее значительные скопления донной фауны наблюдаются в заливах и среди островов – до 1,67 г/м², биомасса в открытых участках водоема – менее 0,13 г/м²[19].

По среднегодовым показателям биомассы бентосных организмов (0,28 г/м²) Сегозерское водохранилище можно охарактеризовать как ультраолиготрофный водоём[13].

2.3 Хозяйственное использование Сегозерского водохранилища и возможные источники загрязнения воды

Наиболее крупные населённые пункты, расположенные вблизи водного объекта: Попов Порог, Паданы, Евгора, Карельская Масельга; плотность населения невысокая и составляет менее 0,1 чел/км². Хозяйственно-бытовые сточные воды с прилежащих территорий в Сегозерское водохранилище не поступают[35].

В XX веке озеро активно использовалось в целях судоходства, по нему осуществлялись грузо-пассажирские и товаро-пассажирские перевозки, отдельно стоит отметить использование водоёма в целях лесосплава, который может оказывать негативный эффект на гидрохимический состав воды и проявляется в местах концентрации объемов древесины даже спустя десятки лет, помимо прочего он послужил источником загрязнения донных отложений в нерестовых реках, впадающих в водохранилище[35].

На сегодняшний день техногенная нагрузка на водоём в основном обусловлена наличием Сегозерского гидроузла и проходящими по прибрежной территории автодорогами и инженерными коммуникациями.

Незначительное влияние могут оказывать диффузные источники загрязнения, такие, как сельскохозяйственные объекты: звероводческие

фермы, птицефабрики, сельхозугодия, расположенные на значительном расстоянии от устьев рек, впадающих в водохранилище. Загрязняющие вещества, попадая с этих территорий со стоками в водоемы, оказывают отрицательное воздействие на качество воды, однако, так как по результатам гидрохимического и гидробиологического анализа в водном объекте отсутствуют превышения ПДК и относится олиготрофному типу, диффузные источники воздействия не наносит ущерба Сегозеру и его ихтиофауне.

2.4. Два основных источника антропогенной нагрузки на Сегозерское водохранилище

Влияние гидротехнических сооружений. Сегозерское водохранилище является одним из главных регуляторов стока для обеспечения гарантированной мощности гидроэлектростанций Выгского каскада. Также используется как один из источников водоснабжения города Сегежа и Сегежского ЦБК, подача воды на которые осуществляется через реку Сегежа, вытекающую из водохранилища[30].

Расходы воды реки Сегежа в истоке из Сегозерского водохранилища изменяются в широких пределах от 25 м³/с в зимний период и до 200 м³/с в летне-осенний период с июня по октябрь в зависимости о требования потребителей воды[14].

Наличие регулирующего гидротехнического сооружения – дамбы – оказало серьёзное воздействие, которое проявляется, главным образом, на снижении рыбопродуктивности и уровня естественного воспроизводства промысловых рыб. По данным водомерных наблюдений средняя годовая амплитуда колебаний уровня воды составляет 139 сантиметров, максимальная 245 сантиметров, а минимальная - 72 сантиметра. Такие значительные колебания воды на Сегозерском водохранилище нарушают условия размножения рыб и резко снижают их продуктивность.

По литературным данным[35]потери рыбопродуктивности оцениваются в 2,5 кг/га.

С 2020 года по настоящий момент дополнительным источником антропогенной нагрузки является строительство на базе существующего гидроузла малой гидроэлектростанции «Сегозерская» на восточном берегу Сегозера, в истоке реки Сегежа[37]. Известно, что проведение гидротехнических работ на акватории водных объектов нарушает условия существования всех гидробионтов. Строительство электростанции повлечет за собой такие негативные последствия, как акустическое воздействие при строительстве и работе электростанции, которое может не только вызывать беспокойство и хронический стресс у рыб, но и повлиять на характер сезонных миграций и вызвать смертность икры и личинок рыб[4,32]. Другим негативным фактором является повышение мутности, в которой создаются неблагоприятные условия для жизни рыб и гибель большинства организмов, составляющих их кормовую базу, а также увеличение в воде концентраций взвешенных веществ и загрязнителей в период производства работ, что может вызвать сокращение численности и гибель гидробионтов, особенно на ранних стадиях развития. Важным фактором воздействия являются также сточные воды, образующиеся во время строительства, которые могут попадать в водохранилище. Постоянный ущерб рыбам и кормовой базе будет наноситься за счёт эксплуатации гидротурбин электростанции. Перемещаясь по водохранилищу, биоресурсы подходят в район плотины, где выносятся течением и попадают в турбины ГЭС; значительный процент при этом травмируется или погибает[4,32].

Влияние форелевого хозяйства. С 2007 года на озере функционирует садковое форелеводческое хозяйство. Анализ литературных источников показывает[25,29], что проведение гидротехнических работ на акватории водных объектов, связанных с размещением садков и прочих сооружений, ухудшает условия существования всех гидробионтов – как растительных, так и животных форм, что нарушает протекание продукционных процессов на всех трофических уровнях, снижает продуктивность и, в конечном счете, приводит к сокращению рыбных запасов. Кроме того, функционирование

форелевого хозяйства оказывает воздействие на качество водной среды в связи с постоянным поступлением в водный объект остатков кормов и отходов жизнедеятельности рыб и рыбопереработки. Среди загрязнителей следует выделять азот и фосфор, образующиеся в результате минерализации остатков органических веществ и выделений рыб. Увеличение трофности при этом имеет отрицательное значение для отдельных видов рыб, приспособленных к условиям олиготрофных водоемов (лососевые и сиговые), однако такое увеличение трофности в основном характерно для небольших водоемов либо заливов с малым коэффициентом водообмена[29]. С другой стороны, в непосредственной близости от садков аборигенные виды частенько питаются остатками кормов, способствуя их утилизации и росту локальной рыбопродукции в водоеме[25].

Глава 3. Современное состояние ихтиофауны Сегозерского водохранилища с учетом выявленного воздействия рыбохозяйственная деятельность

Представителями ихтиофауны, имеющими промысловое значение для Сегозера, являются ряпушка, корюшка, сиг, в меньшей степени щука, налим, плотва, лещ, язь, судак, окунь, ерш. До 1995 года промысел на водохранилище осуществляли рыболовецкие колхозы, позжерыбпромысловые организации, на сегодняшний день лов рыбы ведут частные предприниматели и рыбаки-любители[33].

Сегозерское водохранилище при статусе одного из наиболее крупных водохранилищ Республики Карелия никогда не занимало лидирующее положение по объёмам промысла в силу его гидрологических и биологических условий, удалённости от крупных городов, отсутствия инфраструктуры и экономической нецелесообразности промысла. Как и на других водохранилищах Карелии, промысел на Сегозере был направлен на изъятие ценных видов при недоиспользовании запасов других видов рыб. [34]. Корюшка и судак являются видами-вселенцами, их акклиматизация проходила в период с 1950-х по 1980 гг. в целях повышения рыбопродуктивности водохранилища[30].

Согласно данным рыбопромысловой статистики (Рис. 3.1), максимальные объёмы среднегодового вылова наблюдались за период 1971-1975 гг., в 1974 году общий вылов рыбы в озере по данным официальной статистики составлял 99,2 тонны, что является максимальным показателем. Колебания общих уловов в первую очередь зависят от уловов объемов изъятия массовых видов рыб – корюшки и ряпушки.

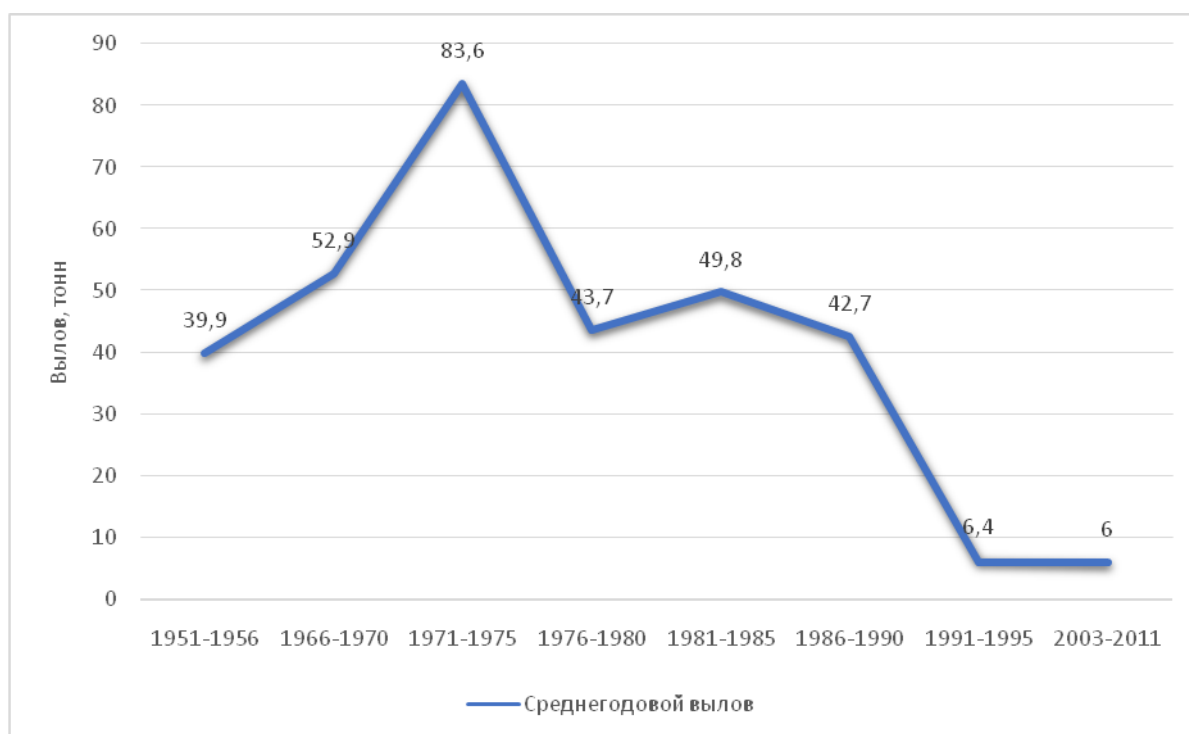


Рис. 3.1 –Динамика общего среднегодового вылова рыб в Сегозере (1951–2011 гг.)[33].

Динамику вылова промысловых рыб в водоёме можно оценить по Рис.3.2. Согласно графику, практически по всем видам максимальный улов – 83,6 тонн - пришелся на 1971-1975 гг., что связано с усовершенствованием оснащения и организации промысла, однако уже после 1985 года наблюдается резкое уменьшение вылова, которое приводит к значениям в 6 тонн в промежуток с 2003 по 2011 годы. Значительное снижение официально заявленного вылова объясняется экономическим состоянием рыбной отрасли, а именно, сворачиванием организованного промысла и недостоверных данных, предоставленных пользователями, помимо этого снижению запасов рыб способствуют и последствия зарегулирования озера.

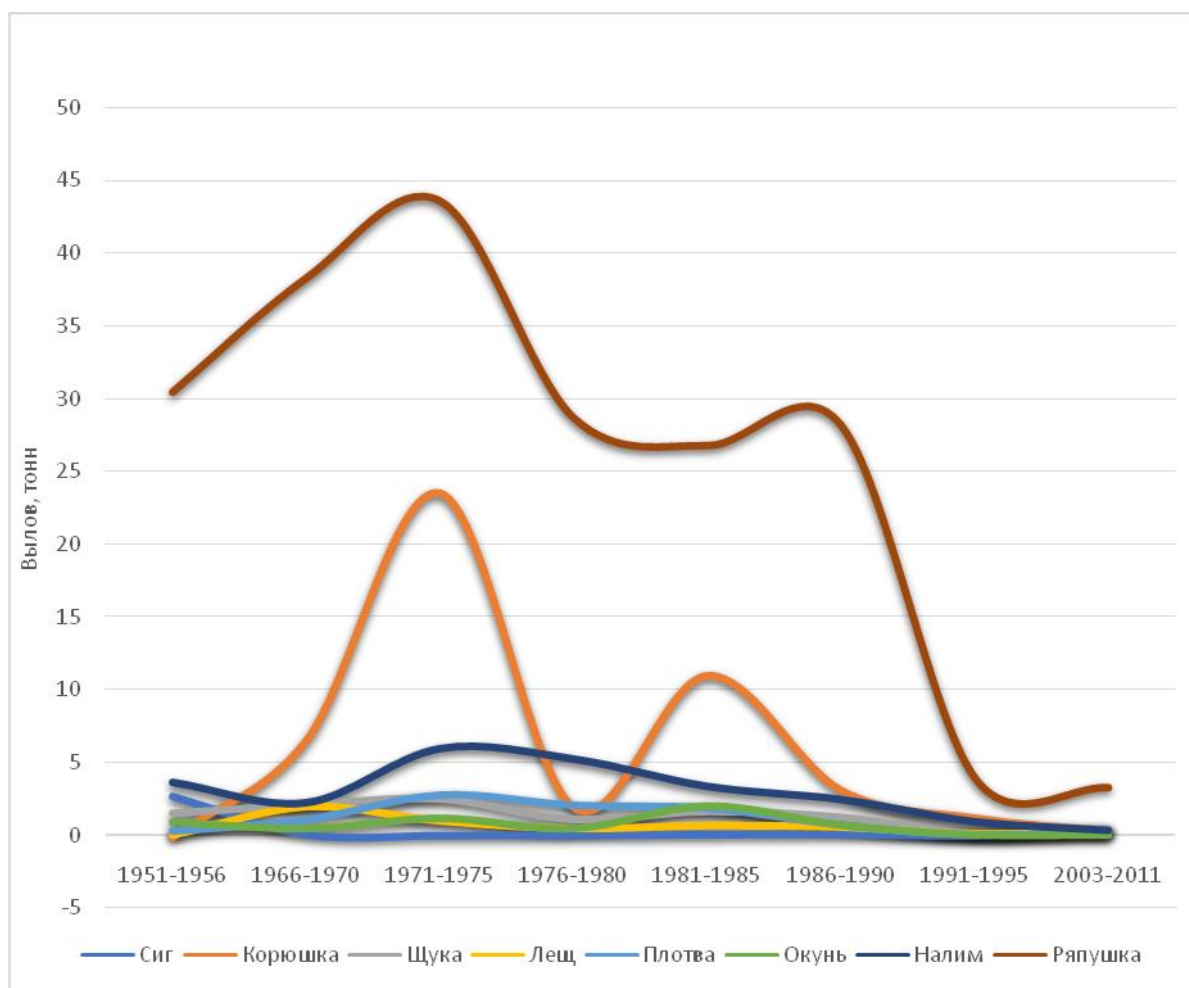


Рис. 3.2 - Официальный среднегодовой вылов рыб в Сегозере (1951–2011 гг.)[33].

В настоящее время промышленный лов рыбы на Сегозерене осуществляется. Данные об объемах вылова рыбы неорганизованными пользователями – рыбаками-любителями (на бесплатной основе, без лицензий, согласно Правилам рыболовства) на водохранилище отсутствуют.

По данным Северо-Западного ТУ Росрыболовства для сохранения запасов в период с 2019 по 2020 год устанавливался общий допустимый улов на сига в размере 0,335 тонн в научно-исследовательских и контрольных целях и 3,665 тонн в целях промышленного рыболовства, однако в связи отсутствием интереса пользователей и неосвоением выделенных квот ограничения были сняты. В 2022 году объём рекомендуемого вылова для основных промысловых видов ВБР в целях

промышленного рыболовства составлял 51,64 тонн, объем добычи был равен нулю (Таблица 3.1).

Таблица 3.1

Данные о рекомендованных объемах добычи(вылова) водных биоресурсов для осуществления промышленного рыболовства и объемах добычи (вылова) водных биоресурсов в Сегозерском водохранилище в 2022 году[составлено автором по данным СЗТУ ФАР].

Вид водного биоресурса	Рекомендованный объем добычи (вылова), тонн	Объем добычи (вылова), тонн	Освоение, %
Сиг	3,685	0	0,0
Паляя	0,8	0	0,0
Ряпушка	19,81	0	0,0
Корюшка европейская	4,89	0	0,0
Лещ	0,86	0	0,0
Плотва	6,895	0	0,0
Язь	0,5	0	0,0
Окунь пресноводный	8,89	0	0,0
Ерш пресноводный	0,5	0	0,0
Щука	2,825	0	0,0
Налим	1,985	0	0,0
Итого	51,64	0	0,0

Нерациональный и неучтенный промысел приводит к снижению запасов ценных промысловых видов (лососевых и сиговых) и замещению их малоценными видами (карповыми, окуневыми). По информации Северо-Западного ТУ Росрыболовства статистика объемов нелегального промысла рыбы на внутренних водоемах Республики Карелия не ведется.

Сворачивание организованного промысла на Сегозерском водохранилище связано также с переориентацией рыбного хозяйства республики на производство в аквакультуре товарной рыбы, главным образом радужной форели [34].

В настоящее время в акватории Сегозерского водохранилища сформированы границы 7 рыбоводных участков, их общая площадь составляет 507,5 га, на которых функционирует рыбоводный

комплекс, организованный компанией ООО «ИНАРКТИКА СЗ» (ранее ООО «Русское море -Аквакультура»)[27,36].

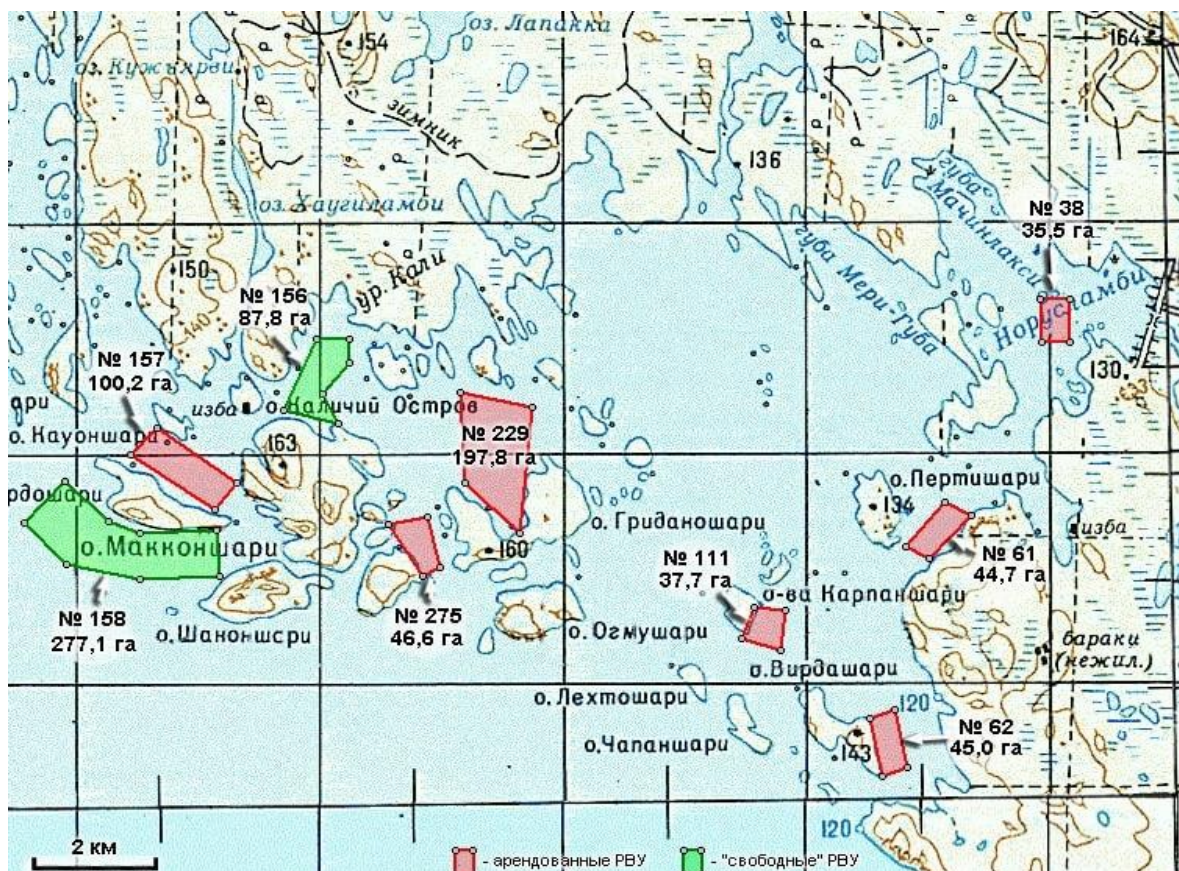


Рис. 3.3–Схема расположения рыбоводных участков на Сегозерском водохранилище[31].

Значительная проточность, низкий трофический статус и гидрохимические условия создают благоприятные условия для работы садкового форелевого хозяйства. Объем выращивания в последние годы составляет в среднем 2,5 тысячи тонн товарной форели в год, при общей расчётной производительности рыбоводного комплекса 4600 тонн в год. В состав комплекса входит собственный цех первичной переработки рыбы, где рыбу обескровливают, охлаждают, потрошат и упаковывают. Помимо этого, на площадке расположен цех для производства ветеринарного рыбьего жира и икорный цех, где икру солят и упаковывают[5].

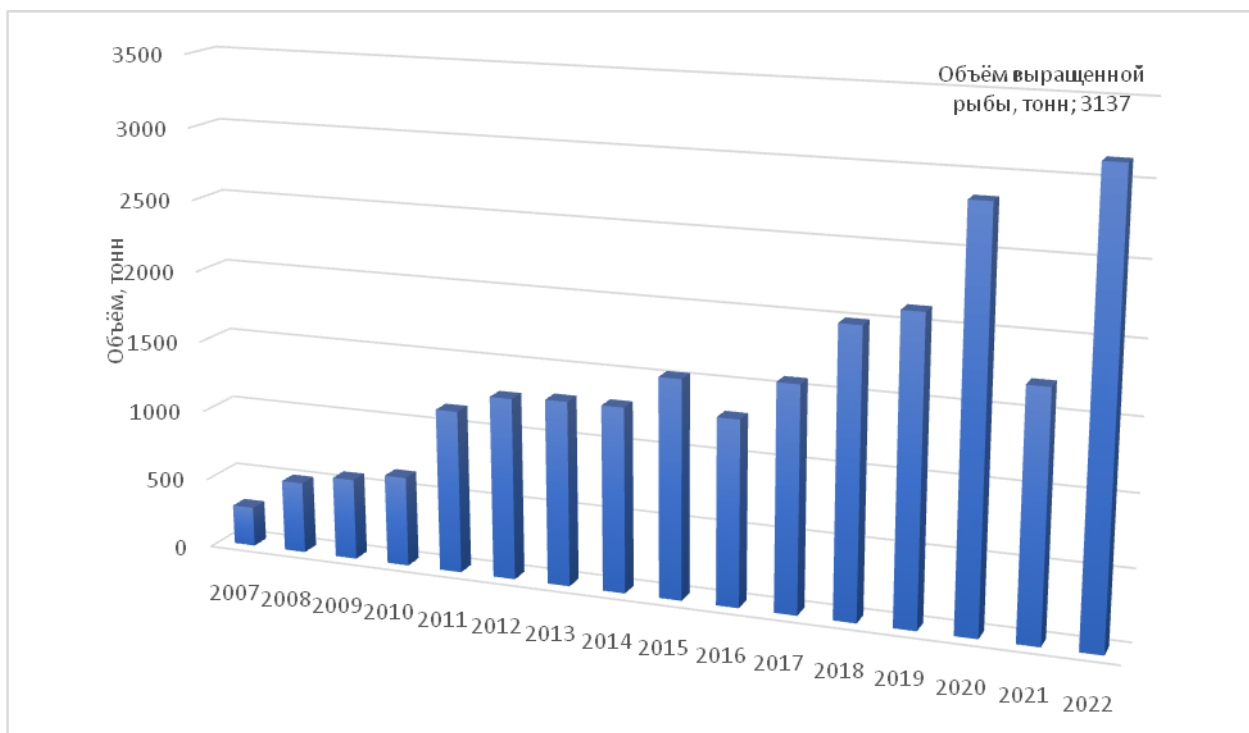


Рис. 3.3 - Динамика общих объёмов выращивания радужной форели на рыбоводном комплексе на Сегозерском водохранилище (2007–2022 гг.)(составлено автором по данным СЗТУ ФАР и [36]).

Глава 4. Рекомендации оптимизации рыбохозяйственной деятельности Сегозерского водохранилища

В условиях растущей антропогенной нагрузки на Сегозерское водохранилище, с которой экосистема водоёма пока справляется, возрастает необходимость постоянного контроля, с целью сохранения высокого качества его воды и его рыбохозяйственной ценности. Следует учитывать, что северные водные экосистемы, в том числе рассматриваемый водный объект, наиболее уязвимы к любым внешним воздействиям по причине медленной скорости их восстановления. Важной задачей также представляется оценка современного состояния рыбного сообщества и выявление изменений в результате антропогенного воздействия.

Для оптимизации рыбохозяйственной деятельности и предотвращения негативного влияния на качество воды и ихтиофауну водохранилища, следует рассмотреть и придерживаться следующих мер:

1. осуществлять проектируемые работы в акватории Сегозера в строгом соответствии с проектом и действующими нормативами для рыбохозяйственных водоемов;
2. использовать современные технологии очистки сточных вод при строительстве, а также, при необходимости, произвести строительство дополнительных очистных сооружений;
3. проводить регулярный экологический контроль за качеством воды, организовать мониторинг состояния водных биоресурсов и среды их обитания в данном водоёме;
4. ввести нормирование уловов рыболовов-любителей и вести статистику объемов любительского (потребительского) рыболовства и спортивное рыболовства;
5. проводить регулярные контрольно-надзорные мероприятия с целью проверки соблюдения правил рыболовства и выявления граждан, осуществлявших незаконную добычу (вылов) рыбы;

6. по результатам оценки современного состояния ихтиофауны, рассмотреть вопрос о необходимости осуществления искусственного воспроизводства водных биоресурсов для поддержания видового разнообразия и увеличения популяций ценных видов рыб;
7. рассмотреть вопросы о дальнейшем использовании ихтиофауны этого водохранилища в промысловых целях и вопросы интенсификации садкового форелевого рыбоводства;
8. рыбоводным хозяйствам необходимо строго соблюдать рыбоводно-биологические обоснования, организовать постоянный биомониторинг в районах расположения садков, планировать мероприятия по снижению поступлений органических веществ в водную среду, в том числе соблюдать рекомендации по выращиванию и кормлению рыбы, использовать высокоусваиваемые корма с низким содержанием фосфора, соблюдать режим и нормы кормления, использовать технологии кормораздачи;
9. ущерб, нанесенный в результате строительства гидроэлектростанции, должен быть компенсирован в полном объеме в соответствии с полученным согласованием хозяйственной деятельности и расчётами СЗТУ ФАР.

Выводы

В результате работы по изучению влияния экологического состояния Сегозерского водохранилища были сделаны следующие выводы:

1. Сегозерское водохранилище образовано в 1957 году из озера Сегозеро строительством плотины в истоке реки Сегежи, является крупным холодноводным водоёмом Республики Карелия, относящимся к бассейну Белого моря. Водохранилище входит в комплекс каскада Выгских ГЭС, а также играет значительную роль в обеспечении питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения Сегежского городского поселения. В результате колебаний уровня воды произошли изменения районов нереста и промысла отдельных видов рыб.

2. Ихтиофауна Сегозерского водохранилища представлена 17 видами рыб, среди которых присутствуют ценные виды рыб, такие, как озёрные лосось, сиг. Наиболее массовыми являются щука, а также виды карповых и окуневых рыб. Вновь вселенные рыбы (судак и корюшка) натурализовались и являются одними из основных промысловых видов.

3. По результатам гидрохимического и гидробиологического анализа было установлено, что водохранилище является олиготрофным, незначительное повышение трофности наблюдается в прибрежных участках и заливах. Качество воды соответствует нормативам водных объектов рыбохозяйственного значения.

4. Отдельные локальные и диффузные источники антропогенной нагрузки на данном этапе своей деятельности не оказывают заметного негативного влияния на водохранилище и уловы в целом. Угрозой экологическому состоянию являются два крупных источника антропогенного воздействия: функционирующий рыбоводный комплекс и строительство электростанции. Они могут являться причиной изменения условий обитания или гибели рыбного населения и компонентов биоты в отдельных частях Сегозера.

3. Промышленный вылов рыб на Сегозерском водохранилище в настоящее время находится в депрессивном состоянии. В ходе исследования отмечено, что основными причинами снижения развитого в советские годы промысла являются экономические причины, в то время как экологическое состояние, а именно, качество воды и трофический статус водного объекта, не оказывает влияния на запасы рыб и не является критическим для промышленного рыболовства, а также, напротив, способствует развитию товарной аквакультуры. В условиях высокого качества воды Сегозера функционирует крупное рыбоводное хозяйство, которое занимается садковым выращиванием, переработкой, поставкой и продажей радужной форели.

4. Проведенное исследование позволило разработать рекомендации по оптимизации рыбохозяйственной деятельности в Сегозерском водохранилище. К основным рекомендациям относится оценка современного состояния ихтиофауны водохранилища, организация регулярного экологического мониторинга состояния водных биоресурсов и среды их обитания, осуществление хозяйственной деятельности в строгом соответствии с проектом и согласованием, проведение мероприятий по искусственному воспроизводству в целях компенсации ущерба, причиненного водным биологическим ресурсам и среде их обитания.

Список используемой литературы

1. Аквакультура России.[Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://aquacultura.org/> (дата обращения: 20.03.2023)
2. Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озёрных экосистем. // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. - № 2, 2014.
3. Атлас пресноводных рыб России / под ред. Ю. С. Решетникова. - М.: Наука, 2003. – Т. 1.С. 379
4. Ахметшин, И.Ф. Экологические аспекты работы турбин ГЭС / И.Ф. Ахметшин // Труды Братского государственного индустриального института: материалы XX науч.-техн. конф. В 2 т. - Братск: БРИИ, 1999. - Т.2. – 149 с.
5. Безотходная форель: компания «РМ — Аквакультура» обновило очистное оборудование в Карелии».[Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://fishbiosystem.ru/find/Geo/Segozer0%20Lake.html> (дата обращения: 11.06.2023)
6. Берг Л.С. Рыбы пресноводных вод СССР и сопредельных стран. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – Т.1. С.1 -468; 1949. Т.2. С. 469-929; Т.3. С.930-1381.
7. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 28.04.2023)// Собрание законодательства РФ. – 05.06.2006. – № 23. – ст. 2381.
8. Георгиев А. П., Широков В. А., Черепанова Н. С., Коркин С. В. Антропогенное влияние на водные экосистемы Республики Карелия // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2021. № 1. – С. 14-23.
9. Государственный водный реестр.[Электронный ресурс]. – Режим доступа:<https://textual.ru/gvr/> (дата обращения: 05.04.2023)

- 10.Гордеева-Перцева Л.И., Смирнов А.Ф., Стефановская А.Ф. Озеро Сегозеро (Сегежский Район, Республика Карелия)// Озера Карелии. - Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР. 1959. – С. 465-481.
- 11.Ильмаст Н.В. Рыбное население пресноводных экосистем Карелии в условиях их хозяйственного освоения. / Автореф. дисс. докт. биол. наук. - Москва, 2012. – С. 49
- 12.Каталог озер и рек Карелии / под ред. Н.Н. Филатова и А.В. Литвиненко. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2001. – 290 с.
- 13.Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007.– 390 с.
- 14.Комулайнен С.Ф., Барышев И.А., Круглова А.Н., Галахина Н.Е., Никерова К.М. Современное состояние рек бассейна озера Сегозеро (Сегозерское водохранилище, Республика Карелия) // Институт биологии Карельского научного центра РАН/ 2021. – С. 60-71.
- 15.Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 403 с.
- 16.Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. – С. 1128
- 17.Курицын А.Е. Состояние водной экосистемы Сегозера – сигового водоема средней Карелии. // Современные проблемы науки и образования. - 2011. №6. (приложение "Биологические науки"). – С. 9
- 18.Куликова Т.П. Зоопланктон водных объектов бассейна Белого моря: монография / Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН. — Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. – 325 с
- 19.Кучко Я.А., Савосин Е.С., Кучко Т.Ю. Современное состояние сообществ зоопланктона и макрозообентоса Сегозера в районе размещения садкового форелевого хозяйства // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. - 2015. №4 (149). – С. 29-33.

- 20.Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года № 552//Электронный фонд. – 2023.
- 21.Об установлении категории водных объектов рыбохозяйственного значения и особенностей добычи (вылова) водных биологических ресурсов, обитающих в них и отнесенных к объектам рыболовства: приказ Федерального Агентства по рыболовству № 818 от 17 сентября 2009 года //Электронный фонд. – 2023.
- 22.Об утверждении Перечня особо ценных и ценных водных биоресурсов: приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 23 октября 2019 года № 596 (с изменениями на 18 февраля 2020 года) //Электронный фонд. – 2023.
- 23.Об утверждении Перечня объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации: приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 24 марта 2020 года № 162 //Электронный фонд. – 2023.
- 24.Озера Карелии. Справочник/Под ред. Н.Н. Филатова, В.И. Кухарева. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. – 464 с.
- 25.Онищенко И.Н. Особенности распределения, роста и питания озерных рыб в зоне влияния форелевых хозяйств (Республика Карелия) / Автореф. дисс. канд. биол. наук. - Петрозаводск, 2015. – С. 20
- 26.Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных объектов ГОСТ 17.1.2.04-77 от 1 июля 1978 года//Электронный фонд. – 2023.
- 27.Сведения о рыбоводных участках Республики Карелия, предоставленных в пользование для осуществления аквакультуры (рыбоводства) [Электронный ресурс]. – Режим

доступа:<https://sztufar.ru/files/documents/20536.pdf> (дата обращения: 04.06.2023)

- 28.Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Савосин Д.С., Круглоротые и рыбы пресных вод Карелии. - Петрозаводск: Карельский научный центр Российской академии наук, 2016. – 224 с.
- 29.Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. Состояние и перспективы развития форелеводства в республике Карелия//Рыбохозяйственные водоёмы России: фундаментальные и прикладные исследования/Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 2-4 апреля 2018 г. – СПб, Изд-во ГосНИОРХ, 2018. – С. 591-595.
- 30.Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейнов рек Кольского п-ва и Карелии, впадающих в Белое море (российская часть бассейнов). [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.dpbvu.ru/> (дата обращения: 05.04.2023)
- 31.Схема рыбоводных участков. Сообщество «Экологическая справедливость»). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vk.com/vuonnini?z=photo-179596597_457239986%2Fwall-179596597_3632 (Дата обращения: 24.05.2023).
- 32.Угрюмов, Б.И. К оценке воздействия турбин ГЭС на гидробионты / Б.И. Угрюмов, И.Ф. Ахметшин. // Достижения науки и техники развитию Сибирских регионов: тез. док. Всероссийской науч.-практ. конф. - Красноярск, 1998. – С. 142- 143.
- 33.Черепанова Н.С., Георгиев А.П. Состояние среды обитания и рыбных ресурсов Сегозерского водохранилища (Карелия) // Вопросы рыболовства. - Т. 15. № 4, 2014.
- 34.Черепанова Н. С., Георгиев А. П., Горбачев С. А., Широков В. А. Рыбопродукционный потенциал озер Республики Карелии на современном этапе // Вестник Астраханского государственного

технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2020. № 2. - С. 59-66.

35. Черепанова Н.С., Широков В.А., Георгиев А.П. Основные предложения по регламентации режима рыболовства ценных видов рыб (лосось, сиг) на Сегозерском водохранилище (Республика Карелия) // Современные научные исследования и инновации, 2017. № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://web.snauka.ru/issues/2017/03/79767> (дата обращения: 02.06.2023).
36. INARCTICA – лидер рынка аквакультурного лосося в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inarctica.com/> (дата обращения: 04.06.2023).]
37. «En+ Group инвестирует 1,4 млрд руб. в строительство малой Сегозерской ГЭС в республике Карелия». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/news/energy/623768-en-group-investiruet-1-4-mlrd-rub-v-stroitelstvo-maloy-segozerskoy-ges-v-respublike-kareliya/> (дата обращения: 29.05.2023)
38. Segozero Lake (Сегозеро), Segozerskoe Reservoir (Сегозерское водохранилище). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fishbiosystem.ru/find/Geo/Segozero%20Lake.html> (дата обращения: 05.04.2023)