

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»

Санкт-Петербургский филиал
(«ГосНИОРХ» им. Л.С.Берга)

**«МАТЕРИАЛЫ, ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ ОБЩИЙ ДОПУСТИМЫЙ
УЛОВ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ВОДНЫХ
ОБЪЕКТАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ, ЛАДОЖСКОМ ОЗЕРЕ (В
ГРАНИЦАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ) НА 2027 ГОД
(с оценкой воздействия на окружающую среду)»**

Т 1. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Разработаны:
Санкт-Петербургским филиалом
ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ»
им. Л.С.Берга)

Руководитель
Санкт-Петербургского
филиала ФГБНУ «ВНИРО»
(«ГосНИОРХ» им. Л.С.Берга)



 М. М. Мельник

Санкт-Петербург, 2026 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность	Подпись исполнителя	Ф.И.О., выполняемые разделы
Главный специалист лаборатории ихтиологии		А.Г. Леонов (разд. 1.4, 1.5, 2)
Зав. лаборатории рыбохозяйственной экологии		Е.Н. Романова (разд. 1.2)
Вед. спец. лаборатории гидробиологии, к.б.н.		А.Л. Афанасьева (разд. 1.3)
Ст. научн. сотр. лаборатории гидробиологии, к.б.н.		Ю.А. Зуев (разд. 1.3)
Гл. спец. лаборатории гидробиологии		А.Е. Трифонов (разд. 1.3)

РЕФЕРАТ

Объем материалов – 101 стр., 27 таблиц, 32 рисунка, 93 литературных источника
ИХТИОФАУНА, ПРОМЫСЛОВЫЙ ЗАПАС, ПРОГНОЗ, ОДУ

Объектом исследования являются водные биологические ресурсы (ВБР) и среда их обитания в Ладожском озере в границах Ленинградской области.

Цель исследований: оценить состояние запасов и разработать прогноз общего допустимого улова (ОДУ) водных биологических ресурсов (сига и судака) в водных объектах Ленинградской области и Ладожском озере (в границах Ленинградской области) на 2027 г.

В соответствии с Приказом Минсельхоза России от 08.09.2021 г. № 618 общий допустимый улов (ОДУ) устанавливается для ограниченного числа водных биологических ресурсов. В водных объектах Ленинградской области и Ладожском озере ОДУ определяется для двух видов рыб - сига и судака.

Учитывая ограничения по промышленному рыболовству в малых озерах, реках и водохранилищах Ленинградской области, а также состояние в них запасов вышеупомянутых видов, общий допустимый улов (ОДУ) сига и судака по данной категории водоемов не прогнозируется.

Таким образом, в водных объектах Ленинградской области общий допустимый улов определялся для двух единиц запаса - сига и судака Ладожского озера (в границах Ленинградской области).

Краткое содержание и основные результаты.

Для оценки состояния среды обитания анализировали материалы, полученные в ходе ежегодного рыбохозяйственного мониторинга на Ладожском озере.

Результаты исследований свидетельствуют, что в целом, гидрохимический режим и экологическое состояние Ладожского озера стабильные и сохраняются на уровне предыдущих лет. Анализ материалов по результатам исследований Ладожского озера в 2025 г. позволяет сделать вывод, что гидрохимические и токсикологические показатели, в целом, были удовлетворительными. Единичные случаи превышения нормативов ПДК_{рх}, в целом, не ухудшили качество среды обитания в 2025 г., однако, районы северной Ладоги и Волховская губа, в результате многолетней хозяйственной деятельности, менее благоприятны для гидробионтов.

Хорошее насыщение воды растворенным кислородом создавало благоприятный кислородный режим для водных биоресурсов в период открытой воды 2025 г. на всей

акватории озера. Биотестирование показало отсутствие острой токсичности в воде Ладожского озера.

В отсутствие в Ладожском озере рыб-фитофагов фитопланктон участвует в формировании кормовой базы рыб как первичный продуцент. Количественные показатели водорослей планктона за последние десятилетия варьируют незначительно и определяются, в основном, климатическими условиями.

Кормовую базу рыб-планктофагов в 2025 г. (на основании результатов проведенных исследований летнего и осеннего сезона) для Ладожского озера можно охарактеризовать как «малокормную» (биомасса менее 1 г/м³). На отдельных участках значения биомассы соответствовали «малой – средней кормности» (биомасса от 1 г/м³ до 2 г/м³).

На основании данных о видовом составе и обилии зообентоса запасы кормового бентоса в Ладожском озере в 2025 г. в Западном, Глубоководном, Склоновом и Шхерном районах и Свирской губе можно охарактеризовать как «малокормные», в Волховской губе – как «среднекормные», в Шлиссельбургской губе – как «выше средней кормности», в Восточном районе – как «весьма высококормные». Значительная доля кормовой базы формируется за счет наиболее ценной кормовой группы – ракообразных.

При определении ОДУ использовали данные промысловой статистики (СЗТУ Росрыболовства), данные траловых съемок, расчётные показатели численности и биомассы промыслового и нерестового запасов судака и сига за последние тридцатилетие, данные по возрастному составу уловов, средних показателей (длина, масса) возрастных групп рыб этого вида за десятилетний период.

Современная методология обоснования ОДУ как меры регулирования рыболовства - это методология управления запасами водных биоресурсов путем научно обоснованного нормирования объемов допустимого промыслового изъятия.

На основе оценки состояния запасов сига и судака Ладожского озера (в границах Ленинградской области) с применением современных методологических подходов разработан прогноз их общего допустимого улова на 2027 г.

Общий допустимый улов сига определен в объеме 30 т с учетом рекомендуемых ограничений. В 2027 г. ОДУ судака в южной части Ладожского озера прогнозируется в объеме 150 т.

Таким образом, ОДУ ВБР в эксплуатируемых промыслом водоемах Ленинградской области (Ладожское озеро), прогнозируется в объеме 180 т.

Оценка воздействия на окружающую среду. Рекомендуемые величины промыслового изъятия запасов рыб не должны привести в долгосрочной перспективе к истощению биологического разнообразия и позволят сохранить способность

эксплуатируемых популяций к расширенному воспроизводству и устойчивому существованию.

Намечаемая деятельность не повлечет необратимых изменений экосистемы Ладожского озера.

Значение проведенных работ. Выполненные исследования позволяют оценивать современное состояние и тенденции динамики ВБР и аргументировано подходить к обоснованию мер по их охране и рациональному использованию, а также к вопросам регулирования рыболовства.

«Материалы, обосновывающие общий допустимый улов водных биологических ресурсов в водных объектах Ленинградской области, Ладожском озере (в границах Ленинградской области) на 2027 год (с оценкой воздействия на окружающую среду)» оформлены в виде двух частей – это материалы собственного биологического обоснования прогноза ОДУ и материалы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

СОДЕРЖАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ	7
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	13
ВВЕДЕНИЕ	15
1 Обоснование общего допустимого улова водных биологических ресурсов в Ладожском озере (в границах Ленинградской области) на 2027 г.....	19
1.1 Морфологическая характеристика Ладожского озера	19
1.2 Состояние среды обитания водных биоресурсов Ладожского озера	21
1.3 Состояние кормовой базы рыб Ладожского озера	45
1.4 Прогноз общего допустимого улова сига (<i>Coregonus lavaretus</i> L.).....	61
1.5 Прогноз общего допустимого улова судака (<i>Sander lucioperca</i> L.).....	77
2. Прогноз общего допустимого улова в водных объектах Ленинградской области (Ладожское озеро в границах Ленинградской области) на 2027 г.....	92
ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	94

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Бентос – совокупность организмов, всю жизнь или большую ее часть обитающих на дне морских и пресноводных водоемов, в его грунте и на грунте.

Биомасса общая (*B*) - масса стада или какой-либо определенной его части.

Биомасса нерестовая - биомасса нерестовой части запаса.

Биомасса промыслового запаса - промысловый запас, выраженный в единицах массы.

Биологически безопасная область эксплуатации запаса - область допустимых значений жизненно важных биологических характеристик эксплуатируемого запаса, в которой запас сохраняет способность к расширенному воспроизводству; более строгие определения могут быть дополнены ожидаемым временем восстановления величины запаса до некоторого целевого уровня, обычно до уровня, соответствующего его максимальной среднедолголетней продуктивности.

Вид длинноцикловый - вид, средняя продолжительность жизненного цикла которого превышает 15 лет.

Вид среднецикловый - вид, средняя продолжительность жизненного цикла которого больше 5 лет, но меньше 15 лет.

Вид короткоцикловый - вид, средняя продолжительность жизненного цикла которого не превышает 5 лет.

Вид промысловый - потенциальный или фактический объект промысла.

Возраст рыб (*t*) - число полных лет жизни. Обозначается арабской цифрой. Возраст сеголетка обозначается – 0+.

Воспроизводство запаса – процесс восстановления запаса за счет пополнения и весового роста особей; если за определенный период (обычно за год) прирост запаса превышает его естественную убыль, воспроизводство называется **расширенным**, если равен убыли – **простым** или компенсационным.

Генерация - см. класс годовой.

Граничные ориентиры управления– ориентиры управления, устанавливающие границы области биологически безопасной эксплуатации запаса в терминах биомассы запаса и интенсивности промысла.

Длина рыб средняя- показатель, характеризующий линейный размер рыб в возрастной группе, улове или водоеме. Определяется как средневзвешенная величина с

учетом объема выборки. Обычно измеряется длина тела от конца рыла до заднего края чешуйного покрова (промысловая длина) или до конца средних лучей хвостового плавника (длина по Смитту).

Длина АВ – абсолютная длина всего тела или зоологическая длина. Расстояние от переднего конца рыла до заднего края наибольших лучей хвостового плавника (L).

Длина АС – расстояние от переднего конца рыла до развилки хвостового плавника (заднего края срединных лучей) или длина по Смитту. Применяется для лососевых рыб.

Длина АД – расстояние от переднего конца рыла до конца чешуйчатого покрова, если таковой имеется, а при отсутствии чешуи до основания лучей хвостового плавника. В современной промысловой ихтиологии действительно называется промысловой длиной и обозначается (l).

Единица запаса - устойчивая промысловая концентрация, состоящая, как правило, из особей одного вида, которая имеет самостоятельное промысловое значение в данном районе в течение рассматриваемого интервала времени (например, квартала, года).

Запас - часть популяции рыб, которая рассматривается с позиции существующей или возможной эксплуатации.

Запас промысловый - часть запаса (в единицах массы или в штучном выражении), состоящая из рыб, размеры которых обычно считаются промысловыми или устанавливаются правилами рыболовства.

Зоопланктон – совокупность животных, обитающих в толще воды морских и континентальных водоемов и не способных активно противостоять переносу течениями, т.е. пассивно “парящих” в толще воды.

Изъятие промысловое - см. улов.

Интенсивность промысла - эффективное промысловое усилие; промысловое усилие на единицу площади; эффективность промысла.

Использование водных биологических ресурсов - промышленная эксплуатация природных популяций рыб и других промысловых гидробионтов или получение иными способами пользы от указанных объектов для удовлетворения материальных или духовных потребностей человека с изъятием их из среды обитания.

Ихтиомасса общая (B) - см. биомасса общая.

Ихтиомасса промыслового запаса - см. биомасса промыслового запаса.

Квота вылова водных биоресурсов - доля общего допустимого улова, устанавливаемая для каждой добывающей организации, участвующей в эксплуатации данного объекта промысла.

Класс годовой - рыбы, появившиеся на свет в данном году. В случае если нерест происходит осенью, а выклев весной, календарный год выклева обычно используется для определения годового класса.

Коэффициент естественной смертности годовой - см. коэффициент естественной смертности условный.

Коэффициент естественной смертности мгновенный (M_i) - величина, равная мгновенному коэффициенту общей смертности, умноженному на отношение числа рыб, погибших от естественных причин, к общему числу погибших рыб, когда естественная и промысловая смертность проявляются одновременно.

Коэффициент естественной смертности условный (φ_M) - доля первоначальной величины запаса, которая погибла бы в течение года от всех причин, за исключением промысла, если бы промысловая смертность отсутствовала ($\varphi_M = 1 - e^{-M}$).

Коэффициент общей смертности годовой (φ_Z) - число рыб, погибающих за год, деленное на их число в начале года.

Коэффициент общей смертности мгновенный (Z_i) - значение натурального логарифма коэффициента выживаемости, взятое с обратным знаком; отношение числа рыб, погибших за единицу времени, к численности популяции в течение этого времени при условии, что численность популяции за это время не меняется.

Коэффициент промыслового изъятия (F_i) - мгновенный коэффициент промысловой смертности.

Коэффициент промысловой смертности годовой (φ_F) - см. коэффициент промысловой смертности условный.

Коэффициент промысловой смертности мгновенный (F_i) - величина, равная мгновенному коэффициенту общей смертности, умноженному на отношение числа выловленных рыб к общему числу погибших рыб, когда промысловая и естественная смертность проявляется одновременно.

Коэффициент промысловой смертности условный (φ_F) - доля первоначальной величины запаса, которая была бы выловлена в течение года (или сезона), если бы не действовали другие причины смертности ($\varphi_F = 1 - e^{-F}$). Используются также термины «годовой коэффициент промысловой смертности», «сезонный коэффициент промысловой смертности».

Коэффициент уловистости (q) – отношение числа рыб или других водных объектов, пойманных орудием лова, к общему их числу, находившемуся в зоне действия орудия лова.

Лов научно-исследовательский- добыча (вылов) водных биоресурсов в целях проведения государственного мониторинга.

Максимальный устойчивый улов (MSY) – наибольшая величина среднесуточного улова, которую в течение продолжительного времени можно получать из данного запаса при относительной стабильности условий окружающей среды.

Масса рыб средняя (W) – показатель, характеризующий массу рыб в возрастной группе или улове.

Общий допустимый улов (ОДУ) – научно обоснованная величина годовой добычи (вылова) водных биоресурсов конкретного вида в определенных районах, установленная с учетом особенностей данного вида (п. 12 в ред. Федерального закона от 06.12.2007 N 333-ФЗ).

Ориентиры управления – особые значения биологических характеристик эксплуатируемого запаса (биомассы запаса и промысловой смертности) и значений функционально с ними связанных параметров промысла (улова на промысловое усилие и промыслового усилия), позволяющие конкретизировать цель управления и контролировать изменения состояния запаса в процессе ее достижения.

Поклоение - особи одного года рождения.

Пополнение (R) - увеличение промысловой части популяции в результате вступления в нее растущих особей младших возрастных групп; часть общего запаса, состоящая из рыб, вступающих в промысловое освоение в текущем году.

Пополнение абсолютное - число рыб, достигающих промысловых размеров за единицу времени (обычно за год).

Популяция виртуальная - используемый запас.

Правила рыболовства - нормативный акт, устанавливающий условия, способы и порядок изъятия водных биоресурсов из определенных водных объектов рыбохозяйственного значения, перечисленных в специальной части данного нормативного акта, в целях обеспечения их устойчивого использования.

Правило регулирования промысла (ПРП) – формализация принятой стратегии управления рыболовством с помощью ОДУ; правило принятия решений по величине ОДУ с учетом текущего состояния запаса и тенденций его развития.

Предосторожный подход к управлению рыболовством (РА) – современная концепция управления рыболовством в условиях неопределенности, которая устанавливает приоритет сохранения эксплуатируемых запасов над текущими социально-экономическими интересами рыболовства; основан на принципе предосторожности и концепции устойчивого развития.

Прилов - случайное изъятие при специализированном промысле. Случайное изъятие означает вылов, изъятие или добычу вида или запаса рыб при ведении специализированного промысла другого вида или запаса рыб.

Прогноз улова - научно обоснованная величина изъятия рыб из водоема всеми видами промысла, рассчитанная с определенной заблаговременностью.

Продуктивность популяции - способность популяции (запаса) увеличивать свою биомассу за счет процессов воспроизводства и весового роста; помимо видовых особенностей и условий обитания, заметное влияние на уровень продуктивности оказывают величина и структура популяции (запаса).

Продукция - общий прирост биомассы запаса за единицу времени независимо от того, сохранится ли этот запас к концу этого периода.

Производительность промысла - улов на единицу усилия.

Промысел (добыча) водных биологических ресурсов - комплексный процесс, включающий поиск и вылов (добычу) водных биологических ресурсов и сдачу улова на береговые рыбоприемные пункты.

Промысел специализированный - означает промысел, направленный на конкретный вид или запас рыб. Промысел считается специализированным, если какой-либо из видов ВБР составляет более 50% веса общего улова.

Ресурсы водные биологические (ВБР)- организмы любых таксономических категорий, которые используются или могут использоваться человеком вне зависимости от целей и способов эксплуатации.

Рыболовство промышленное - предпринимательская деятельность, связанная с промыслом (добычей) водных биологических ресурсов.

Смертность естественная - процесс сокращения численности рыб под влиянием естественных причин (старение, болезни, хищники и пр.). Количественно характеризуется годовым (φ_m) или мгновенным (M) коэффициентом смертности. В состав естественной смертности, как правило, включают браконьерский вылов.

Смертность общая - процесс сокращения численности рыб под влиянием всех причин, вызывающих это сокращение, качественно характеризуется годовым (φ_z) или мгновенным (Z) коэффициентами общей смертности.

Смертность промысловая - процесс сокращения численности рыб под влиянием промысла. Количественно характеризуется годовым (φ_F) или мгновенным коэффициентом (F) промысловой смертности.

Улов - совокупность пойманных рыб или других объектов промысла в штучном или весовом выражении.

Улов возможный - величина изъятия рыбы из водоема, прогнозируемая исходя из возможностей рыбодобывающих организаций и продуктивности промыслового стада.

Улов на единицу усилия - улов в штучном выражении или в единицах массы, приходящийся на единицу промыслового усилия.

Улов промысловый (Y) - величина изъятия рыб из водоема всеми видами промысла.

Усилие промысловое - общее число орудий лова, используемых в течение определенного периода времени. Если применяются орудия лова двух или более типов, они должны быть приведены к какому-либо стандартному типу.

Участок рыбопромысловый - включает в себя поверхностные воды, дно водного объекта рыбохозяйственного значения и необходимую для осуществления рыбохозяйственной деятельности прибрежную полосу суши. Порядок предоставления прибрежной полосы суши, и размеры такой прибрежной полосы суши определяются законодательством Российской Федерации.

Целевые ориентиры управления – ориентиры управления, определяющие долгосрочные цели эксплуатации запаса в биологических и промысловых терминах.

Численность (N) - величина популяции (запаса) или определенной ее части, выраженная в экземплярах.

Численность рыб абсолютная (N) - суммарная численность рыб в водоеме, определенная тем или иным методом.

Целевые ориентиры управления – ориентиры управления, определяющие долгосрочные цели эксплуатации запаса в биологических и промысловых терминах.

Шаг ячеи - расстояние между двумя соседними узлами (соединениями нитей, при безузловом изготовлении) сетного полотна. Определяется только в мокрых орудиях лова путем измерения расстояния между 11 последовательными узлами сетного полотна и деления полученного числа на 10. Замеры должны быть произведены не менее чем на трех участках сетного полотна каждой детали орудия лова.

Экосистемный подход к управлению рыболовством (EA) – концепция управления рыболовством, учитывающая, помимо прочего, влияние промысла на экосистему и влияние экосистемы на эксплуатируемые запасы водных биологических ресурсов.

Эффективность промысла - общий термин, характеризующий величину относительного изъятия рыбы из стада, но не имеющий такого точного определения, как коэффициент эксплуатации или мгновенный коэффициент промысловой смертности.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

B – биомасса

B_{buf} – целевой ориентир, индикаторы области, в которой становится реальной вероятностью того, что фактическое текущее значение биомассы запаса может упасть ниже уровня граничного ориентира

B_{lim} – биомасса, ниже которой запас теряет устойчивость

B_{loss} – наименьшее наблюдаемое значение нерестовой биомассы

B_{tr} – целевой ориентир, определен как средняя за последние двадцать пять лет нерестовая биомасса данного вида

EA – экосистемный подход в рыболовстве

F – промысловая смертность

LOC – лабильный органический углерод

M – естественная смертность

MSY – максимальный уравновешенный улов

N – численность рыб

N_t – численность рыб в возрастной группе

PA – предосторожный подход к управлению рыболовством

Q – коэффициент уловистости

t – возраст, годы

VPA – виртуально-популяционный анализ

Y – улов рыб

ВБР – водные биологические ресурсы

НУВ – нефтяные углеводороды

ОДУ – обще допустимый улов

ТМ – тяжёлые металлы

СМЗ – среднее медианное значение

ПБА – полный биологический анализ

ПДК_{вр} – предельно допустимая концентрация в водоёмах рыбохозяйственного значения

ПРП – правила регулирования промысла

СЗТУ Росрыболовства – Северо-Западное территориальное управление Росрыболовства

УП – усреднённая концентрация в почвах мира

ФАР – Федеральное агентство по рыболовству

Φ_F – коэффициент промышленной смертности годовой

Φ_M – коэффициент естественной смертности годовой

Φ_Z – коэффициент общей смертности годовой

ВВЕДЕНИЕ

Порядок определения и утверждения общего допустимого улова водных биологических ресурсов конкретного вида установлен Постановлением Правительства РФ от 25 июня 2009 г. N 531 «Об определении и утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов и его изменении».

Во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, общий допустимый улов водных биологических ресурсов определяется в границах субъекта Российской Федерации.

В соответствии с Приказом Минсельхоза России от 08.09.2021 г. № 618 «Об утверждении перечня видов водных биологических ресурсов, в отношении которых устанавливается общий допустимый улов» общий допустимый улов (ОДУ) устанавливается для ограниченного числа водных биологических ресурсов.

Для внутренних вод, за исключением внутренних морских вод Западного рыбохозяйственного бассейна, это:

- сиг;
- судак.

В соответствии с приказом Федерального агентства по рыболовству №104 от 06.02.2015 г. и Положением о филиале, Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С.Берга») разрабатывает прогноз общего допустимого улова (ОДУ) водных биологических ресурсов в водных объектах Ленинградской области, Ладожском озере (в границах Ленинградской области).

Фонд рыбохозяйственных пресноводных водоемов Ленинградской области насчитывает около 1180 тыс. га озер, 3 тыс. км рек и более 40 тыс. га водохранилищ. Озера Ленинградской области разнообразны по размерам и природным особенностям, в их числе крупнейшие в Европе Ладожское и Онежское озера (в пределах области) и 694 озера с площадью более 20 га.

Основным промысловым пресноводным водоемом Ленинградской области является Ладожское озеро. Именно на Ладоге ежегодно добывается более 90% всей пресноводной рыбы области.

Малые водоемы. В последние годы промысел ведется на небольшом количестве озер Ленинградской области, объемы промышленного вылова рыбы в последнее десятилетие не превышают 20 т. Сиг и судак в промышленных уловах в водоемах данной категории в последнее время отсутствуют.

При оценке необходимости разработки прогноза ОДУ учитывали структуру промысловых запасов и долю в них прогнозируемых видов, а также ограничения действующих Правил рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна в статьях 22.1 и 22.3:

22.1. Районы, запретные для добычи (вылова) водных биоресурсов:

- в придаточных озерах Вуоксинской озерно-речной системы: Мелководное, Луговое, Большое и Малое Раковое, Волочаевское, в реках и протоках, связывающих эти озера с рекой Вуокса;

22.3. Запретные для добычи (вылова) виды водных биоресурсов:

- сиг в реках Волхов и Свирь, в Вуоксинской озерно-речной системе.

Сиг. Встречается в водоемах Вуоксинской озерно-речной системы, где его промысел запрещен. С учетом ограничений Правил рыболовства ОДУ сига в эксплуатируемых малых озерах и реках Ленинградской области не прогнозируется.

Судак. Численность судака в малых озерах незначительна. В условиях низкой интенсивности промысла и его ограничений в последние годы промышленный вылов судака в малых озерах области отсутствует. Соответственно, не определяется и общий допустимый улов.

На современном этапе среди водохранилищ промыслом регулярно используется только Нарвское. На других водохранилищах промышленное рыболовство регулярно не ведется уже более 10 лет. Периодически промышленное рыболовство с объемом вылова не более 2 т ведется в речном отделе Верхне-Свирского водохранилища (Ивинский разлив).

Основу ихтиоценоза Нарвского водохранилища составляют карповые (плотва, лещ), окуневые и щука, что связано с его мелководностью, закоряженностью ложа. Сиг в ихтиофауне водоема отсутствует. Судак периодически скатывается из Чудско-Псковского озера. В уловах судак встречается не ежегодно, промысловый запас не сформирован. В связи с этим, общий допустимый улов также не устанавливается.

Протяженность рек Ленинградской области определяется в 3 тыс. км, но только часть наиболее крупных рек, относящихся к бассейнам Финского залива и Ладожского озера, имеет рыбохозяйственное значение, заключающееся в том, что они служат местом размножения ценных промысловых рыб и местом лова (в приустьевых участках) заходящей на нерест рыбы (корюшка, минога, лосось и др.).

Наличие нерестово-выростных угодий, миграционных путей ценных видов рыб (лосось, кумжа, волховский сиг) накладывает ограничения на промысловое использование данных рек. К таким рекам относятся реки Луга, Нева, Волхов, Свирь, Леможа, Вруда, Бурная, Паша и другие.

Ограничения на промысел закреплены в Правилах рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна в статьях 22.1 и 22.3, а также 22.2 и 22.4:

22.2. Сроки (периоды), запретные для добычи (вылова) водных биоресурсов:

- с 1 марта по 31 июля в реках, впадающих в Финский залив, за исключением реки Нарва - миноги;

- с 1 июня по 31 декабря ставными сетями в реке Нарва (за исключением отлова лосося атлантического (семги) для целей аквакультуры (рыбоводства)).

22.4. Виды запретных орудий и способов добычи (вылова) водных биоресурсов:

- сети во всех реках, впадающих в Финский залив и Ладожское озеро, а также перед устьями этих рек на расстоянии 1 км и менее в обе стороны и вглубь залива, озера (за исключением добычи (вылова) корюшки (пресноводная жилая форма) и корюшки европейской в период ее нерестового хода).

Учитывая вышеупомянутые ограничения на промысловое использование большинства рек, ОДУ сига и судака по данной категории водоемов не устанавливается.

Таким образом, в водных объектах Ленинградской области общий допустимый улов определялся для двух единиц запаса - сига и судака Ладожского озера (в границах Ленинградской области).

Общее положение современной методологии рационального использования водных биологических ресурсов включает следующие пункты.

Управление запасами (точнее, продуктивностью запасов) осуществляется путем регулирования их промысла. Основной мерой регулирования рыболовства на подавляющем большинстве промыслов является величина общего допустимого улова (ОДУ).

Современная методология обоснования ОДУ как меры регулирования рыболовства – это методология управления запасами водных биоресурсов путем научно обоснованного нормирования объемов допустимого промыслового изъятия. Методология обеспечивает устойчивость запасов на уровне продуктивности, отвечающем долгосрочным целям их эксплуатации.

Теоретической основой современной методологии обоснования ОДУ служат положения предосторожного (РА) и экосистемного (ЕА) подходов, а также концепции максимального устойчивого улова (MSY).

В общем случае процедура обоснования ОДУ включает ряд этапов, к которым относятся:

– анализ полноты и качества (репрезентативности) имеющейся информации по биологии, промыслу и среде обитания объекта оценки;

- общая характеристика текущего состояния запаса, промысла и среды его обитания в сопоставлении с предшествующими годами;
- определение долговременных целей эксплуатации данного запаса и общей стратегии их достижения;
- нахождение целевых и граничных биологических ориентиров в терминах биомассы нерестовой или промысловой части запаса и коэффициента промысловой смертности;
- формализация общей стратегии достижения долговременной цели (целей) с учетом наиболее значимых для рассматриваемого случая факторов в виде правила регулирования промысла (ПРП);
- прогнозирование величины промысловой части запаса на заданную перспективу;
- оценка ОДУ как доли прогнозной величины промысловой части запаса, установленной с помощью правила регулирования промысла;
- диагностика полученной оценки ОДУ и ее корректировка с учетом информации, не использованной в расчетах.

Последовательность разработки, процедура расчета запаса и определения общего допустимого улова, содержание обосновывающих материалов выполнены в соответствии с требованиями приказа Федерального агентства по рыболовству №104 от 6 февраля 2015 г.

«Материалы, обосновывающие общий допустимый улов водных биологических ресурсов в водных объектах Ленинградской области, Ладожском озере (в границах Ленинградской области) на 2027 год (с оценкой воздействия на окружающую среду)» состоят из двух частей – материалы собственного биологического обоснования прогноза ОДУ и материалы оценки воздействия на окружающую среду.

1 Обоснование общего допустимого улова водных биологических ресурсов в Ладожском озере (в границах Ленинградской области) на 2027 г.

1.1 Морфологическая характеристика Ладожского озера

Ладожское озеро занимает шестнадцатое место по площади и четырнадцатое по объему среди крупнейших пресноводных водоемов планеты. Оно является одним из самых северных среди великих озер мира и расположено на 59°54' и 61°47' северной широты, 29°47'-32°58' восточной долготы. Последнее определяет особенности его радиационного и термического режима, а также более высокую цветность и меньшую прозрачность воды по сравнению с другими крупными озерами [Drabkova at all., 1996].

Озеро вытянуто в длину на 219 км, средняя его ширина 83 км (наибольшая 125 км), а площадь 18135 км² (площадь зеркала 17765 км²). Длина береговой линии – 1570 км. Чаша озера вмещает 848 км³ воды. Наибольшая глубина – 230 м, глубины более 100 м характерны для северной части озера, которая отличается резкими перепадами глубин на небольших расстояниях. По направлению к южному берегу глубины постепенно уменьшаются, а дно становится более ровным. Средняя глубина озера составляет 48,3 м [Ладога, 2013; Современное состояние..., 2022].

Всю акваторию Ладожского озера можно разделить на восемь районов: Северный (шхерный), Северо-Восточный, Центральный (глубоководный), Западный, Южный (склоновый), Волховская губа, Свирская губа и Шлиссельбургская губа (рисунок 1).

К Северному району относится часть акватории Ладоги, условной границей которой является на западном побережье м. Чалка, в центральной части о. Валаам, на северо-восточном побережье - о. Парго. Приблизительная площадь района – 3953 км² (22% от общей площади озера). Береговая линия здесь сильно изрезана, берега крутые, скалистые. Эта часть Ладоги изобилует островами и подводными скалами. Глубины большие, свыше 100 м.

В Северо-Восточном районе берега открытые. Часть района от Свирской губы до устья р. Олонка характеризуется песчаными и каменистыми грунтами. Ширина прибрежного мелководья (до изобаты 3 м) не превышает 1 км. В северо-восточной части района довольно много сравнительно крупных рек (Олонка, Видлица, Тулокса). Площадь района – 988 км² (6% от общей площади).

Центральный район условно определен в открытых участках озера от линии о. Коневец – о. Валаам – о. Мантсинсаари и к югу до изобаты 50 м. Водная площадь его составляет 7532 км² или 42% всей площади Ладожского озера.

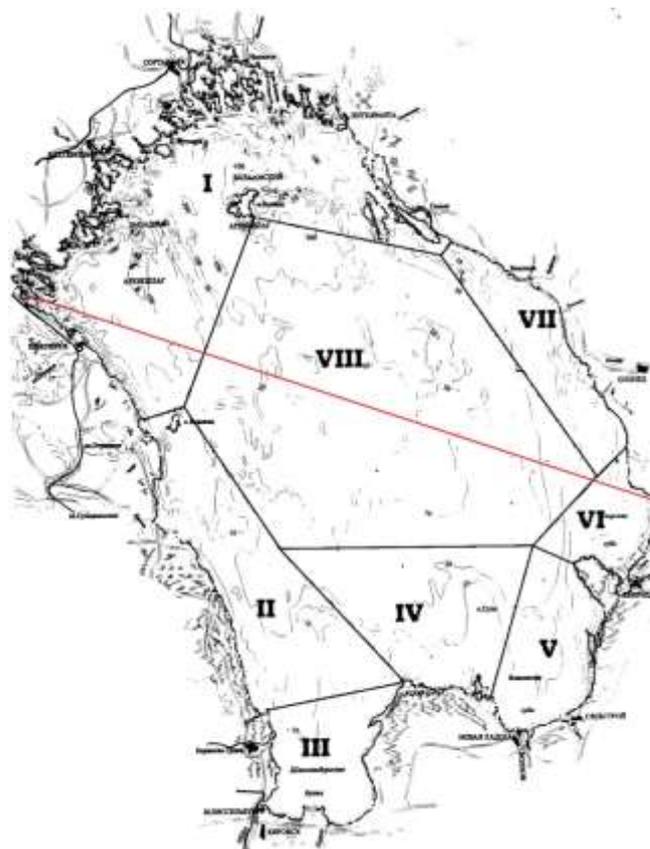


Рисунок 1 - Схема расположения основных районов Ладожского озера

I – северный (шхерный) район, II – западный район; III – Шлиссельбургская губа; IV – южный (склоновый) район; V – Волховская губа; VI – Свирская губа, VII – северо-восточный район, VIII – центральный (глубоководный) район,
 — - административная граница Ленинградской области и республики Карелия

Условная граница Западного района на севере – мыс Чалка, на юге – мыс Морьин Нос. Этот район охватывает обширную прибрежную зону и открытую часть озера (площадь – 1766 км², или около 9% от всей акватории). Большая часть района имеет глубины от 10 до 20 метров. На севере имеется мелководный залив Черемухин. Здесь изобата в 20 м отходит от берега на 10-15 км и образует банку Суханевская.

Южный район в прибрежной своей части проходит от о. Птинов на запад до м. Пайгач, на севере он ограничивается 50-метровой изобатой. Площадь – 1754 км² (9% всей акватории). В южной части этот район сравнительно мелководен, здесь преобладают глубины до 10 м, занимающие более 80% всей площади района. На некоторых участках изобата в 10 м отходит от берега на 10-12 км и образует отмели с глубинами от 0,5 до 5 м.

Условные границы Волховской губы определяются направлением от Стороженского рифа на юго-запад до о. Птинов, включая устья таких крупных рек как Волхов и Сясь. В пределах указанных границ водная площадь с глубинами до 10 м составляет около 60%. Общая площадь губы – 982 км² (6% площади озера). Берега низкие, песчаные. Западное

побережье более мелководное и в меньшей степени подвержено волнобою, чем восточное. Для Волховской губы характерно большое количество отмелей, со значительными зарослями водной растительности.

Границы Свирской губы проходят на северо-восток от Стороженского мыса до м. Габанов, включая в себя устье р. Свири. Площадь губы – 574 км² (3% всей площади озера). Восточный берег Свирской губы песчаный, чаще болотистый. Западный берег возвышенный, каменистый. Устье р. Свири протокой Нерпус соединяется с довольно большим мелководным заливом (с глубинами до двух метров) - Загубской губой.

Граница между Шлиссельбургской губой и остальным озером проходит по линии м. Морьин Нос – м. Пайгач. Длина ее с севера на юг 24 км, наибольшая ширина с запада на восток – 28 км. Площадь водного зеркала – 586 км² (около 3,5%). Это самый большой по площади мелководный (до 12 м) и хорошо прогреваемый район озера. Берега низкие, песчаные, местами каменистые. Литоральная зона почти совпадает с трехметровой изобатой и занимает около 30% всей площади залива. С восточной стороны губа ограждена от озера песчаной косой, протягивающейся до 15 км вглубь озера, поэтому прибрежное волнение здесь незначительно. В бухте имеется множество отмелей [Черняева, 1966].

1.2 Состояние среды обитания водных биоресурсов Ладожского озера

Для оценки состояния среды обитания водных биоресурсов в Ладожском озере ежегодно проводятся комплексные мониторинговые исследования, охватывающие всю акваторию озера в пределах Ленинградской области и республики Карелия. Местоположение станций принято в соответствии с установленной многолетней сеткой наблюдений, охватывающих различные районы озера, выделенные на основе гидрологических и геоморфологических особенностей. Кроме того, учтено расположение основных нагульных районов рыб (таблица 1, рисунок 2).

В южной части Ладожского озера данные исследования с 1985 по 1991 гг. проводили регулярно раз в два года, а начиная с 2000 г. ежегодно, осуществляя, как правило, 2 съемки (в летний и осенний периоды).

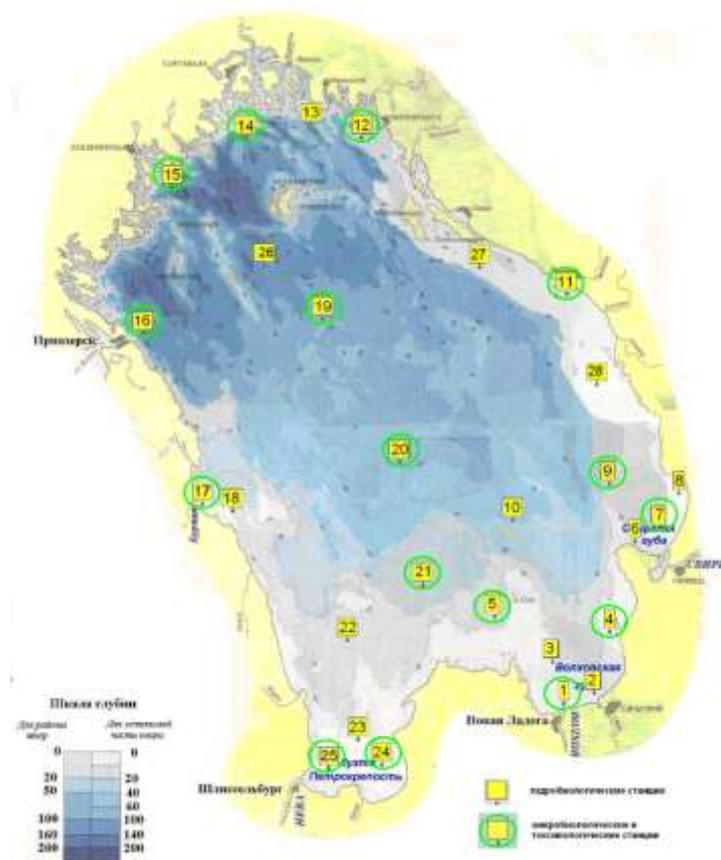
В северной части Ладожского озера ежегодные летние гидробиологические исследования начались с 2013 г.

Материалы, характеризующих состояние среды обитания гидробионтов в Ладожском озере в 2025 г. получены за время проведения комплексных экспедиций в летний (21.06.2025 - 02.07.2025 г.) и осенний (13.09.2025 - 19.09.2025 г.) сезоны и по результатам лабораторных исследований отобранных проб и образцов.

Таблица 1 – Координаты гидролого-гидробиологических станций на акватории Ладожского озера в 2025 г.

№ станции	Координаты		Глубина, м
	φ, с. ш.	λ, в. д.	
1	60° 09,418	32°22,084	6
2	60° 10,146	32°30,000	5
3	60° 14,500	32°16,600	8
4	60° 18,777	32°31,610	10
5	60° 22,889	31°56,547	15
6	60° 33,017	32°45,135	8
7	60° 34,200	32°47,500	9
8	60° 37,549	32°55,007	7
9	60° 39,800	32°31,800	25
10	60° 35,300	32°04,000	42
11	61°08,500	32°13,900	30
12	61°32,200	31°24,200	36
13	61°35,400	31°04,200	83
14	61°34,000	30°53,800	87
15	61°23,400	30°35,800	100
16	61°02,800	30°18,500	128
17	60° 39,000	30°32,800	13
18	60° 39,050	30° 51,400	11
19	61°13,300	30°57,200	134
20	60° 47,617	31°30,556	40
21	60° 26,304	31°36,913	24
22	60° 20,339	31°14,669	17
23	60° 04,595	31°19,253	9
24	59° 59,480	31°25,000	6
25	59° 59,000	31°12,000	5
26	61°16'12.839	30°50'48.70	135
27	61°13'38.266	31°51'32.32	45
28	60°57'08.784	32°29'11.65	22

На станциях наблюдений выполнены измерения физико-химических показателей воды, отбор проб донных отложений и воды из поверхностного горизонта (0–0,25) м и придонного слоя. Отбор проб воды и донных отложений проводили в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59024-2020 «Вода. Общие требования к отбору проб», РД 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод» и ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязнённость».



Район исследования	№ станции наблюдений
Волховская губа	1, 2, 3, 4
Свирская губа	6, 7, 8
Шлиссельбургская губа	23, 24, 25
Западный район	16, 17, 18
Восточный район	11, 27, 28
Шхерный район	12, 13, 14, 15
Склоновый (южный) район	5, 9, 10, 21, 22
Глубоководный (центральный) район	19, 20, 26

Рисунок 2 – Карта-схема расположения гидролого-гидробиологических станций в Ладожском озере в 2025 г.

С помощью многопараметрического зонда HI98194 измеряли электропроводность, общую минерализацию, pH, ОВП, концентрацию растворенного кислорода и степень насыщение воды кислородом (%). Температуру воды измеряли океанографическим зондом SBE-19 V2, прозрачность – диском Секки. Данные о глубинах регистрировали по показаниям эхолота, установленного на борту судна. Пробы воды отбирали батометром Руттнера, донные отложения – бентосным дночерпателем. Сразу после отбора визуально определяли тип донных отложений.

Гидрохимические и токсикологические исследования выполнены в лаборатории рыбохозяйственной экологии Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ГосНИОРХ им. Л.С. Берга) в соответствии с методиками, указанными в таблице 2.

Токсичность воды оценивали методом биотестирования с использованием стандартного тест-объекта – ракообразного *Daphnia magna* Straus. Степень острой токсичности устанавливали по выживаемости тест-объекта через 96 часов после постановки опыта. Показатель выживаемости – среднее количество дафний, выживших в тестируемой пробе за определенное время. Критерием острой токсичности является гибель 50% и более дафний за период времени до 96 часов в тестируемой пробе по сравнению с

контролем. Наличие хронического токсического действие определяли по выживаемости и плодовитости самок дафний в пробах воды в течение 20-ти дней.

Таблица 2 – Перечень методик (методов) токсикологических и гидрохимических исследований.

№	Определяемый показатель, объект исследований	Название методика (метода) измерений	Рег. № документа в федеральном реестре аттестованных методик (методов)
1	Токсичность воды и водных вытяжек донных отложений	Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний	ФР.1.39.2007.03222
2	Тяжелые металлы (Cd, Pb, Cu, Mn) в воде	М 02–2406–13 «Методика количественного химического анализа. Определение элементов в питьевой, минеральной, природной, сточной воде и в атмосферных осадках атомно–абсорбционным методом»	ФР.1.31.2014.16963
3	Тяжелые металлы (Cd, Pb, Cu, Mn) в донных отложениях	М 02-902-125-2005 «Методика количественного химического анализа. Определение элементов в почвах и донных отложениях атомно-абсорбционным методом»	ФР.1.31.2015.22039
4	Нефтепродукты в воде	ПНД Ф 14.1:2:4.128 «Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»	ФР.1.31.2012.13169
5	Нефтепродукты в донных отложениях	ПНД Ф 16.1:2.21-98 «Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 03-03-2012)	ФР.1.31.2012.13170
6	Фосфор общий, фосфор валовый в воде	РД 52.24.387–2019 «Массовая концентрация фосфора общего и фосфора валового в водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия»	ФР.1.31.2019.34049
7	Фосфатный фосфор в воде	РД 52.24.382–2019 «Массовая концентрация фосфатного фосфора в водах. Методика измерений фотометрическим методом»	ФР.1.31.2019.33453
8	Аммиак и ионы аммония (аммонийный азот) в воде	РД 52.24.486–2009 «Массовая концентрация аммиака и ионов аммония в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера»	ФР.1.31.2010.07076
9	Нитриты (нитритный азот) в воде	РД 52.24.518–2008 Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с сульфаниламидом и N–(1–нафтил) этилендиамина дигидрохлоридом	ФР.1.31.2008.04784
10	Цветность	РД 52.24.497-2019 «Цветность природных вод. Методика измерений фотометрическим и визуальными методами»	ФР.1.31.2020.36674

№	Определяемый показатель, объект исследований	Название методика (метода) измерений	Рег. № документа в федеральном реестре аттестованных методик (методов)
11	Массовая доля золы	ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.29-02 Методика выполнения измерений массовой доли золы в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом	ФР.1.31.2005.01760

Используемые в ходе исследований средства измерений внесены в Государственный реестр средств измерений и имеют действующие свидетельства о поверке.

Гидрохимические и токсикологические показатели, являются основой для оценки состояния среды обитания гидробионтов, в том числе и важного звена экосистемы – рыбного населения. В таблице 3 приведены гидрохимические и токсикологические показатели, результаты которых используются для оценки.

Таблица 3 – Перечень гидрохимических и токсикологических показателей, объекты исследования.

Показатель	Объект	Показатель	Объект
Гидрохимические показатели			
Удельная электропроводность (УЭП), мкСм/см	Природная вода	Свинец, мг/ дм ³	Природная вода
Водородный показатель (рН), ед.рН	Природная вода	Свинец, мг/кг	Донные отложения
Минерализация (солесодержание по NaCl), мг/ дм ³	Природная вода	Медь, мг/ дм ³	Природная вода
Растворённый кислород, мг/ дм ³	Природная вода	Медь, мг/кг	Донные отложения
Процент насыщения кислородом, %	Природная вода	Марганец, мг/ дм ³	Природная вода
Фосфатный фосфор, мг/ дм ³	Природная вода	Марганец, мг/кг	Донные отложения
Общий фосфор, мг/ дм ³	Природная вода	Нефтяные углеводороды, мг/ дм ³	Природная вода
Аммонийный азот, мг/ дм ³	Природная вода	Нефтяные углеводороды, мг/ кг	Донные отложения
Нитритный азот, мг/ дм ³	Природная вода	Цветность, °Цв	Природная вода
Кадмий, мг/ дм ³	Природная вода	Зольность, %	Донные отложения
Кадмий, мг/кг	Донные отложения		
Токсикологические показатели (вода природная, донные отложения)			
Токсичность (острый и хронический опыты) методом биотестирования на <i>Daphnia magna</i> Straus			

В качестве критерия, указывающего на ухудшение среды обитания, принимали наличие факта превышения нормативов качества воды (таблица 4). Количественные показатели и концентрации веществ в воде сравнивали с нормативами качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДК_{рх}) [Приказ Росрыболовства № 296, 2025].

Таблица 4 – Предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в воде водных объектов рыбохозяйственного значения [Приказ № 296, 2025].

№	Показатель	Значение показателя
1	Водородный показатель	6,5-8,5
2	Растворенный кислород	≥6,0 мг/дм ³
4	Аммоний-ион	0,5 мг/дм ³ (в пересчете на азот 0,4 мг/дм ³).
5	Нитрат-ион	40 мг/дм ³ (9 мг/дм ³ в пересчете на азот)
6	Нитрит-ион	0,08 мг/дм ³ (0,02 мг/дм ³ в пересчете на азот нитритов).
7	Фосфат-ион PO ₄ ³⁻ (в пересчете на P - фосфатный фосфор)	0,15 (0,05 в пересчете на P) - олиготрофные 0,46 (0,15 в пересчете на P) - мезотрофные 0,61 (0,2 в пересчете на P) - эвтрофные водоемы, мг/дм ³
8	Кадмий	0,005 мг/дм ³
9	Свинец	0,006 мг/дм ³
10	Медь	0,001 мг/дм ³
11	Марганец	0,01 мг/дм ³
12	Нефтепродукты	0,05 мг/дм ³

Уровень трофии поверхностного слоя исследованных участков озера оценивали по содержанию общего фосфора с использованием критериев Б. Карлсона [Carlson, 2007].

Физико-химические, токсикологические результаты исследований воды, донных отложений и сообществ гидробионтов сгруппированы и проанализированы в соответствии с принятым делением Ладожского озера на районы - Волховская (станции 1-4), Свирская (станции 6-8) и Шлиссельбургская (станции 23-25) губы, западный (станции 16-18), восточный (станции 11, 27, 28), склоновый (станции 5, 9, 10, 21, 22), шхерный (станции 12-15) и глубоководный (центральный) (станции 19, 20, 26) районы.

Общие гидрологические характеристики

Ладожское озеро является самым большим водоемом Европы. При площади зеркала 17765 км² озеро аккумулирует водный сток, формирующийся на территории, превышающей 282 тыс. км². То есть площадь его водосбора в 16 раз превышает площадь водного зеркала, что обуславливает повышенную чувствительность экосистемы водоема к явлениям и процессам, протекающим в его бассейне [Современное состояние..., 2022].

Бассейн Ладоги складывается из нескольких частных водосборов: собственно ладожского; южного, или ильменьского, восточного, или онежского, северного, или сайменского. Вытекает из озера только одна река – Нева. Водосборы трех главных притоков

озера (Свири, Вуоксы и Волхова) составляют свыше 80% площади всего бассейна озера, а сток свыше 80% суммарного речного притока в озеро. Притоками второй величины с площадями водосборов превышающими 2 тыс. км², являются пять рек – Паша, Оять, Сясь, Олонка и Янисйоки. От 1 до 2 тыс. км² имеют площади водосборов еще пять рек – Уксунйоки, Тулемайоки, Хиитоланйоки, Тохмайоки и Видлица. Кроме того, в озеро впадает свыше двух десятков рек с площадями водосборов от 100 до 1000 км² и большое количество ручьев [Кириллова, 1984].

Уровенный режим. Колебания уровня воды в Ладожском озере могут быть вызваны стоком речных вод, сгонно-нагонными и сейшевыми колебаниями. Главной причиной колебаний уровня является изменение соотношения между притоком воды из многочисленных рек, впадающих в озеро, и стоком ее в р. Нева.

Среднее значение уровня составляет 5,1 м относительно Кронштадтского футштока. Это условно средний уровень, использованный для расчетов изменения площадей и объемов литоральной зоны.

Согласно данным многолетних наблюдений, в годовом ходе обычно отмечается довольно медленный подъем уровня с февраля до середины апреля. Со второй половины апреля благодаря весеннему половодью на реках уровень начинает быстро повышаться и достигает своего максимального значения в июне. С июля начинается понижение уровня, которое продолжается вплоть до достижения им минимального значения в декабре.

Величина среднегодовой амплитуды колебаний уровня в течение года 0,4-0,7 м [Догановский и др., 2013].

В 2025 г. в нерестовый период уровень воды Ладожского озера (гидропост Сясьские рядки) составлял 426-488 см, значительных колебаний не наблюдалось (рисунок 3).

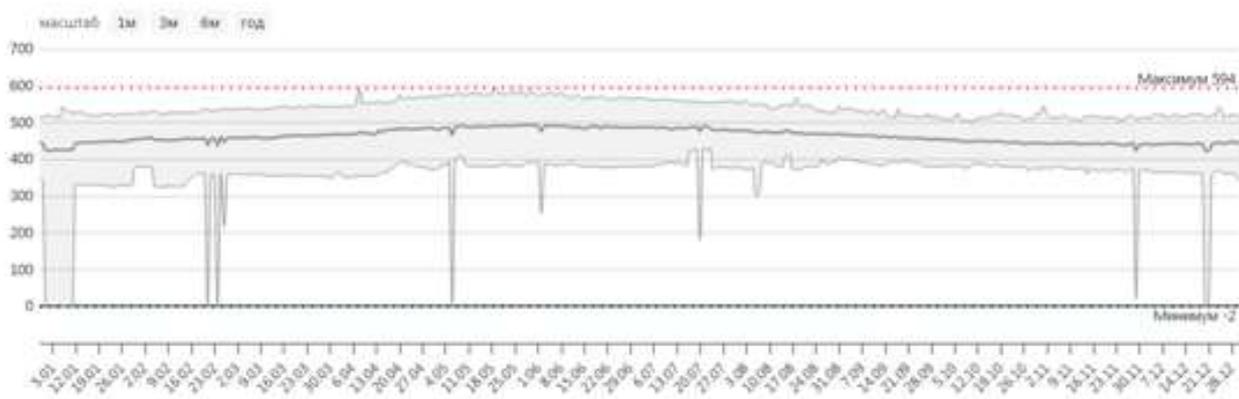


Рисунок 3 - Колебания уровня воды Ладожского озера в 2025 г. (гидропост Сясьские рядки)

Помимо ежегодных изменений уровня Ладожского озера отмечаются и ритмические колебания с циклом 29-30 лет – квазитридцатилетние циклы, в которых многоводные

периоды сменяются маловодными. Многоводные фазы характеризуются более прохладным климатом, в этот период отмечается увеличение стока рек и подъем уровня озер. Для маловодной фазы с более сухим и теплым климатом характерно уменьшение стока рек и понижение уровня воды Ладожского озера [Шитников, 1969; Современное состояние..., 2022].

Колебания объема озера сказываются на его площади, и, соответственно, приводят к изменениям в литоральной зоне и конфигурации береговой линии. По данным М.А. Науменко [1995] понижение уровня озера на 1 м уменьшает его площадь на 2,2%, а повышение на такую же величину увеличивает площадь зеркала на 2,5%. Площадь литоральной зоны, при среднем уровне в 5,1 м составляет 2543 км², объем водной массы составляет 9,67 км³. Годы с амплитудой не менее 1 м характеризуются высокой изменчивостью уровня Ладоги. Литоральная зона в эти годы претерпевала значительные изменения своих характеристик, ее площадь изменялась до 10% [Догановский и др., 2013].

При впадении в озеро крупных рек возникают стоковые течения. Действие ветра на поверхность воды приводит к возникновению ветровых или дрейфовых течений. Неравномерное нагревание воды в разных районах, порождающее неравномерное распределение ее по плотности, служит причиной плотностных течений. В открытой части озера основными течениями являются плотностные, иногда нарушаемые ветрами значительной силы (более 7 м/сек). В южной части озера господствуют стоковые и ветровые течения [Науменко, Каретников, 2002].

Термический режим. Единственный источник тепла для верхнего слоя воды в Ладожском озере – солнечная радиация. Из-за большого объема водной массы Ладога медленно нагревается и медленно остывает. Средняя температура всей водной массы в озере в многолетнем аспекте (годовая 3,7 °С) вдвое ниже средней температуры его поверхности (годовая 7,5 °С).

Период весеннего нагревания Ладоги начинается обычно в середине марта. Вода в прибрежных районах в конце апреля - начале мая имеет уже температуру 4 °С и выше, и на границе мелководья и открытого озера возникает весенний термический бар. По мере нагревания воды фронт термического бара смещается в сторону открытой части озера и к началу июля оказывается над глубинами 70-85 м. По обе стороны от границы бара температуры при этом разные: в прибрежной области 6-10 °С и больше, в открытой части 2,0-3,8 °С. В конце периода весеннего нагревания термический бар исчезает.

Гидрологическое лето длится с середины июля до начала сентября, после чего начинается осеннее охлаждение озера. В конце октября – начале ноября вдоль южного побережья зарождается осенний термический бар. «Стенка» наибольшей плотности воды,

по одну сторону которой (над малыми глубинами) существует обратная стратификация, а по другую - прямая, постепенно смещается в сторону больших глубин. Осенний бар в конце декабря исчезает, во всем озере устанавливается гомотермия. На Ладоге зима длится три месяца - с середины декабря до середины марта. В конце декабря губы Волховская, Свирская и Шлиссельбургская покрываются льдом, толщина которого в теплые зимы не превышает 35-40 см. К середине зимы большая часть озера бывает покрыта льдом, за исключением района, расположенного над большими глубинами. Обычно под ледяным покровом скрывается 70-80% площади водоема. Вскрывается Ладога в обратном порядке по сравнению с замерзанием. Большая часть льда тает на месте и только 3-5% его поступает в Неву. К концу мая озеро полностью очищается ото льда [Веселова, 1966].

В XXI веке вследствие потепления климата Ладожское озеро перестало полностью покрываться льдом в зимний период [Ладога, 2013]. Впервые за период инструментальных наблюдений практически восемь лет подряд с зимы 2013 г. по зиму 2020 г. Ладожское озеро не замерзало полностью. Значительное повышение зимних температур воздуха привело к аномалиям в развитии ледовой обстановки на водоеме, что выражалось в позднем ледоставе, раннем таянии льда и наличии значительных участков открытой воды в центральной части озера в течение всех зимних месяцев. В новом тысячелетии продолжительность 50% покрытия озера ледяным покровом уменьшилась с 108 до 86 суток [Современное состояние..., 2022].

Зима 2024-2025 г. в приладожье в целом была несколько теплее нормы. В начале зимы формирование погодных условий происходило под влиянием усиливающегося антициклона. Температура воздуха в ночные часы составляла до -2...-7 градусов, 5 - 6 декабря в отдельных районах понижалась до -8...-13 градусов

В течение первой половины января 2025 г. формирование погодных условий происходило под влиянием усиливающегося антициклона. Температура воздуха в ночные часы составляла до -2...-7 градусов, 5 - 6 декабря в отдельных районах понижалась до -8...-13 градусов.

В последующие дни усилились циклонические воздействия. В период с 23 по 31 января район Ладожского озера находился под преимущественным влиянием восточных, юго-восточных периферий североатлантических циклонов. В Ленинградской области установилась аномально теплая погода с температурным фоном на 7...11 градусов превышающим климатические показатели.

В феврале погодные условия на Ладоге соответствовали климатической норме (-4,2 °C). В марте температурный фон превышал климатические показатели, аномалия среднемесячной температуры воздуха по станциям приладожья составила +2,5...+4,0

градуса. В апреле наблюдалась преимущественно солнечная погода, без осадков, с температурным фоном, заметно превышающим климатические показатели (в отдельные дни на 8...12 градусов).

Ледообразование на Ладожском озере зимой 2024-2025 гг. наблюдалось только в пределах южных губ и было крайне неустойчивым. К концу марта большая часть акватории озера была свободна от льда (рисунок 4).



17.02.2025



28.03.2025

Рисунок 4 – Динамика ледовой обстановки на Ладожском озере в 2025 г.

Вскрытие рек, впадающих в Волховскую губу, наблюдали в середине марта, что несколько раньше среднеголетних показателей (таблица 5). Полное очищение устьевых участков этих рек ото льда произошло в первой декаде апреля.

Таблица 5 – Сроки вскрытия рек Волховской губы Ладожского озера

Реки	Годы					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Волхов	24.02	3.04	8.04	2.04	12.03	16.03
Сясь	27.02	8.04	11.04	7.04	19.03	24.03

Весна в 2025 г. характеризовалась неустойчивым характером погоды, когда резкие потепления сменялись столь же значительными похолоданиями, тормозящими прогрев воды.

Температура воды в период летней съемки 2025 г. в поверхностном слое Ладожского озера находилась в диапазоне (10,3-17,9) °С, за исключением глубоководного района, где средняя температура – 6,5°С. В северной, восточной и западной частях Ладоги температура

в поверхностном слое не превышала 11,7 °С, что характерно для температурного режима озера, который связан взаимодействием климатических, метеорологических и гидрологических факторов. В летний период наблюдений гидрологическое лето наступило на всей акватории, озеро находилось в состоянии прогрева.

Во время осенней съемки 2025 г. температура в поверхностном горизонте варьировала в диапазоне от 11,6 °С до 18,5 °С. В глубоководной части Ладоги разница температур у дна была незначительной, максимум – 0,8 °С, и не зависела от сезона наблюдений. Температурных скачков, которые бы указывали на антропогенное воздействие в 2025 г, как в предыдущие годы, не выявлено (рисунок 5).

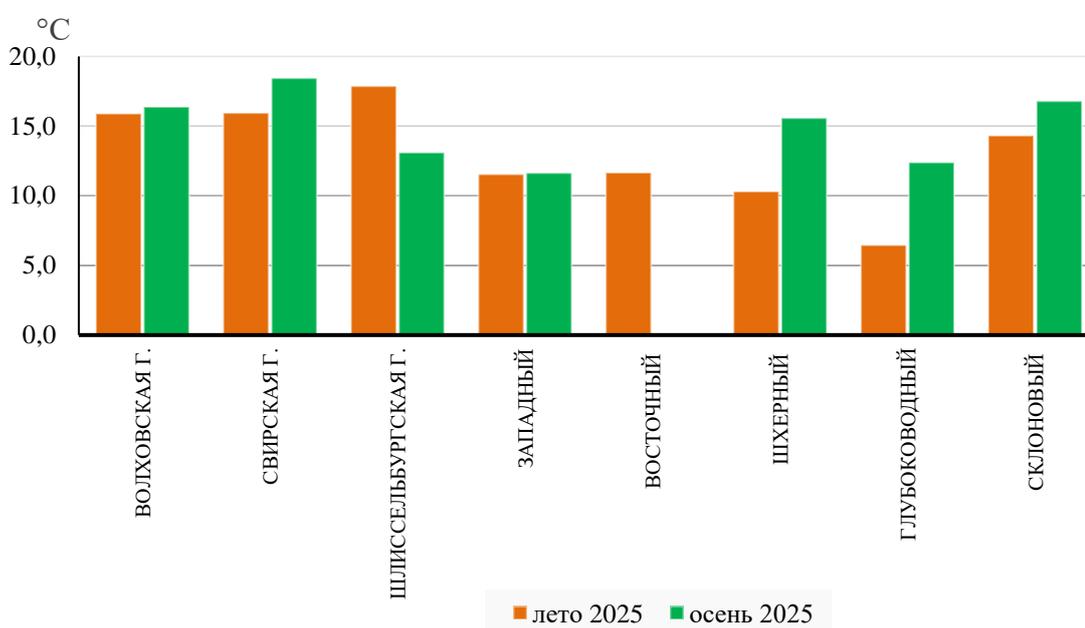


Рисунок 5 – Температура воды в Ладожском озере в 2025 г.

Физико-химические показатели

Прозрачность воды поверхностного слоя крупных озер определяет глубину проникновения света, который является основой фотосинтеза автотрофных организмов. Распределение прозрачности зависит от времени года, определяющего периоды наибольшего стока воды с водосборного бассейна, температурный и ветровой режим, а также условия развития в озере микроорганизмов (планктона) [Науменко, 2013].

Прозрачность воды Ладожского озера летом 2025 г. варьировала от 0,5 до 3,2 м, в сентябре – от 0,7 до 2,0 м. Наименьшая прозрачность наблюдалась в июне на станциях в Волховской губе. Низкая прозрачность обусловлена мелководностью губы, подъёмом мелкодисперсных частиц с ветровыми волнами, а также наличием взвешенных веществ в речном стоке р. Волхов. Центральная часть Ладоги характеризуется высокими значениями

прозрачности воды (до 5 м) [Науменко, 2013]. В 2025 г. наибольшая прозрачность (3,2 м) зафиксирована в июне в центре озера (ст. 20).

Цветность поверхностного слоя, измеренная в градусах цветности хром-кобальтовой шкалы (Cr-Co) летом изменялась от 25 до 250°Цв. В Волховской губе в зоне влияния реки Волхов цветность выше в 3–4 раза, чем на остальной акватории озера. В начале осени цветность Ладужской воды была стабильной 39-64 °Цв во всех районах (рисунок 6).

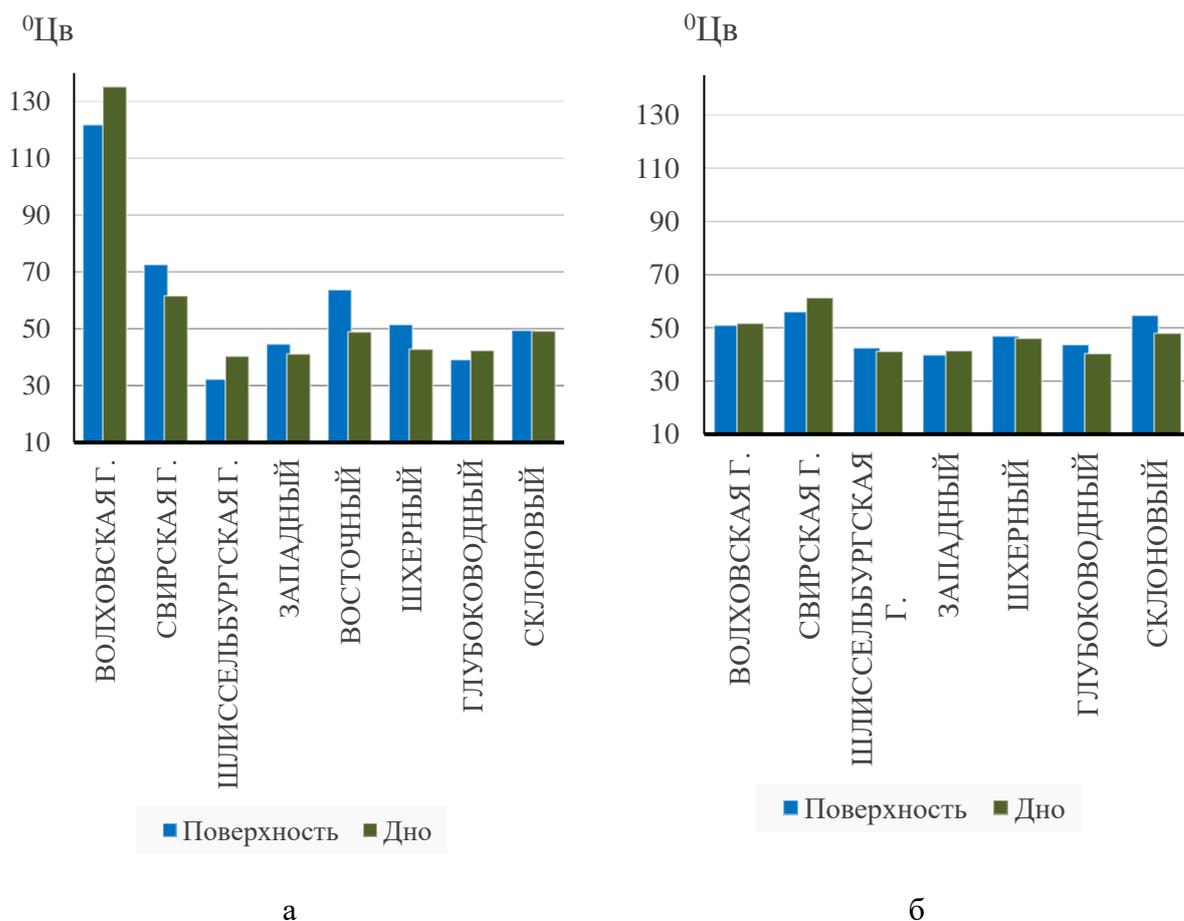


Рисунок 6 – Средние значения цветности воды (°Цв) в Ладужском озере (а – в июне-июле; б – в сентябре) 2025 г.

Минерализация. Основную роль в формировании химического состава воды Ладужского озера играет речной сток, который обуславливает почти 85% приходной части водного и свыше 95% химического баланса озера. Около 90% речного стока приходится на долю рек Свирь, Волхов и Вуокса (Бурная).

Химический состав воды рек определяется, с одной стороны, общностью основных климатических условий региона, с другой - неоднородностью геоморфологического состава слагающих пород, различиями в составе и объеме подземной составляющей стока,

большим количеством озер и заболоченностью отдельных частей бассейна. Различия геологического строения и состава пород, слагающих северную и южную части бассейна Ладожского озера, определяют региональную неоднородность минерализации и состава воды притоков озера. Значительные нарушения в естественном гидрохимическом режиме рек происходят в результате хозяйственной деятельности человека.

Минимальной минерализацией воды характеризуются реки, водосборы которых сложены преимущественно кристаллическими породами Балтийского щита, перекрытыми толщей четвертичных отложений небольшой мощности. Основные типы почв на этой территории подзолистые. Сток рек характеризуется высокой степенью естественного и искусственного регулирования. Все это обуславливает низкую природную концентрацию большинства химических компонентов в речной воде [Сусарева, 2013]. Наименее минерализованные воды характерны для Онежско-Свирской и Саймо-Вуоксинской частей водосбора. Минерализация расположенных здесь двух основных притоков озера – рек Вуоксы (и её рукава - Бурной) составляет 36–46 мг/л, р. Свирь – 33-46 мг/л.

Воды рек Ильмень-Волховского водосборного бассейна, расположенного на Русской платформе, значительно более минерализованы. Минерализация третьего основного притока озера – р. Волхов составляет 113,8-207,2 мг/л [Игнатьева, Петрова, Гусева, 2015].

В целом общая минерализация воды озера близка к средней минерализации воды трех главных притоков озера - рек Свирь, Вуокса (Бурная) и Волхов, объем водного стока, которых в сумме дает около 80% речного притока в озеро [Сусарева, 2013].

Низкая минерализация и гидрокарбонатно-кальциевый состав воды Ладожского озера определяются главным образом физико-географическими условиями озерного водосбора, однако, вследствие сброса до 1988 года сточных вод целлюлозно-бумажными предприятиями и хозяйственно-бытовых стоков повысилось содержание в воде ионов сульфатов и хлоридов. В начале 1960-х гг. средняя величина минерализации воды озера составляла около 55 мг/л. В 1977-1981 гг. ее значение для основной водной массы озера за период открытой воды выросло до 62,9 мг/л, а в 1991-1998 гг. - 63,7 мг/л [Расплетина, Сусарева, Крючков, 2002]. Максимальный уровень минерализации воды озера наблюдался в начале 2000-х гг., затем наметилась тенденция к его уменьшению.

Удельная электропроводность (УЭП) связана со степенью минерализации вод и прежде всего присутствием ионов хлоридов, сульфатов и гидрокарбонатов. Значения УЭП в воде озера стабильно низкие и в 2025 г. находились на уровне от 58 мкСм/см до 201 мкСм/см. Соответственно и минерализация воды также низкая – 33-100 мг/дм³. Существенных различий показателя в поверхностном и придонном горизонтах не

отмечено. Минимальные значения зафиксированы в центральном районе, а максимальные – в Волховской губе, в которой показатель нестабилен и его значения в период 2021-2025 г. различаются до 5 раз (рисунок 7).

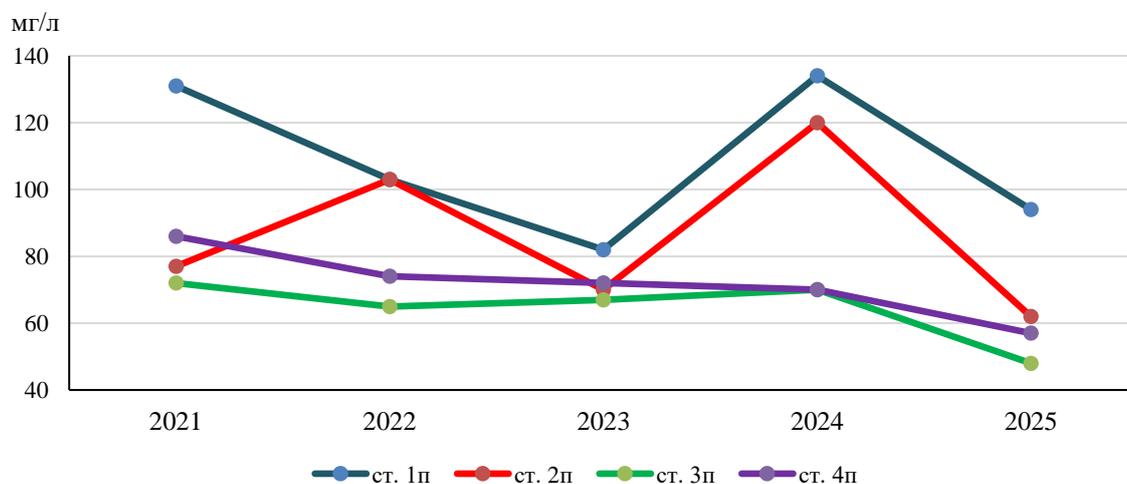


Рисунок 7 – Минерализация поверхностного слоя Волховской губы

Изменение УЭП и минерализации от года к году сравнительно невелики, однако они являются отображением масштабных процессов, которые существенно влияют на качественный состав воды озера [Субетто, Поздняков, Рыбалко, 2013]. Причины, вызывающие эти изменения, могут быть связаны как с природными процессами, так и с антропогенным влиянием на озеро. Природные причины обусловлены многолетними колебаниями суммарного речного притока и поверхностного стока, антропогенное влияние связано с хозяйственной деятельностью на водосборе. Признаков антропогенного характера, влияющих на изменение минерализации в 2025 г. не обнаружено.

Водородный показатель (pH) один из важнейших показателей гидрохимического равновесия вод. Его стабильность очень важна для гидробионтов, поскольку биохимические процессы в живом организме проходят в строго ограниченном интервале кислотности. На исследуемых участках Ладожского озера в 2025 г. водородный показатель варьировал в пределах от 6,8 до 8,1 ед.рН. Значения ниже 7,0 ед.рН зафиксированы весной в Свирской губе (рисунок 8).

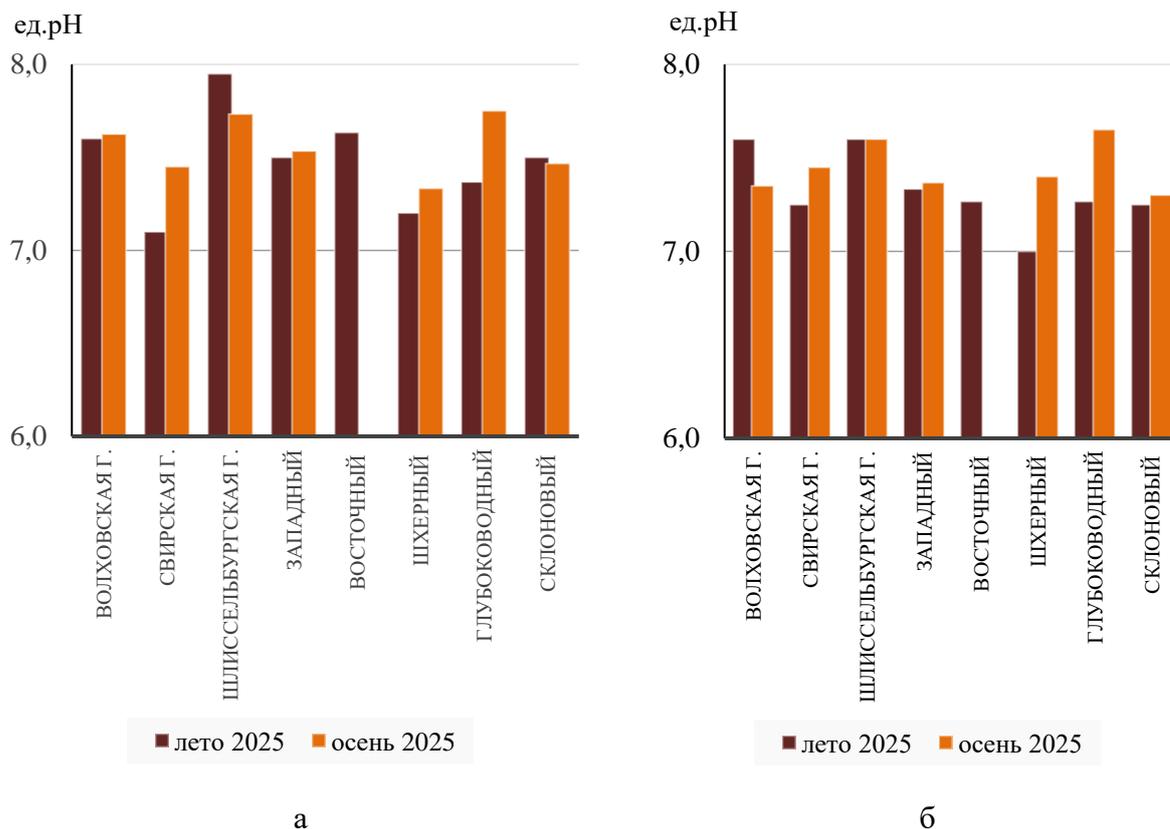


Рисунок 8 – Средние значения рН воды (а – в поверхностном слое; б – в придонном слое) в Ладожском озере в 2025 г.

В сентябре водородный показатель на большинстве станций наблюдения был немного выше, чем в конце июня, что указывает на фотосинтетическую активность, которая приводит к увеличению показателя. В период гидрологического лета средние значения в поверхностном слое изменялись незначительно, в среднем от 7,5 до 7,6 ед.рН. Таким образом, значения рН укладываются в установленные нормативы и пределы, характерные для различных сезонов для крупного глубоководного олиготрофного озера. [Сусарева, Игнатьева, 2013; Гусева, 2015].

Кислородный режим. Содержание растворённого кислорода в воде характеризует кислородный режим водоема и имеет важнейшее значение для оценки его экологического и санитарного состояния. Кислород обеспечивает условия для дыхания гидробионтов и определяет скорость окислительных процессов в водоеме. Содержание растворённого кислорода в воде Ладожского озера определяется главным образом гидрологическими факторами: полное перемешивание водных масс два раза в год, происходящее при низких температурах, и большой объём гипolimниона в период стратификации обеспечивают высокое содержание кислорода во всей водной массе.

В период гидрологической весны в южных районах озера (кроме Волховской губы, в которой кислород активно расходуется на биохимическое окисление поступающих с водами р. Волхов органических веществ) в поверхностном (трофогенном) слое наблюдается пресыщение кислородом 110-120%, обусловленное как процессами фотосинтеза, так и явлением гистерезиса при быстром прогреве воды. В глубоководной северной части озера может наблюдаться незначительный дефицит кислорода [Ладога, 2013; Гусева, 2015].

Летом максимальное насыщение кислородом, в среднем 100-102%, в отдельных областях до 116%, наблюдается на всей поверхности Ладожского озера, кроме прибрежных южных районов, в которых преобладают деструкционные процессы. Районы озера, в которых высокая интенсивность фотосинтеза и возрастает потребление CO_2 , характеризуются также и повышенными значениями рН.

Осенью развиваются деструкционные процессы и содержание кислорода выравнивается не только в поверхностном слое, но и во всей водной толще. В придонном слое дефицит кислорода может быть выше, чем в основной водной массе, но насыщение кислородом, даже придонного слоя, обычно не ниже 88%.

В период наблюдений 2025 г. насыщение кислородом поверхностного горизонта наблюдался на уровне от 81 до 144 процентов, концентрация растворённого кислорода находились в диапазоне 7,7 - 13,9 мг/дм³. На большей части озера, как и в предыдущие годы, верхний слой воды пересыщен кислородом, что согласуется с многолетними наблюдениями, не исключена также аэрации верхнего слоя воды в следствии волнового перемешивания. Минимальная концентрация растворённого кислорода зафиксирована в Волховской губе, максимальная – в шхерном районе на севере Ладоги (рисунок 9). В сентябре содержание кислорода не уменьшилось и находилось в диапазоне 8,6 – 13,2 мг/дм³, продолжалась летняя фаза жизни озера, а процессы активной деструкции органический веществ не наступили.

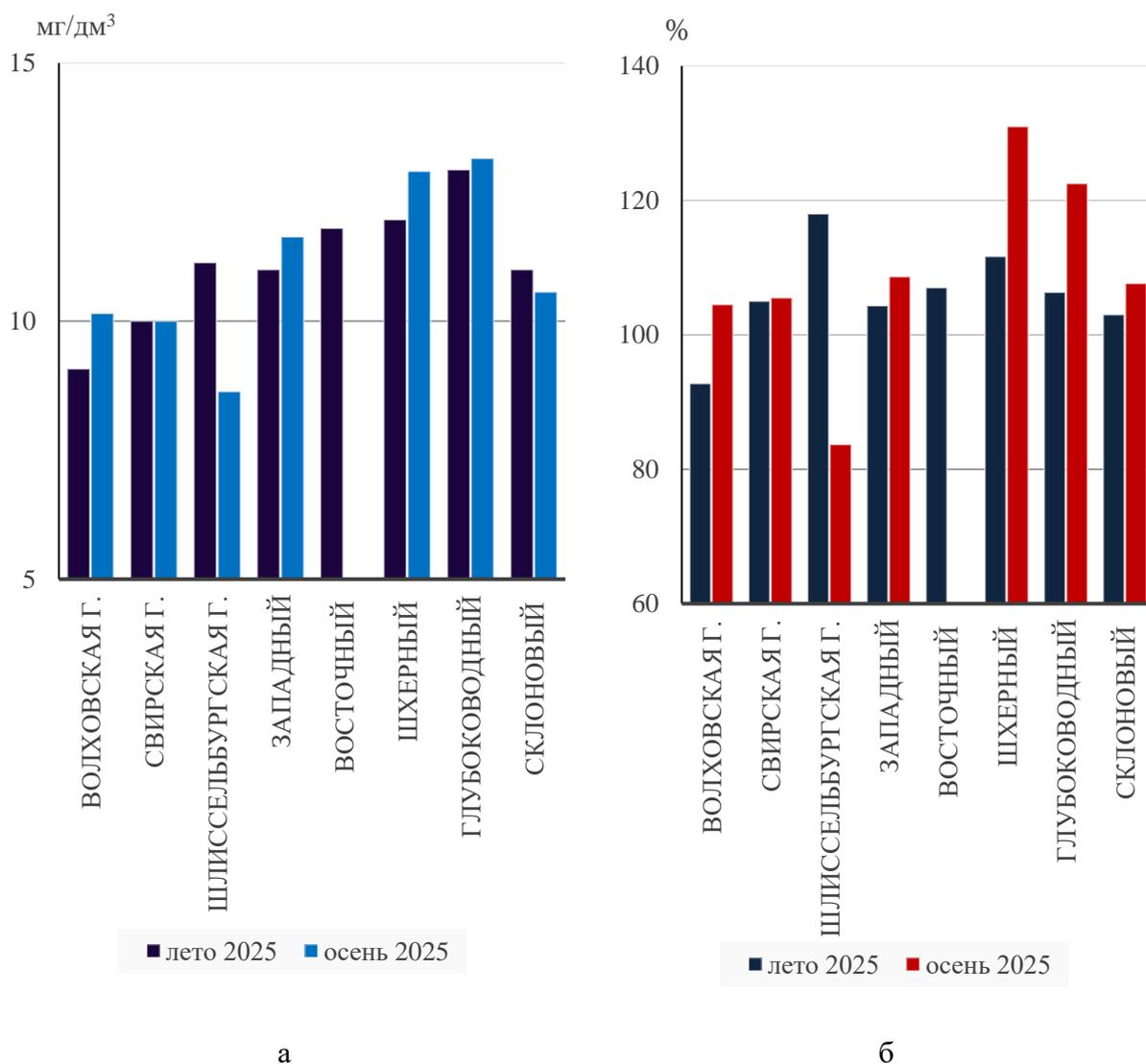


Рисунок 9 – Средние значения растворенного кислорода (а – растворенный кислород в поверхностном слое, мг/дм³; б – степень насыщения кислородом в поверхностного слоя, %) в Ладожском озере в 2025 г.

В 2025 г. превышения нормативов и признаков ухудшения кислородного режима Ладожского озера не наблюдалось.

Биогенные элементы. К биогенным веществам относятся минеральные и органические соединения азота, фосфора, кремния и железа. Они необходимы для развития фитопланктона, который продуцирует органические вещества и обеспечивает биологическую продуктивность водоема. Количество растворенных в воде фосфатов, для большинства фотосинтезирующих организмов, является показателем, лимитирующим их развитие. С другой стороны, избыточное содержание соединений фосфора ведет к эвтрофированию водоемов и как следствие этого, к ухудшению среды обитания гидробионтов.

Индекс Карлсона (TSI) - один из наиболее широко используемых трофических индексов для больших озер. Величина индекса может быть рассчитана тремя различными путями: по величинам прозрачности, содержанию хлорофилла «а» и концентрации общего фосфора. Содержание общего фосфора до 0,012 мг/дм³ соответствует олиготрофному, 0,012–0,024 мг/дм³ – мезотрофному, 0,024–0,096 мг/дм³ – эвтрофному, свыше 0,96 мг/дм³ – гиперэвтрофному уровню трофии. ПДКвр на общий фосфор не установлены.

С первой половины 1980-х гг., когда ещё озеро находилось в эвтрофном состоянии, и по наши дни отмечено снижение средних концентраций общего фосфора.

В таблице 6 представлены результаты разных лет с 1980-х гг. до наших дней [Расплетина, Сусарева, 2002; Петрова, Игнатъева, 2013; Петрова, 2019].

Таблица 6 – Изменение средних за период открытой воды концентраций общего фосфора, мг /дм³ в Ладожском озере с 1980-х по 2025 гг.

Первая половина 1980-х	1988 – 1992	2001 – 2006	2007 – 2009	2009 – 2018	2020 – 2022*	2025*
0,023 – 0,024	0,020 – 0,021	0,014	0,011	0,011 – 0,014	0,014 – 0,018	0,007-0,009

* - по результатам исследований ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С.Берга»), средняя концентрация общего фосфора в поверхностном слое.

В 2025 г. средняя концентрация общего фосфора в поверхностном слое составила 0,009 мг/дм³, что позволяет отнести озеро по этому показателю к олиготрофному типу с низкой долей растворённых в воде питательных веществ. Содержание фосфора, соответствующее эвтрофному уровню отмечено только в Волховской губе в июне - 0,024 мг/дм³, что наблюдаются ежегодно в этой части озера. За период 2021-2025 гг. существенно увеличилось количество станций с олиготрофным уровнем общего фосфора (рисунок 10).

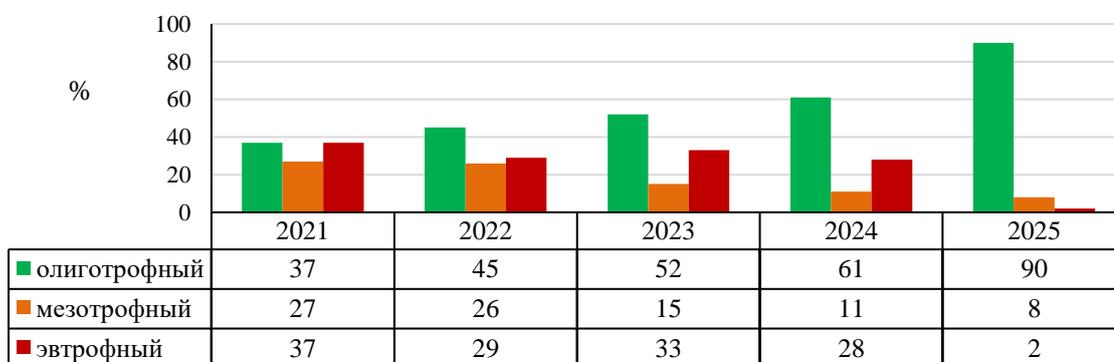


Рисунок 10 – Уровни трофности поверхностного слоя Ладожского в 2021-2025 гг.

Содержание фосфатного фосфора нормируется относительно типа водоема: для олиготрофных $0,05 \text{ мг/дм}^3$, для мезотрофных – $0,15 \text{ мг/дм}^3$, для эвтрофных – $0,20 \text{ мг/дм}^3$. По результатам исследований 2025 г., также как в 2021-2024 гг., на всех станциях, содержание фосфатного фосфора меньше нижнего диапазона методики измерений – $0,005 \text{ мг/дм}^3$ и не превышает норматив, установленный для олиготрофных водоемов. В конце июня в Волховской губе концентрация фосфатного фосфора в воде в 5 раз выше, чем на остальной акватории озера.

Количество аммонийного азота во всех районах Ладоги значительно меньше ПДКвр – $0,4 \text{ мг/дм}^3$, за исключением Волховской губы в июне $1,8 \text{ ПДКрх}$ ($0,72 \text{ мг/дм}^3$). Содержание нитритного азота в 2025 г. меньше $0,005 \text{ мг/дм}^3$, за исключением Волховской губы – $0,010 \text{ мг/дм}^3$ и не превышают установленного норматива – $0,02 \text{ мг/дм}^3$.

За период съемок 2025 г. количество аммонийного азота, нитритного азота, фосфатного и общего фосфора в воде было стабильным и характерным для каждого района. Обнаруженные единичные превышения установленных нормативов не привели к ухудшению качества воды в Ладоге.

Тяжёлые металлы в воде и донных отложениях

Состояние среды обитания ВБР в Ладожском озере является итогом взаимодействия процессов, происходящих в водоёме под воздействием природных и антропогенных факторов. Основными источниками поступления химических веществ в озеро является речной сток. На отдельных участках водосбора Ладожского озера наблюдаются существенные различия как природного, так и антропогенного характера. Локальными источниками загрязнения Ладожского озера являются предприятия целлюлозно-бумажной и химической промышленности, цветной металлургии, коммунального хозяйства, агропромышленные и животноводческие комплексы, водный транспорт. Большое количество сточных вод выносятся речными водами рек Волхов, Свирь, Сясь, Вуокса.

В 2025 г. в рамках ежегодных мониторинговых исследований были продолжены наблюдения за содержанием растворенных форм металлов и нефтепродуктов в Ладожском озере. Динамика концентраций металлов в воде озера показывает, что с 2017 г. прослеживается тенденция снижения кадмия и свинца.

За период наблюдений 2021-2025 гг. количество элементов находилось на уровне меньше нижнего диапазона метода измерений: кадмия меньше $0,0005 \text{ мг/дм}^3$ (ПДКрх – $0,005 \text{ мг/дм}^3$), свинца меньше $0,002 \text{ мг/дм}^3$ (ПДКрх – $0,006 \text{ мг/дм}^3$).

Впервые за последние 5 лет выявлено превышение ПДК кадмия на станции 5 (придонный слой), расположенной между Шлиссельбургской губой и Волховской губой –

1,4 ПДК_{рх} и в 7 км от Андрусовской бухты (Карелия, Олонецкий р-он) на ст. 28 (придонный слой) – 1,1 ПДК_{рх}.

Превышение меди (ПДК_{рх} – 0,001 мг/дм³), как и в предыдущие годы, обнаружены во всех районах озера, среднее значение концентраций в июне составило 2 ПДК_{рх}, в сентябре – 3 ПДК_{рх}. Максимальное количество (30 ПДК_{рх}) выявлено летом в поверхностном слое на ст. 26 (глубоководный район, в 37 км от берега, г. Ланденпохья). В период 2021-2024 гг. присутствовал незначительный рост концентраций элемента на всей акватории озера. В 2025 г. наблюдалось снижение меди, как в поверхностном слое, так и у дна (рисунок 11).

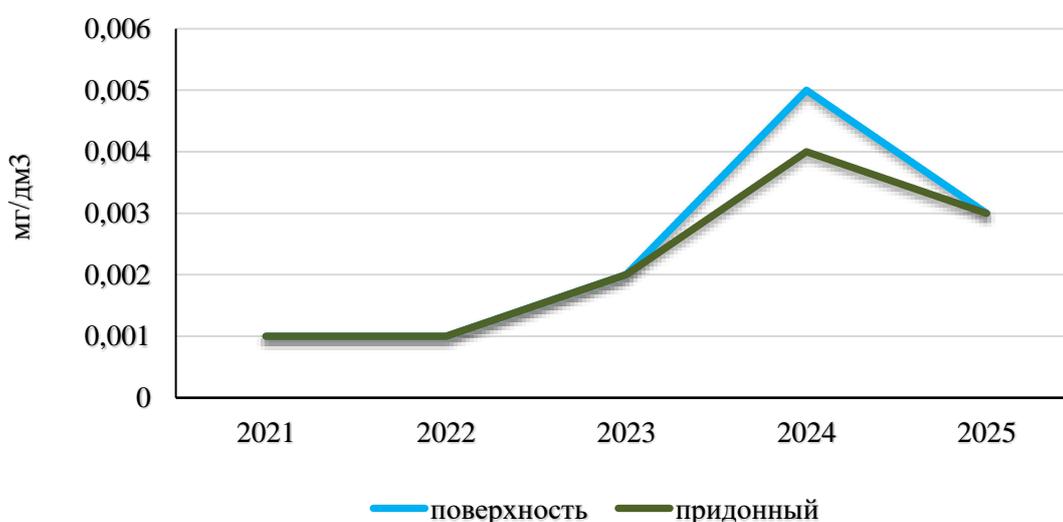


Рисунок 11 – Динамика средних концентраций меди (мг/дм³) в Ладожском озере в 2021-2025 гг.

Превышение норматива марганца (ПДК_{рх} – 0,01 мг/дм³), ежегодно выявляется в Волховской губе. В период 2021-2023 гг. количество станций с концентрацией марганца более 0,01 мг/дм³ находилось на уровне (49-67) %, значительная часть которых (70%) – в Волховской губе и Свирской губе. В 2024 г. наблюдалось существенное снижение количества станций с превышением норматива марганца, и особенно в районах влияния рек Волхов и Свирь. В 2025 г. поступление элемента из реки Волхов увеличилось после периода интенсивных дождей в конце июня (рисунок 12).

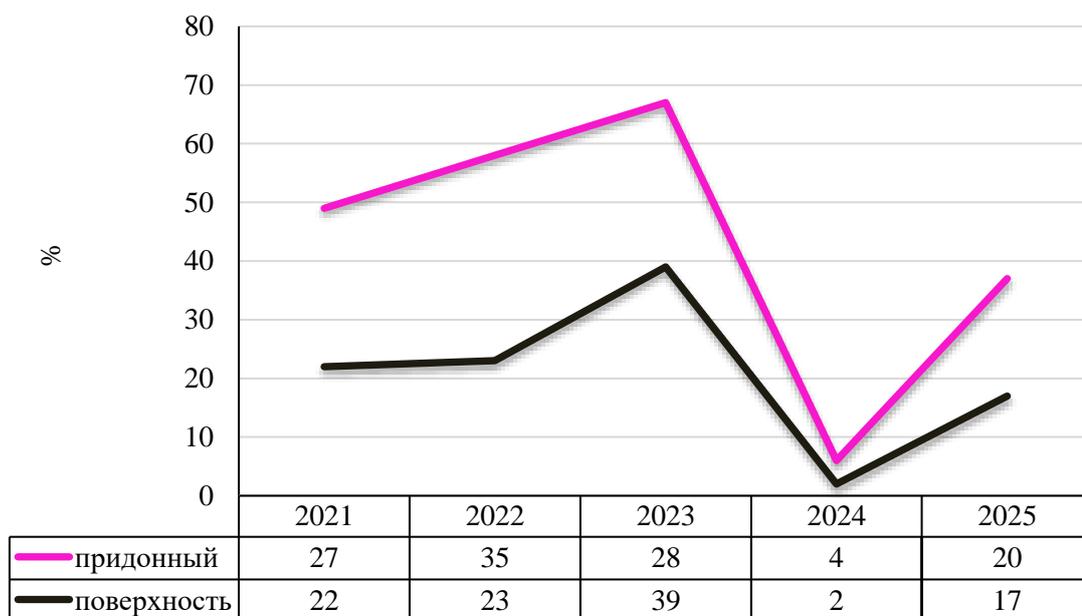


Рисунок 12 – Доля станций с превышением ПДК_{рх} марганца в Ладожском озере (>0,01 мг/дм³) в 2021-2025 гг., %

Особенности геохимического фона территории, изменение гидродинамических и окислительно-восстановительных условий, речной и поверхностный сток, а также поступление загрязненных талых вод и наличие точечных источников загрязнения, особенно в северной части, где расположены промышленные районы, являются причиной неоднородности и нестабильности качества воды по отношению к меди и марганцу.

Результаты исследований донных отложений показали пространственную неоднородность и широкий диапазон концентраций даже в пределах одного района исследований. Основными причинами этому могут быть сложный рельеф дна, наличие седиментационных бассейнов с разной скоростью седиментации, в том числе их отсутствие в зонах размыва, особенности состава и распространения речных наносов, заиление осадков в береговой зоне, рассеянные и точечные источники загрязнения (в т. ч. на дне озера).

Исследованиями поверхностных проб донных отложений Ладожского озера установлено, что концентрации химических компонентов возрастают по мере уменьшения частиц осадков: от песков к алевритам и глинам [Субетто и др, 2013]. Железо–марганцевые соединения в донных отложениях нередки, в поверхностном слое осадков встречаются черные или желто–бурые рудные корочки. Также необходимо принять во внимание, что толщина слоя при отборе образцов варьирует от 2 до 10 см и представляет донные отложения, сформированные за несколько десятилетий.

Кадмий преимущественно концентрируется органической частью осадков, содержание в песчаных донных отложениях не превышало 0,50 мг/кг, в алевритово–

глинистых – не более 0,49 мг/кг (ст. 13). Превышение максимальных концентраций над минимальными значениями составляло до 4,2 раза. Минимальные количества элемента обнаружены в Свирской губе, вероятно, образец был отобран в зоне размыва.

Свинец, также как и кадмий накапливается в органической части донных отложений, однако, значительное количество связано с мелкодисперсными глинистыми частицами. Концентрация свинца в песчаных донных отложениях не превышала 22,0 мг/кг (склоновый район), в алевритово–глинистых – не более 40 мг/кг (глубоководный район). Превышение максимальных концентраций над минимальным составляет до 13 раз. В алевритово–илистых донных отложениях в шхерном, центральном (глубоководном) и западном районах отмечено максимальное накопление элемента.

Медь, с одной стороны, микроэлемент необходимый для жизнедеятельности гидробионтов, с другой стороны, в высоких концентрациях, оказывает на них токсическое действие. Накопление меди в донных отложениях тем выше, чем больше в них органического вещества, фракций тонкодисперсных частиц и оксидов (гидроксидов) железа и марганца. Концентрация меди в песчаных донных отложениях не превышала 17,0 мг/кг (склоновый район), в алевритово-глинистых – не более 22,0 мг/кг (глубоководный район). Превышение максимальных концентраций над минимальными значениями составляло до 37 раз. В алевритово-илистых донных отложениях в шхерном, центральном (глубоководном) и восточном районах отмечено максимальное накопление элемента.

Низкие скорости осадконакопления, а также количественный и качественный состав органического вещества, поступающего в донные отложения открытой части озера, являются причиной того, что повсеместно на окислительно-восстановительной границе отмечается образование рудных прослоек, обогащенных марганцем, железом и фосфором. [Белкина и др., 2015]. Концентрация марганца в песчаных донных отложениях в 2025 году достигала 30614 мг/кг (склоновый район), в алевритово-глинистых – не более 9039 мг/кг (центральный глубоководный район). Превышение максимальных концентраций над минимальными значениями составляло до 3061 раза. Следует отметить, что повышенное содержание железа и марганца в осадках озера отражает особенность железо–марганцевой провинции на Карельском перешейке.

В 2025 г. концентрации кислорастворимых форм металлов в донных отложениях находились в широком диапазоне значений. Низкие значения в грунтах в южной части озера объясняются преобладанием крупнодисперсных фракций в гранулометрическом составе донных отложений, имеющих меньшую способность к накоплению металлов, а также распространением зон «нулевой седиментации» в южной части акватории.

Нефтепродукты в воде и донных отложениях

По мнению многих авторов, обнаруживаемые в воде Ладожского озера нефтяные углеводороды (НУВ) имеют в большей степени природное происхождение, являясь частью лабильного автохтонного органического вещества озера. [Игнатьева, Петрова, Гусева, 2015; Коркишко, Крылова, 2002]. В прибрежной зоне озера доля НУВ техногенного происхождения может быть выше, чем природного.

В 2023-2025 гг. наблюдается тенденция к уменьшению концентрации НУВ в воде, единичные незначительные превышения ПДК_{рх} растворенных нефтепродуктов в (1,1–2,2) раза выявлены в шхерном районе и Шлиссельбургской губе, что вероятнее всего связано с поступлением загрязняющих веществ с прибрежных территорий в результате переноса с водными течениями и в следствии волнового перемешивания.

Количество нефтепродуктов в донных отложениях изменялось от 1,7 мг/кг до 4,2 мг/кг в песчаных, в алевритово–глинистых – от 4,9 мг/кг до 26 мг/кг. Накопление и длительность существования нефтепродуктов, в том числе их углеводородной фракции, в донных осадках зависит, прежде всего, от характера источников их происхождения (биогенное, антропогенное), гранулометрического состава, глубины водоема, температуры, содержания биогенных веществ и скорости биodeградации. Нефтяных пленок и пятен в районах исследования в 2025 г. не наблюдалось, в донных отложениях загрязнения нефтепродуктами не обнаружено.

Токсикологические исследования

Результаты биотестирования показали, что в 2025 г., также как в предыдущие 2023-2024 гг., исследуемая вода и водные вытяжки донных отложений из Ладожского озера не оказывали острого и хронического токсического действия на *Daphnia magna* Straus и прослеживается тенденция снижения токсического действия на плодовитость тест-объекта (рисунок 13).



Рисунок 13 – Оценка токсичности воды Ладожского озера по результатам биотестирования, 2021-2025 гг.

Хроническое токсическое воздействие на плодовитость дафний оказывали вода и водные вытяжки из донных отложений, отобранные в Волховской губе и Шлиссельбургской губе. Это может указывать на присутствие в водном объекте токсических веществ в количествах, которые не оказывают явного токсического действия, но могут подавлять репродуктивную функцию дафний. Эти токсиканты могут быть как химического, так и биологического происхождения, например, метаболитами гидробионтов озера.

За период 2021-2025 гг. наименьшее количество проб, оказывающих хроническое токсическое действие на дафний отмечено в Свирской губе, восточном и южном (склоновом) районах (рисунок 14).

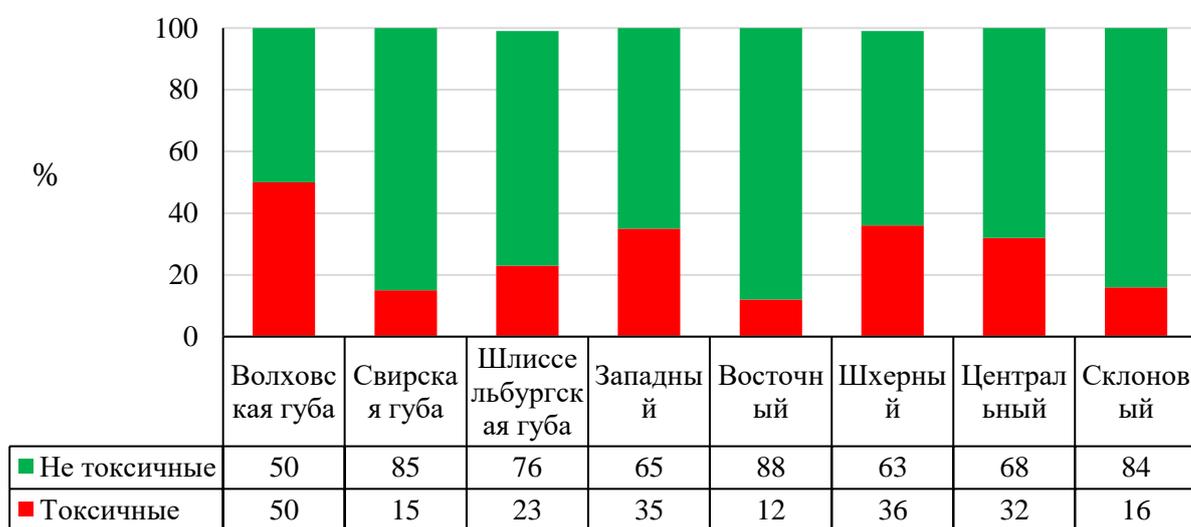


Рисунок 14 – Токсичность воды (в процентах от общего количества проб) в районах исследований в период 2021-2025 гг.

По результатам токсикологических исследований можно сделать вывод, что в Ладожском озере в 2025 г. сохраняются благоприятные условия для обитания гидробионтов, в том числе пресноводных рыб.

Заключение

Результаты исследований свидетельствуют, что в целом, гидрохимический режим и экологическое состояние Ладожского озера стабильное и сохраняется на уровне предыдущих лет. В периоды проведения наблюдений в 2025 г. качество воды в единичных случаях и по отдельным показателям не соответствовало установленным нормативам.

В воде озера превышение ПДК_{рх} меди, как и в предыдущие годы, наблюдалось во всех районах озера; максимальное количество (30 ПДК_{рх}) выявлено летом в поверхностном слое на ст. 26 (глубоководный район, в 37 км от берега, г. Ланденпохья).

Установленный норматив для марганца превышен не более 2,6 раза в Волховской губе. Превышения ПДК_{вр} меди и марганца не являлись критичными для ВБР (рыб), что косвенно подтверждает отсутствие острой токсичности в воде озера. Однако это не исключает хронического воздействия на гидробионтов в зонах выраженной антропогенной нагрузки, о чём свидетельствуют результаты биотестирования. В Волховской губе условия обитания гидробионтов, как и в предыдущие годы, менее благоприятные.

За период 2021-2025 гг., учитывая распределение концентраций фосфатного и общего фосфора, существенно увеличилось количество районов с олиготрофным уровнем трофии.

Анализ материалов по результатам исследований Ладожского озера в 2025 г., позволяет сделать вывод, что гидрохимические и токсикологические показатели, в целом, были удовлетворительными. Ухудшение условий среды обитания относительно установленных нормативов качества воды (ПДК_{рх}) выявлены по отношению к меди, содержание которой нестабильно, однако нельзя однозначно утверждать, что обнаруженные концентрации элемента негативно влияют на ВБР.

Единичные случаи превышения нормативов ПДК_{рх}, в целом, не ухудшили качество среды обитания в 2025 г., однако, районы северной Ладоги и Волховская губа, в результате многолетней хозяйственной деятельности, менее благоприятны для гидробионтов.

1.3 Состояние кормовой базы рыб Ладожского озера

К основным компонентам экосистемы, которые прямо или косвенно обеспечивают формирование кормовой базы рыб, относятся планктонные (фито- и зоопланктон) и донные (зообентос) организмы.

Регулярные исследования фитопланктона, зоопланктона и зообентоса южной, как наиболее продуктивной, части Ладожского озера проводятся Санкт-Петербургским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» (ранее – ГосНИОРХ) с 80-х гг. прошлого века по настоящее время [Огородникова, 1995, 2009; Сухопарова, Терешенкова, 1995; Lavrentieva et al., 2000; Терешенкова, Ляшенко, 2009; Суслопарова и др., 2011]. В последнее десятилетие проводятся исследования и в северной части акватории.

Сбор, обработку и анализ гидробиологических материалов – проб фитопланктона, зоопланктона и зообентоса, осуществляли с применением унифицированных и

утвержденных методик, разработанных Санкт-Петербургским филиалом ФГБНУ «ГосНИОРХ» совместно с Зоологическим институтом РАН по каждому указанному компоненту биоты [Методические рекомендации..., 1981, 1983, 1984].

Фитопланктон

В 2025 г. планктонная альгофлора Ладожского озера была представлена 185 таксонами водорослей рангом ниже рода из 9 систематических групп: Cyanophyceae (цианобактерии) – 24, Cryptophyceae (криптофитовые) – 8, Dinophyceae (динофитовые) – 7, Chrysophyceae (золотистые) – 16, Bacillariophyceae (диатомовые) – 57, Chlorophyta (зеленые) – 53, Euglenophyceae (эвгленовые) – 3, Charophyta (харовые) – 12 и Xanthophyta (желтозеленые) – 5.

В июне в планктоне обнаружено 156 таксона, в сентябре – 112. По сравнению с прошлым годом фитопланктон отличался бóльшим видовым богатством (160 таксонов в 2024 г.). Традиционно лидирующее положение по числу таксонов в общем списке водорослей Ладожского озера, как и большинства водоемов Северо-Запада, занимали диатомовые водоросли [Петрова и др., 1992; Летанская, 2002]. В июне минимальное число видов зафиксировано в Глубоководном районе – 37, максимальное флористическое богатство (105 таксонов) – в Волховской губе, что вызвано влиянием фитопланктона эвтрофного оз. Ильмень. В сентябре минимальное число таксонов водорослей обнаружено в Шхерном районе – 49, максимальное – в Волховской губе и Склоновом районе – по 77 таксонов.

В июне численность водорослей различных районов озера отличалась более чем в 55,5 раз – от 300 до 16658 млн. кл./м³ (таблица 7).

Таблица 7 – Средневзвешенные численность (N, млн.кл./м³) и биомасса (B, г/м³) фитопланктона трофогенного слоя в Ладожском озере в июне и сентябре 2025 г.

Район исследования	Июнь		Сентябрь	
	N	B	N	B
Волховская губа	3716-13313	1,35-2,22	7432-22092	0,93-1,82
Свирская губа	2767-6269	0,96-2,38	6897-10448	0,91-1,09
Шлиссельбургская губа	8350-16658	3,42-5,44	3697-7250	0,45-0,7
Западный р-н	1324-2789	1,03-1,15	765-2462	0,27-1,04
Восточный р-н	880-3569	0,6-1,0	-	-
Склоновый р-н	2604-7451	0,79-1,6	3583-12655	0,79-1,62
Глубоководный р-н	300- 2510	0,09-1,37	6572-9517	0,97-1,16
Шхерный р-н	816-4943	0,28-3,25	3475-9811	0,53-1,08

Наименьшие количественные показатели (численность и биомасса) зарегистрированы в Глубоководном районе, максимальные – в Шлиссельбургской губе.

Основу летнего сообщества всей акватории формировали цианобактерии, криптофитовые (кроме Шлиссельбургской губы) и диатомовые водоросли (кроме Шхерного района и Шлиссельбургской губы), которые создавали соответственно 24,8-61,2%, 11,2-49,9% и 11,9-29,6% суммарной численности. К доминантам относились цианобактерии *Aphanizomenon flos-aquae* и *Aphanocapsa delicatissima*, криптомонада *Komma caudata* и мелкие центрические диатомеи. В Западном, Шхерном, Склоновом районах, а также в Свирской и Шлиссельбургской губах преобладали золотистые, определяя 10,7-60% общей численности благодаря массовому развитию мелкоклеточной *Uroglenopsis sp.* и колониальной *Dinobryon divergens*.

Биомасса летнего фитопланктона изменялась от 0,09 г/м³ в Глубоководном районе до 5,44 г/м³ в Шлиссельбургской губе. Основную роль в создании общей биомассы во всех районах озера, кроме Шлиссельбургской губы, играли диатомовые и криптофитовые, определяя 18,2-67,5 и 14,7-27,1% суммарной биомассы. Помимо них в Склоновом, Восточном и Шхерном районах преобладали цианобактерии (20,4-39,6%), а в Склоновом районе, Свирской и Шлиссельбургской губах – золотистые водоросли (10,1-60%). Золотистые в Шлиссельбургской губе были абсолютными доминантами, создавая до 86,2% общей биомассы за счет *Dinobryon divergens*. На всей акватории в планктоне доминировали *Aphanizomenon flos-aquae*, *Aulacoseira islandica* и *Komma caudata*.

В сентябре численность водорослей планктона была выше, чем в июне и колебалась в широких пределах – от 765 млн. кл./м³ в Западном районе до 22092 млн. кл./м³ в Волховской губе (таблица 7). В осеннем планктоне традиционно наблюдалось массовое развитие цианобактерий, которые в Волховской, Свирской, Шлиссельбургской губах и Склоновом районе были абсолютными доминантами по численности, формируя 82,6-89% общей численности. Из них преобладали *Aphanizomenon flos-aquae*, *Aphanocapsa delicatissima*, *Microcystis aeruginosa* и *Woronichini anaegeliiana*. Помимо них в Западном, Глубоководном и Шхерном районах к доминантам относились зеленые водоросли, преимущественно за счет колоний *Botryococcus braunii* – типичного представителя планктона Ладожского озера [Летанская, 2002; Летанская, Протопопова, 2013].

Биомасса осеннего фитопланктона различных участков озера отличалась более чем в 6 раз – от 0,27 г/м³ в Западном районе до 1,82 г/м³ в Волховской губе. Основу биомассы на всей акватории создавали синезеленые, криптофитовые и диатомовые водоросли. Среди них в состав структурообразующего комплекса входили *Aphanizomenon flos-aquae*, *Woronichini anaegeliiana*, *Fragilaria crotonensis* и виды рода *Cryptomonas*.

Средняя численность фитопланктона в июне и сентябре достигала соответственно 4836 и 7220 млн. кл./м³, средняя биомасса – 1,59 и 0,92 г/м³. За сезон 2025 г. средняя

биомасса составила 1,26 г/м³ и находится в пределах многолетних колебаний. Таким образом, количественные показатели водорослей планктона за последние десятилетия варьируют незначительно и определяются, в основном, межсезонной сукцессией видов и климатическими условиями, и в целом сообщество планктонных водорослей Ладожского озера остается стабильным [Сулопарова и др., 2011; Летанская, Протопопова, 2013; Протопопова, 2021; Проведение государственного ..., 2013-2023].

Из-за отсутствия в Ладожском озере рыб-фитофагов фитопланктон как первичный продуцент является потенциальным кормом гетеротрофов, таких как фильтраторы зоопланктона.

Зоопланктон

В 2025 г. за весь период наблюдений в составе пелагического зоопланктона Ладожского озера отмечено 55 видов: коловраток (Rotifera) – 21, ветвистоусых (Cladocera) – 20 и веслоногих (Copepoda) – 14 видов. В конце июня насчитывалось 48 видов (коловратки – 18, ветвистоусые – 17, веслоногие – 13), в сентябре – 37 (коловратки – 14, ветвистоусые – 12, веслоногие – 11). Наибольшее число видов отмечалось в Шхерном (39) и Склоновом районах (37), меньшее – в Восточном районе (26) и Шлиссельбургской губе (29).

Все отмеченные виды зоопланктона служат кормовыми объектами для молоди окуневых и карповых рыб (коловратки, молодь планктонных ракообразных) и взрослых рыб-планктофагов, в том числе корюшки и сиговых (ветвистоусые и веслоногие рачки) [Огородникова, 1995; Сулопарова, 1995; Сулопарова, 1999, Сулопарова, 2025].

Сезонная динамика зоопланктона в Ладожском озере характеризуется наличием двух: весенне-летнего и летне-осеннего пиков численности и биомассы, реже – одного летнего (август). Первый пик обычно приходится на май-июнь и обусловлен массовым появлением в планктоне коловраток и молоди веслоногих, второй – на конец июля-август, реже на август-начало сентября и связан с кульминацией развития всех видов летнего зоопланктона. Осенью (начиная с сентября) происходит общее снижение численности и биомассы зоопланктона, снижение роли ветвистоусых и доминирование по биомассе веслоногих ракообразных.

Летом локальные показатели численности зоопланктона значительно варьировала по акватории озера (таблица 8).

Таблица 8 – Численность (N, тыс. экз./м³) и биомасса (B, г/м³) зоопланктона в Ладожском озере в июне и сентябре 2025 г.

Районы обследования	Июнь								
	Rotifera		Cladocera		Copepoda		Всего		
	N	B	N	B	N	B	N	B	

Волховская губа	44,83	0,144	15,24	0,532	8,82	0,132	68,89	0,807
Свирская губа	20,00	0,164	36,78	0,628	13,77	0,137	70,56	0,929
Шлиссельбургская губа	91,08	0,475	9,61	0,446	17,29	0,405	117,99	1,325
Склоновый район	31,08	0,245	3,85	0,083	7,60	0,241	42,53	0,569
Восточный район	24,04	0,212	2,30	0,031	3,07	0,366	29,40	0,609
Западный район	7,40	0,035	1,81	0,041	5,08	0,198	14,29	0,274
Шхерный район	26,33	0,836	1,06	0,021	4,37	0,090	31,75	0,947
Глубоководный район	0,33	0,000	0,05	0,001	0,87	0,024	1,24	0,025
Сентябрь								
Волховская губа	5,43	0,059	9,66	0,404	30,71	0,515	45,80	0,978
Свирская губа	9,93	0,041	6,63	0,305	37,95	0,722	54,52	1,068
Шлиссельбургская губа	1,67	0,001	5,72	0,113	34,66	0,764	42,05	0,877
Склоновый район	2,15	0,02	2,16	0,07	17,23	0,34	21,55	0,428
Западный район	3,69	0,005	1,23	0,02	11,44	0,10	16,36	0,126
Шхерный район	3,60	0,01	0,45	0,01	2,33	0,04	6,38	0,061
Глубоководный район	3,00	0,02	0,63	0,02	9,31	0,24	12,94	0,274

В целом высокие средние показатели зоопланктона были характерны для южных заливов озера и отдельных станций Шхерного района, чуть меньшие для Склонового и Восточного районов. Минимальные значения численности и биомассы были характерны для Глубоководного и Западного районов Ладожского озера.

Коловратки доминировали в численности почти на всей акватории Ладожского озера (Волховская – 63,3%, Шлиссельбургская – 77,5%, Склоновый – 73,6%, Восточный – 80,4%, Западный – 58,8%, Шхерный – 65,3%) за исключением Свирской губы и Глубоководного района.

Основу значений составляли, как правило, скопления *Conochilus unicornis* и *Kellicottia longispina*. При этом, существенный вклад коловраток по биомассе отмечен локально лишь в Шхерном районе (52% общей) за счет крупной *Asplanchna priodonta*. Веслоногие ракообразные благодаря большому количеству молодежи (науплии и копеподиты Cyclopoidea, Calanoida) и взрослых *Thermocyclops oithonoides*, составляли значительную долю численности сообщества в Глубоководном районе озера (77,5% общей). Ветвистоусые ракообразные существенный вклад в численность зоопланктона вносили в Свирской губе, формируя 46,3% общей за счет *Bosmina coregoni* и видов рода *Daphnia* (*D. cucullata*, *D. cristata*).

Биомассу зоопланктона в трех хорошо прогреваемых южных заливах озера формировали ветвистоусые (37,3-66,5% общей), преимущественно *B. coregoni*, *D. cucullata*, *D. galeata*, *D. cristata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Polyphemus pediculus*. Веслоногие ракообразные значимую долю в общую биомассу вносили в остальных районах Ладоги:

Склоновый (45,5% общей), Восточный (51,2%), Западный (53,2%), Глубоководный (97,2%). В Восточном, Западном и Склоновом районах преобладал исключительно холодноводный реликт *Limnocalanus macrurus*, а в центральном Глубоководном районе величину биомассы дополняли *Eudiaptomus gracilis*, *T. oithonoides* и науплии Copepoda.

Осенью локальные величины численности зоопланктона составляли по акватории озера от 3,58 тыс. экз./м³ на одной из станций Глубоководного района до 88,88 тыс. экз./м³ в Шлиссельбургской губе, а биомасса - от 0,014 г/м³ до 1,958 г/м³ в (ст. 25) в тех же районах соответственно (см. таблицу 8).

При значительном разбросе показателей численности и биомассы по районам осенью, как и летом, высокие концентрации зоопланктона были характерны для трёх южных мелководных губ Ладоги.

В Свирской губе численность зоопланктона в среднем составила 54,52 тыс. экз./м³, в Волховской – 45,80, в Шлиссельбургской – 42,05 тыс. экз./м³. Тогда как на акватории Шхерного и Глубоководного районов она не превышала 6,38 и 12,94 тыс. экз./м³ соответственно.

Высокие показатели биомассы зоопланктона также отмечены для южной акватории озера. В Свирской губе она составила в среднем 1,068 г/м³, Волховской – 0,978 г/м³, Шлиссельбургской – 0,877 г/м³. Минимальные значения биомассы были характерны для Шхерного и Западного районов озера.

Веслоногие ракообразные обеспечивали значительную долю численности почти на всей акватории озера, особенно в Шлиссельбургской губе и Склоновом районе, формируя в целом более 48-81,4% ее общей величины.

Коловратки дополняли уровень численности зоопланктона в Глубоководном (45,3%) и Западном (32,1%) районах, преобладая на акватории Шхерного района – 55,2% общей величины. Ветвистоусые свой вклад в численность зоопланктона вносили только в Волховской (20,4%) и Шлиссельбургской губах (13,7%). В остальных районах озера их доля в численности была низкой.

Основу биомассы зоопланктона повсеместно формировали веслоногие ракообразные (53,1-88,8% общей), преимущественно *T. oithonoides*, *L. macrurus*, *E. gracilis* и копеподитные стадии Cyclopoidea, которые определяли её величину в Свирской губе, Склоновом и Шхерном районах.

Ветвистоусые ракообразные, преимущественно *B. coregoni*, и виды из рода *Daphnia* (*D. galeata*, *D. cucullata*, *D. cristata*), реже *Limnoscia frontosa* вносили значимый вклад в общую биомассу зоопланктона в Волховской (40,4%), Свирской (32,6%) и Склоновом районе (16,7%).

Коловратки дополняли биомассу зоопланктона лишь в Глубоководном (24,1% общей) и Шхерном (19,4%) районах, а в остальных исследованных районах озера их доля была мала.

Высокие величины показателей зоопланктона, отмеченные в южной акватории Ладоги и в Шхерном районе обусловлены благоприятными гидрологическими условиями: поступление биогенов с притоком крупных рек, ветровые течения, прогрев воды, перемешивание теплых и холодных слоев.

В 80-90-е годы прошлого века в течение вегетационного периода средние величины численности зоопланктона в зоне глубин до 50 м составляли от 14,14 до 373,08 тыс. экз./м³, а биомассы – от 0,02 до 1,80 г/м³. Диапазон величин этих показателей в глубоководной части озера составлял 11,1-16,4 тыс. экз./м³ и 0,214-0,298 г/м³ [Смирнова, 1982 а, б, 1986, 1987; Огородникова, 1995, 2009; Родионова, 2013; Андроникова, 2013; Атлас..., 2015].

В 2000-2015 гг. величины численности и биомассы зоопланктона в целом варьировали по отдельным районам южной части Ладожского озера в таких же пределах. Так, численность зоопланктона составляла от 1,93 до 190,84 тыс. экз./м³, а биомасса – от 0,50 до 2,00 г/м³.

В 2016-2018 гг. количественные величины зоопланктона были ниже. В 2019-2021 гг. обсуждаемые показатели составляли от 3,07 до 141,34 тыс. экз./м³ и от 0,043 до 1,301 г/м³.

В 2022-2024 гг. средние по районам значения численности зоопланктона изменялись от 1,52 до 157 тыс. экз./м³, биомассы – от 0,04 до 1,38 г/м³.

В 2025 г. летние показатели численности зоопланктона варьировали по районам Ладожского озера от 1,24 до 117,99 тыс. экз./м³, а биомассы – от 0,025 до 1,325 г/м³, при этом большие значения биомассы (более 0,8 г/м³) отмечены в трех южных губах и Шхерном районе. Осенью величины численности зоопланктона составляли по районам от 6,38 до 54,52 тыс. экз./м³, биомасса – от 0,061 до 1,068 г/м³, с максимумом в Свирской губе и сравнительно высокими для сезона значениями (около 0,4-0,9 г/м³) для Склонового района, Шлиссельбургской и Волховской губ. Многолетняя динамика количественных значений зоопланктона в Ладожском озере представлена на рисунке 15.

Анализ имеющихся данных показал, что летом и осенью 2025 г. основная зона нагула планктофагов (молодь всех видов, а также корюшка, ряпушка и другие), включающая южные губы, часть склоновой зоны, восточного района и отдельных участков шхер, характеризовалась сравнительно высокими количественными величинами зоопланктона, что обеспечивало благоприятные для рыб кормовые условия почти на всей акватории Ладожского озера.

В ряду многолетних наблюдений минимальные величины количественных показателей зоопланктона характерны для глубоководных участков в центральном, западном и шхерном районах, максимальные - для южной акватории озера, в особенности, мелководных губ. В все годы наблюдений наиболее высокие величины обилия сообщества характерны для Волховской, Шлиссельбургской и Свирской губ, реже – для склонового и восточного районов [Огородникова, 2009; Сулопарова, и др., 2011; Проведение государственного мониторинга..., 2013-2024], эта тенденция отмечена и в 2025 г.

В многолетнем аспекте последнего десятилетия наблюдается локальный тренд к небольшому увеличению средних величин количественных показателей зоопланктона, однако, эти величины остаются в пределах многолетних колебаний.

В целом, кормовую базу рыб-планктофагов в 2025 г. (по данных летнего и осеннего сезонов), в соответствии с принятой классификацией [Пидгайко и др., 1968], для Ладожского озера можно охарактеризовать как «малокормную» (биомасса менее 1 г/м³). На отдельных участках значения биомассы соответствовали «малой – средней кормности» (биомасса от 1 г/м³ до 2 г/м³).

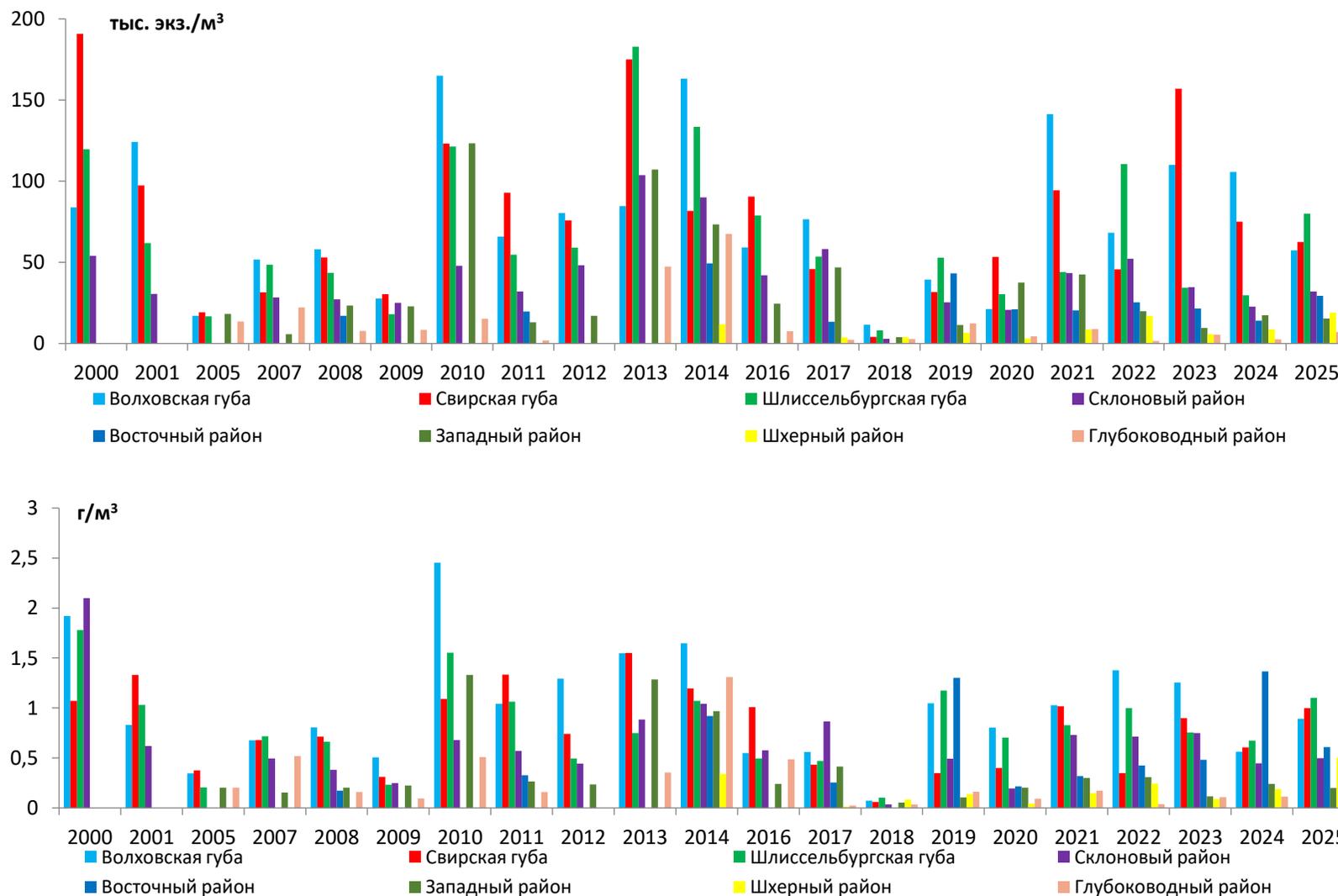


Рисунок 15 – Многолетняя динамика численности (тыс. экз./м³) и биомассы (г/м³) зоопланктона в Ладожском озере в 2000-2025 гг.

Макрозообентос

В составе макрозообентоса Ладожского озера в мае и сентябре 2025 г. было определено 45 таксонов: из них олигохет – 25 таксонов, моллюсков – 1, ракообразных – 6, личинок комаров-хируномид – 12, а также один таксон пиявок. Отмеченный таксономический состав сопоставим с наблюдавшимся в предыдущие годы.

В Волховской губе зообентос в 2025 г. был представлен 27 таксонами, в том числе: олигохет – 15, личинок хируномид – 7, ракообразных – 4 и моллюсков 1 таксон.

Численность и биомасса зообентоса изменялись в следующих пределах: численность – 0,40–3,32 тыс. экз./м², биомасса – 0,31–8,07 г/м². Средняя величина численности составила 1,42 тыс. экз./м², биомассы – 3,02 г/м² (таблица 9). Как по численности, так и по биомассе доминировали олигохеты сем. Tubificidae: *Tubifex newaensis* и неполовозрелая молодь.

Таблица 9 – Численность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) макрозообентоса в Ладожском озере в июне и в сентябре 2025 г.

Ст. №№	Группы беспозвоночных										Всего	
	Олигохеты		Хируномиды		Ракообразные		Моллюски		Пиявки		N	B
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B		
Июнь												
Волховская	570	1,19	385	0,40	30	0,02	100	0,11	-	-	1085	1,72
Свирская	300	0,40	213	0,08	47	0,03	7	0,01	-	-	567	0,53
Шлиссельбургская	1353	3,24	80	0,03	1193	1,10	133	0,06	-	-	2760	4,44
Западный	573	1,03	73	0,03	67	0,21	47	0,04	-	-	760	1,31
Восточный	3653	10,70	120	0,16	2060	6,11	140	0,12	7	0,02	5980	17,11
Склоновый	724	1,45	48	0,04	112	0,20	4	<0,01	-	-	888	1,69
Шхерный	770	2,12	20	0,02	210	0,46	20	0,02	-	-	1020	2,62
Глубоководный	287	0,40	40	0,04	107	0,08	-	-	-	-	433	0,52
Сентябрь												
Волховская	1205	2,39	385	1,66	5	0,01	155	0,27	-	-	1750	4,33
Свирская	393	0,63	187	0,31	80	0,18	27	0,02	-	-	687	1,14
Шлиссельбургская	1280	5,00	53	0,13	1053	2,26	253	0,06	-	-	2640	7,46
Западный	607	1,06	120	0,05	120	0,47	53	0,04	-	-	900	1,61
Склоновый	832	1,46	72	0,24	56	0,95	8	0,01	-	-	968	2,66
Шхерный	440	0,75	35	0,07	190	0,32	15	0,02	-	-	680	1,15
Глубоководный	173	0,43	40	0,06	80	0,73	-	-	-	-	293	1,21

В Свирской губе было обнаружено 24 таксонов зообентоса (олигохет – 13 таксонов, личинок хируномид – 9, моллюсков и ракообразных по одному таксону). Ракообразные были представлены амфиподами *Monoporeia affinis*. Численность зообентоса изменялась от 0,36 до 1,24 тыс. экз./м², биомасса – от 0,21 до 1,96 г/м². Средняя величина численности составила 0,63 тыс. экз./м², а биомассы – 0,83 г/м² (таблица 9). По численности доминировали амфиподы *M. affinis*, а по биомассе доминировали олигохеты *Lamprodrilus isoporus* и *T. newaensis*.

В Шлиссельбургской губе в составе бентоценозов было идентифицировано 20 таксонов, в том числе: олигохет – 11, хирономид – 6, ракообразных – 2 и моллюсков – один таксон. Амфиподы в губе были представлены бокоплавами – *Gmelinoides fasciatus* и *Micruropus possolskii*. Численность зообентоса изменялась в пределах от 1,28 до 4,84 тыс. экз./м² (в среднем 2,70 тыс. экз./м²), биомасса – от 0,87 до 14,07 г/м² (в среднем 5,95 г/м²). По численности и биомассе в губе доминировали ракообразные за счёт многочисленности *M. possolskii*, а по биомассе – олигохеты, преимущественно за счёт крупных экземпляров *L. isoporus*.

В Западном районе в составе зообентоса было идентифицировано 19 таксонов в мае. Из них: олигохет – 12, личинок хирономид – 4, ракообразных – 2 и моллюсков отмечен один таксон. Численность и биомасса зообентоса на исследованных участках изменялись от 0,34 до 1,60 тыс. экз./м², а биомасса – от 0,05 до 3,39 г/м². Среднее значение численности – 0,83 тыс. экз./м², биомассы – 1,46 г/м². По численности и биомассе доминировали олигохеты *L. isoporus*.

В Восточном районе в июне было отмечено 15 таксонов макрозообентоса. Олигохеты были представлены 9 таксонами, личинки комаров-хирономид – 3 таксонами, ракообразные, пиявки и моллюски – одним таксоном каждые. Численность зообентоса варьировала от 3,24 до 7,52 тыс. экз./м², биомасса – 12,06–20,84 г/м². Средние величины численности и биомассы составили 5,98 тыс. экз./м² и 17,11 г/м², соответственно. По численности и биомассе доминировали амфиподы *M. affinis*.

В Склоновом районе было идентифицировано 25 таксонов. Наибольшее количество таксонов было в группе олигохет – 15 таксонов, личинок хирономид – 7, ракообразных – 2, двусторчатые моллюски были представлены – 1 таксоном. Численность зообентоса варьировала от 0,28 до 1,76 тыс. экз./м², биомасса – 0,14–4,65 г/м². Среднее значение численности составило 0,93 тыс. экз./м², а биомассы – 2,18 г/м² (таблица 9). По численности и биомассе доминировали олигохеты. По численности доминировали олигохеты сем. Tubificidae, максимальный вклад в биомассу вносили *L. isoporus*.

В Шхерном районе макрозообентос был представлен 14 таксонами. Отмечено 8 таксонов олигохет, 4 – хирономид и по одному - ракообразных и моллюсков. Численность зообентоса варьировала от 0,24 до 2,08 тыс. экз./м², биомасса – 0,54–4,41 г/м². Средняя численность макрозообентоса составила 0,85 тыс. экз./м², биомасса – 1,89 г/м². По численности и биомассе доминировали кольчатые черви *L. isoporus* и неполовозрелая молодь сем. Tubificidae.

В Глубоководном (центральном) районе макрозообентос был представлен в 2025 г. 15 таксонами: 7 таксонов олигохет, 7 – личинок комаров-хирономид и один таксон

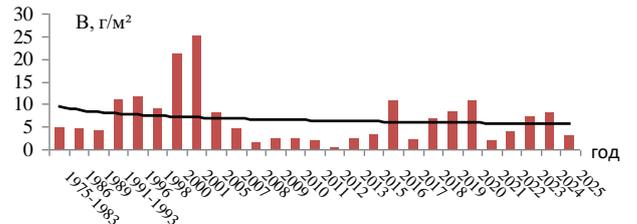
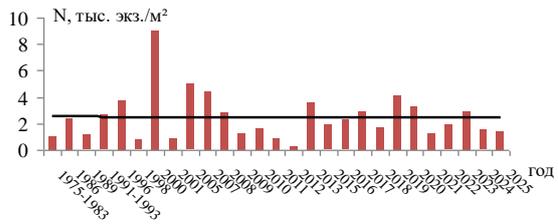
ракообразных. Численность зообентоса варьировала от 0,16 до 0,60 тыс. экз./м², биомасса – 0,11–3,07 г/м². Средняя величина численности в районе составила 0,36 тыс. экз./м², а биомассы – 0,87 г/м². По численности доминировали кольчатые черви *L. isoporus*. По биомассе доминировали амфиподы и *M. affinis*.

Проведенные исследования показали, что наиболее бедный видовой состав зообентоса характерен для станций в Глубоководном и Шхерном районах. Наибольшим фаунистическим разнообразием характеризовался зообентос на станциях в Волховской губе.

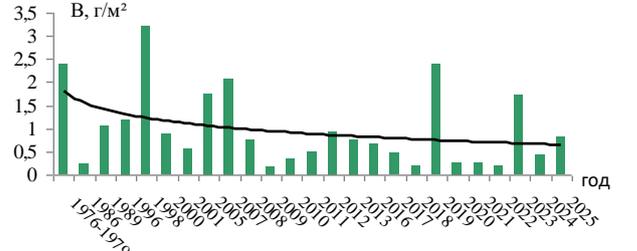
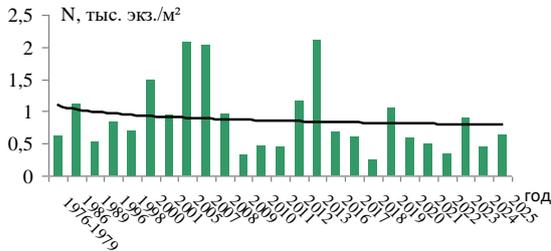
Наибольшей встречаемостью на станциях в июне и сентябре характеризовались ледниковые реликты Ладожского озера – олигохеты *L. isoporus* (64-88%) и амфиподы *M. affinis* (44-64%). Также высокой встречаемостью в оба сезона характеризовались *Spirosperma ferox* (52 и 24%, соответственно). Другие таксономические группы были менее широко распространены. Наиболее часто встречались на станциях наиболее двустворчатые моллюски сем. Sphaeridae (40-44% всех станций) и личинки комаров-хиროномид *Polypedilum breviantennatum* (в июне, 36%) и *Chironomus gr. plumosus* (в сентябре, 36%). Из особенностей таксономического состава в 2025 г. можно отметить, что впервые за период наблюдений в Ладожском озере в сентябре в Волховской губе была единично отмечена мизида *Neomysis integer*.

Во всех без исключения районах и по озеру в целом по численности и биомассе доминировали олигохеты. Амфиподы вносили существенный вклад в биомассу бентоса только в Восточном и Глубоководном районах и Шлиссельбургской губе. Из результатов можно предположить, что в оценке несколько занижена роль ракообразных. Для того чтобы отразить реальное обилие литоральных ракообразных (изопод *Asellusa quaticus* и чужеродных байкальских амфипод) необходимо исследовать прибрежные станции. Для того чтобы исследовать комплекс холодноводных ладожских реликтов необходимо использовать нектобентосные сети и драги. Скопления этих видов часто наблюдаются в районах с твердым грунтом и сложным рельефом: в районах подводных поднятий и скал [Berezina et al., 2009; Barbashova et al., 2021; Зуев, 2023]. Вышеупомянутые виды являются основой питания многих ценных видов рыб Ладожского озера [Тихомирова, 1975; Тихомирова, Болотова, 1977, Федорова, Приймак, 1987].

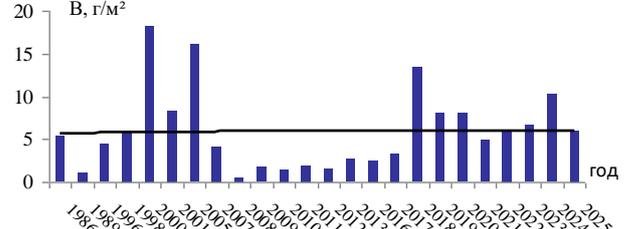
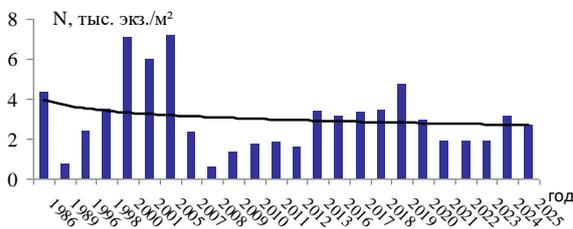
По сравнению с предыдущим годом количественные показатели биомассы зообентоса увеличились только в Волховской губе и Восточном районе. В Глубоководном районе и Шлиссельбургской губе биомасса макрозообентоса по сравнению с предыдущим годом практически не изменилась (рисунок 16).



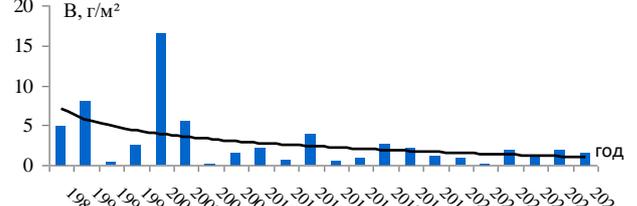
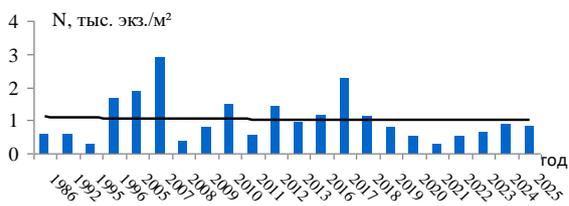
А: Волховская губа



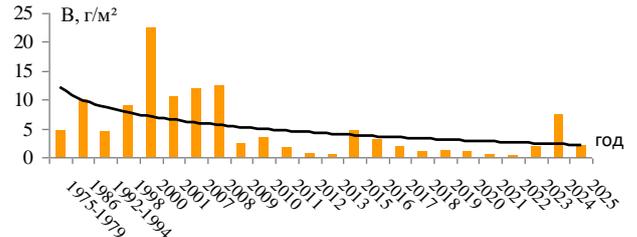
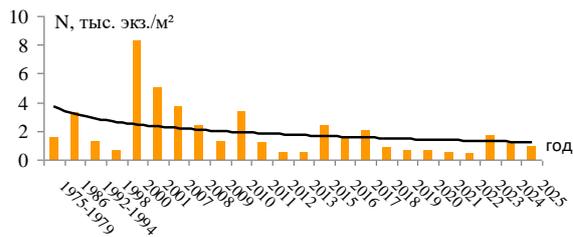
Б: Свирская губа



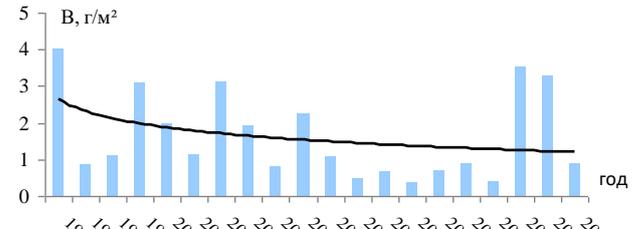
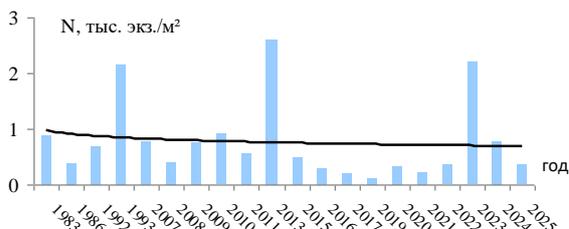
В: Шлиссельбургская губа



Г: Западный район



Д: Склоновыи район



Е: Глубоководный (центральный) район

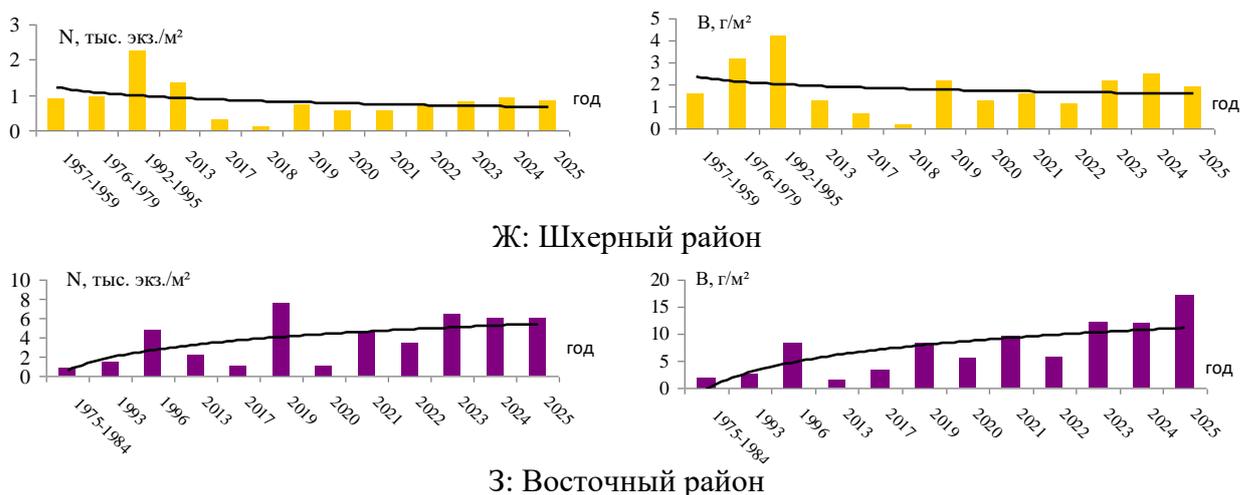


Рисунок 16 – Многолетняя динамика показателей численности (слева) и биомассы (справа) макрозообентоса в районах (А–З) Ладожского озера по данным «ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга (1996-2025), а также литературным данным с 1957 по 1998 гг.

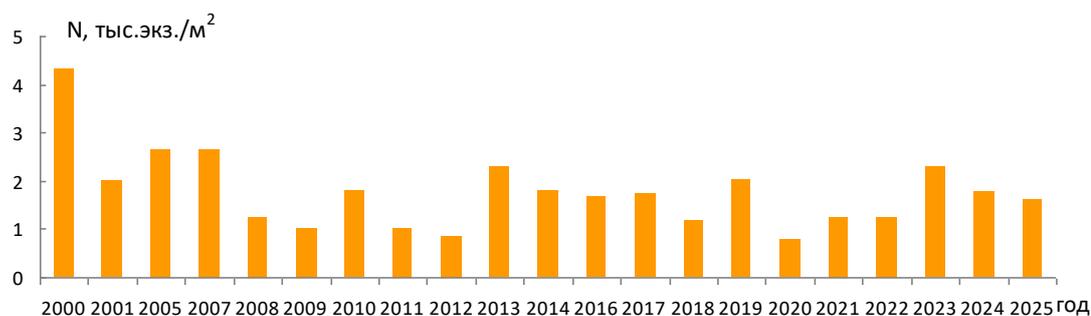
[Слепухина, Алексеева, 1982; Сношкина, 1988; Балушкина, и др. 1996, Распопов и др. 1998]

Рост обилия по сравнению со средним уровнем наблюдался в Восточном районе, где количественные характеристики (численность и биомасса) бентоса составили 5980 экз./м² и 17,11 г/м², соответственно. Среднемноголетние значения для этих районов составили 3785 экз./м² и 7,34 г/м², соответственно. В Шлиссельбургской губе и Шхерном районе обилие бентоса практически не отличалось от среднемноголетних значений.

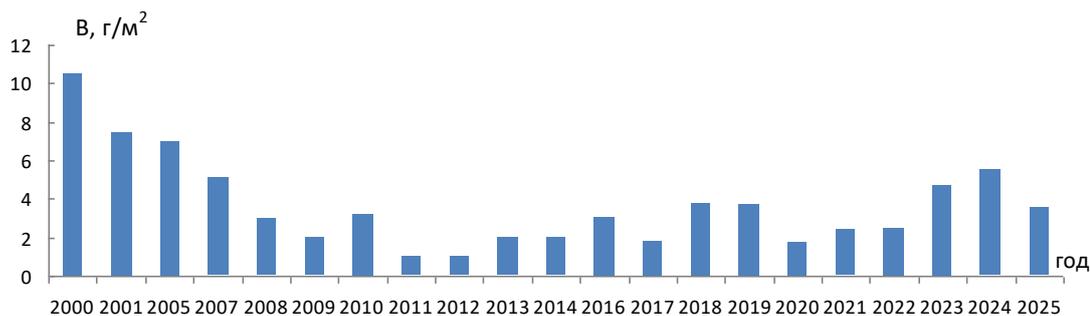
В абсолютных значениях наибольший вклад в среднюю биомассу бентоса по Ладожскому озеру в 2025 г. составили Шлиссельбургская губа и Восточный район, где биомассы составили в среднем за год 5,95, и 17,11 г/м² (рисунок 16).

Весь бентос в 2025 г. относился к категории «кормового». Запасы кормового бентоса в Ладожском озере в 2025 г. в Западном, Глубоководном, Склоновом и Шхерном районах и Свирской губе можно охарактеризовать как «малокормные», в Волховской губе – как «среднекормные», в Шлиссельбургской губе – как «выше средней кормности», в Восточном районе – как «весьма высококормные» [Пидгайко и др., 1968] (таблица 9).

Многолетняя динамика количественных показателей бентосных сообществ отражена на рисунке 17. Среднее значение численности макрозообентоса в Ладожском озере составило 1747 экз./м², биомассы – 3,51 м².



А



Б

Рисунок 17 – Многолетняя динамика средней численности (А) и биомассы (Б) зообентоса Ладожского озера

Анализ фондовых материалов и литературных источников [Сулопарова и др., 2011; Сулопарова и др., 2014; Ладога..., 2013; Литоральная зона Ладожского озера, 2011; Проведение государственного мониторинга..., 2013–2024] показывает некоторое уменьшение обилия макрозообентоса в 2025 г. на большей части акватории Ладожского озера (рисунок 17). Последние годы водные массы озера характеризуются низким прогревом и высокими концентрациями растворенного кислорода.

Естественные особенности гидрологического режима Ладожского озера, по всей видимости, обуславливают невысокие количественные характеристики, отмечаемые на значительной части акватории. Отсутствие существенного негативного влияния на бентоценозы озера подтверждает высокое таксономическое разнообразие и повсеместное распространение в донных сообществах наиболее чувствительной группы гидробионтов – реликтовых ракообразных, а также олигохет характерных для олиготрофных водоемов. Вклад ракообразных в численность и биомассу донных сообществ отмечался на всей акватории озера и во всех районах (см. таблица 9), что позволяет отметить достаточно высокий качественный состав кормовой базы рыб.

Впервые за период наблюдений в Ладожском озере в сентябре в Волховской губе была единично отмечена мизида *Neomysis integer*. Этот вид не вполне обычен для крупных озер, так как является скорее солоноватоводным. Но он обычен для Финского залива и легко

перемещается по крупным рекам на десятки километров [Van der Velde, Gubbels, 1994; Moffat&Holliday, 1996; Fockede yetal., 2005].

Амфиподы и мизиды это основной кормовой объект для ценных промысловых видов рыб [Бабинская, 1968; Тихомирова, 1975; Тихомирова, Болотова, 1977; Федорова, Приймак, 1987]. Исходя из всего вышесказанного наблюдающийся с 2020 г. рост обилия этой ценной кормовой группы можно считать благоприятной тенденцией.

В целом, значения обилия макрозообентоса на станциях Ладожского озера в 2025 г. находились на среднем и близком к среднемуголетнему уровню (численность 1747 экз./м² и биомасса 3,51 м²). С 2019 г. запасы кормового бентоса в озере впервые незначительно понизились. По составу кормовая база рыб-бентофагов была представлена достаточным количеством таксономических групп донных беспозвоночных. Значительная доля кормовой базы сформирована за счет наиболее ценной кормовой группы – ракообразных. На основании полученных данных можно прогнозировать относительно стабильное состояние количественных характеристик донных сообществ в большинстве районов Ладожского озера.

1.4 Прогноз общего допустимого улова сига (*Coregonus lavaretus* L.)

Западный рыбохозяйственный бассейн; (412) Ладожское озеро (Ленинградская область). Отв. исполнитель - А.Г. Леонов (Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечение прогноза

При определении ОДУ сига использовали данные промысловой статистики, данные траловых съемок, расчётные показатели численности и биомассы промыслового и нерестового запасов судака за последние тридцатилетие, возрастной состав уловов, данные средних показателей (длина, масса) возрастных групп рыб этого вида за десятилетний период.

Для оценки состояния запаса использован материал, собранный на промысле во время путины (май - ноябрь) в районах Ладожского озера, определяющих основной вылов сига – на рыбоприемных пунктах в гг. Новой Ладогге, Сясьстрое и в пос. Осиновец.

На пунктах проводили массовые измерения линейных размеров с точностью до 1 см (метод средних проб). Большую часть этих работ осуществляли в период основного промысла (осень – начало зимы). Пробы из уловов брали без выборки. Сбор материала для изучения возраста проводили осенью, при этом на пунктах у каждой рыбы измеряли длину по Смитту (точность 0,1 см), массу (точность 0,1 г), отбирали чешую. Осуществляли сбор не менее 10 экз. сигов в каждом размерном классе. Сбор и обработку ихтиологического материала проводили по общепринятым методикам [Правдин, 1966; Сечин, 1986, 1990, Печников, Терешенков 1986].

Кроме этого, с 17 по 26 ноября 2025 г. проводили научно-исследовательский траловый лов в южной части Ладожского озера. Сетка траловых станций представлена на рисунке 18. Траловые съемки осуществляли с промыслового бота «Катрина». Всего выполнено 25 тралений. Однако низкая встречаемость сига в уловах не позволили провести расчет численности рыб этого вида исключительно методом прямого учета [Сечин, 1977, 1986, Сечин и др., 1990].

Данные промысловой отчетности получены в Северо-западном территориальном управлении Росрыболовства.

Объем собранного и обработанного ихтиологического материала из промысловых уловов представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Объем биоматериала (сиг), собранного на Ладожском озере в 2025 г.

Виды рыб	Массовые промеры, экз.	Пробы на возраст, экз.	Биологический анализ, экз.
Сиг	661	162	87

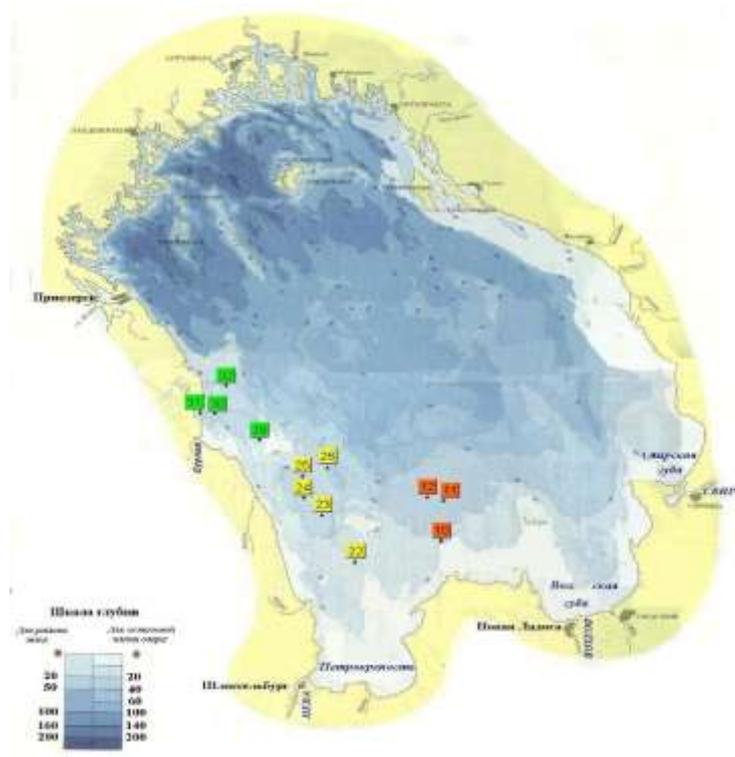


Рисунок 18 – Схема сетки выполненных траловых станций на Ладожском озере (Ленинградская область)

■ - разрез Волхов, ■ - разрез Нева, ■ - разрез Вуокса

Доступная информация обеспечивает проведение всесторонней аналитической оценки состояния запаса и ОДУ сига с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса. Структура и качество доступных для прогноза данных соответствуют первому уровню информационного обеспечения.

Полученные материалы содержат все основные данные по биологии сига южной части Ладожского озера и позволяют адекватно оценивать состояние его популяции, следовательно, обоснованно подходить к разработке мер охраны и его рационального использования, в том числе к вопросам прогнозирования общего допустимого улова.

Обоснование выбора методов оценки запаса

На внутренних пресноводных водоемах для оценки состояния запасов квотируемых видов рыб применяют отработанные методы: прямого учета численности (траловая или

неводная съемка) [Сечин, 1977, 1986, Сечин и др., 1990] и методы когортного анализа (ВПА) в различных интерпретациях [Шибает, 2014; Рикер, 1979; Роре, 1972].

Для оценки состояния запаса сига авторы опирались в основном на данные промысловой статистики и материалы, собранные на промысле (структура промысловых уловов, сезонная динамика промысла, массовые промеры рыб из разных орудий лова, пробы на возраст). Подобные наблюдения проводятся уже многие годы, поэтому накопленные сведения позволяют для определения численности запаса использовать расчетную методику. Она базируется на одновидовом анализе виртуальных популяций (ВРА) с помощью уравнений динамики состояния промыслового вида, по схеме, предложенной Поупом [Шибает, 2014].

Для реализации метода применяли следующие данные:

1. Суммарные годовые выловы сига (данные официальной статистики) в южной части Ладожского озера (Ленинградская обл.).

2. Возрастной состав уловов за последние 15 лет (для успешной реализации метода необходимо иметь данные о размерно-возрастной структуре уловов как минимум на протяжении жизни одного поколения).

3. Средние массы рыб возрастных когорт рыб по годам промысла.

4. Средние за последнее пятилетие дифференцированные по возрастам коэффициенты естественной смертности (М), полученные по результатам траловых съемок прошлых лет.

Величина промысловой смертности (F) в последней возрастной группе рассчитывалась исходя из общей смертности для всего запаса.

Численность пополнения определялась, как средняя величина за последние пять лет.

Ретроспективный анализ состояния промысла и запаса

Годовые уловы сига в южной части Ладожского озера с 1990 г. снижаются как в абсолютных, так и в относительных показателях. Так, в 1990 г. вылов составлял 292 т (6,3 % от общего улова), а к 2019 г. он снизился до 11 т (0,5%), составляя в среднем - 113 т (4,2%). Средняя величина вылова сигов в XXI веке уменьшилась до 82 т при колебаниях от 11 т до 208 т (2000 г.) или от 0,5 до 7,3% (в среднем 3,1%) от общего улова рыбы в южной части озера (рисунок 19).

В 2025 г. по данным официальной отчетности в южной части Ладожского озера было добыто 22,3 т сига (0,9% от общих годовых уловов рыбы). Эти показатели на 3 т меньше улова 2024 г. и почти в четыре раз ниже средних показателей годового улова сигов в XXI веке, хотя и в два раза выше минимального годового вылова за последнее тридцатилетие.

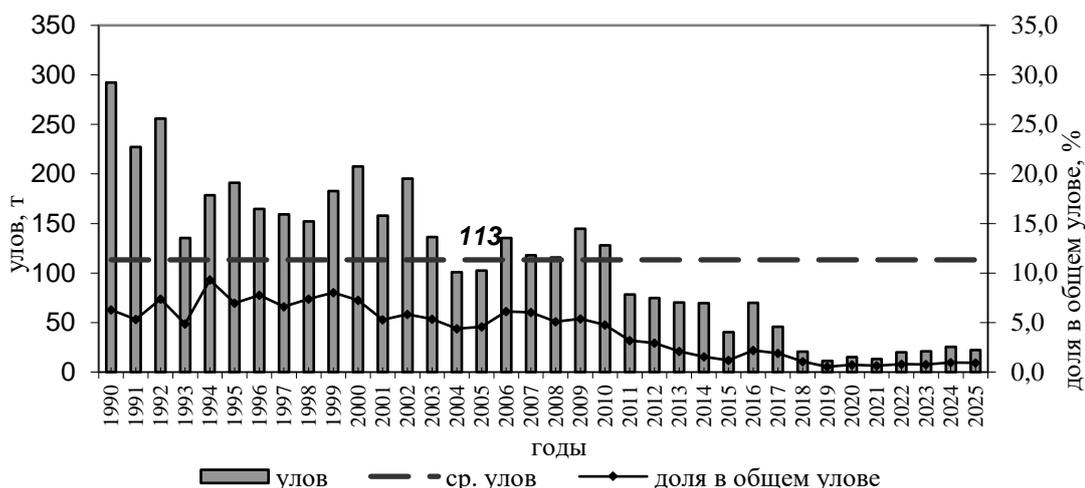


Рисунок 19 - Уловы и доля сига в общих уловах рыбы в южной части Ладожского озера

Сиги Ладоги в силу особенностей биологии не являются традиционными объектами любительского лова, поэтому их уловы рыбаками-любителями в южной части водоема в последние годы не превышают 200 кг. Для оценки любительского рыболовства в южной части Ладожского озера осуществляется мониторинг и на основании экспертной оценки определяется общий вылов рыбы. В 2025 г. он определен в объеме 100 кг.

В Ладожском озере в границах Ленинградской области освоение ОДУ сига в последние шесть лет по данным промысловой отчетности составляло в среднем 62%. Следует отметить, что в последние три года этот показатель соответствует оптимальному уровню изъятия (70-80% ОДУ) (таблица 11).

Таблица 11 - Уровень реализации ОДУ сига в Ладожском озере в границах Ленинградской области

Показатели	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Общий допустимый улов, т	31	33	30	30	35	30
Вылов, т	15,0	13,1	20,1	21,1	25,4	22,3
Освоение ОДУ, %	48,4	39,7	67,0	70,3	72,6	74,3

В 2025 г. в южной части Ладожского озера согласно статистическим данным максимальное количество сига был выловлено в четвертом квартале – 64%. Больше всего сига добыто в декабре – 29% годового улова (рисунок 20). Достоверность данных о сезонной динамике лова, которые промышленные предприятия подают в контролирующие органы, вызывает серьезные сомнения. В исследуемом году почти четверть всего годового вылова сига согласно отчетным данным было добыто в декабре, когда начались процессы ледообразования на Ладожском озере. К сожалению, причины предоставления рыбаками таких сомнительных данных, авторам непонятны.

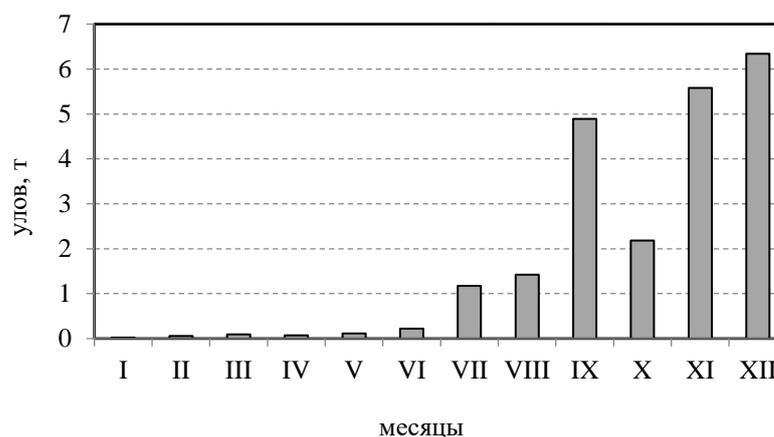


Рисунок 20 - Динамика годового вылова сига в южной части Ладожского озера в 2025 г.

Промысловая часть стада ладожских сига в последние годы в южной части водоема была представлена 3-10-летними рыбами. В последние три года в промысловых уловах сига возраста(10, 10+) не обнаружены. В исследуемом году основу уловов дали пяти - семилетние возрастные группы, доля которых в улове составила 84,1%. В уловах 2025 г. доля младших возрастных когорт по сравнению с последним пятилетии заметно снизилась (таблица 12).

Практически весь улов сига был добыт специализированными сетями (шаг ячеи 45 мм).

Таблица 12 - Возрастной состав промысловых уловов сига в Ладожском озере в границах Ленинградской области, % от численности

Возраст, годы	Год промысла									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
3, 3+	0,3	2,9	4,8	6,2	8,3	10,1	11,1	5,7	5,1	0,8
4, 4+	11,1	18,3	12,6	17,3	10,2	13,6	24,4	10,1	13,8	6,5
5, 5+	42	31,8	38,4	21,7	27,5	20,0	21,9	27,6	23,8	20,5
6, 6+	28,1	25,5	25,5	33,5	34,4	33,2	18,6	35,2	26,3	35,5
7, 7+	10,1	9,5	12,1	11,5	11,4	12,7	13,9	12,4	22,8	28,1
8, 8+	6,6	7,2	4,5	6,8	5,7	8,5	7,6	6,5	7,2	5,8
9, 9+	1,5	4,3	2,1	3	2,5	1,9	2,1	2,5	0,9	2,8
10, 10+	0,3	0,5	-	-	-	-	0,4	-	-	-
п, экз.	417	532	582	500	472	632	512	386	341	661

Основные промысловые показатели сига в Ладожском озере в 2025 г. продолжили рост, начатый в 2022 г. (таблица 13).

Таблица 13 - Биологические показатели сига из промысловых уловов в Ладожском озере (Ленинградская область).

Показатели	Годы								
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Среднее
Средняя длина, см	32,6	33,0	33,1	32,9	32,1	33,4	33,9	34,9	33,4
Средняя масса, г	433	437	437	423	434	457	486	530	461
Средний возраст, годы	5,5	5,6	5,6	5,6	5,3	5,7	5,7	6,1	5,7

Особенности биологии

Все ладожские сиги принадлежат к одному виду - *Coregonus lavaretus* L. В озере обитают три подвида: волховский сиг (*C. l. baeri* Kessler), многотычинковый сиг (*C. lavaretus pallasi* (Valenciennes) и европейский сиг (*C. l. lavaretus* L) [Атлас пресноводных рыб России, 2003].

Численность наиболее ценных представителей ладожских сигов – полупроходных, находятся в критическом состоянии. Многотычинковый сиг полностью потерял промысловое значение, и работы по его искусственному воспроизводству не ведутся. Волховский сиг занесен в Красную Книгу России [Красная Книга..., 2019].

В настоящий момент промысловое значение в южной части Ладожского озера имеют только озерные формы европейского сига. И.Ф. Правдиным [Правдин, 1954] для южной Ладого были описаны две экологические формы (сиг лудога и ладожский озерный сиг), которых автор выделил, в первую очередь, по местам отлова и морфометрическим признакам. Начиная с восьмидесятых годов прошлого века, т.е. после максимальных промысловых уловов сигов и пика антропогенного загрязнения водоема, было зафиксировано появление единого стада жилой формы сига в южной Ладого [Ширкова, 1977; Печников, 1993, 1997].

С ресурсных позиций и на основании Приказов Федерального агентства по рыболовству № 131 (2008 г.), № 879 (2009 г.) о перечне видов – объектов рыболовства, сиг Ладожского озера рассматривается как единый запас без выделения форм.

Сиги в Ладожском озере распространены повсеместно, но в наибольших количествах встречаются в его южной части. Их сезонное распределение, связанное с нагулом, размножением и зимовкой, обусловлено, главным образом, температурным и пищевым факторами. Средняя многолетняя плотность распределения сигов по всему озеру – 2,2 экз./га (0,66 кг/га). В местах наибольших концентраций плотность сигов колеблется от 5 до 30 кг/га (рисунок 21) [Фёдорова, 1977; Атлас, 2015].

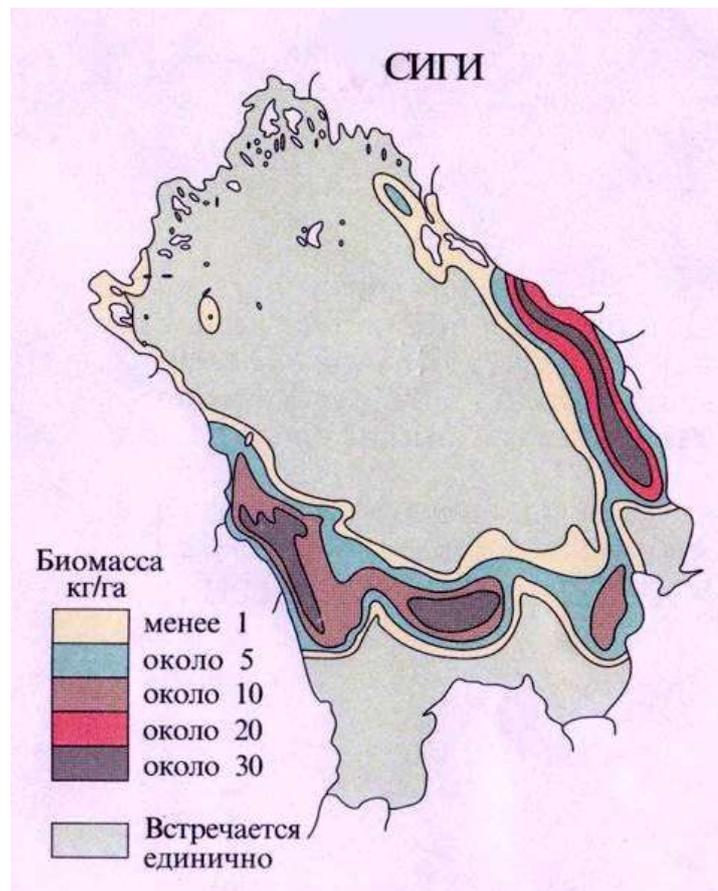


Рисунок 21 - Районы распространения сига Ладожского озера.

Сиги предпочитают держаться в зоне свала и в придонных слоях воды. В центральной части озера на больших глубинах сиги довольно редки. После вскрытия льда сиги концентрируются сначала в северо-восточной части озера в районе о. Парго и р. Олонки, а также на отдельных участках Волховской и Свирской губ [Ковалёва, 1956].

Сиги Ладожского озера являются типичными бентофагами. Основными кормовыми объектами служат амфиподы и личинки хирономид. В отдельные периоды жизни в питании сигов довольно обычны мизиды, моллюски, личинки ручейников и икра рыб. Личинки и молодь, как правило, питаются различными формами зоопланктона, по мере роста переходя на бентосные организмы. Определенные отличия отмечаются в питании сига из различных районов, а также в разные месяцы вегетационного периода, что обусловлено, в основном, различиями видового состава кормовых организмов. Зимой интенсивность питания сигов незначительна [Сальдау, 1956; Тихомирова, 1975].

Придонная температура в местах скоплений сигов в июне колеблется от 7, 9 °С до 4 – 5 °С. В июле концентрации сигов приурочены к районам с глубиной от 16 до 40 м и с температурой воды от 8,9 °С до 4,1°С. В середине лета массовые скопления сигов отмечаются в районе банки Северная Головешка. В августе и сентябре сиги продолжают находиться на пастбищах, но интенсивность их питания резко падает. В эти месяцы

температура воды в местах скоплений сигов повышается и составляет от 13,7°C до 4,7°C в августе и от 11 до 9 °C в сентябре. Таким образом, интенсивность питания сигов лимитируется их температурным порогом, что отмечала ещё М. П. Ковалёва [1956].

В южной части озера в конце сентября начале октября сиги образуют преднерестовые и нерестовые скопления вблизи нерестилиц на мелководных участках с глубинами от 2 до 20 метров при температуре воды от 7,9 до 2,4 °C.

Скопления сигов на мелководьях связано с особенностями созревания их половых продуктов. Процесс овуляции у сигов осуществляется только при температуре воды близкой к 4 – 1°C. Следовательно, скопления сигов осенью обуславливаются фактором температуры, необходимой для созревания гонад. На глубоководных местах летних пастбищ придонные слои воды охлаждаются медленнее, чем мелководные участки, температура воды в которых в значительной мере зависит от температуры воздуха.

Начало нереста сигов в южной части Ладожского озера приходится обычно на вторую половину октября и продолжается до первой половины ноября. При благоприятных для нереста метеоусловиях (тихой или маловетреной погоде, предпочитаемых сигами низких температурах воды и так далее) сиги нерестятся дружно в короткие сроки. И наоборот, нерест затягивается при установившейся в период размножения тёплой погоде, в результате чего повышается температура воды на нерестилищах и сиги прекращают нерест.

Соотношение полов на нерестилищах характеризуется довольно значительным преобладанием самцов над самками. Подобное соотношение полов на нерестилищах связано с тем, что самки после выметывания половых продуктов покидают районы размножения, а самцы остаются и принимают дальнейшее участие в нересте.

В южной части озера основные нерестилища находятся между мысами Княжно (о. Птинов) и Песоцким (около сел Кобона, Чёрное, Лигово, Дубно), часть нерестилиц расположена в районе маяка Сухо, у Шурягского и Волчьего мысов; на северо-востоке - в районе мыса Габанов (рисунок 22).

На юго-западе нерестилища сигов располагаются у Зеленецких островов, над мысами: Заячий, Бугровский, Сосновец и Осиновец. На западном побережье нерестовые концентрации сигов отмечают на мелких каменистых лудах напротив Сосновского и Осиновецкого мысов, на Булатовой гриве (в 25 – 30 км от с. Морье вглубь озера), в районе о. Коневец. Нерестилища имеют преимущественно галечно-каменистое основание, изредка – песчано-галечное. Глубина, на которой нерестятся сиги, как правило, не превышает 2-5 метров.

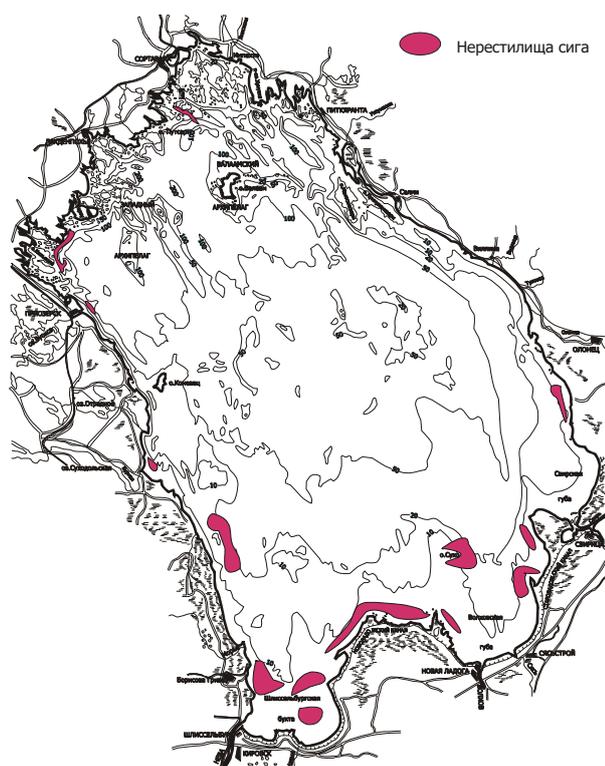


Рисунок 22 – Основные нерестилища сига в Ладожском озере

Максимальный относительный прирост длины характерен для сеголетков сига, затем наблюдается падение темпа роста до четырехлетнего возраста и его стабилизация у пяти - семилетних рыб. Абсолютные приросты массы самые низкие в младших возрастных группах, затем они постепенно растут до максимума у особей старших возрастных групп. Зимой интенсивность питания сига заметно снижается, в связи с чем замедляются и темпы линейного роста, а весовой прирост фактически отсутствует. Средние навески самых массовых возрастных групп (3+ - 8+) в 2025 г. соответствовали среднемноголетним показателям (таблица 14).

Таблица 14 - Размерно-возрастная характеристика сига южной части Ладожского озера

Возраст, годы	Год промысла					Год промысла				
	2021	2022	2023	2024	2025	2021	2022	2023	2024	2025
	Длина АС, см					Масса, г				
1+	15,8	14,6	14,5	14,3	-	35	29	29	38	-
2+	21,0	20,4	20,6	20,8	20,0	87	105	91	97	81
3+	24,6	24,0	25,0	24,5	25,0	136	148	157	150	159
4+	26,9	27,6	28,2	27,4	27,4	189	250	256	243	225
5+	30,6	30,5	31,0	31,3	29,9	282	339	347	378	314
6+	34,3	34,1	34,5	34,9	35,0	430	487	474	489	523
7+	38,2	38,3	37,8	38,4	38,1	615	686	618	658	651
8+	42,1	41,8	40,6	42,2	41,1	981	868	865	908	835
9+	45,3	44,7	44,3	46,2	44,1	1210	1178	1060	1097	1160
10+	46,5	46,7	47,1	47,5	-	1310	1370	1357	1359	-
n, экз.	212	265	158	123	162	212	265	158	123	162

В младших возрастных группах до шести лет доминируют самцы, в возрасте семи лет соотношение полов выравнивается, а с восьмилетнего возраста идет резкое снижение количества самцов в возрастных когортах. Таким образом, сиг Ладожского озера относится ко второму типу размерно-половых отношений, характерному для рыб с преобладанием самок в старших возрастах [Замахаяев, 1959]. По Г.В. Никольскому [1965], такой тип размерно–половых отношений обеспечивает высокую плодовитость популяции и большую численность при одной и той же кормовой базе. В целом численность самцов в нагульной части стада сигов превышает количество самок примерно в соотношении 1.5: 1.0. Впервые нерестятся самцы в возрасте 3+, самки – 4+ (рисунок 23).

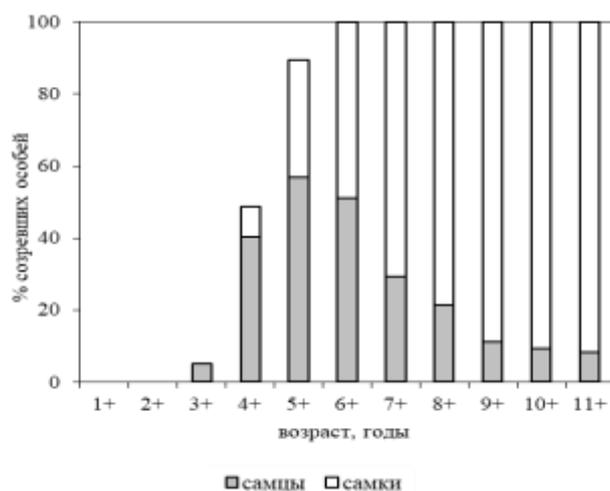


Рисунок 23 - Соотношение полов в возрастных группах сигов южной части Ладожского озера (средние данные за пять лет)

Определение численности популяции ладожского сига проводилось методом когортного анализа по схеме предложенной Поупом [Шибаяев, 2014]. Промысловый запас оценивается в 3,12 млн. экз. (1289 т), нерестовый - 2,54 млн. экз. (1148 т). В 2025 г. численность и биомасса промыслового стада сига остались на уровне показателей последнего пятилетия (таблица 15).

Таблица 15 - Показатели популяции сига южной части Ладожского озера

Годы	Промысловый запас		Промысловое изъятие	
	млн. экз.	тыс. т	млн. экз.	тыс. т
2002	3,72	2,03	0,44	0,20
2003	4,01	1,77	0,29	0,14
2004	4,38	2,21	0,28	0,10
2005	4,42	2,12	0,28	0,10
2006	4,29	2,10	0,44	0,14
2007	4,29	2,21	0,30	0,12
2008	4,47	2,48	0,24	0,12
2009	4,38	2,21	0,41	0,15

2010	4,31	2,12	0,33	0,13
2011	4,04	1,99	0,19	0,08
2012	3,92	1,94	0,20	0,08
2013	3,87	1,80	0,19	0,07
2014	3,96	1,64	0,21	0,07
2015	3,45	1,44	0,15	0,04
2016	3,58	1,60	0,23	0,07
2017	3,12	1,31	0,16	0,05
2018	3,10	1,23	0,09	0,02
2019	3,10	1,29	0,02	0,01
2020	2,78	1,26	0,07	0,02
2021	3,27	1,29	0,06	0,01
2022	3,05	1,36	0,10	0,02
2023	3,12	1,32	0,08	0,02
2024	3,18	1,32	0,09	0,03
2025	3,12	1,29	0,08	0,02

Ихтиомасса промыслового запаса сигов в XXI веке в среднем равнялась 1,73 тыс. т, сократившись с 2,48 тыс. т (2008 г.) до 1,23 тыс. т (2018 г.). Численность промыслового стада снизилась с 4,47 млн. экз. (2008 г.) до 2,78 млн. экз. (2020 г.), в среднем составляя 3,71 млн. экз. С 2008 по 2018 гг. наблюдалась тенденция падения, как численности, так и ихтиомассы запаса сигов. В последнее пятилетие наблюдается стабилизация биомассы запаса на уровне ниже среднемноголетних показателей.

На изменение запасов ладожских озерных сигов в последние годы, несомненно, повлияли многие факторы как природного, так и антропогенного характера.

Возможно, на динамику запасов сигов оказывает влияние период аномально теплых зим, когда затянувшиеся процессы конвекционного перемешивания водной толщи в отсутствие ледового покрова ведут к ускоренному выхолаживанию водных масс. В результате интенсивного перемешивания охлаждение воды до 0 °С может распространяться на глубину до 30 – 35 м. В результате нарушается нормальный цикл естественного воспроизводства осенне-нерестующих видов рыб [Остов, 1971].

Также одним из регуляторов численности промыслового стада может являться состояние кормовой базы в местах нагула сигов, в частности амфипод - основным кормовым объектом половозрелых сигов Ладожского озера [Тихомирова, Болотова, 1977; Тихомирова, Федорова, 1979].

Ряд исследователей рассматривают снижение продуктивности Ладожского озера, как частный случай долгопериодных процессов в Балтийском бассейне, который выглядит в виде волны общей протяженностью по времени около 60 лет с пиком в середине 80-х годов прошлого века [Кудерский, 2011; Ладога, 2013].

На сокращение промысловых запасов сига влияет и браконьерский лов, особенно на нерестилищах осенью в запретных районах озера.

При этом, низкие уловы и невысокий уровень реализации ОДУ нельзя объяснить только сокращением промыслового запаса. На резкое снижение статистических данных по вылову сига после 2010 г. также могли повлиять:

- несовершенство системы распределения квот на вылов сига;
- кризисные явления в экономике, которые возможно привели как к увеличению доли неучтенного вылова самых дорогих объектов промысла (сиги), так и к прекращению небольшими предприятиями довольно затратного сигового промысла.

Учитывая низкую рентабельность специализированного промысла сига, в последние годы он сворачивается. При этом резкие колебания уловов почти в два раза в смежные годы, как в сторону увеличения, так и уменьшения не связаны с динамикой

Определение биологических ориентиров

При обосновании рекомендаций по объему ОДУ сига Ладожского озера устанавливаются три типа ориентиров:

- целевые (управления)
- граничные (сохранения)
- предосторожные (буферные, пороговые).

В качестве целевого ориентира используется ориентир по нерестовой биомассе (V_{tr}). V_{tr} определен как средняя нерестовая биомасса данного вида рыб за период наблюдений (1990 – 2025 гг.) (таблица 16, рисунок 24).

Для граничных и предосторожных ориентиров устанавливаются по 2 значения, одно из которых характеризует состояние запаса, другое - определенную интенсивность промысла. Состояние запаса описывается в терминах нерестовой биомассы; состояние промысла выражается в терминах промысловой смертности.

Таблица 16 - Биологические ориентиры запаса сига южной части Ладожского озера

Критерий	Ориентир	Значение	Методы оценки
Граничные ориентиры	Нерестовая биомасса (V_{lim})	930 т	V_{loss} (наименьшая наблюдаемая величина нерестового запаса)
	Промысловая смертность (F_{lim})	0,332	функция коэффициента естественной смертности
Предосторожные ориентиры	V_{pa}	1305т	$1,403 \times V_{lim}$
	F_{pa}	0,191	$0,576 \times F_{lim}$
Целевой ориентир	V_{tr}	1501 т	Средняя нерестовая биомасса за 1990 – 2025 гг.

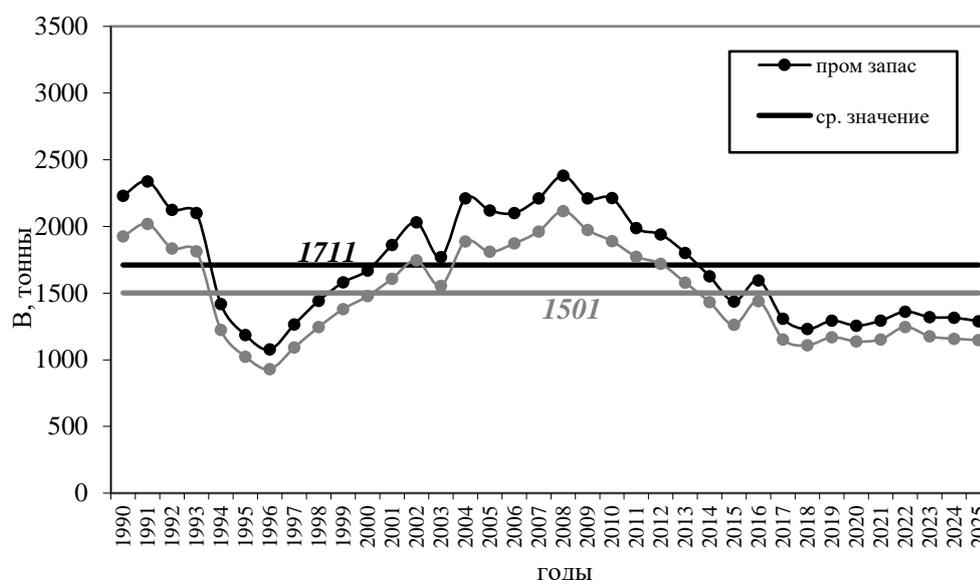


Рисунок 24 – Динамика промысловой и нерестовой биомассы сига южной части Ладожского озера ($B_{lim} - 930 t, B_{tr} - 1501 t$)

В качестве граничного ориентира по биомассе B_{lim} используется наименьшее наблюдаемое значение нерестовой биомассы т. е. $B_{lim} = B_{loss}$ [Шибаяев, 2014]. Граничный ориентир управления по промысловой смертности F_{lim} – находится как функция коэффициента естественной смертности [Caddy, 1998].

Применение буферных предосторожных ориентиров дает дополнительную гарантию сохранения эксплуатируемого запаса в биологически безопасных границах, несмотря на возможные ошибки в оценках состояния запаса и вызванную этим некорректность рекомендаций по объему ОДУ [Бабаян, 2000].

Предосторожный ориентир $B_{ра}$ определяет величину биомассы запаса, ниже которой запас считается потенциально переловленным, и рассчитывается относительно B_{lim} с учетом случайного характера оценок биомассы. Пороговое значение коэффициента промысловой смертности $F_{ра}$ рассчитывается относительно F_{lim} аналогичным образом [Бабаян, 2000].

Обоснование правила регулирования промысла

Согласно приказу Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 обоснование ОДУ осуществляется в соответствии с принципами предосторожного подхода. Определение правила регулирования промысла проведено с помощью ориентиров управления по биомассе и промысловой смертности.

Биологические ориентиры управления промыслом, предназначенные для регулирования рыболовства в долговременной перспективе, представлены на рисунке 25,

на котором в координатах биомассы нерестового запаса и промысловой смертности, приведены ретроспективные данные за период с 1995 по 2025 гг. и прогноз запаса на 2027 г.

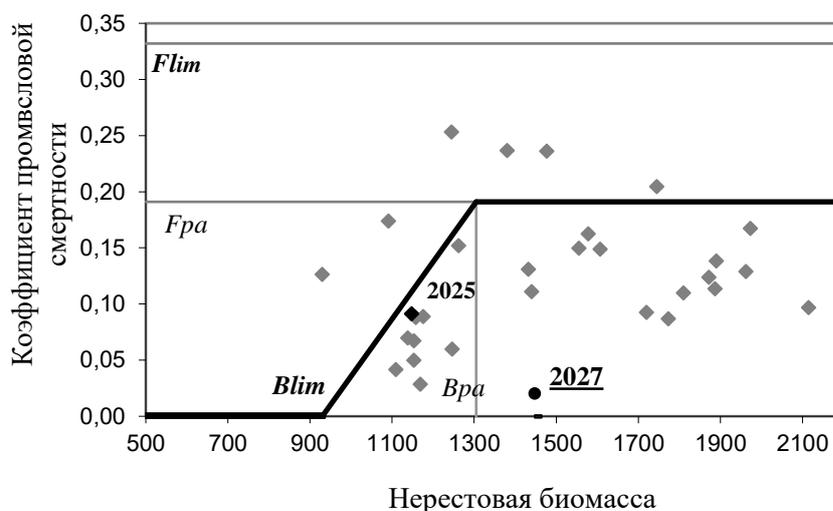


Рисунок 25 – Нерестовой запас сига южной части Ладожского озера

Величина запаса сига в последние годы опустилась ниже порогового уровня и в настоящее время с большой долей вероятности находится в режиме восстановления запаса ($B_{lim} < B_i < B_{tr}$) [Бабаян, 2000].

Рекомендуемые величины промысловой смертности для прогнозного 2027 г. (рисунок 25, таблица 17) соответствуют режиму восстановления запаса.

Прогнозирование состояния запаса сига

Исходной информацией для расчета прогнозных величин запаса и общего допустимого улова сига являются численность возрастных групп, показатели весового роста, и данные по промыслу - размерно-возрастная структура улова и средние массы рыб, объемы и динамика добычи рыбы [Сечин и др., 1990]. При определении ОДУ руководствуемся границами области биологически безопасной эксплуатации запаса определенной предосторожными ориентирами управления - B_{pa} и F_{pa} (рисунок 25).

Коэффициент общей годовой убыли (φ_Z^n) для каждой возрастной группы находился по уравнению:

$$\varphi_Z^n = 1 - N_{t+1}^{n+1} / N_t^n$$

Фактические значения коэффициентов убыли от вылова (φ_F^n) и естественной смертности (φ_M^n) вычислялись по формулам:

$$\varphi_F^n = Y_t / (N_t - N_{t+1}) \cdot \varphi_Z^n,$$

$$\varphi_M^n = \varphi_Z^n - \varphi_F^n,$$

где:

N_t^n - численность рыб возраста n лет в t году;

Y_t^n - улов рыб возраста n лет в t году.

С учетом попадания биомассы родительского стада в область безопасной эксплуатации запаса рассчитывались прогнозные коэффициенты промысловой смертности ($\varphi_{F^n \text{ прог}}$) в каждой возрастной группе. Задача оптимизации поиска решалась в пакете программ Excel.

При расчете ОДУ коэффициенты естественной смертности (φ_M) для каждой возрастной группы в исследуемом году принимались как средние показатели за последнее пятилетие, рассчитанные по результатам траловых съемок [Сечин и др., 1990].

Прогнозные коэффициенты общей смертности для каждого возрастного класса исследуемой популяции находились по уравнению:

$$\varphi_Z^n \text{ прог} = \varphi_{F^n \text{ прог}} + \varphi_M^n$$

На основе полученных φ_Z^n и данных по средним навескам возрастных групп за период с 2015 по 2025 гг. рассчитываются остаточные численности и ихтиомассы возрастных групп для прогнозируемых лет. Численность находится по уравнению:

$$N_{t+1}^{n+1} = N_t^n \cdot (1 - \varphi_Z^n),$$

В 2027 г. при сохранении коэффициентов естественной смертности на уровне 2025 г. рассчитанная величина общего допустимого улова по всем возрастным группам прогнозируется в объеме **30 т** (таблица 17).

Таблица 17 - Численность, биомасса и ОДУ промыслового стада сига южной части Ладожского озера (Ленинградская область)

Возраст годы	2025 г.		2026 г.		ФМ	ФГ прогн.	2027 г.			
	N	B	N	B			N	B	ОДУ	
	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т			тыс. экз.	т	тыс. экз.	т
2+	1470	119			0,31					
3+	1098	174	1018	145	0,29					
4+	1085	245	781	185	0,24	0,01	725	172	9	2
5+	737	232	816	288	0,21	0,01	587	207	7	3
6+	619	324	544	279	0,22	0,01	634	326	8	4
7+	499	323	416	292	0,25	0,03	415	292	10	7
8+	115	96	322	308	0,40	0,03	302	288	9	9
9+	60	69	59	68	0,50	0,02	183	211	4	5
10+	-	-	26	35	0,60	0,02	28	39	1	1
Пром. запас	3115	1289	2964	1455			2874	1535	48	31
Нерест. запас	2537	1148	2529	1337			2505	1448		

Анализ и диагностика полученных результатов

Полученные прогнозные значения биомассы промыслового запаса и общего допустимого улова сига находятся в области безопасного промыслового использования, согласно ПРП (рисунок 25).

Прогнозируемая величина нерестовой биомассы в 2027 г. (1448 т), на 10% выше предосторожного ориентира по биомассе ($B_{pa} - 1305 \text{ т}$) и в полтора раза выше граничной нерестовой биомассы ($B_{lim} - 930 \text{ т}$) (рисунок 25, таблица 17). Таким образом, промысловый запас сига в 2027 г. с высокой степенью вероятности должен попасть в безопасные границы эксплуатации, обеспечивающие соблюдение принципов предосторожного подхода.

1.5 Прогноз общего допустимого улова судака (*Sander lucioperca* L.)

Западный рыбохозяйственный бассейн; (412) Ладожское озеро (Ленинградская область). Отв. исполнитель - А.Г. Леонов (Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО»)

Анализ доступного информационного обеспечения прогноза

При определении ОДУ судака использовали данные промысловой отчетности (СЗТУ Росрыболовства), данные траловых съемок, расчётные показатели численности и биомассы промыслового и нерестового запасов судака за последние тридцатилетие, возрастной состав уловов, данные средних показателей (длина, масса) возрастных групп рыб этого вида за десятилетний период.

Для оценки состояния запаса использован материал, собранный на промысле во время путины (май - ноябрь) в районах Ладожского озера определяющих основной вылов судака – на рыбоприемных пунктах в гг. Новой Ладогге, Сясьстрое и в пос. Осиновец.

На пунктах проводили массовые измерения линейных размеров с точностью до одного см (метод средних проб). Большую часть этих работ осуществляли в период основного промысла (конец лета - начало зимы). Пробы из уловов брали без выборки. Сбор материала для изучения возраста проводили осенью. На пунктах у каждой рыбы измеряли промысловую длину (точность 0,1 см), массу (0,1 г), отбирали чешую в количестве не менее 10 шт. Сбор и обработку ихтиологического материала проводили по общепринятым методикам [Правдин, 1966; Сечин, 1986, 1990, Печников, Терешенков 1986].

В ноябре 2025 г. проводился научно-исследовательский траловый лов в южной части Ладожского озера. Сетка траловых станций представлена на рисунке 18. Траловые съемки осуществляли с промыслового бота «Катрина». По сетке станций выполнено 25 тралений. Однако низкая встречаемость судака в уловах не позволили провести расчет численности рыб этого вида исключительно методом прямого учета [Сечин, 1977, 1986, Сечин и др., 1990].

Данные промысловой отчетности получены в Северо-западном территориальном управлении Росрыболовства.

Объем собранного и обработанного ихтиологического материала из траловых уловов (пробы на возраст – 4 экз., биологический анализ – 4 экз.) и промышленных орудий лова (массовые промеры – 783 экз., пробы на возраст – 1162 экз., биологический анализ – 37 экз.) представлен в таблице 18.

Таблица 18 - Объем биологического материала (судак), собранного на Ладожском озере в 2025 г.

Виды рыб	Массовые промеры, экз.	Пробы на возраст, экз.	БА, экз.
Судак	783	166	41

Доступная информация обеспечивает проведение всесторонней аналитической оценки состояния запаса и ОДУ судака с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса. Структура и качество доступных для прогноза данных соответствуют первому уровню информационного обеспечения.

Полученные материалы содержат все основные данные по биологии судака южной части Ладожского озера и позволяют адекватно оценивать состояние его популяции, следовательно, обоснованно подходить к разработке мер охраны и его рационального использования, в том числе к вопросам прогнозирования общего допустимого улова.

Обоснование выбора методов оценки запаса

На внутренних пресноводных водоемах для оценки состояния запасов котируемых видов рыб применяют отработанные методы: прямого учета численности (траловая или неводная съемка) [Сечин, 1977, 1986, Сечин и др., 1990] и методы когортного анализа (ВПА) в различных интерпретациях [Роре, 1972; Рикер, 1979; Шибяев, 2014].

Для оценки состояния запаса судака авторы опирались в основном на данные промысловой статистики и материалы, собранные на промысле (структура промысловых уловов, сезонная динамика промысла, массовые промеры рыб из разных орудий лова, пробы на возраст). Подобные наблюдения проводятся уже многие годы, поэтому накопленные сведения позволяют для определения численности запаса использовать расчетную методику. Она базируется на одновидовом анализе виртуальных популяций (VPA) с помощью уравнений динамики состояния промыслового вида, по схеме, предложенной Поупом [Роре, 1972].

Для реализации метода применяли следующие данные:

1. Суммарные годовые выловы судака в Ладожском озере (Ленинградская обл.).
2. Возрастной состав уловов за последние 13 лет (для успешной реализации метода необходимо иметь данные о размерно-возрастной структуре уловов как минимум на протяжении жизни одного поколения).
3. Средние массы рыб возрастных когорт рыб по годам промысла.
4. Средние за последнее пятилетие дифференцированные по возрастам коэффициенты естественной смертности (M), полученные по результатам траловых съемок.

Величина промысловой смертности (F) в последней возрастной группе рассчитывались исходя из общей смертности для всего запаса. Доказано, что оценка F_t не оказывает существенного влияния на точность расчета, однако желательно применять ее значение в интервале - $M < F < 2M$.

Численность пополнения определялась как средняя величина за последнее пятилетие.

Ретроспективный анализ состояния промысла и запаса

Уловы судака в южной части Ладожского озера по данным промысловой статистики за последнее три десятка лет (1990 – 2025 гг.) испытывали значительные колебания. Минимальный улов был зафиксирован в 2021 г. - 55 т (2,7% от общего улова рыбы), максимальный - 455 т в 1991 г. (10,6%). Средней за данный период улов судака составил 202 т (рисунок 26).

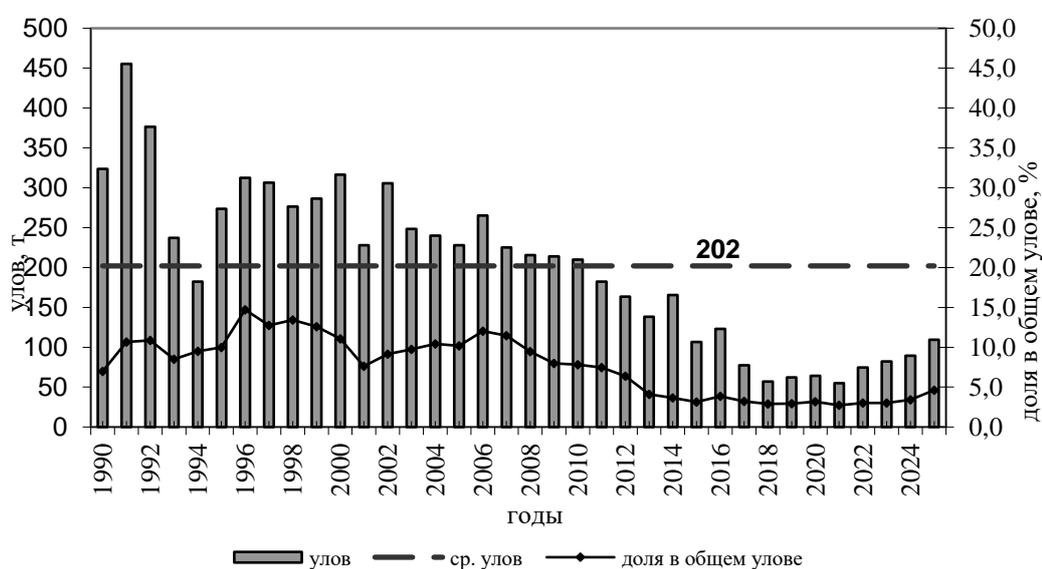


Рисунок 26 - Уловы и удельный вес судака в общих уловах рыбы в южной части Ладожского озера

В границах Ленинградской области средняя величина официального вылова рыб этого вида в Ладожском озере в XXI веке снизилась до 163 т при колебаниях от 55 т до 317 т (2000 г.) или от 2,7 до 11,1% общего годового улова рыбы.

В 2025 г. в Ладожском озере в границах Ленинградской области было добыто 109,4 т судака (4,6% общего годового вылова рыбы). Это максимальный улов рыб этого вида за последние восемь лет, хотя и на треть меньше среднего улова судака в новом тысячелетии.

При оценке вылова судака рыбаками-любителями использовали материалы многолетних наблюдений ихтиологической службы районных отделений ФГУ «Севзапрывод», согласно которым среднемноголетний показатель вылова судака любителями составил примерно 5 т, и наблюдения сотрудников ГосНИОРХ за любительским ловом судака в южных заливах Ладожского озера. Согласно проведенному анализу в настоящее время нагрузка любительского рыболовства на водоем существенно не изменилась. Экспертная оценка вылова в 2025 г. определена в 5 т.

Освоение ОДУ судака в южной Ладоге растет. В последние годы (2022-2025.) уловы рыб судака впервые за последние десятилетие превысили 60% от допустимого изъятия (таблица 19).

Таблица 19 - Уровень реализации ОДУ судака в Ладожском озере в границах Ленинградской области

Показатели	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Общий допустимый улов, т	150	145	125	110	135	125
Вылов, т	64,1	55,1	74,5	82,4	89,4	109,4
Освоение ОДУ, %	42,7	38,0	59,6	74,9	66,2	87,5

Промысел судака в южной части Ладожского озера при благоприятных погодных условиях осуществляется почти весь год, но интенсивность его высока только в осенне-зимние месяцы (сентябрь – декабрь) до ледостава. В IV квартале 2025 г. было добыто 74% от годового вылова судака, в III квартале – 22%. В частности, улов судака в сентябре составил 14%, в октябре – 15%, в ноябре и декабре – 30% от его годового вылова, что в общих чертах соответствует средней динамике добычи рыб этого вида в XXI веке [Леонов, Тесля, 2009] (рисунок 27).

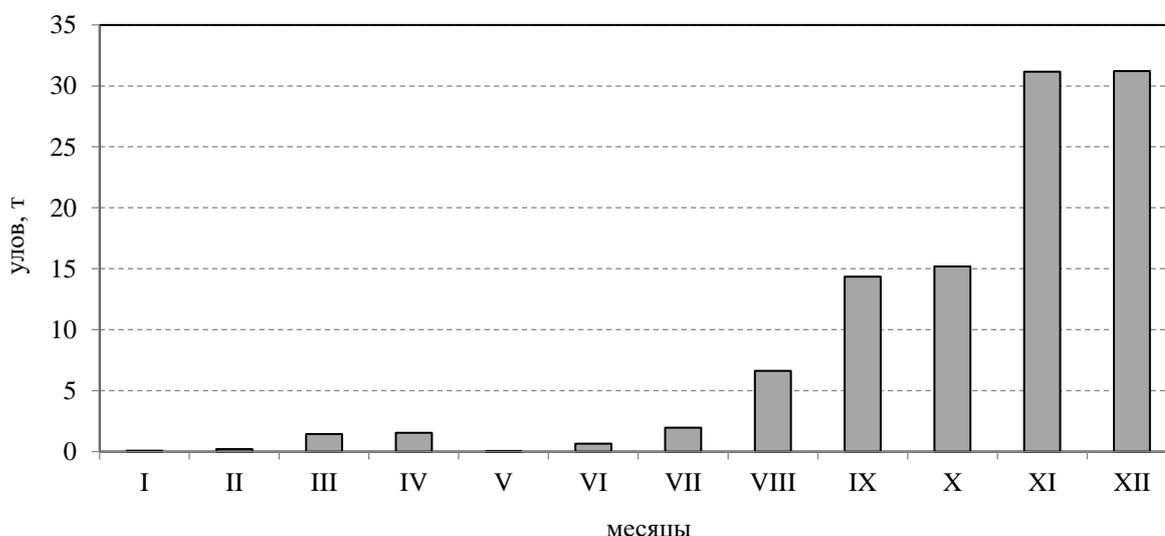


Рисунок 27 - Динамика годового вылова судака в южной части Ладоги в 2025 г., т

В промысловых уловах летом и осенью 2025 г. судак встречался в качестве прилова в ловушки (1,3% от его годового улова) и в сети с шагом ячеи менее 50 мм (7,4%). Значительное увеличение добычи судака при специализированном промысле началось в сентябре, лов проводился в районе о. Сухо, м. Габанов, м. Стороженский и вдоль западного побережья озера. В этот период сетями было добыто более 90% годового улова. Промышленный траловый лов в 2025 г. не проводился (таблица 20).

Таблица 20 - Доля вылова судака различными орудиями лова в южной части Ладожского озера, %

Орудия лова	Годы промысла					
	2021	2022	2023	2024	2025	Среднее
Трал	0	18,1	0	0	0	3,6
Ловушки	2,1	1,2	0,5	0,8	1,3	1,1
Сети ст., 60 мм	82,6	74,9	92,9	86,7	91,3	84,8
Сети ст., <50 мм	15,3	5,8	6,6	12,5	7,4	10,5

В последнее десятилетие основу промышленных уловов судака составляют пяти-восьмилетние особи (в среднем 80% улова). В настоящее время возрастной ряд промысловых уловов рыб этого вида включает особей в возрасте от трех до двенадцати лет. Если в 2024 г. в уловах модальными группами были рыбы в возрасте 6+ - 8+ (75% улова), то в 2025 г. 72% всего вылова судака по численности составили пяти - семилетние особи (таблица 21).

Таблица 21 - Возрастная структура промысловых уловов судака в Ладожском озере (в границах Ленинградской области), % от численности

Возраст, годы	Год промысла									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
3, 3+	-	-	3,2	7,4	4,2	3,4	6,5	2,1	4,6	4,8
4, 4+	9,5	2,3	9,8	18,5	7,1	15,6	9,7	8,7	8,9	9,6
5, 5+	22,1	23,7	12,6	19,8	12,4	18,9	14,1	17,8	13,9	20,5
6, 6+	28,9	39,8	24,6	20,2	23,2	22,7	21,7	26,4	19,8	38,1
7, 7+	18,7	11,4	20,7	16,4	27,4	18,2	18,4	19,6	21,1	13,0
8, 8+	10,2	12,6	14,3	11,5	14,8	11,4	16,9	14,8	17,2	6,9
9, 9+	5,5	5,3	8,7	5,2	7,8	6,5	9,3	6,1	7,4	2,5
10, 10+	3,8	2,0	4,2	0,8	2,1	2,0	2,6	2,8	4,1	2,0
11, 11+	0,9	1,4	1,1	0,2	0,9	1,1	0,6	1,5	1,9	1,7
12, 12+	0,2	1,2	0,8	-	-	0,2	0,2	0,2	1,1	0,8
13, 13+	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,1
п, экз.	367	395	364	524	872	858	658	842	848	783

Биологические показатели (средний возраст, длина и масса рыб) промысловых уловов судака в 2025 г. были несколько ниже среднемноголетних, что связано с увеличением доли рыб младших возрастных когорт в годовом улове (таблица 22).

Таблица 22 - Биологические показатели судака из промысловых уловов в Ладожском озере (в границах Ленинградской области)

Показатели	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Среднее
Средняя длина, см	49,6	44,8	49,2	46,3	47,5	48,3	50,0	46,0	47,7
Средняя масса, г	1437	1329	1663	1477	1651	1681	1742	1401	1548
Средний возраст, годы	6,6	5,8	6,5	6,1	6,4	6,5	6,6	6,0	6,3

Особенности биологии

Судак относится к пелагическим хищникам, что обуславливает его широкое распространение по всей акватории Ладожского озера. Ему принадлежит роль важнейшего биологического мелиоратора и регулятора численности рыб в водоеме. Для ладожского судака характерны длительные кормовые миграции вслед за перемещениями косяков ряпушки и корюшки. В прибрежных районах судак держится лишь в первые годы жизни, предпочитая открытые участки с чистой водой.

В южной части озера в подледный период в январе-марте судак образует промысловые концентрации в районе Сторожно в Волховской губе. Его преднерестовые скопления происходят в апреле - начале мая на глубине до 30-35 м еще подо льдом. Со второй декады мая наиболее плотные скопления судака образует на глубине 25-29 м, а в июне нерестовый судак скапливается на глубине от 3 до 16 м.

По данным М.Н. Ковалёвой [1956] передвижение судака к местам размножения состоит из трёх стадий. В первую стадию судак подходит на относительно мелководные участки с глубиной 25 - 20 м и температурой в придонном слое воды 5°C (совпадает с полным распалением льда). Во вторую - в июне судак приближается к берегу на глубину 16 – 6 м, где температура придонного слоя воды составляет уже 8- 9 °С. В этой акватории озера он держится довольно долго. В третью стадию нерестующий судак концентрируется на глубине от 2, 5 до 10 - 12 м при температуре воды 11- 19 °С. Постепенное передвижение судака к местам нереста автор связывает с процессом дозревания половых продуктов.

Основные нерестилища судака находятся в Волховской губе: м. Волчий Нос - Кириково - Княжо, у маяка Сухо, в Шлиссельбургской - от м. Песочкий Нос - до Варецкой банки и в районе р. Олонки и Суханевской банки (рисунок 28). Обычная глубина на нерестилищах 3 - 8 м [Современное состояние..., 2021].

Судак откладывает икру в прибрежных участках на песчаных, песчано-галечных,

каменистых грунтах, а также на грунтах, покрытых корнями водных растений. Для судака ладожского озера характерно образование нерестовых гнёзд, икра в которых охраняется самцами [Ризванов, 1971].



Рисунок 28 – Основные нерестилища судака в южной части Ладожского озера

Нерест судака в Ладожском озере обычно начинается в III декаде мая при температуре воды 13-16 °С и длится в зависимости от температуры воды от 10 до 30 суток. Заканчивается нерест при температуре более 20 °С. Первыми подходят самцы, они же последними покидают нерестилища. В целом самцы доминируют в нерестовой части стада в местах размножения: в начале и конце нереста их количество превышает численность самок в 2 - 5 раз, в разгар - соотношение самцов и самок выравнивается.

Весной подход судака на нерестилища в Волховской и Свирской губах начинается в конце второй декады мая при температуре воды 10-12 °С. Разгар нереста отмечается в последних числах мая. В третьей декаде июня нерест судака завершается.

В вегетационный период судак нагуливается в Волховской, Свирской и Шлиссельбургской губах, его скопления бывают весьма значительны вдоль западного побережья озера на глубине от 3 до 39 м, а максимальные концентрации - на глубине 6-15 м (рисунок 29).

Наиболее благоприятные условия обитания в зимнее время судак находит на глубине от 24 до 35 м, где придонная температура воды остаётся более высокой, чем в прибрежье. Зимой судак в значительных количествах наблюдается в районе Сторожно и Олонки.

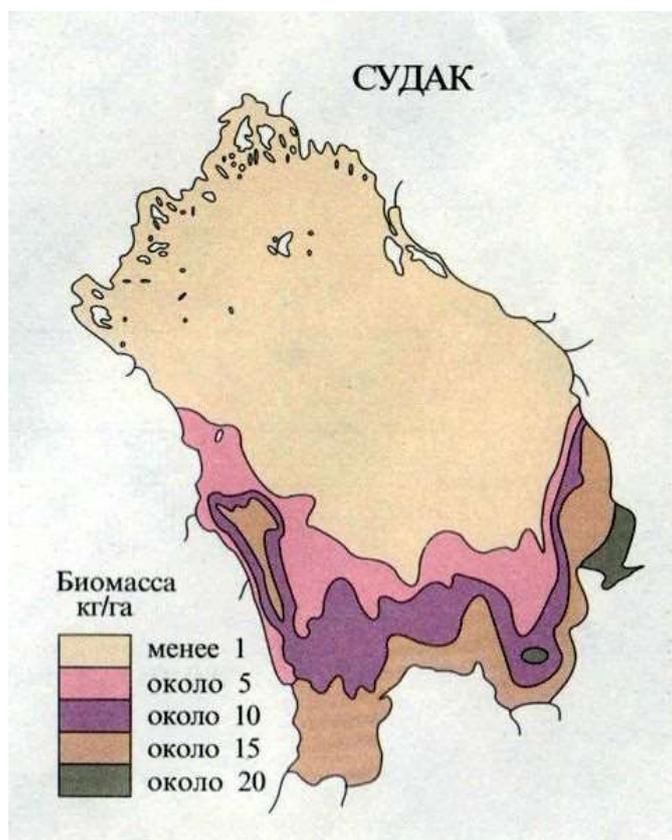


Рисунок 29 - Районы распространения судака Ладожского озера

Судак - типичный хищник, оказывающий значительное трофическое воздействие на ихтиофауну водоёма. Пищевой спектр судака Ладожского озера состоит из 8 кормовых объектов: корюшки, ряпушки, рипуса, судака, сига, окуня, плотвы и ерша. Однако наибольшее значение в питании хищника имеют 5 рыб-жертв: корюшка, ряпушка, окунь, плотва и ёрш, на долю которых приходится свыше 98% пищевого комка. Первые два вида жертв короткоцикловые, с высокой воспроизводительной способностью, образующие максимальные концентрации, со значительными флюктуациями численности, являются излюбленными объектами откорма судака. Три других вида более длинноточные, отличающиеся постоянно высокой численностью – второстепенные объекты откорма [Кудерский, 1966].

По частоте встречаемости абсолютным лидером – жертвой судака является корюшка. Судак потребляет её от времени перехода на хищничество до конца жизни. У рыб, в возрасте от двух до одиннадцати лет, доля корюшки в рационе колеблется от 80% до

33%. Затем следует ряпушка - от 6 до 29%. То есть в пищевом комке с увеличением возраста судака наблюдается некоторое замещение корюшки ряпушкой.

Судак южной части Ладожского озера имеет довольно высокие индексы наполнения желудков (0,83-1,83%). Интенсивность питания судака от весны к осени возрастает, о чём свидетельствует уменьшение количества пустых желудков. Так, в июне их доля составляет 66%, в августе - 33 %, в сентябре - 21%.

Длина жертв в рационе хищника в разные месяцы вегетационного периода практически остаётся постоянной: корюшка имеет длину от 1 до 13 см, ряпушка - от 3 до 12 см, ерш - от 4 до 10 см, окунь - 4-5 см, рипус - 15-18 см, сиг - 13 см, плотва - 4-15 см.

Достоверных отличий в характере роста самцов и самок судака не установлено. Относительные линейные приросты судака в возрасте от 1+ до 7+ постепенно повышаются, а затем снижаются. Эти процессы обусловлены различной степенью использования энергии пищи на рост у рыб разного возраста. Приросты массы тела, наоборот, возрастают от восьмилеток судака до двенадцатилетних особей. Вес одновозрастных рыб значительно варьируют в разные годы. Такие изменения среднего веса по годам характерны для хищных рыб, они связаны с особенностями их питания, количеством особей в каждой возрастной группе и длительностью вегетационного периода (таблица 23).

Таблица 23 - Размерно-возрастная характеристика судака южной части Ладожского озера

Возраст, годы	Год промысла					Год промысла				
	2021	2022	2023	2024	2025	2021	2022	2023	2024	2025
	Длина, см					Масса, г				
2+	19,5	20,8	21,0	21,8	-	105	114	116	128	-
3+	26,8	26,0	27,0	30,8	27,9	257	229	252	345	281
4+	33,4	32,6	33,1	36,1	32,4	483	438	461	538	439
5+	38,7	39,6	39,1	40,5	40,5	752	806	776	771	843
6+	46,8	45,8	46,8	48,0	46,7	1336	1298	1372	1472	1320
7+	52,5	52,3	52,2	52,1	52,5	1919	1937	1960	1789	1822
8+	56,9	56,7	56,9	57,0	56,8	2297	2457	2507	2286	2387
9+	61,8	61,0	61,9	61,8	61,5	3197	3090	3183	3047	3120
10+	65,5	66,7	66,8	66,1	66,0	3640	4013	4065	3560	3470
11+	69,5	70,1	69,7	70,0	69,5	4178	4210	4140	4225	4178
12+	72,0	73,1	72,8	74,1	72,0	4910	4950	4860	5175	5400
13+	-	76,1	-	-	76,5	-	5960	-	-	6450
п, экз.	183	179	265	181	166	183	179	265	181	166

Судак Ладожского озера становится половозрелым в массе в возрасте 5-7 лет. Самцы созревают на год раньше самок. Характерно, что самцы старше десятилетнего возраста в стаде практически отсутствуют, что, вероятно, является следствием их более ранней половозрелости и более короткой продолжительности жизни (рисунок 30).

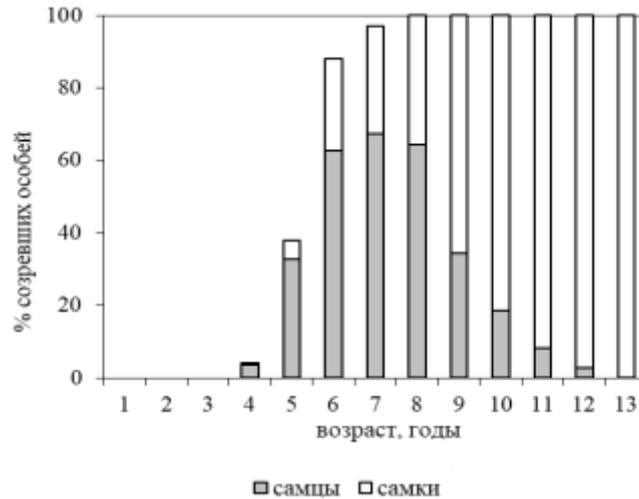


Рисунок 30 - Половой состав популяции судака южной части Ладожского озера (средневзвешенные данные за пять лет)

Расчет численности популяции ладожского судака проводился методом VPA по схеме предложенной Поупом [Шибяев, 2014]. В 2025 г. промысловый запас судака определен в 1410 тыс. экз. (2024 г. - 1205 тыс. экз.) и 2237 т (2024 г. - 2230 т), нерестовый - 1183 тыс. экз. (2024 г. - 1024 тыс. экз.) и 2043 т. (2024 г. - 2054 т). Показатели биомассы практически остались на уровне прошлого года, численность незначительно возросла (таблица 24).

В XXI веке численность промыслового запаса ладожского судака в среднем составляла 1,71 млн. экз., изменяясь от 1,19 млн. экз. (2021 г.) до 2,10 млн. экз. (2010 г.). Биомасса промыслового запаса в среднем равнялась 2,65 тыс. т, варьируя от 2,11 тыс. т (2021 г.) до 3,49 тыс. т (2007 г.). В течение первого десятилетия XXI века наблюдался рост показателей численности и ихтиомассы промыслового запаса судака, который прекратился к 2010 г., затем промысловые показатели запаса судака стали сокращаться до 2018 г. В последние годы наблюдается стабилизация промысловой ихтиомассы судака на уровне несколько ниже средних показателей за последнее тридцатилетие.

Таблица 24 - Показатели популяции судака южной части Ладожского озера

Годы	Промысловый запас		Улов	
	млн. экз.	тыс. т	млн. экз.	тыс. т
2001	1,83	2,46	0,12	0,23
2002	1,84	2,45	0,21	0,31
2003	1,95	2,70	0,14	0,25
2004	2,04	2,80	0,14	0,24
2005	2,00	2,88	0,14	0,23
2006	1,95	2,62	0,25	0,26
2007	2,04	3,49	0,21	0,23

2008	1,88	3,38	0,18	0,22
2009	2,03	2,90	0,14	0,21
2010	2,10	3,26	0,13	0,21
2011	1,94	3,03	0,11	0,18
2012	1,91	2,94	0,10	0,16
2013	1,90	2,87	0,11	0,14
2014	1,96	2,88	0,11	0,17
2015	1,50	2,63	0,08	0,10
2016	1,63	2,79	0,08	0,12
2017	1,56	2,64	0,07	0,08
2018	1,57	2,17	0,05	0,06
2019	1,52	2,51	0,05	0,06
2020	1,21	2,16	0,07	0,06
2021	1,19	2,11	0,06	0,05
2022	1,24	2,20	0,05	0,07
2023	1,26	2,17	0,06	0,08
2024	1,20	2,23	0,07	0,09
2025	1,41	2,24	0,09	0,11

Определение биологических ориентиров

При обосновании рекомендаций по объему ОДУ судака Ладожского озера устанавливаются три типа ориентиров:

- целевые (управления)
- граничные (сохранения)
- предосторожные (буферные, пороговые)

В качестве целевого ориентира используется ориентир по нерестовой биомассе (B_{tr}). B_{tr} определен как средняя нерестовая биомасса данного вида рыб за период наблюдений (1990 – 2025 гг.) (рисунок 31; таблица 25).

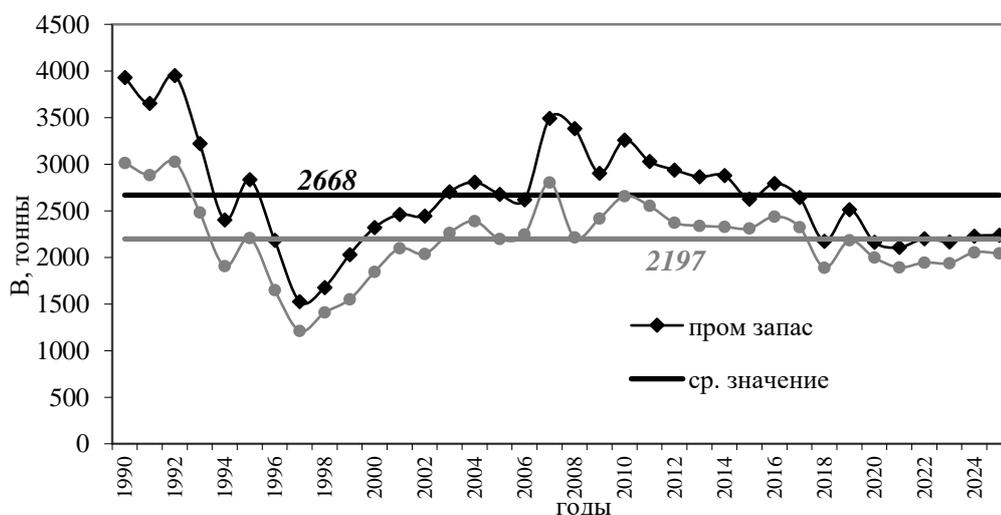


Рисунок 31 – Динамика промысловой и нерестовой биомассы судака в южной части Ладожского озера ($B_{lim} - 1210 \text{ т}$, $B_{tr} - 2197 \text{ т}$)

Таблица 25 - Биологические ориентиры запаса судака южной части Ладожского озера

Критерий	Ориентир	Значение	Методы оценки
Граничные ориентиры	Нерестовая биомасса (B_{lim})	1210 т	B_{loss} (наименьшая наблюдаемая величина нерестового запаса)
	Промысловая смертность (F_{lim})	0,301	функция коэффициента естественной смертности
Предосторожные ориентиры	B_{pa}	1594т	$1,317 \times B_{lim}$
	F_{pa}	0,196	$0,650 \times F_{lim}$
Целевой ориентир	B_{tr}	2197 т	Средняя нерестовая биомасса за 1990 – 2025 гг.

Для граничных и предосторожных ориентиров устанавливаются по 2 значения, одно из которых характеризует состояние запаса, другое - определенную интенсивность промысла. Состояние запаса описывается в терминах нерестовой биомассы; состояние промысла выражается в терминах промысловой смертности.

В качестве граничного ориентира по биомассе B_{lim} используется наименьшее наблюдаемое значение нерестовой биомассы т. е. $B_{lim} = B_{loss}$ [Шибяев, 2014]. Граничный ориентир управления по промысловой смертности F_{lim} – находится как функция коэффициента естественной смертности M [Caddy, 1998].

Применение буферных (предосторожных) ориентиров дает дополнительную гарантию сохранения эксплуатируемого запаса в биологически безопасных границах, несмотря на возможные ошибки в оценках состояния запаса и вызванную этим некорректность рекомендаций по объему ОДУ [Бабаян, 2000].

Предосторожный ориентир B_{pa} определяет величину биомассы запаса, ниже которой запас считается потенциально переловленным, и рассчитывается относительно B_{lim} с учетом случайного характера оценок биомассы. Пороговое значение коэффициента промысловой смертности F_{pa} рассчитывается относительно F_{lim} аналогичным образом [Бабаян, 2000].

Обоснование правила регулирования промысла

Согласно приказа Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 обоснование ОДУ осуществляется в соответствии с принципами предосторожного подхода. Определение правила регулирования промысла проведено с помощью ориентиров управления по биомассе и промысловой смертности.

Биологические ориентиры промысла судака Ладожского озера, предназначенные для регулирования рыболовства в долгосрочной перспективе, представлены на рисунке 32.

В координатах биомассы нерестового запаса и промысловой смертности, приведены ретроспективные данные за период с 1995 по 2025 г. и прогноз запаса на 2027 г. Величина запаса судака в современный период находится в биологически безопасных пределах.

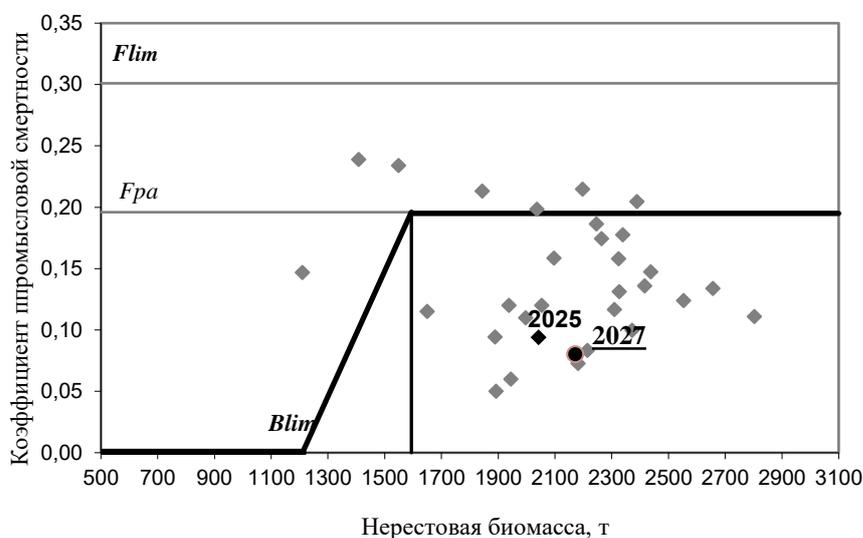


Рисунок 32 - Нерестовой запас судака южной части Ладожского озера

Рекомендуемые величины промысловой смертности для прогнозного 2027 г. соответствуют опции управления запасом на уровне «статус-кво».

Прогнозирование состояния запаса судака

Исходной информацией для расчета прогнозных величин запаса и общего допустимого улова судака являются численность возрастных групп, показатели весового роста (средние данные за 10 лет), и данные по промыслу - размерно-возрастная структура улова и средние веса рыб, объемы и динамика добычи рыбы [Сечин и др., 1990]. При определении ОДУ руководствуемся границами области биологически безопасной эксплуатации запаса определенной предосторожными ориентирами управления - B_{pa} и F_{pa} (рисунок 32).

Коэффициенты естественной смертности (Φ_M) для каждой возрастной группы в исследуемом году принимались как средние показатели за последнее пятилетие, рассчитанные по общепринятой методике [Сечин и др., 1990].

При анализе динамики вылова рыбы следует учитывать, что не вся добытая рыба попадает в промысловую статистику. Так называемый неофициальный вылов состоит как из браконьерского вылова (лов без соответствующих разрешений, запрещенными орудиями в запретные сроки и т.д.), так и из «неучтенного» вылова - сокрытия официальными рыбозаготовителями истинных величин уловов.

«Неучтенный» вылов в последнее десятилетие по экспертным оценкам, составляет от 15 до 30% от общего годового улова судака.

С учетом сохранения биомассы родительского стада в область безопасной эксплуатации запаса рассчитывались прогнозные коэффициенты промысловой смертности ($\varphi_F^n_{прог}$) в каждой возрастной группе. Задача оптимизации поиска решалась в пакете программ Excel.

При расчете ОДУ используются средние показатели коэффициентов естественной смертности (φ_M^n). Прогнозные коэффициенты общей смертности для каждого возрастного класса прогнозируемой популяции находились по уравнению:

$$\varphi_Z^n_{прог} = \varphi_F^n_{прог} + \varphi_M^n$$

На основе полученных φ_Z^n и данных по средним навескам возрастных групп за период с 2015 по 2025 гг. рассчитывались численности и ихтиомассы возрастных групп для прогнозируемого года. Численность находится по уравнению:

$$N_{t+1} = N_t \cdot (1 - \varphi_Z^n)$$

В определении прогнозных величин промысловой убыли принималась сложившаяся на озере избирательность сетного промысла судака, когда основная промысловая нагрузка ложится на рыб старших возрастных групп. В 2027 г. улов судака будет базироваться на рыбах возрастов 7+-9+. При этом в южной части Ладожского озера можно будет выловить около **150 т** судака (таблица 26).

Таблица 26 - Численность, биомасса и ОДУ промыслового стада судака южной части Ладожского озера (Ленинградская область)

Возраст годы	2025 год		2026 год		φ_M	φ_F прогн	2027 год				
	N	B	N	B			N	B	ОДУ		
	тыс. экз.	т	тыс. экз.	т			тыс. экз.	т	тыс. экз.	т	
3+	788	221			0,25						
4+	704	309	787	390	0,24						
5+	536	452	529	418	0,22	0,01	598	472	7	6	
6+	368	486	390	531	0,21	0,02	409	557	10	14	
7+	225	409	266	502	0,25	0,05	299	564	15	28	
8+	126	301	152	363	0,34	0,09	189	450	18	42	
9+	50	154	76	236	0,45	0,12	90	281	10	33	
10+	41	141	25	93	0,48	0,11	36	134	4	15	
11+	41	169	19	80	0,64	0,13	11	46	1	6	
12+	19	102	13	67	0,63	0,13	5	27	1	3	
13+	4	23	6	41	0,88	0,14	4	25	1	4	
Пром. запас	1410	2237	1476	2331			1641	2556	67	151	
Нерест. запас	1183	2043	1131	2014			1214	2175			

Анализ и диагностика полученных результатов

Полученные прогнозные значения биомассы промыслового запаса и общего допустимого улова судака находятся в области безопасного промыслового использования, согласно ПРП (рисунок 32).

Прогнозируемая величина нерестовой биомассы на 2027 г. (2175 т), на 36% выше предосторожного ориентира по биомассе ($B_{pa} - 1594 \text{ т}$) и в 1,7 раза выше граничной нерестовой биомассы ($B_{lim} - 1210 \text{ т}$). Таким образом, промысловый запас судака в 2027 г. с высокой степенью вероятности должен попасть в безопасные границы эксплуатации, обеспечивающие соблюдение принципов предосторожного подхода.

2. Прогноз общего допустимого улова в водных объектах Ленинградской области (Ладожское озеро в границах Ленинградской области) на 2027 г.

Сиг и судак - наиболее ценные ладожские виды рыбы, пока еще сохранившие промысловое значение.

В XXI веке динамика их уловов имеет устойчивую тенденцию к снижению. Промысленный лов сига и судака в пресноводных водоемах Ленинградской области в 2025 году проводился только в южной части Ладожского озера. По данным промысловой статистики уловы судака по сравнению с 2024 г. ощутимо возросли. Рост уловов судака наблюдается уже пятый год подряд, что внушает оптимизм, хотя говорить об устойчивой тенденции пока еще рано. Уловы сига последние годы стабилизировались на довольно низком уровне – в последние 4 года средний вылов составил 22 т, что соответствует улову 2025 г.

Среди причин, определивших современное состояние запасов и промысла этих видов рыб, выделяются природные и антропогенные. Природные, в первую очередь связаны с глобальными климатическими изменениями и перестройкой ихтиоценоза водоема, с сокращением поступления биогенов в озеро.

Кроме того, на состояние запасов и промысел оказывают влияние ряд негативных административных факторов:

- неудовлетворительное соблюдение «Правил рыболовства»;
- несовершенство распределения квот вылова ВБР, для которых прогнозируется ОДУ;
- браконьерский лов, в т. ч. на нерестилищах;
- неполное отражение фактических уловов в статистической отчетности;
- незначительный объем работ по искусственному воспроизводству.

Для сохранения запасов самых ценных в настоящее время промысловых видов рыб Ладожского озера необходимо принятие комплекса мер по устранению негативного антропогенного влияния на биоту озера. С этой целью требуется выполнение таких общих мер, как:

- усиление мероприятий по охране рыбных ресурсов и соблюдению режимов рыболовства;
- внесение изменений в Правила рыболовства, оперативное регулирование режима рыболовства в соответствии со складывающейся промысловой обстановкой;
- значительное расширение работ по искусственному воспроизводству запасов

ценных видов рыб;

- разработка и практическое исполнение мер по государственной поддержке ладожского рыболовства.

В 2027 г. общий допустимый улов водных биоресурсов в водоемах Ленинградской области (без промысловых участков на Онежском и Чудском озерах), прогнозируется только для Ладожского озера в объеме 180 т, в том числе сига - 30 т, судака – 150 т (таблица 27).

Таблица 27 - Прогноз ОДУ ВБР на 2027 г. в водоемах Ленинградской области, тонн

Видовой состав	Озера			Водохранилища			Реки	Итого
	Ладожское	Прочие	Всего	Нарвское	Прочие	Всего		
ВСЕГО:	180,0	-	180,0	-	-	-	-	180,0
Сиговые	30,0	-	30,0	-	-	-	-	30,0
в т.ч. сиг	30,0	-	30,0	-	-	-	-	30,0
Окуневые:	150,0	-	150,0	-	-	-	-	150,0
в т.ч. судак	150,0	-	150,0	-	-	-	-	150,0

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Андроникова И.Н. Индикация экологического состояния Ладожского озера по зоопланктону. В кн. Ладога. Инст. озероведения РАН. СПб, 2013. – С. 444-451.
2. Атлас. Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. / ред. Румянцев. – СПб.: Нестор-История, 2015. – 200 с.
3. Атлас пресноводных рыб России в двух томах. – Москва: Наука. – 2002. Том 1, 379 с.; том 2, 253 с.
4. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ) // М., Изд. ВНИРО, 2000. – 191 с.
5. Бабинская Г.А. Краткая характеристика питания сига-лудоги. Биологические ресурсы Ладожского озера. Л. 1968. – С. 187–193.
6. Балущкина Е.В., Финогенова Н.П., Слепухина Т.Д. Изменение характеристик зообентоса в системе Ладога - р.Нева - Невская губа - восточная часть Финского залива//Экологическое состояние бассейна р.Невы. 1996. С-Пб. НЦ РАН. – С. 91-130.
7. Белкина Н. А., Субетто Д. А., Ефременко Н. А., Потахин М. С., Кулик Н. В. – Химический состав донных отложений северной части Ладожского озера как показатель многолетней изменчивости экосистемы водоема / Труды Карельского научного центра РАН № 9, 2015; С. 53-61
- Веселова М.Ф. Климатические особенности Ладожского озера // в сб. Гидрологический режим Ладожского озера. ЛГУ, 1966. – С. 41 - 24.
8. Гусева М.А. Кислородный режим //Атлас. Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. / ред. Румянцев. – СПб, Нестор-История, 2015. – С. 95.
9. Догановский Ф.М., Мякишева Н.В. Науменко М.А. Водный баланс и многолетние колебания уровня Ладожского озера // в кн. Ладога. – СПб.: Нестор-История, 2013. – С. 124-130.
10. Замахаев Д. Р. О типах размерно–половых отношений у рыб. // Тр.Московского техн. ин–та рыбн. промыш. и хоз–ва. М., 1959,10. – С.183-209.
11. Зуев Ю.А.. Особенности распределения массовых видов ракообразных на прибрежном склоне Ладожского озера // Биология внутр. вод. 2023. № 2. С. 210.
12. Игнатьева Н.В., Петрова Т.Н., Гусева М.А. Оценка загрязненности поверхностных вод на территории водосборного бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 17, № 6. – С. 91-96.

13. Кириллова В.А. Ладожское озеро: Гидрологический режим // Природные ресурсы больших озер СССР и их вероятные изменения. Л., 1984. – С. 15-19.
14. Ковалёва М. П. Рыболовные зоны Ладожского озера. // Изв. ВНИОРХ. Л., 1956, 38. – С. 154-172.
15. Коркишко Н.Н., Крылова Ю.В. Исследование воды озера методом высокоэффективной газожидкостной хроматографии // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. – СПб.: Наука. 2002. – 327с.
16. Кудерский Л.А. Материалы по питанию молоди судака Ладожского озера // Тр. Карел. отд. ГосНИОРХ. 1966. т.4, вып. 2. – С.115-118.
17. Кудерский Л. А. Изменения состояния рыбных ресурсов в Ладожском озере в связи с естественными и антропогенными факторами // Сб. Научных трудов СПб. ИПК Прикладная экология, 2011. – С. 89 – 107.
18. Ладога: монография // Е.А. Курашов, М.А. Барбашова, Д.В. Барков, Д.С. Дудакова, Л.А. Кудерский, А.Г.Русанов // Институт озероведения РАН.– СПб.: Всероссийская общественная организация «Русское географическое общество, 2013 - 568 с.
19. Летанская Г.И. Мониторинг фитопланктона Ладожского озера // Ладожское озеро. Мониторинг исследования современного состояния и проблемы управления Ладожским озером и другими большими озерами. Петрозаводск, 2000. С. 168–178.
20. Летанская Г.Н., Протопопова Е.В. Фитопланктон Ладожского озера // Ладога, РАН Институт озероведения, 2013. С. 349-363.
21. Литоральная зона Ладожского озера / Под ред. Е.А. Курашова. СПб: Нестор-История. 2011. 416 с., ил.
22. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Л., 1981. 32 с.
23. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция Л. 1983. – 33 с.
24. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л. 1984. – 33 с.
25. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний, ФР.1.39. 2007.03222.- М.: АКВАРОС, 2007, 47 с.

26. М 02–2406–13 «Методика количественного химического анализа. Определение элементов в питьевой, минеральной, природной, сточной воде и в атмосферных осадках атомно–абсорбционным методом», ФР.1.31.2014.16963.- СПб: Аналит Продактс, 2013, – 29 с.
27. Науменко М.А. Пространственное распределение и многолетние тренды прозрачности воды Ладожского озера // Гидрология // Ладога. / под ред. В. А. Румянцева и С. А. Кондратьева. СПб.: ИНОЗ, 2013. – 568 с.
28. Науменко, М. А., Каретников С. Г. Морфометрия и особенности гидрологического режима Ладожского озера // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. СПб.: Наука, 2002. – С.16-49.
29. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. // М., 1965. – 382 с.
30. Огородникова В.А. Питание и пищевые отношения личинок пелагических окуневых в южной части Ладожского озера. Сб. научн.тр. ГосНИОРХ, вып. 314. – 1995. – С. 269–289.
31. Огородникова В.А. Современное состояние зоопланктона южной части Ладожского озера как кормовой базы рыб-планктофагов. Сб. научн.тр. ФГНУ «ГосНИОРХ», вып. 334. 2009. – С. 75–95.
32. Остов И.М. Характерные особенности гидрологического и гидрохимического режима Финского залива как основа его рыбохозяйственного освоения. Изв. ГосНИОРХ, т. 76. 1971. – С. 18-44.
33. Петрова Т.Н. Игнатъева Н.В. Биогенные элементы //Ладога. – СПб.: Нестор-История. 2013. – С. 187-202.
34. Петрова Т. Н. Игнатъева Н. В. Органическое вещество// Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата. Ред. С. А. Кондратьева, Ш. Р. Позднякова, В. А. Румянцева. СПб, РАН, 2021. – С. 258 – 270.
35. Петрова Н. А., Иофина И. В., Капустина Л. Л., Кулиш Т. П., Петрова Т. Н., Расплетина Г. Ф. Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера (этапы трансформации экосистемы, 1975–2004 гг.). Экологическая химия. – 2005. 14(4). – С. 209-234.
36. Печников А.С. Изменение структуры стада сигов Ладожского озера под влиянием антропогенных факторов. // Тез. докл. конф.: Экологическое состояние рыбного хозяйства водоемов бассейна Балтийского моря (в пределах Финского залива). Санкт – Петербург, 1993. – С. 44-45.
37. Печников А.С. Структура стада сигов *Coregonus lavaretus* Ладожского озера.// Тез. докл. Первого конгресса ихтиологов. Астрахань, 1997. – С. 49.

38. Печников А.С., Терешенков И.И. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озерах // Л.: ГосНИОРХ. 1986. – 65 с.
39. Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И. и др. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР // Изв. ГосНИОРХ. 1968. – Т. 67. – С. 205–228.
40. Правдин И.Ф. Сиги водоемов Карело-Финской ССР. // М. - Л., 1954. – 324 с.
41. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) // М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
42. Проведение государственного мониторинга состояния водных биоресурсов и среды их обитания на водных объектах рыбохозяйственного значения в зоне ответственности ФГБНУ «ГосНИОРХ». Отчет о НИР, СПб. 2013-2023. Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ»
43. Протопопова Е.В. Фитопланктон // Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата. М.: РАН, 2021. С. 300-310.
44. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 «Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод на анализаторе жидкости «Флюорат-02», ФР.1.31.2012.13169.- М.: ФБУ ФЦАО, 2012, – 30 с.
45. ПНД Ф 16.1:2.21-98 «Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом
46. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.29-02 «Методика выполнения измерений массовой доли золы в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом» ФР.1.31.2005.01760.- М.: ФБУ ФЦАО, 2005, – 8 с.
47. ПНД Ф 14.1:2.1-95 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера», ФР.1.31.2007.03763.- М.: ФБУ ФЦАО, 2017, с изм. 1 2019, – 24 с.
48. Расплетина Г. Ф., Сусарева О. М., Крючков А. М. Минерализация и электропроводность воды // Ладожское озеро: Прошлое, настоящее, будущее / Под ред. В. А. Румянцева, В. Г. Драбковой. - СПб.: Наука, 2002. – 326 с.
49. Распопов И.М., Андроникова И.Н., Слепухина Т.Д., Расплетина Г.Ф., Рычкова М.А., Барбашова М.А., Доценко О.Н., Протопопова Е.В. Прибрежно-водные экотоны больших озер. – СПб., 1998. – 54 с.

50. Ризванов Р.А. Обеспеченность судака *Lucioperca lucioperca* (L.) Ладожского озера кормом и нерестилищами. // Вопр. ихтиологии, т.11, в.4 (69), 1971. – С.735-739.
51. Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. // М.: Пищ. пром-сть. 1979. – 408 с.
52. Родионова Н.В. Зоопланктон. – В кн. Ладога. Инст. озероведения РАН. СПб, 2013. – С. 377-389.
53. РД 52.24.387–2019 «Массовая концентрация фосфора общего и фосфора валового в водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия», ФР.1.31.2019.34049.- Ростов-на-Дону.: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2019, – 22 с.
54. РД 52.24.382–2019 «Массовая концентрация фосфатного фосфора в водах. Методика измерений фотометрическим методом» ФР.1.31.2019.33453.- Ростов-на-Дону.: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2019, – 26 с.
55. РД 52.24.518–2008 «Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с сульфаниламидом и N-(1-нафтил) этилендиамина дигидрохлоридом», ФР.1.31.2008.04784.- Ростов-на-Дону.: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2008, – 26 с.
56. РД 52.24.497-2019 «Цветность природных вод. Методика измерений фотометрическим и визуальным методами», ФР.1.31.2020.36674.- Ростов-на-Дону.: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2008, – 22 с.
57. Сальдау М. П. О пищевом значении бентоса и планктона для рыб Ладожского озера. // Изв. ВНИОРХ. Л., 1956,38. – С.66-74.
58. Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах // М.: ВНИИПРХ, 1986. – 50 с.
59. Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах. Изд. 2-е, доп. // М.: ВНИИПРХ, 1990. – 50 с.
60. Сечин Ю.Т., Буханевич И.Б., Блинов В.В., Матушанский М.В., Коваленко В.Н., Львова Л.М., Бандура В.И., Шibaев С.В., Зыков Л.А., Крохалевский В.Р. Методические рекомендации по использованию кадастровой информации для разработки прогноза уловов рыбы во внутренних водоемах (часть I, основные алгоритмы и примеры расчетов) М. ВНИРО, 1990. – 56 с.
61. Слепухина Т.Д., Алексеева Н.А. Донные беспозвоночные. В кн.: Петрова Н.А., ред. Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера. Л.: Наука; 1982. – С. 181-90.
62. Смирнова Т.С. Зоопланктон – В кн. Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера. 1982 а. – С. 173-180.

63. Смирнова Т.С. Современное состояние зоопланктона Волховской губы и прилегающего района Ладожского озера. – Сб. научн. тр. ГосНИОРХ, вып. 179, 1982 б. – С. 90-98.
64. Смирнова Т.С. Зоопланктон западного района Ладожского озера и губы Петрокрепость как кормовая база рыб. - Сб. научн. тр. ГосНИОРХ, вып. 248, 1986. – С. 90-98.
65. Смирнова Т.С. Зоопланктон // Современное состояние экосистемы Ладожского озера. Л., 1987. – С. 119-126.
66. Сношкина Е.В. Оценка степени загрязнения водоемов системы оз. Ильмень - р. Волхов - Ладожское озеро - р. Нева - Невская губа по составу донных организмов // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1988. № 285. – С. 85-97.
67. Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата. /Под. ред. С.А.Кондратьева, Ш.Р.Позднякова, В.А.Румянцева. – М.: ИНОЗ РАН – Спб ФИЦ РАН. 2021 – 640 с.
68. Субетто Д. А., Поздяков Ш. Р., Рыбалко А. Е. //Донные отложения//Физико - географическая характеристика озера // Ладога./ под ред. В. А. Румянцева и С .А. Кондратьева. СПб.: ИНОЗ, 2013. – 568 с.
69. Сусарева О. М. Общая минерализация и ионный состав воды // Гидрохимия// Ладога. / под ред. В. А. Румянцева и С. А. Кондратьева. СПб.: ИНОЗ, 2013. – 568 с
70. Суслопарова О.Н. Питание корюшки европейской *Osmerus eperlanus eperlanus* (L.) в южной части Ладожского озера // Сб. научн.тр. ГосНИОРХ, вып. 314. 1995. с. 262–268.
71. Суслопарова О.Н. Особенности питания и пищевые взаимоотношения молоди массовых видов рыб Ладожского озера и Невской губы // Автореф. дис. канд. биол. наук. СПб. 1999. 22 с.
72. Суслопарова О.Н., Мицкевич О.И., Огородникова В.А., Терешенкова Т.В. Сезонные и межгодовые изменения основных компонентов экосистемы (фито-, зоопланктон, макрозообентос) Южной Ладоги по результатам исследований в 2009–2010 гг. // Исследование экосистем крупных рыбопромысловых водоемов Северо-Запада России: Сб. науч. тр. Вып. 341. – СПб.: Нестор-История, 2011. – С. 201–243.
73. Суслопарова О.Н., Терешенкова Т.В., Огородникова В.А., Зувев Ю.А., Мицкевич О.И. Изменения летних гидробиоценозов южной Ладоги по материалам многолетних исследований ГосНИОРХ // Рыбохозяйственные исследования на водных объектах Европейской части России: Сб. науч. работ, посвященный 100-летию ГосНИОРХ. – СПб, 2014. с. 238–258.

74. Сухопарова Е.Ю., Терешенкова Т.В. Характеристика фитопланктона южной части Ладожского озера по материалам рыбохозяйственного мониторинга (1989-1992 гг.) // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Вып. 314. 1995. – С. 101-134.
75. Терешенкова Т.В., Ляшенко О.А. Современное состояние летнего фитопланктона южной части Ладожского озера (по данным рыбохозяйственного мониторинга) // Рыбохозяйственное исследование больших озер Северо-Запада Европейской части России. Сб. научн. трудов ФГНУ “ГосНИОРХ”. Вып. 334. 2009. – С. 5-32.
76. Тихомирова Л.П. Питание ладожских сигов // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов, сб. № 16, 1975. – С.14-20.
77. Тихомирова Л.П. Болотова Т.Т. Питание сига-лудоги Ладожского озера. Изв. ГосНИОРХ. т.116, Л., 1977. – С. 91-96.
78. Тихомирова Л.П., Федорова Г.В. Рационы сигов Ладожского озера. Изв. ГосНИОРХ. т.141, Л., 1979. – С. 152-158.
79. Федорова Г. В. К биологии и численности рипуса Ладожского озера. // Изв. ГосНИОРХ. Л., 1977,125. С. 49-53.
80. Федорова Г.В., Приймак Л.Я. Питание ладожского озерного сига *Coregonus lavaretus baeri n. ladoga* Pravdin // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 266. 1987. С. 11–19.
81. Шибяев С.В. Промысловая ихтиология // Калининград : ООО «Аксиос», 2014. – 535 с.
82. Ширкова А.П. Влияние промысла на запасы сигов и судака Ладожского озера // Изв. ГосНИОРХ. Л., 1977, 116. – С. 36-45.
83. Шитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. Л.: Наука, 1969. – 246 с.
84. Barbashova M.A., Trifonova M.S., Kurashov E.A. 2021. Features of the Spatial Distribution of Invasive Amphipod Species in the Littoral of Lake Ladoga // Russ J Biol Invasions. Vol. 12. P. 136–147.
85. Berezina N.A., Zhakova L.V., Zaporozhets N.V., Panov V.E. 2009. Key role of the amphipod *Gmelinoides fasciatus* in reed beds of Lake Ladoga // Boreal Environment Research Vol. 14. – P. 404–414.
86. Caddy J. A short review of precautionary reference points and some proposals for their use in data-poor situations //FAO Fisheries Technical Paper. – N379, 1998. Rome: FAO. – 30 p.
87. Carlson R. E. Estimating Trophic State // LakeLine. 2007. Vol27. № 1 P. 25-28.
88. Drabkova V. G., Rummyantsev V. A., Sergeeva L. V., Slepukhina T. D. Ecological problems of Lake Ladoga: causes and solutions // Hydrobiologia , v. 322, 1996. – P. 1-7.

89. Fockedey, N., Mees, J., Vangheluwe, M., Verslycke, T., Janssen, C.R., & Vinck, M. (2005). Temperature and salinity effects on the postembryonic growth of *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 326(1), 27–47.
90. Lavrentieva G. M., Mitchkevich O.I., Ogorodnikova V.A. Susloparova O.N. & Terechenkova T.V. Long-term structural changes in the biota of southern Lake Ladoga. // *Proceed. of the Third International Lake Ladoga Symposium 1999*. Joensuu, 2000. –P. 105-113.
91. Moffat, A.M. & Holliday, F.G.T. (1996). The Eco-physiology of *Neomysis integer* (Leach) in Loch Etive, Scotland. *ICES Journal of Marine Science*, 53(1), 75–84.
92. Pope J. G. An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis // *Int. Comm. Northwest Atl. Fish.Res.Bull.* –N. 9, 1972. – P. 65-74.
93. Van der Velde, G., & Gubbels, E. M. (1994). The occurrence of the estuarine mysid *Neomysis integer* (Leach, 1814) (Crustacea, Mysidacea) in a freshwater lake in The Netherlands. *Bulletin Zoologisch Museum, Universiteit van Amsterdam*, 13(14), 129–131