

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ОЗЕРОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
(ИНОЗ РАН)



# ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО И ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ ЕГО ПОБЕРЕЖЬЯ

Атлас



*Публикация осуществлена на средства гранта  
Всероссийской общественной организации  
«Русское географическое общество»*



Нестор-История  
Санкт-Петербург  
2015

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель коллегии, ответственный редактор  
*В.А. Румянцев*, академик РАН

Научный руководитель  
*А.И. Сорокин*, член-корреспондент РАН

Главный редактор  
*Н.А. Нестеров*, доктор технических наук

Члены редакционной коллегии

*В.В. Гузиватый*, кандидат географических наук; *В.Г. Дробкова*, доктор биологических наук;  
*А.Н. Егоров*, доктор географических наук; *Н.В. Игнатьева*, кандидат географических наук;  
*С.А. Кондратьев*, доктор физико-математических наук; *Л.А. Кудерский*, доктор биологических наук;  
*Е.А. Курашов*, доктор биологических наук; *М.А. Науменко*, доктор географических наук;  
*О.А. Павлова*, кандидат биологических наук; *Н.А. Петрова*, доктор биологических наук;  
*Ш.Р. Поздняков*, доктор географических наук; *В.Н. Рыбакин*, кандидат физико-математических наук;  
*И.С. Трифонова*, доктор биологических наук; *Н.Н. Филатов*, член-корреспондент РАН

## НАУЧНЫЕ РЕДАКТОРЫ РАЗДЕЛОВ

**Вводный раздел** — *А.П. Алхименко*, доктор географических наук, *Н.А. Нестеров*, доктор технических наук  
**Общая характеристика озера** — *А.П. Алхименко*, доктор географических наук  
**Котловина озера** — *А.П. Алхименко*, доктор географических наук  
**Донные отложения** — *Т.В. Сапелко*, кандидат географических наук  
**Гидрология и гидрофизика** — *М.А. Науменко*, доктор географических наук  
**Гидрохимия** — *Н.В. Игнатьева*, кандидат географических наук  
**Гидробиология** — *Е.А. Курашов*, доктор биологических наук  
**Распределение и биомасса рыб** — *Л.А. Кудерский*, доктор биологических наук  
**Достопримечательности Приладожья** — *Н.А. Нестеров*, доктор технических наук

Л15 **Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. Атлас** / ред. В.А. Румянцев. — СПб. : Нестор-История, 2015. — 200 с.

ISBN 978-5-4469-0000-0

Атлас «Ладожское озеро и достопримечательности его побережья» является дальнейшим развитием изданного в 2002 году и отмеченного Почётным дипломом Русского географического общества атласа «Ладожское озеро». Тематика атласа расширена за счёт включения в него раздела, содержащего сведения о природных и культурно-исторических памятниках Приладожья.

Атлас предназначен для широкого использования в качестве информационно-справочного пособия в научных, учебных и прикладных целях, в том числе, при планировании развития экономики, проведении природоохранных мероприятий, организации туризма и другой рекреационной деятельности.

**УДК 56.392**  
**ББК 676**



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Атлас «Ладожское озеро и достопримечательно-Асти его побережья» является дальнейшим развитием изданного в 2002 году и отмеченного Почётным дипломом Русского географического общества атласа «Ладожское озеро». Тематика атласа расширена за счёт включения в него раздела, содержащего сведения о природных и культурно-исторических памятниках Приладожья. Кроме того, дополнены, уточнены и приведены на уровень современности остальные разделы атласа. Вводный раздел атласа «Ладожское озеро» включен в новый атлас без существенных изменений.

Атлас является обобщением экспедиционных исследований и теоретических разработок, выполненных за последние двадцать лет и финансируемых Российской Академией наук.

Атлас подготовлен в Институте озероведения РАН с использованием материалов ранее предоставленных Гидрографической службой ВМФ, ВНИИ-Океангеология, Всероссийским научно-исследовательским геологическим институтом (ВСЕГЕИ),

Институтом водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, Санкт-Петербургским государственным университетом, Военным учебно-научным центром ВМФ «Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова» и Музеем антропологии и этнографии им. Петра Великого (кунсткамера) РАН.

Все карты даны в проекции Меркатора кроме карт водосборного бассейна, построенных в равнопромежуточной конической проекции, и карты рельефа дна озера — в равнопромежуточной цилиндрической проекции.

Атлас предназначен для широкого использования в качестве информационно-справочного пособия в научных, учебных и прикладных целях, в том числе, при планировании развития экономики, проведении природоохранных мероприятий, организации туризма и другой рекреационной деятельности.

Редакционная коллегия выражает благодарность всем принимавшим участие и оказывавшим помощь при создании атласа.

## FOREWORD

The Atlas «Lake Ladoga and the coastal remarkable sights» is a further advancement of the Atlas «Lake Ladoga» published in 2002 and awarded the Honorary diploma of the Russian Geographical Society. The Atlas is expanded by the section containing the information about the natural and cultural-historical monuments in the Lake Ladoga region. In addition, the other sections of the Atlas are supplemented, refined and corrected to the present-day level. The introductory section of the Atlas «Lake Ladoga» is included in the new Atlas without significant changes.

The Atlas is a generalization of field research and theoretical developments which were made and financed over the last twenty years by the Russian Academy of Sciences (RAS).

The Atlas is carried out by the Limnology Institute of RAS using some additional materials provided by Hydrographic service of the Navy, The All-Russian Research Institute for Geology and Mineral Resources

of the Ocean (VNIIOkeangeologia), the All-Russian Research Geological Institute (VSEGEI), the Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of RAS, St. Petersburg state University, Naval Academy named after adm. Kuznetsov and the Museum of Anthropology and Ethnography of RAS.

All maps are made in Mercator projection except the maps of the Ladoga basin made in conical equidistant projection and maps of the lake bottom relief made in cylindrical equidistant projection.

The Atlas could be helpful in planning economic development of the region and the environmental protection measures, development of forecasting models of the Lake Ladoga ecosystem. It might be also used as an information and reference guide to solve various scientific, educational and practical problems, tourism and recreational activities.

The editorial board would like to thank all participants who contributed to the Atlas.



# ВВОДНЫЙ РАЗДЕЛ

## ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ладожское озеро (в летописи Нестора 1113 г. — «великое озеро Нево») в договорах Новгород Великого с ганзейскими городами называли Алдея, Альдаген, Альдога, и только в летописи 1280 г. впервые оно получило название «Ладога».

Еще в VIII в. Ладожское озеро являлось частью водного торгового пути «из варяг в греки», поэтому новгородцы на протяжении нескольких веков имели на Ладоге не только торговый, но и военный флот. Видимо, уже в это время начались первые попытки изучения озера и составления навигационных описаний новгородскими «торговыми людьми». От них географические сведения

разными путями попадали к западно-европейским картографам.

Картографические изображения Ладожского озера, составленные на основе устных описаний, появились уже на самых первых картах Московского государства в XVI в. Так, на карте С. Мюнстера 1544 г. (рис.1) совершенно четко опознается Финский залив, развернутый против часовой стрелки на 90°, с надписью на северном берегу «Выборг» и условным знаком города. К востоку от залива показана система рек и озер условной формы, размеров и ориентации, но среди них однозначно опознаются: реки Нева, Свирь, Волхов, Вытегра с Ковжей

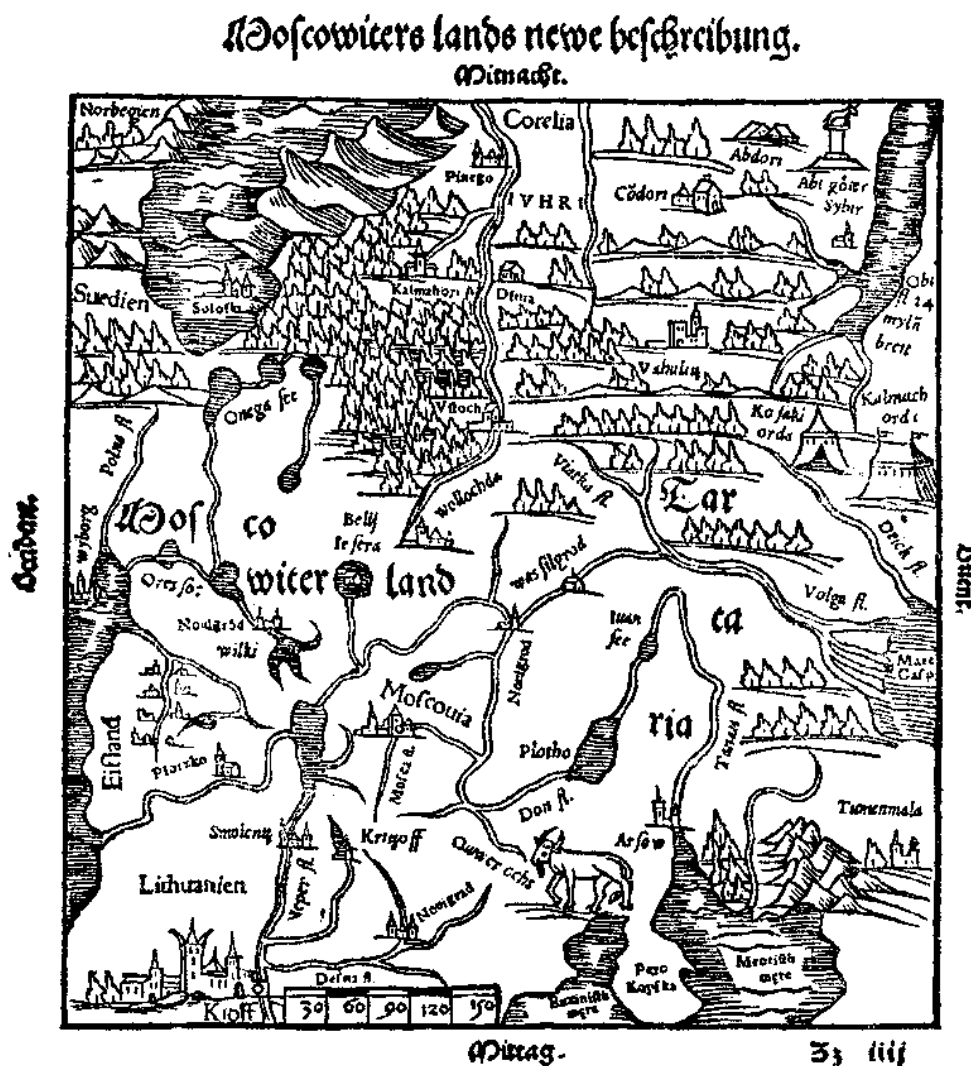


Рис. 1. Карта России Себастиана Мюнстера из его «Космографии» 1544 г. Кордт. «Материалы по истории русской картографии».

и Шексна, озера Ильмень и Ладога (между ними показан город с подписью «Новгород Великий»), Онежское (с подписью «Онега»), Белое и Кубенское. К северу от Онежского озера показано Белое море с Соловецким монастырем (подпись «Соловки»).

В 1546 г. появилась «карта Московии» С. Герберштейна (рис. 2). В северо-западном углу карты показано Балтийское море, в которое впадает река Нева, вытекающая из Ладожского озера, имеющего форму прямоугольника, вытянутого строго по параллели. В реку Нева впадает река Волхов, вытекающая из озера Ильмень.

В 1600 г. царевич Федор Годунов составил чертеж Руси, основой для которого послужил русский чертеж 1523 г. (рис.3). Чертеж царевича выгодно отличался от иностранных карт большей точностью очертаний берегов.

В начале второй половины XVIII в. была составлена «Карта Ладожского озера и канала», на которой показаны береговая линия и трасса канала с указанием его профилей. Карта составлена в прямоугольных координатах, в масштабе 1:200 000. Карта описана под № 660 в каталоге, приведенном в книге В. Ф. Гнучевой.

В 1762 г. Государственная Адмиралтейская Коллегия поручила гидрографу контр-адмиралу И. А. Нагаеву произвести съемку и промер

Ладожского озера. И. А. Нагаев составил подробную инструкцию для проведения работ и вручил ее начальнику экспедиции капитан-лейтенанту Д. Селянинову, которому подчинялись четыре лейтенанта флота и несколько штурманов. В 1763–1765 гг. эта экспедиция выполнила промер в средней части озера, исследовала прибрежную часть его около Шлиссельбурга, а у остальных берегов была проведена только рекогносцировка. Д. Селянинов и Ф. Булгаков составили рукописную карту, которая не была напечатана. Позднее на остальных участках у берегов озера проводили исследования гидрографы Фондезин, Барабанов, Мордвинов.

В 1812 г. на основе собранных в XVIII в. разнородных материалов частных съемок в чертежной Адмиралтейского департамента была составлена и издана первая карта всего Ладожского озера. На ней уже были показаны меридианы и параллели, магнитное склонение, но из-за мелкого масштаба (около 10 верст в дюйме) она применялась только как генеральная карта.

В 1858 г. Морское министерство распорядилось сделать систематическую опись озера, для чего Гидрографический департамент снарядил экспедицию, работавшую под руководством штаб-капитана Корпуса флотских штурманов А. П. Андреева до 1866 г.



Рис. 2. Карта России Герберштейна.

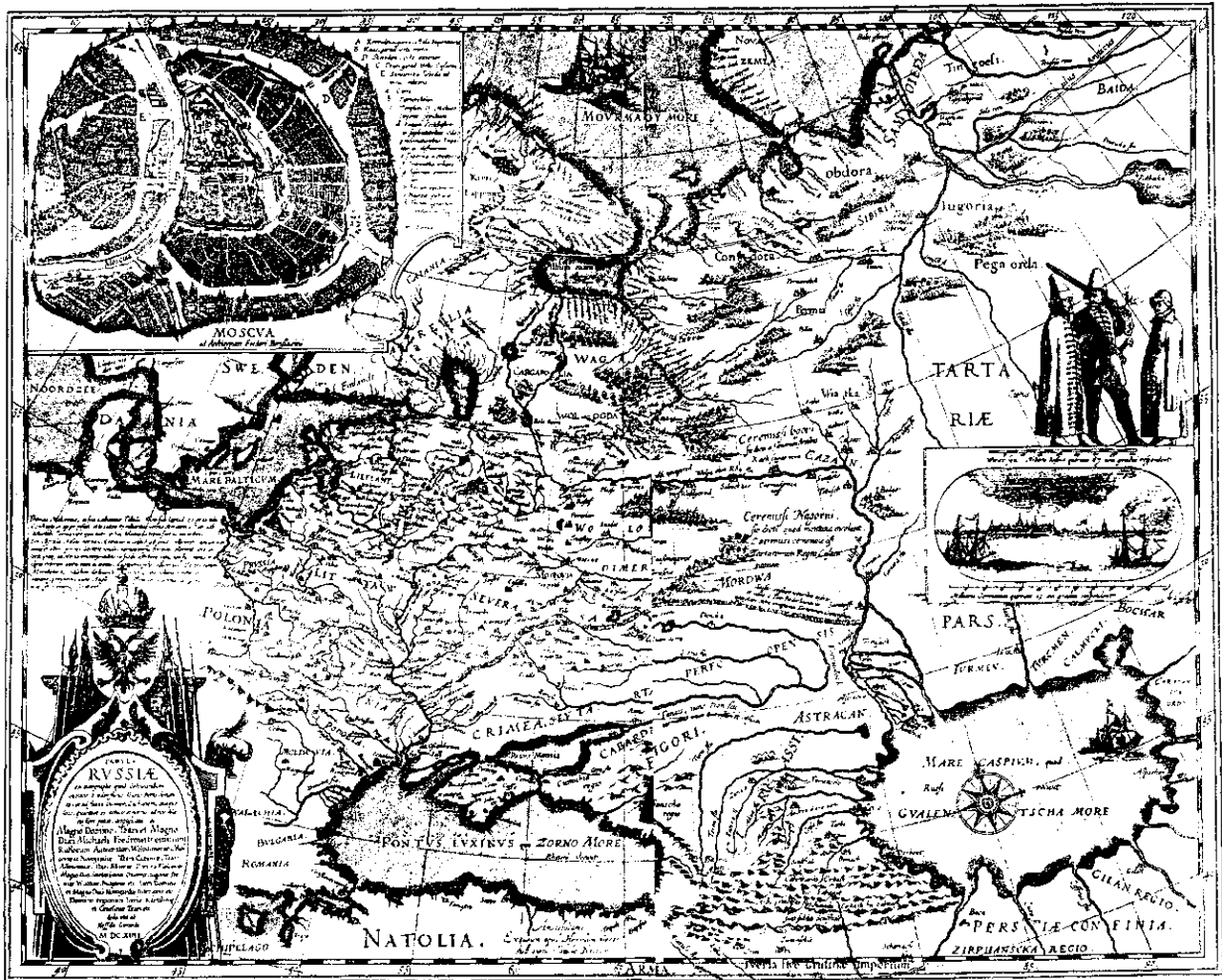


Рис. 3. Карта России царевича Федора Годунова, изданная Г. Герардом 1614 г. Кордт. «Материалы по истории русской картографии».

Опись основывалась на 28 астрономических пунктах. Наблюдения производились вертикальным кругом Репсолда, а долгота определялась перевозкой 8 хронометров.

Эта экспедиция получила наименование «Отдельная съемка Ладожского озера». В ней состояли 10 гидрографов, 90 матросов и 2–3 вольнонаемных рабочих, входивших в три партии: северную (начальник — поручик Андриянов), южную (поручик Трапезников) и партию морского промера (поручик Шенурин). Основная часть судового промера была выполнена с парохода «Ладога», на шлюпочном промере использовались до 10 гребных судов (сойм).

Современники отнесли исследование Ладожского озера к крупным научным и практическим достижениям отечественной гидрографии: Русское географическое общество в 1875 г. наградило А. П. Андреева большой золотой и серебряной медалями.

До второй половины XIX в. на внутренних водных путях не существовало правильно организованных наблюдений за колебаниями уровня воды. В 1876 г. при Управлении внутренних водных путей была учреждена Навигационно-описная комиссия,

и с этого времени в России на реках были организованы водомерные посты трех разрядов, на которых стали производиться регулярные наблюдения за колебаниями уровня воды.

В 1930-х гг. Управление по обеспечению безопасности судоходства на Балтийском море (Убекобалт) организовало вторую систематическую опись Ладожского озера.

В 1931–1935 гг. экспедиция Убекобалта создала новую триангуляционную сеть на берегах озера до границы с Финляндией, выполнила прибрежный промер в масштабе 1:25 000, а в центральной части озера — в масштабе 1:50 000; в прибрежной полосе суши была проведена топографическая съемка, развернута сеть футштоков для наблюдений за колебаниями уровня озера. На прибрежном промере использовались катера с механическими двигателями, глубины измерялись рыбалотами, что позволило повысить качество и производительность работ; было обследовано много банок. На основе этих материалов составлены карты и планы масштабов 1:100 000–1:25 000, а на отдельные бухты — масштаба 1:10 000.

После окончания Великой Отечественной войны исследования Ладожского озера продолжила Балтийская гидрографическая экспедиция. С 1951 по 1956 г. проводилась систематическая подробная опись всего озера. К этому времени на судах и промерных ботах уже имелись эхолоты, координирование промера осуществлялось радионавигационными системами, вместо мензульной топографической съемки применялась аэрофотосъемка, позволявшая выявить на малых глубинах мели и подводные камни. В ряде районов было проведено гидрографическое траление, выполнены гидрографические съемки и собраны сведения для корректуры лоции.

В середине 1960-х гг. по материалам указанных работ были составлены пять карт масштаба 1:100 000, две — масштаба 1:50 000, шесть планов масштаба 1:25 000. В дальнейшем вплоть до 1980-х гг. в отдельных районах неоднократно проводились крупномасштабные съемки, в результате которых обновлялись старые и появлялись новые планы масштаба 1:10 000. В настоящее время гидрографическая изученность Ладожского озера отвечает современным требованиям.

С 1956 г. Лаборатория озероведения, реорганизованная в 1971 г. в Институт озероведения Академии наук СССР (ныне Российской академии наук), начала проведение комплексных лимнологических исследований (гидрологических, гидрохимических и гидробиологических). Результаты этих многолетних комплексных исследований и составляют основное содержание данного Атласа.

Систематические наблюдения в эти годы проводились на станциях постоянной сети, включающей 114 точек, равномерно распределенных

по акватории озера, в том числе 21 точку наблюдений, выполняемых в процессе мониторинга, и 7 станций для проведения комплексных наблюдений на продольном разрезе озера.

На первом этапе исследований (1956–1962) были получены данные по пространственному и сезонному распределению характеристик гидрологических, гидрохимических и гидробиологических процессов и изучена их взаимосвязь в озерной экосистеме.

На втором этапе (1975–1990) проводились комплексные исследования, направленные на изучение состояния экосистемы в условиях возросшего антропогенного воздействия. Оценено современное состояние водоема, установлены причины антропогенного эвтрофирования Ладожского озера и дан прогноз его дальнейшего развития при различных уровнях поступления фосфора в экосистему.

После 1991 г. было продолжено исследование закономерностей функционирования экосистемы водоема, разработаны основы эколого-химико-токсикологического мониторинга озера.

Кроме Института озероведения РАН и Гидрографической службы ВМФ, в исследованиях Ладожского озера и его бассейна принимали участие Северо-Западное управление Роскомгидромета, Невско-Ладожское Бассейновое водное управление, Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, Государственный Комитет по охране окружающей среды Республики Карелия, ВНИИ океангеология, Всероссийский научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербургский государственный университет, Университет Йюэнсу (Финляндия) и другие организации.

## ЛАДОГА — «ДОРОГА ЖИЗНИ»

Огромное значение Ладожского озера для обеспечения жизнедеятельности Ленинграда особенно ярко проявилось во время Великой Отечественной войны. 3 сентября 1941 г. Государственный комитет обороны (ГКО) вынес решение об ответственности Ладожской военной флотилии за обеспечение перевозок всех видов снабжения по озеру из Новой Ладоги и Волховстроя в Ленинград через перевалочный пункт Осиновец (на западном берегу бухты Петрокрепость). Флотилии было подчинено Северо-Западное речное пароходство (СЗРП). Но 8 сентября немецкие войска захватили город Шлиссельбург, 10 сентября финские воинские части вышли на восточном берегу Ладожского озера к реке Свирь, а на Карельском перешейке — к старой государственной границе (район мыса Резной). Их отделяло от немцев только водное пространство протяженностью 65 км. Ленинград оказался в кольце блокады и единственным путем, связывающим его с Большой землей, были воды Ладожского озера. Грузы для Ленинграда по железной дороге прибывали на станцию Волхов, следовали

по реке Волхов до Новой Ладоги, где их перегружали на озерные баржи, транспортные суда и корабли. По прибытии в порт Осиновец грузы переваливались в составы, идущие в Ленинград.

В кратчайший срок воинские части и рабочие построили у мыса Осиновец четыре больших пирса, произвели дноуглубительные работы. Постепенно на пустынном берегу выросла новый порт Осиновец.

Строительству порта и разгрузке судов сильно мешала немецкая авиация, в сентябре — ноябре бомбившая Осиновец и суда на озере по несколько раз в день, причиняя немалый ущерб осажденным. Для защиты всей «Дороги жизни» от ударов с воздуха и обеспечения перевозок грузов были привлечены большие силы средств противовоздушной обороны (ПВО) города, Ленинградского фронта, войск ПВО страны, которые составили Ладожский район ПВО, успешно отражавший удары фашистских самолетов. Юго-западная часть озера из-за частых штормов почти не использовались до войны для судоходства (грузы перевозились по каналу), поэтому

требовалось срочно изыскать в южной части озера фарватеры, оградить их вехами и буйами, манипулируемыми береговыми створами и обеспечить их работу. Эту задачу в короткий срок решили гидрографы Ладожского гидрографического района, Осиновецкого гидрографического участка, манипуляторного и маневренного отрядов Гидрографической службы Балтийского флота совместно с Ладожским техническим участком СЗРП В. К. Шурпицкого. Они выявили и оборудовали фарватеры по маршрутам Осинец — Новая Ладога, Осинец — бухта Черная Сатама, Осинец — Кобона, Новая Ладога — Загубье. Сразу же были намечены две основные трассы. Малая трасса Кобона — Осинец, протяженностью около 15 миль (27,8 км), являлась основной. Здесь можно было использовать рыбацкие мотоботы, речные буксиры с баржами, разъездные катера. Большая трасса Новая Ладога — Осинец была в четыре раза длиннее малой. На ней использовались крупные боевые корабли Ладожской флотилии — канонерские лодки, озерные буксиры с баржами, охранявшиеся в пути катерами и истребителями. Переходы продолжались по 12–16 ч в основном ночью или при плохой видимости.

По указанию ГКО Военный совет фронта возложил ответственность за благоустройство бухт и руководство всеми перевозками на командование Ладожской военной флотилии: командующего флотилией капитана 1 ранга В. С. Черокова, начальника штаба капитана 1 ранга С. В. Кудрявцева, военкома бригадного комиссара Ф. Т. Кадушкина, начальника политотдела полкового комиссара Б. Т. Калачева. Уполномоченным по строительству и благоустройству бухты Осинец был заместитель командующего флотилией капитан 1 ранга Н. Ю. Авраамов, его заместитель — начальник СЗРП И. И. Логачев.

Основными корабельными соединениями Ладожской флотилии являлись два дивизиона канонерских лодок, дивизион сторожевых кораблей, дивизион тральщиков, состоявший из мобилизованных судов гражданского речного флота, и отряд транспортов. Транспортные гражданские силы на озере составляли пять буксирных пароходов («Морской лев», «Орел», «Никулясы», «Буй», «Гидротехник») и незначительное число озерных и деревянных речных барж. Флотилия и СЗРП представляли единый боевой организм.

Первые озерные баржи с морскими буксирами вышли из Волхова и Лодейного Поля 3 сентября 1941 г., начав перевозки через озеро, а первые две баржи с 800 т зерна и муки прибыли в Осинец 12 сентября. 15 сентября прибыли еще пять судов с 3 тыс. т пшеницы, но все это были крохи. Тем не менее благодаря самоотверженному труду строителей, военных моряков, речников «Дорога жизни» начала действовать. До ледостава корабли и суда доставили через Осинец для Ленинграда более 150 тыс. т грузов. Ввод «Дороги жизни» в действие



*На тирсах Ладожской флотилии у м. Осинец*

и выполненный совместными усилиями объем работ во многом определили положение в городе и на фронте в период блокады.

К подготовке ледовой трассы приступили задолго до того, как Ладогу сковал лед. Еще в начале сентября член Военного совета Ленинградского фронта А. А. Жданов поставил перед гидрографами Балтийского флота задачу: собрать сведения о гидрологических и метеорологических условиях на Ладожском озере, о ледовой обстановке на нем. Гидрографический отдел штаба флота обобщил собственные данные, материалы технических управлений Северо-Западного речного пароходства, архива Гидрологического института, справочную литературу из библиотек Академии наук и Публичной. На основе обработки этих материалов и опроса старожилов-рыбаков Ладоги была определена предварительная ледовая трасса Коккореве — Кобона.

Ледовая трасса на местности выбиралась и проверялась двумя отрядами. В ночь на 16 ноября старшие лейтенанты гидрографы В. И. Дмитриев и Е. П. Чуров (впоследствии доктор технических наук, профессор) и три матроса впряглись в сани с компасами, картами, линиями, спустились на прогибающийся лед в районе Осиновецкой базы флотилии и обследовали ледовую трассу Осинец — Кобона, а затем трассу Кобона — Кареджи — Осинец.

19 ноября Военный совет Ленинградского фронта принял решение оборудовать военно-автомобильную дорогу (ВАД), начальником которой был назначен генерал-майор интендантской службы А. М. Шилов. Оборудование и транспортное обслуживание ВАД обеспечивали два дорожно-эксплуатационных полка тыла Ленинградского фронта. В конце ноября был сформирован флотский ледоводорожный отряд, который возглавил лейтенант В. С. Купрюшин. Этот отряд вел круглосуточное наблюдение за состоянием и грузоподъемностью льда. Начальником ледового участка ВАД назначили капитана 1 ранга М. А. Нефедова. На него



*На трассе ледовой «Дороги жизни»*

возлагалась также ответственность за установку на льду светящего ограждения, бесперебойную работу которого обеспечивал Осиновецкий гидрографический участок. Были выделены специальные зенитные части для прикрытия ледовой трассы, стрелковые части для защиты ее с южного направления и обороны западного берега озера, дорожные машины для расчистки трассы от заносов. Мобилизовались медики города для обслуживания трассы при эвакуации населения.

19 ноября из Кобоны на лед вышли первые подводы, груженные мукой. 20 ноября по трассе от пункта Коккореево до пункта Кобона прошла первая машина М-1, в которой ехал начальник тыла фронта генерал-майор Ф. Н. Лагунов.

22 ноября 1941 г. ночью за грузом для Ленинграда в Кобону направилась первая автоколонна из 60 грузовых автомашин, которой командовал майор Порчунов. Началась регулярная эксплуатация ВАД. Однако ледяной покров был еще тонким, местами толщина льда не превышала 14 см. Лед трещал, прогибался, машины шли с открытыми дверцами, чтобы водители могли выскочить из кабины в случае, если лед не выдержит. Много машин тонуло: только два автомобильных батальона потеряли таким образом 94 машины. Трассу бомбили немецкие самолеты, обстреливала артиллерия. Над Ладогой часто дули ураганные ветры, сильные морозы часто сменялись оттепелями. С 10 декабря ударили сильные морозы, лед окреп, и ледовая дорога стала работать значительно лучше. Благодаря этому 25 декабря 1941 г. произошло первое увеличение

норм выдачи хлеба населению, 24 января 1942 г. — второе, а 11 февраля были увеличены нормы выдачи продовольствия.

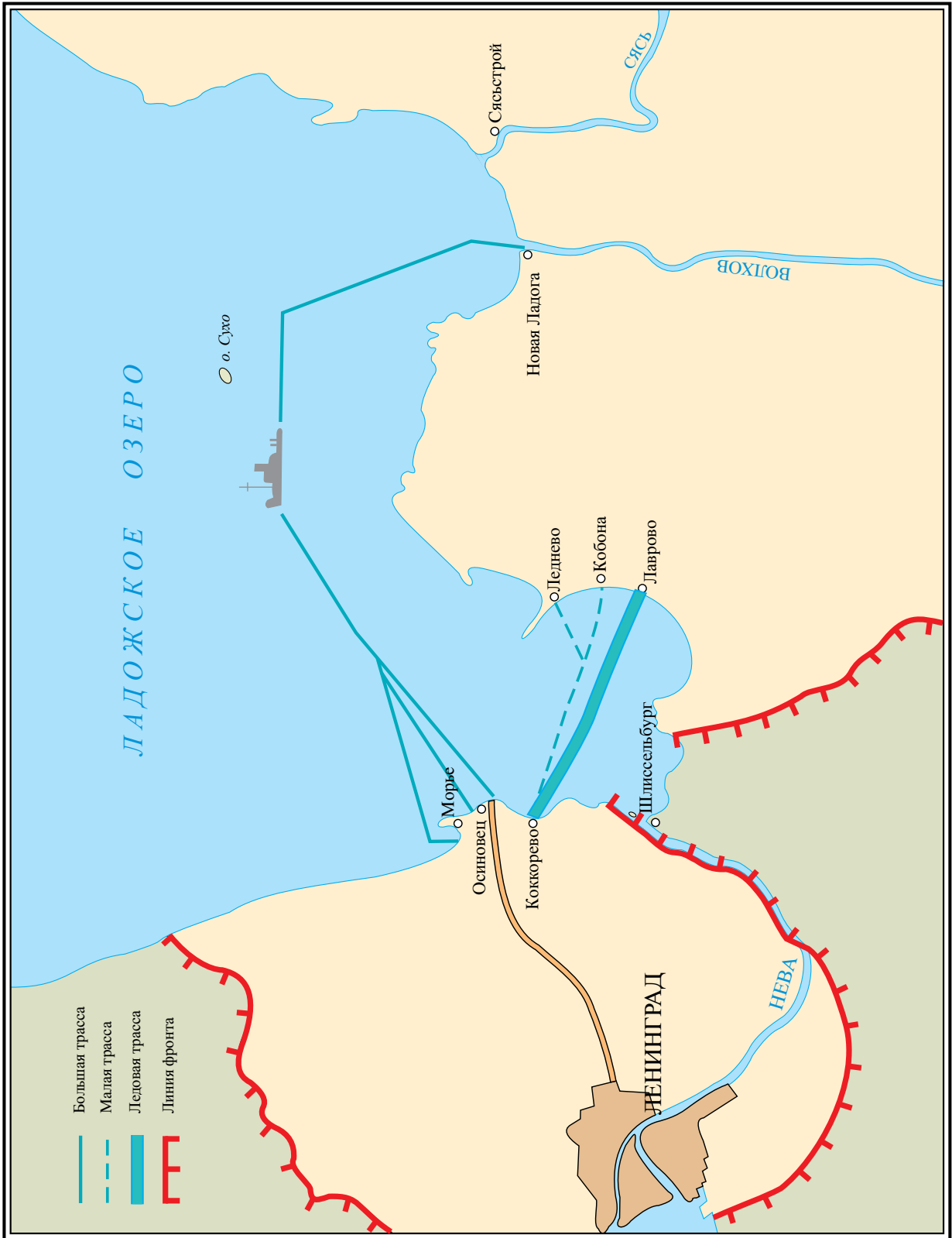
24 апреля 1942 г. ледовая дорога, спасшая жизнь тысячам ленинградцев, была закрыта. За неполных четыре месяца по ней было эвакуировано 514 тыс. человек, доставлено 361 109 т груза.

Летняя навигация 1942 г. была не менее ответственной. Для увеличения грузопотоков проектировались и строились пристани в портах Осиновец и Кобона, портовые сооружения в бухтах Морье и Гольсман, свыше десятка причалов на косе Кареджи. Для снабжения Ленинграда и фронта топливом к 18 июня 1942 г. был проложен подводный трубопровод, способный пропускать 300 т бензина в сутки. В течение почти двух с половиной лет бензопровод был единственным источником, который обеспечивал горючим войска фронта, город и флот. Около двух месяцев потребовалось на исследование трасс и прокладку телефонного и пяти линий силового кабеля с косы Кареджи на мыс Осиновец, и осенью 1942 г. Ленинград получил электроэнергию с Волховской ГЭС, благодаря которой заработали водопровод и канализация, пошли трамваи, появился свет в домах, возродился ряд предприятий.

В зиму 1942–1943 гг. обстановка на Ленинградском фронте до момента прорыва блокады существенно не изменилась. Учитывая опыт работы на ледовой дороге на Ладоге, Военный совет Балтийского флота возложил на Гидрографическую службу флота ответственность не только за проведение работ по изысканию новых трасс, но и за обеспечение движения войск по льду, для чего был создан специальный отряд во главе с капитан-лейтенантом А. В. Гагариным. С 10 декабря этот отряд принял на себя полную ответственность за безопасность движения по льду войск и техники. Особо ответственной задачей была переброска по льду тяжелых танков от Кобоны до Коккореева. 15–16 января 1943 г. в период подготовки прорыва блокады Ленинграда танки прошли по льду без потерь.

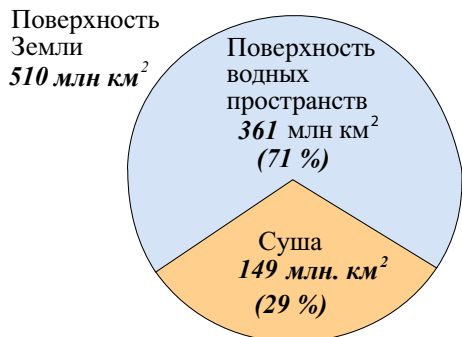
Общее количество грузов, перевезенных по «Дороге жизни» за все время ее существования, составило более 1615 тыс. т. За это время было эвакуировано 1 млн 376 тыс. человек.



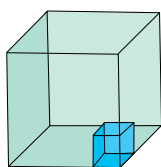


«Дорога жизни»

## СОТНОШЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ВОДЫ И СУШИ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

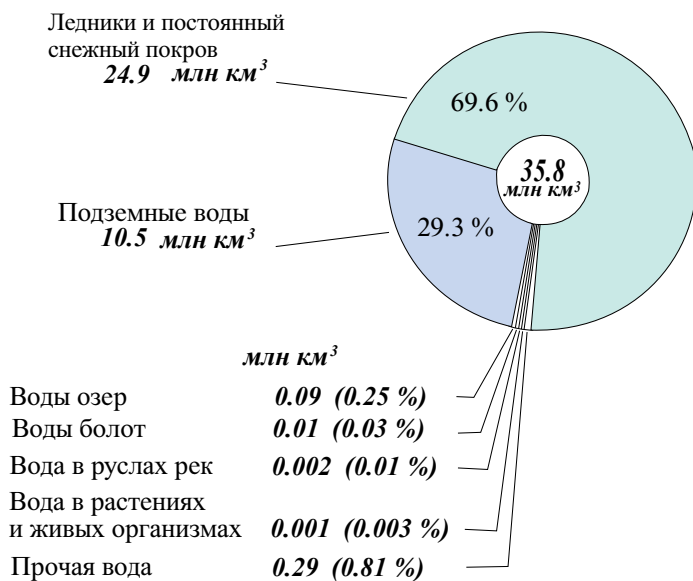


## ЗАПАСЫ ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ

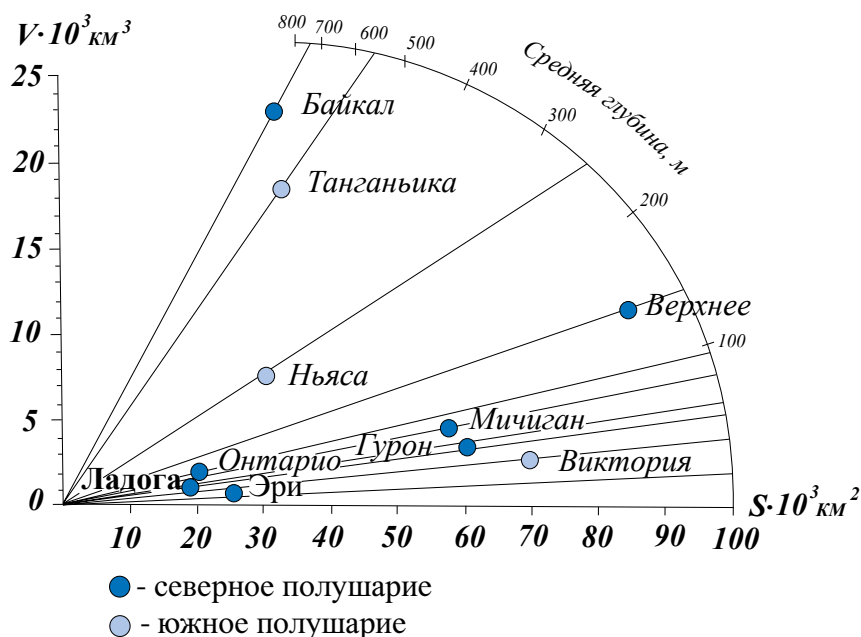


$1389.5 \text{ млн км}^3$   
в том числе пресной воды  $35.8 \text{ млн км}^3$  (2.58 %)

## ИСТОЧНИКИ ПРЕСНОЙ ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ

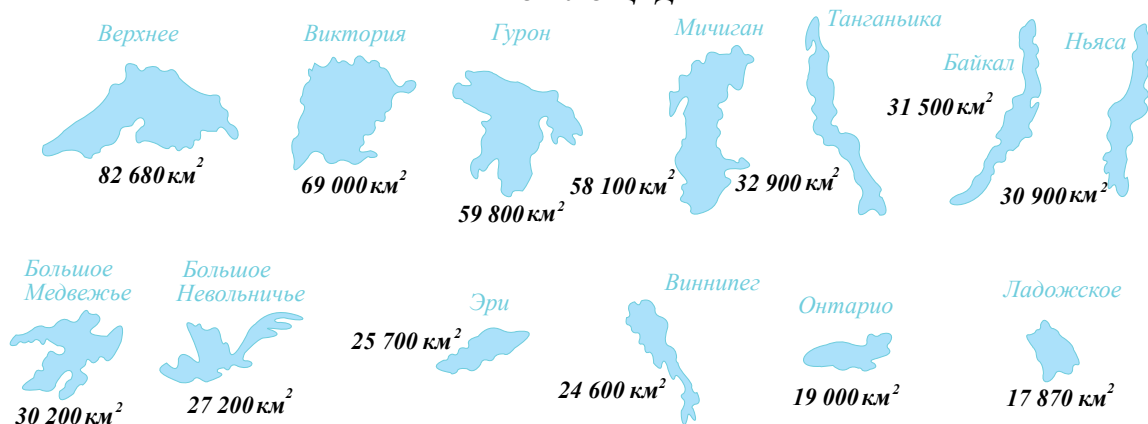


## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЗЕР ПО ПЛОЩАДИ, ОБЪЕМУ ВОДЫ И СРЕДНЕЙ ГЛУБИНЕ



# ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО СРЕДИ КРУПНЕЙШИХ ПРСНОВОДНЫХ ОЗЕР МИРА

## ПО ПЛОЩАДИ



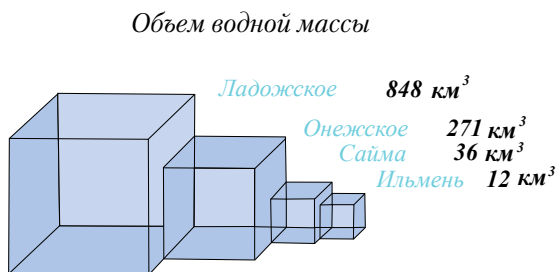
## ПО ОБЪЕМУ ВОДНОЙ МАССЫ



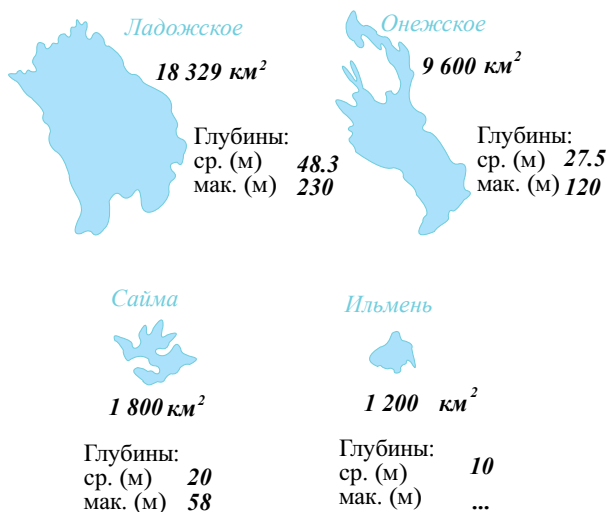
## СООТНОШЕНИЕ ПЛОЩАДИ И ОБЪЕМА ВОДЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА



## КРУПНЕЙШИЕ ОЗЕРА БАССЕЙНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА



## Площадь (поверхности воды)





## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕРА

Ладожское озеро — крупнейшее озеро Европы и одно из самых северных среди великих озер мира. Оно занимает площадь 18 329 км<sup>2</sup>, из которых 457 км<sup>2</sup> приходится на острова. Объем водной массы озера — 848 км<sup>3</sup>, длина береговой линии без учета длины береговой линии островов составляет 1570 км. Состояние экосистемы озера является результатом сложного взаимодействия процессов, происходящих на водосборе и в водоеме под воздействием природных и антропогенных факторов.

Котловина озера расположена в районе соединения двух крупнейших геологических структур Европы — Балтийского кристаллического щита и Русской платформы. Северная часть Ладоги находится на окраине Балтийского кристаллического щита, сложенного гранитами, гнейсами, пегматитами, слюдястыми сланцами, покрытыми не повсеместно чехлом четвертичных отложений небольшой мощности. По мере продвижения к югу возрастает мощность рыхлых четвертичных отложений, происходит постепенное погружение склонов кристаллического щита под мощные толщи осадочных пород Русской платформы.

Различия в геологическом строении бассейна отражаются на строении котловины и берегов Ладожского озера. Котловина озера вытянута в направлении с северо-северо-запада на юго — юго-восток. Берега северо-западной и северной частей Ладоги, сложенные кристаллическими породами, высокие и сильно расчлененные. Побережье окаймлено многочисленными островами различной величины, разделенными между собой проливами. Сочетание островов, проливов и глубоко врезанных в сушу заливов создает своеобразный шхерный район. Рельеф дна северной части озера сложный. Он характеризуется наличием большого числа островов и чередованием глубоководных впадин, глубина которых местами превышает 100 м, с мелководными участками. Максимальная глубина 230 м отмечена в северо-западной части озера. За пределами развития шхер как на западном, так и на восточном побережьях озера его берега отличаются выровненностью, повсеместным преобладанием отлогих участков с неширокими песчаными пляжами. По направлению к югу рельеф берегов и дна постепенно становится более спокойным, глубины уменьшаются. Побережье здесь представляет собой низменную равнину. В прибрежной части озера довольно широко распространены песчаные и каменистые косы, а также скопления валунов. Южную часть озера образуют три крупных мелководных

залива: бухта Петрокрепость (средняя глубина 4 м), губы Волховская (8 м) и Свирская (3 м). Средняя глубина в южной, открытой части озера 13 м.

Обширный водосборный бассейн Ладожского озера, общая площадь которого составляет 258 600 км<sup>2</sup>, расположен на территории Республики Карелии, Ленинградской, Новгородской, Псковской, Вологодской, Тверской и Архангельской областей России, а также на части территорий Финляндии и Белоруссии. Он складывается из четырех частных водосборов: собственно Ладожского (24,7 тыс. км<sup>2</sup>), охватывающего бассейны малых рек, непосредственно впадающих в Ладогу, восточного, или Онежско-Свирского (84,4 тыс. км<sup>2</sup>), южного, или Ильмень-Волховского (80,2 тыс. км<sup>2</sup>), и северного, или Саймо-Вуоксинского (68,7 тыс. км<sup>2</sup>). Каждый из них имеет сложную гидрографическую сеть, состоящую из большого числа озер, рек и ручьев. Всего в бассейне Ладожского озера насчитывается около 50 тыс. озер, занимающих 17% площади водосбора, множество болот и малых рек, общей протяженностью до 45 тыс. км. Воды трех наиболее крупных озер (Онежского, Ильмень, Саймы) поступают в озеро с главными притоками — реками Свирь, Волхов и Вуокса, дающими около 86% общего поступления в озеро поверхностных вод. Сток из озера осуществляется в Финский залив через р. Неву.

Основными элементами водного баланса Ладожского озера служат приток и сток, составляющие в его приходной и расходной частях около 86% и 92% соответственно.

Малая величина отношения стока из озера к объему его водной массы свидетельствует о замедленном внешнем водообмене озера и большой консервативности озерной системы.

По определению Хатчинсона и Лефлёра [1], Ладожское озеро относится к димиктическим озёрам, т.е. озёрам, в которых температура поверхности воды дважды в год переходит через 4 °С, температуру наибольшей плотности воды, что приводит к полному вертикальному перемешиванию от поверхности до дна. В зависимости от горизонтальных размеров озёра и распределения глубин в димиктических озёрах в весенний период нагревания и осенний период охлаждения может возникать термическая фронтальная зона (термобар).

Весенняя термическая фронтальная зона — это зона с большими горизонтальными градиентами температуры, отделяющая стратифицированные воды (с температурами поверхности воды



выше 4 °С) от квазиизотермических с температурами ниже 4 °С. Свободная конвекция является основным процессом, инициирующим возникновение фронтального раздела в условиях изменяющихся глубин и определяющего динамический режим крупного озера и обмен энергией и массой между прибрежной и глубоководной частями озера в период его существования. Формальной границей раздела между разнотипными водами является 4-градусная изотерма, указывающая на зону опускания наиболее плотных вод. Генеральная система течений в этот период определяется существованием прибрежной циклонической циркуляции. Фронтальная зона отделяет прибрежные воды, подверженные влиянию стоков с водосбора, от центральноозёрных, сохраняющих качество зимней водной массы, что несомненно отражается на гидробиологическом состоянии вод. Сходимость и опускание вод с максимальной плотностью во фронтальной зоне способствует переносу растворённого кислорода от поверхности в придонные горизонты и переносу минеральных веществ, необходимых для биологических процессов, из придонных слоев в зону фотосинтеза.

Весенняя фронтальная зона в Ладожском озере существует около двух месяцев — с начала мая до начала июля. Эволюция термической фронтальной зоны в крупном димиктическом озере — это возникновение и продвижение вертикальной плотностной стратификации от берегов вглубь озера. Время наступления полной первичной стратификации в крупном озере есть время достижения фронтальной зоной самой глубоководной части озера, время, когда фронтальные разделы, продвигающиеся от разных берегов, смыкаются над большими глубинами.

В период развитой стратификации водная толща озера по вертикали разделяется на три слоя — на верхний квазиоднородный слой (эпилимнион), придонный с достаточно однородными и низкими температурами (гиполимнион) и расположенный между ними слой скачка (металимнион) с резким вертикальным градиентом характеристик.

Наибольших значений средние температуры верхнего слоя воды достигают в августе ( $\approx 16^\circ\text{C}$ ) и всей водной толщии озера ( $\approx 6^\circ\text{C}$ ) в сентябре, а наименьших — в середине марта.

Озеро полностью покрывается льдом в среднем около 15 февраля, однако один раз в 4–5 лет его центральная часть не замерзает.

Морфометрические особенности озерной котловины (резкие перепады глубин между прибрежной и открытой частями) и связанные с ними существенные различия в скорости прогрева воды над равными глубинами приводят к возникновению и устойчивому существованию во времени зон, контрастных в термическом отношении, что в свою очередь определяет характер и развитие крупномасштабных динамических процессов в озере.

Течения в Ладожском озере по своему генезису неоднородны и зависят как от сезонных, так и от синоптических факторов. Плотностные течения представлены вдольбереговыми потоками и циркуляционными образованиями в центральной части озера.

Перенос речных вод определяется господствующей системой течений. Весной до выхода фронта термического бара в зону его устойчивого существования движение вод в озере определяется слаборазвитой ветровой деятельностью, а речные воды, поступающая в озеро, локализуются преимущественно в прибрежной области. С образованием устойчивого фронта термического бара формируется циклональная циркуляция, которая постепенно становится господствующей в южном и центральном районах озера. Речные воды, оказываясь вовлеченными в эту циркуляцию, перемешиваются с озерными водами в южном и центральном районах, в то время как северный, наиболее глубоководный район, сохраняет свои «зимние» воды. Наиболее интенсивно воды притоков перемешиваются с озерными в зоне устойчивого существования фронта термического бара за счет развитой конвекции. Именно здесь происходит вовлечение в придонные горизонты органического вещества, поступившего с водосбора, с водами притоков и вещества, образовавшегося в период развития весеннего фитопланктона в озере.

Летом циклональная циркуляция становится ведущей по всему озеру и зависит от синоптической ситуации. В случае малых скоростей ветра воды притоков перемещаются в поверхностном, более прогретом слое воды, под действием циклональной плотностной циркуляции, создаваемой за счет постоянного плотностного градиента между глубокой частью озера и мелководными прибрежными районами. Толщина этого прогретого слоя невелика: в начале лета 2–3, к концу — 15–20 м. Ниже, под слоем температурного скачка, расположена холодная 4-градусная вода. Таким образом, основной объем водной озерной массы остается холодным даже в летний период. Иногда, при ветровом сгоне, глубинные холодные воды могут выходить на поверхность у самого берега. В условиях шторма перенос речных вод осуществляется в пределах той системы течений, которая формируется господствующим направлением ветра. Осенью с усилением ветровой деятельности и уменьшением горизонтальной неоднородности температуры преобладающими становятся ветровые течения. Изменение направления плотностных течений играет существенную роль в переносе речных вод в прибрежной части озера. В частности, в осенне-зимний период изменение этого процесса приводит к поступлению вод реки Волхов вдоль южного побережья непосредственно к истоку Невы.

Главная роль в формировании химического состава озерных вод принадлежит речному притоку, который дает до 95 % приходной части химического



баланса озера. Доля трех главных притоков, рек Свири, Вуоксы и Волхова, в поступлении веществ в озеро далеко неодинакова. Несмотря на то, что по объему водного притока они близки между собой, наибольшая роль в снабжении озера большинством химических веществ принадлежит реке Волхов вследствие более высоких их концентраций в воде этой реки. Химические вещества поступают в озеро как в растворенном, так и во взвешенном состоянии.

Основные показатели химического состава озерных вод можно условно объединить в 5 групп.

Первая группа — наиболее консервативные компоненты, на которые практически не влияют внутриводоемные процессы, это ионный состав и общая минерализация воды. Средняя минерализация основной водной массы Ладожского озера составляет 64 мг/л. Воды озера относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. По соотношению главных ионов вода озера занимает среднее положение между водой Свири, Вуоксы, Волхова. Основная водная масса озера обладает малой пространственной и временной изменчивостью минерализации и ионного состава, что объясняется низким водообменом озера и большой динамичностью водных масс. В прибрежных районах, находящихся под непосредственным влиянием вод притоков, эти показатели могут меняться значительно.

В качестве косвенного индикатора изменчивости общей минерализации используется электропроводность воды, поскольку между этими характеристиками существует прямая линейная зависимость. С помощью этого показателя представляется возможным оценивать межгодовую изменчивость общей минерализации воды в связи с колебаниями водности, фиксировать пути распространения речных вод в озере, выявлять изменение минерализации под влиянием антропогенного воздействия.

Ко второй группе относятся так называемые «питательные вещества» — биогенные элементы, содержание которых в воде озера определяет интенсивность развития биологических процессов в водоеме. Они присутствуют в воде в виде неорганических и органических соединений. В эту группу входят фосфор, азот и кремний, при этом главенствующую роль играют соединения фосфора. Именно резкое увеличение поступления фосфора с водосбора в Ладожское озеро с середины 1960-х гг. вследствие интенсивного хозяйственного развития территории привело к росту количественных показателей гидробионтов, повышению их продукционных характеристик, развитию процесса антропогенного эвтрофирования в водоеме. Пространственно-временные особенности распределения и режим этих веществ в озере определяются неоднородностью поступления их с водосбора, гидрофизической структурой озера, интенсивностью биохимических и биологических процессов, происходящих в водоеме.

Третья группа компонентов тесно связана с жизнью озера, режим их определяется как гидрологическими факторами, так и биологической жизнью водоема. К ним относятся содержание в воде органического углерода, значение рН, кислородный режим водоема. Внешнее поступление органического вещества в Ладожское озеро величина относительно постоянная и главным механизмом, регулирующим концентрацию органического углерода в озерной воде, является соотношение скоростей продукционно-деструкционных процессов. Содержание и режим растворенного в воде кислорода в Ладожском озере определяется в основном гидрологическими факторами. В то же время изменение режима накопления и деструкции органического вещества в озере привело к значительному нарушению некоторых черт кислородного режима водоема.

К четвертой группе относятся соединения металлов (железо, марганец, алюминий, медь, кобальт и др.), концентрация которых в воде озера определяется неоднородностью поступления их с водосбора, что связано с ландшафтными условиями территории и антропогенными факторами, а также происходящими в озере внутриводоемными процессами.

Пятая группа включает антропогенные и природные загрязняющие вещества. Они поступают с водосборного бассейна со сточными водами промышленных и сельскохозяйственных предприятий, от водного и наземного транспорта, а также являются вторичным продуктом распада в результате биохимических процессов. Сюда можно отнести нефтеуглеводороды, фенолы, лигносульфонаты, синтетические поверхностно-активные вещества, соли тяжелых металлов, хлорорганические соединения и др.

Состав биоты (фауны и флоры) Ладожского озера отличается большим видовым разнообразием — всего зарегистрировано около 400 видов животных и около 600 видов растений. По видовому составу, закономерностям распределения основных популяций и сообществ Ладожское озеро соответствует крупным глубоководным озерам умеренных широт. Его специфические черты отражают не столько видовой состав, сколько количественное соотношение видов, структуры основных экологических комплексов и особенность их пространственно-временной изменчивости в соответствии со спецификой факторов, формирующих функциональные особенности биоты в этом водоеме.

Все живые организмы можно разделить схематично на две основные категории: живущие в толще воды и обитающие на дне. В озерной воде обитают: фитопланктон (микроскопические водоросли), бактериопланктон, зоопланктон, рыбы и некоторые другие организмы. На дне — перифитон (прикрепленные водоросли на водных растениях, камнях), бентосные организмы (в соответствии с размерами подразделяются на макробентос и мейобентос),

бактерии и высшая водная растительность. Каждый элемент биоты, выполняя конкретные функции, поддерживает жизнедеятельность всей системы в целом. Водоросли создают органическое вещество в процессе фотосинтеза, бактерии перерабатывают и минерализуют органическое вещество в толще воды и на дне, организмы зоопланктона и зообентоса, питаясь бактериями и фитопланктоном, в свою очередь служат пищей для рыб.

Ихтиофауну Ладожского озера составляют 53 вида и разновидности рыб. Антропогенное воздействие на водоем снижает численность ценных рыб — лосося, форели, палии, озерно-речных сига и других, а атлантический осетр и волховский сиг занесены в «Красную книгу» России.

В промысле ведущее значение имеют около 10 видов рыб, среди которых наиболее массовыми являются ряпушка, рипус и корюшка. Достаточно многочисленны также судак и различные формы озерных сига. К наиболее продуктивным районам относится мелководная южная часть озера с глубинами до 15–20 м, где и сосредоточен основной промысел рыбы, а к наименее продуктивным — северный шхерный район. В центральном районе озера от глубин 40–50 м до максимальных промысловое скопление рыбы отсутствует.

Уровень и скорость развития озерной биоты в разных частях акватории озера — сложный итог взаимодействия гидрофизических и гидрохимических процессов. Анализ пространственной неоднородности ее развития позволяет обнаруживать проявление в различных элементах экосистемы признаков изменения трофического уровня (экологического состояния) водоема в целом.

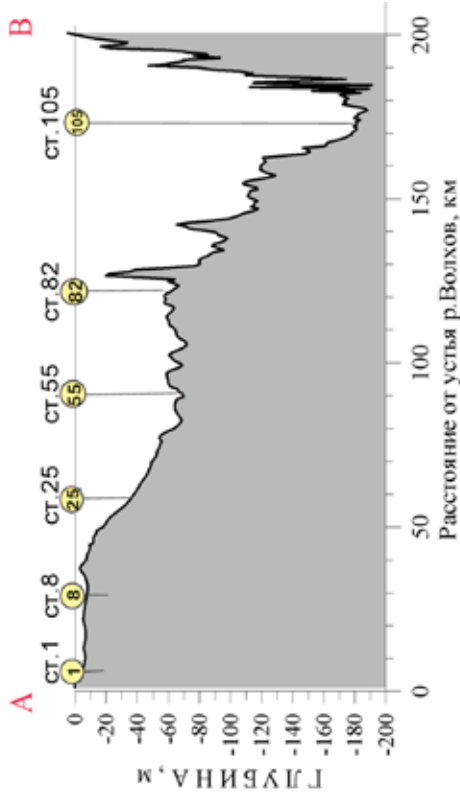
Донные отложения, накапливавшиеся в озерной котловине на протяжении всей истории суще-

ствования водоема — результирующее отражение комплекса процессов превращения вещества на водосборе и в самом озере. Вещественный и химический состав донных отложений определяется характером водосбора (включая слагающие его породы, рельеф, растительность), озерной котловины (возраст, морфометрия) и биологических процессов, протекающих в водной толще и на дне водоема. Пространственное распределение различных типов осадков по дну озерной котловины является результатом сложного взаимодействия гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических процессов в водоеме, осложненных и искаженных все возрастающим влиянием антропогенного воздействия, осуществляемого как на акватории озера, так и в пределах всего водосборного бассейна.

Значение бассейна Ладожского озера в жизни и экономической деятельности территорий, находящихся в его пределах, исключительно велико. Озеро не только уникальный природный объект, но и безальтернативный источник водоснабжения Санкт-Петербурга, это также водно-транспортный путь, это естественный накопитель загрязнений, поступающих с территории обширного региона. Через р. Неву озеро оказывает влияние на состояние Финского залива и прилегающей к нему части Балтийского моря.

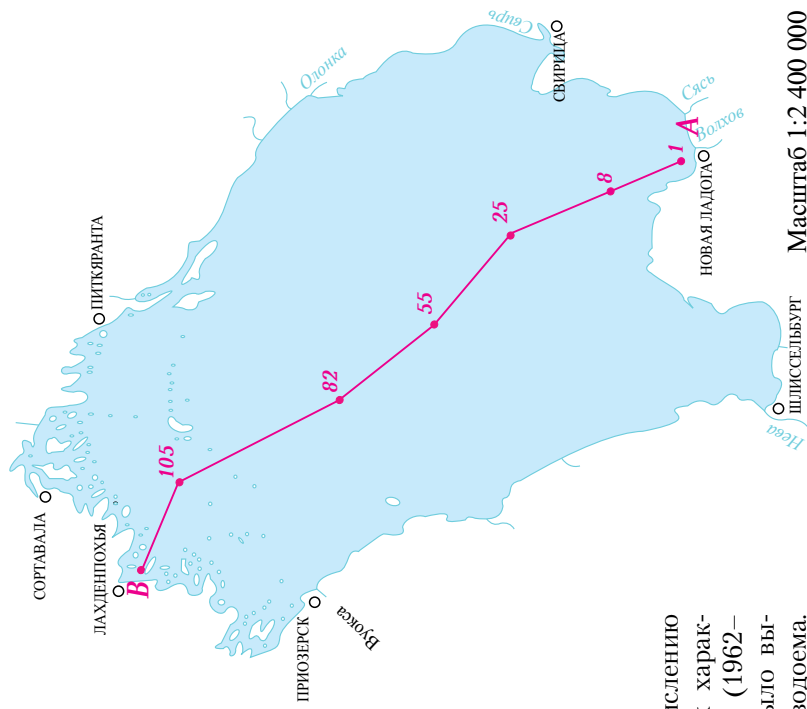
Таким образом, Ладожское озеро, представляя собой терминальный водоем обширной озерно-речной экосистемы, является не только источником жизненно важных для данного района водных, пищевых, сырьевых и рекреационных ресурсов, но и высокочувствительным индикатором экологического состояния всей промышленно-сельскохозяйственной зоны Северо-Запада России и юго-восточной части Финляндии.

## ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ОЗЕРА



Распределение глубин на разрезе представляет собой все лимнические зоны, которые отражают особенности озёрных процессов. Разрез является базовым для анализа сезонных и межгодовых изменений, происходящих в Ладожском озере. Для этого разреза существуют обширные базы данных с гидрологической, гидрохимической и гидробиологической информацией для периода открытой воды.

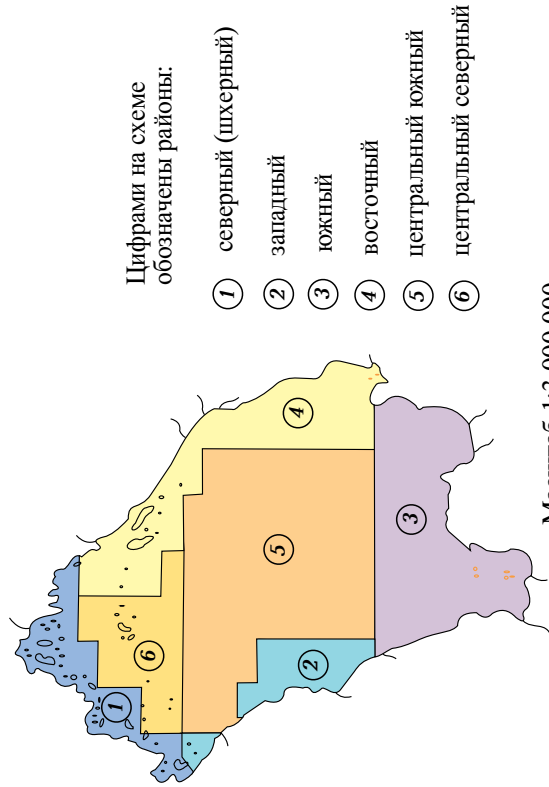
## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИН ОЗЕРА ПО ЛИНИИ А-В



Условные обозначения

- 8 • - номера станций
- - трасса разреза

## СХЕМА РАЙОНОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА



Цифрами на схеме обозначены районы:

- ① северный (шхерный)
- ② западный
- ③ южный
- ④ восточный
- ⑤ центральный южный
- ⑥ центральный северный

В процессе работ по исчислению основных морфометрических характеристик Ладожского озера (1962–1966) Ф. А. Черняевой [2] было выполнено районирование водоема. Районы были выделены по физико-географическим особенностям различных частей озера. Внутренние границы районов условны и проведены по меридианам и параллелям, ближайшим к естественным границам между прибрежной и центральной частями озера. Такое районирование не получило широкого распространения, но использовалось при некоторых лимнологических исследованиях, в частности для карт элементов теплового баланса.

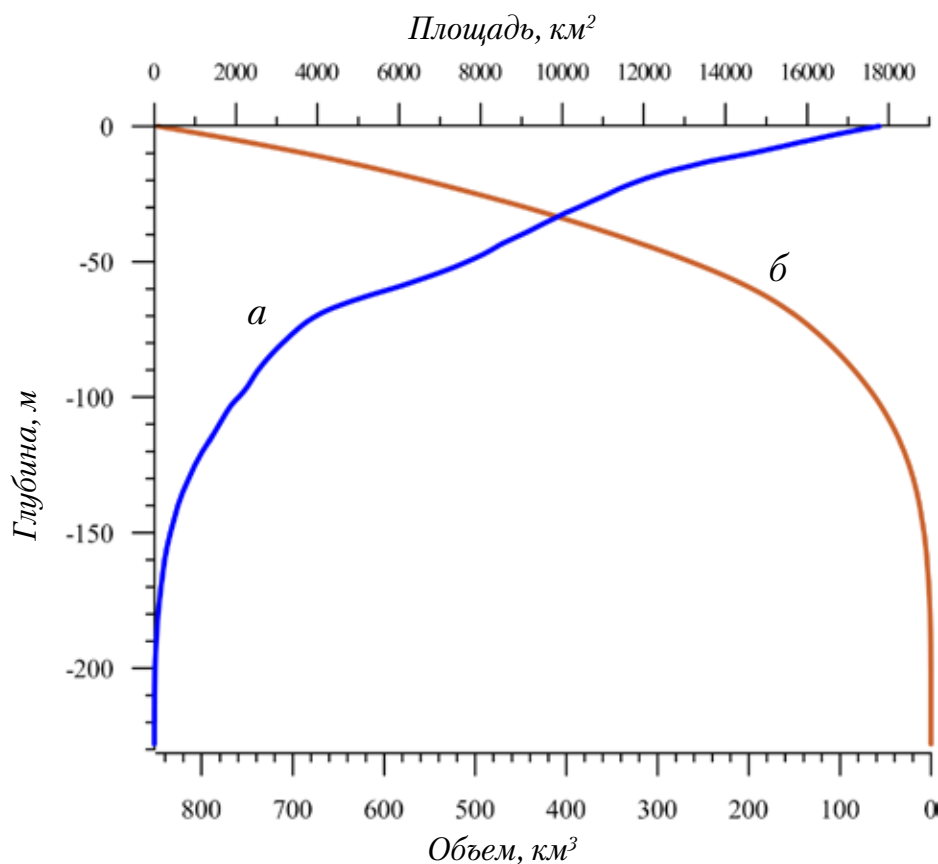
Масштаб 1:3 000 000

Автор М. А. Науменко

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕРА

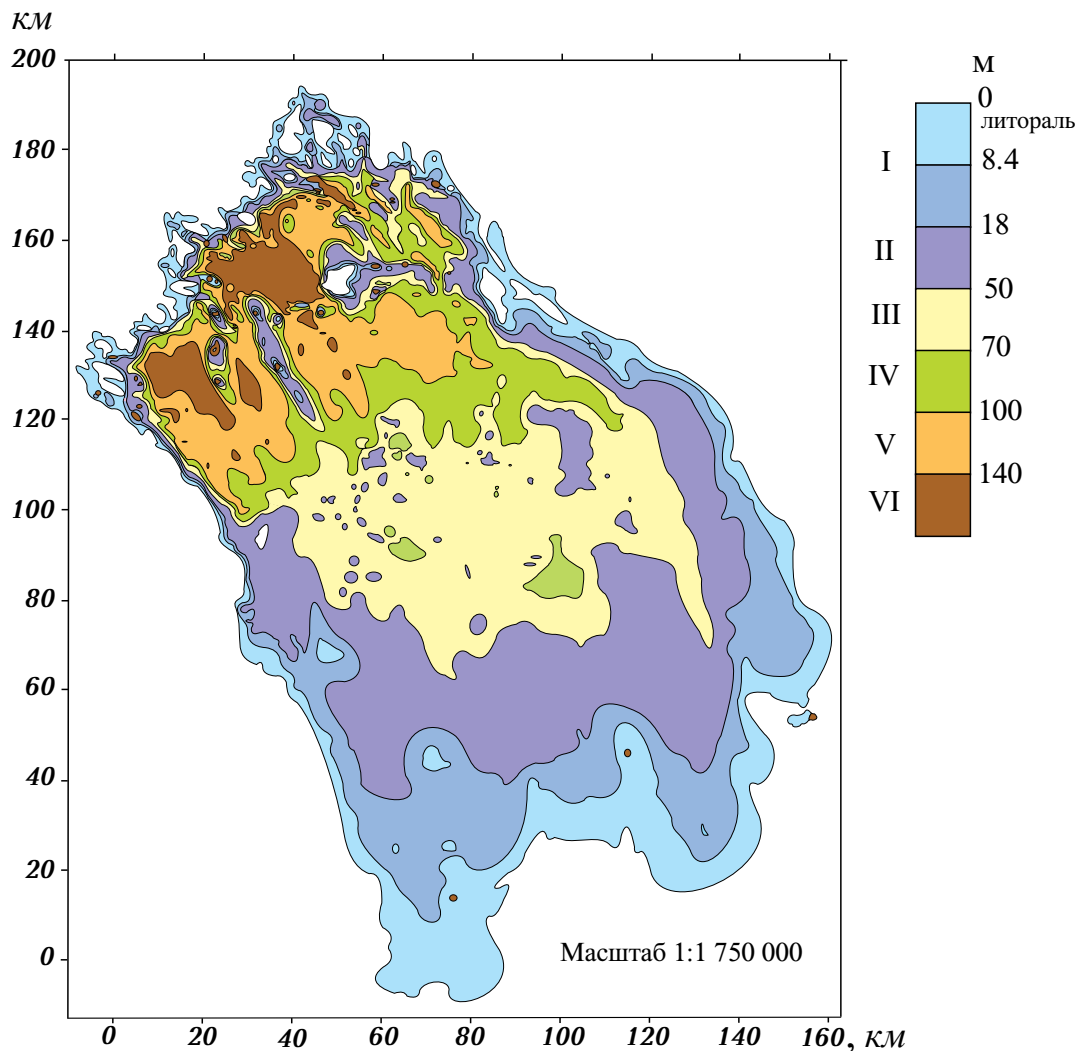
1. Площадь озера общая (с островами), км <sup>2</sup> .....	18329
2. В том числе, площадь островов, км <sup>2</sup> (Черняева, 1966) .....	457 (2,5%)
3. Площадь зеркала озера, км <sup>2</sup> (Науменко, 2013) .....	17765
4. Площадь водосбора, км <sup>2</sup> .....	258600
5. Показатель площади (отношение площадей зеркала и водосбора) .....	0,07
6. Объем озера, км <sup>3</sup> (Науменко, 2013) .....	847,8
7. Средняя глубина, м (Науменко, 2013) .....	48,3
8. Максимальная глубина, м .....	230
9. Относительная глубина (отношение максимальной глубины к среднему диаметру) .....	0,16%
10. Максимальная длина, км (Черняева, 1966) .....	219
11. Средняя ширина, км (Черняева, 1966) .....	82
12. Максимальная ширина, км (Баранов, 1961) .....	125
13. Направление главной оси. ....	ССЗ-ЮЮВ
14. Длина береговой линии, км (Черняева, 1966) .....	1570
15. Изрезанность береговой линии (отношение длины береговой линии к длине окружности круга, равновеликого площади озера) .....	3,28
16. Коэффициент формы (отношение средней ширины к длине) .....	0,37
17. Коэффициент емкости (отношение средней глубины к максимальной) .....	0,20
18. Время условного водообмена, лет .....	11
19. Площадь криптодепрессии озера, км <sup>2</sup> .....	16080
20. Объем криптодепрессии озера, км <sup>3</sup> .....	761,8
21. Площадь литоральной зоны озера, км <sup>2</sup> .....	2543
22. Объем литоральной зоны озера, км <sup>3</sup> .....	9,67
23. Превышение нуля глубин навигационных карт озера над нулем Кронштадского футштока, м .....	5,1

### ГИПСОМЕТРИЧЕСКАЯ (а) И ОБЪЕМНАЯ (б) КРИВЫЕ



Автор М.А. Науменко

## ЛИМНИЧЕСКИЕ ЗОНЫ (РАЙОНИРОВАНИЕ ОЗЕРА ПО ГЛУБИНАМ)



**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЛУБИН И УКЛОНОВ ДНА  
ЛИМНИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ОЗЕРА**

Район	Площадь, км <sup>2</sup>	Объём, км <sup>3</sup>	Характеристики	Среднее	Медиана	Диапазон глубин Н, м и уклонов γ°	Ср. квд. откл.
I	5465,0	46,7	Н, м	8,8	8,9	0,0 -18	5,06
			γ, °	0,22	0,09	0,0-6,8	0,40
II	4631,3	153,6	Н, м	33,2	32,7	18-50	9,46
			γ, °	0,44	0,17	0,0-11,0	0,73
III	3693,4	221,1	Н, м	59,9	60,0	50-70	5,40
			γ, °	0,44	0,24	0,0-8,5	0,66
IV	1910,0	158,4	Н, м	82,9	81,7	70-100	8,84
			γ, °	0,81	0,42	0,0-11,1	1,01
V	1487,9	174,7	Н, м	117,3	116,6	100-140	11,41
			γ, °	0,99	0,65	0,0-10,2	1,02
VI	577,8	93,3	Н, м	161,9	157,2	140-230	17,11
			γ, °	1,16	0,88	0,0-11,8	1,01
все озеро	17765,4	847,8	Н, м	48,3	41,6	0,0-230	39,9
			γ, °	0,49	0,20	0,0-11,8	0,76

Глубина Н, уклон γ

Автор М. А. Науменко

## КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Климат района Ладожского озера является переходным от морского умеренных широт к континентальному и характеризуется значительными колебаниями температуры воздуха, высокой относительной влажностью, облачностью и большим количеством осадков.

Формирование климата происходит в основном под воздействием морских атлантических воздушных масс средних (умеренных) широт. Воздушные массы арктического происхождения, вызывающие резкое похолодание, встречаются в виде отдельных вторжений только зимой и в переходные сезоны года. Летом изредка наблюдаются тропические воздушные массы, резко повышающие температуру воздуха.

Зима умеренно холодная и продолжительная. Период со снежным покровом и устойчивыми морозами продолжается с начала декабря до конца марта. Первая половина зимы характеризуется пасмурной и ветреной погодой с осадками, оттепелями и туманами. Вторая половина зимы — более холодная, с устойчивыми морозами.

Весна обычно холодная, продолжается до начала июня. Относительно теплая погода чередуется с похолоданиями. Весной осадки реже, больше ясных дней.

Лето умеренно теплое, начинается в июне с прекращением заморозков и продолжается до сентября. В первой половине лета меньше пасмурных дней и туманов, во второй — количество осадков увеличивается, достигая годового максимума.

Осень относительно теплая и сырая. Она начинается с начала или середины сентября, с наступлением заморозков и продолжается до конца ноября. Осенью преобладает пасмурная погода с продолжительными обложными дождями, переходящими в конце осени в мокрый снег. Наблюдаются частые туманы и сильные ветры.

**Температура воздуха.** Наиболее холодным месяцем является февраль, когда средняя температура колеблется от  $-8$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ , при этом средняя температура несколько выше в центральной части озера. В наиболее суровые зимы морозы в январе и феврале достигают  $-36^{\circ}\text{C}$  над акваторией озера.

С марта температура воздуха медленно повышается и в мае достигает  $6-7^{\circ}\text{C}$  над открытыми районами и  $8-9^{\circ}\text{C}$  на побережье.

Самый теплый месяц — июль. Его средняя температура составляет  $14-16^{\circ}\text{C}$  над озером и  $16-17^{\circ}\text{C}$  на берегу. Максимальные ее значения в этом месяце составляют  $30-33^{\circ}\text{C}$ , а наименьшие —  $1, 4^{\circ}\text{C}$ .

Начиная с сентября температура воздуха понижается и в ноябре в основном повсюду достигает отрицательных значений.

Средняя продолжительность безморозного периода составляет 120–180 дней. Прекращение заморозков приходится примерно на вторую половину мая.

Амплитуда годового хода температуры воздуха изменяется от  $25^{\circ}\text{C}$  над озером до  $25-27^{\circ}\text{C}$  на берегу.

**Относительная влажность воздуха.** Наибольшая относительная влажность воздуха ( $86-88\%$ ) приходится на декабрь, а наименьшая ( $68-76\%$ ) на май, за исключением южной части озера (острова Сухо и Кареджский), где она в течение года не бывает меньше  $80\%$ . Суточные колебания относительной влажности незначительны, составляют не более  $6-10\%$ , однако весной и летом они увеличиваются до  $15-20\%$ .

**Ветры.** В течение года преобладают ветры юго-западных, южных и юго-восточных направлений. В холодный период года ветры этих направлений особенно часты в южной половине озера, где их общая повторяемость составляет  $45-65\%$ .

В теплый период года (апрель–октябрь) в отдельных пунктах возрастает повторяемость ветров северных направлений: до  $16-27\%$  на северо-западном побережье озера и до  $26-28\%$  — на южном. Более постоянны ветры южных направлений, которые могут действовать непрерывно в течение 4–5 суток. Продолжительность же северных ветров обычно не превышает 2 суток.

При прохождении циклонов ветры неустойчивы. За 20–40 минут ветер может изменить направление на  $135-150^{\circ}$  и быстро перейти от штиля к сильному шторму. Средняя месячная скорость ветра в открытых районах озера и на островах в южной части озера с сентября по март составляет  $7-9$  м/с, а с апреля по август —  $5-6$  м/с. На побережье средняя месячная скорость ветра в течение года от 2 до 5 м/с. Наибольшее число штормов ( $20-50$  дней в году) отмечается в открытой части озера, в бухте Петрокрепость и в северной части озера, наименьшее — около 2 дней в северо-западной части озера. В остальных районах годовое число дней со штормом составляет 7–18 дней.

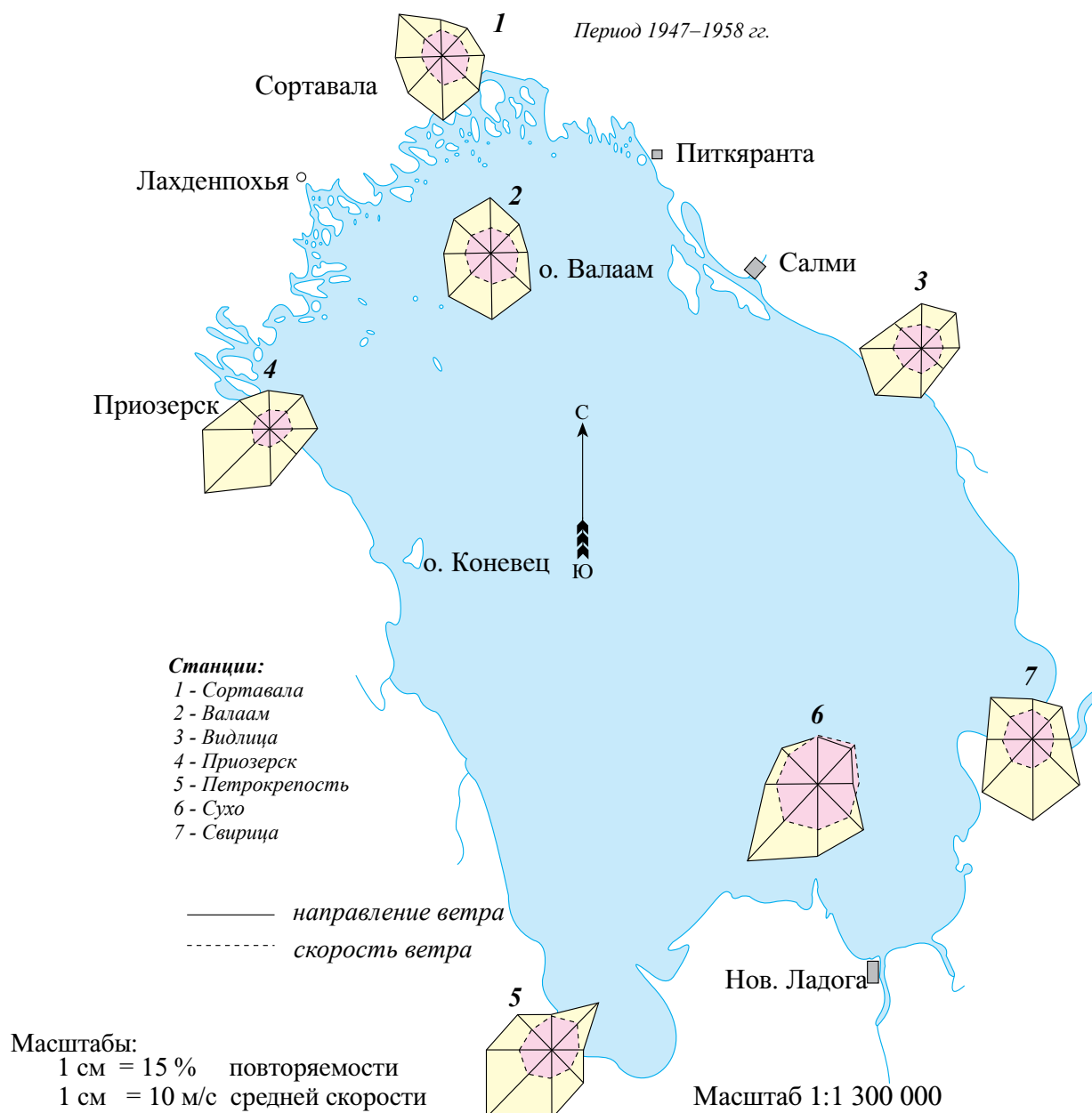
В отдельных частях озера (города Новая Ладога, Приозерск) штормы настолько редки, что месячное число дней с ними в течение года не превышает 1. Среднее многолетнее число штилей в течение года колеблется от 5 до 16, а в отдельных местах (г. Сортавала, о. Валаам) достигает 20–40. Летом штилевая погода бывает чаще, чем зимой. В тихие солнечные дни наблюдается морской (озерный) бриз, который начинается примерно в 9 часов утра и продолжается до 18–20 часов. Скорость ветра колеблется от 2 до 6 м/с, а распространяется он на 19–15 км от берега. Береговой бриз выражен очень слабо.

**Туманы** в данном районе наблюдаются довольно часто, обычно осенью и весной, однако летом они отличаются большой плотностью. Чаще они наблюдаются на южном и юго-восточном побережье, где годовое число дней с туманами достигает 45–60, на остальных участках побережья оно находится в пределах от 4 до 20 дней.

Высота туманов обычно не превышает 5–10 м. Зимой туманы на побережье могут держаться несколько дней подряд, а высота их в этом случае достигает 1000 м.



## ГОДОВЫЕ РОЗЫ ПОВТОРЯЕМОСТИ НАПРАВЛЕНИЙ И СКОРОСТИ ВЕТРА



**Видимость.** В период с мая по август преобладает видимость 10 км и более, повторяемость которой составляет 80%. С ноября по январь вследствие увеличения числа дней с туманами и снегопадами часто видимость падает до 1–2 км, повторяемость же хорошей видимости (10 км и более) не превышает 10–20%. В остальные месяцы года повторяемость хорошей видимости составляет 45–60%.

**Облачность и осадки.** Облачность в районе Ладожского озера велика. Среднее месячное ее значение повсеместно изменяется от 6 баллов весной и летом до 7–9 баллов осенью и зимой. Среднее многолетнее число пасмурных дней в году колеблется от 160 до 180.

Осадки в районе распределяются неравномерно, годовое количество их изменяется от 380–490 мм на северо-западном побережье и до 500–630 мм на островах в южной части озера.

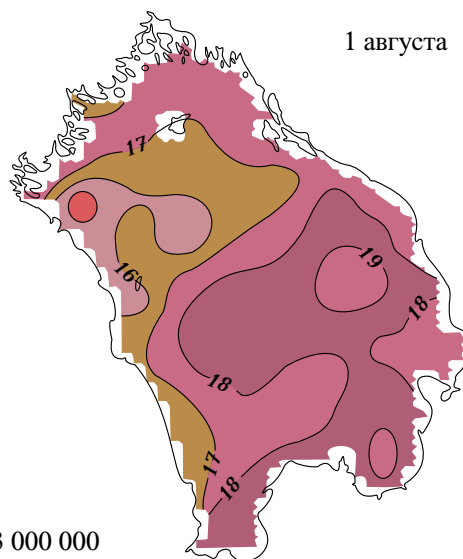
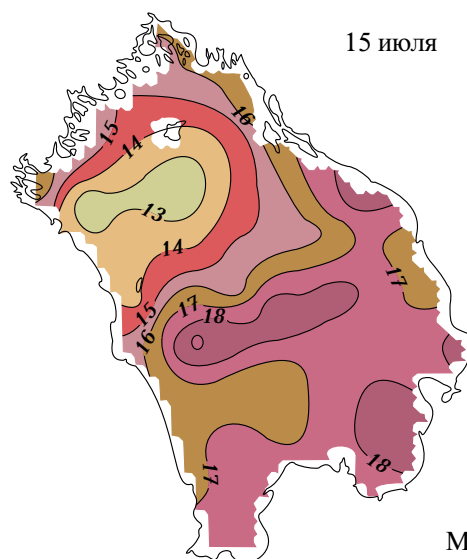
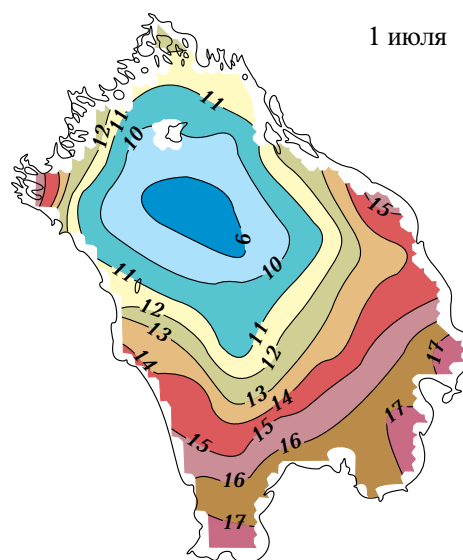
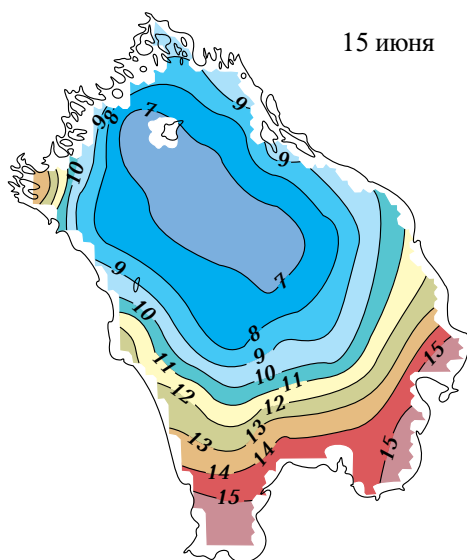
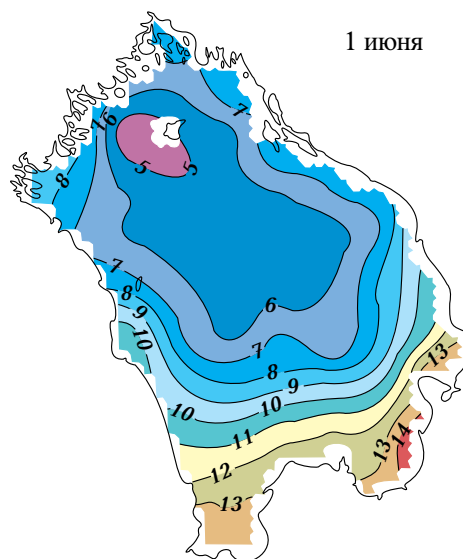
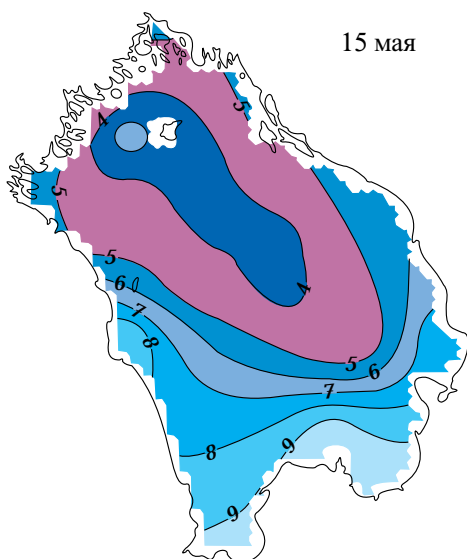
Максимум осадков падает на август–сентябрь, а минимум — на март–апрель. Самым дождливым месяцем является август. В особенно дождливые годы в августе в отдельных местах количество осадков может достигать 140 мм.

С октября по апрель количество осадков уменьшается, однако в это время они часто имеют обложной характер и большую продолжительность. Летом, особенно на побережье, осадки более интенсивны и менее продолжительны, чем зимой. Число дней с осадками за год по всему району колеблется от 165 до 190.

Образование устойчивого снежного покрова на побережье Ладожского озера происходит обычно в начале декабря, а окончательный сход снежного покрова — в первой половине апреля.

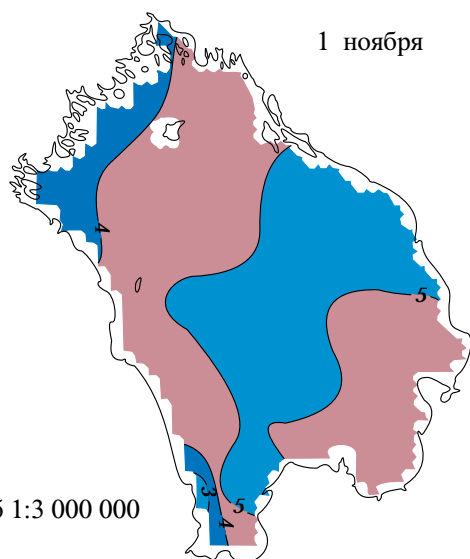
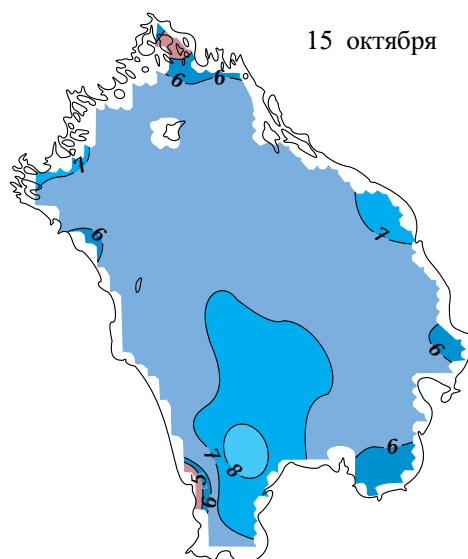
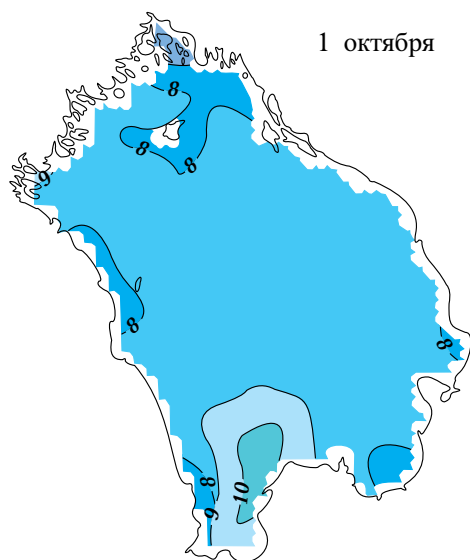
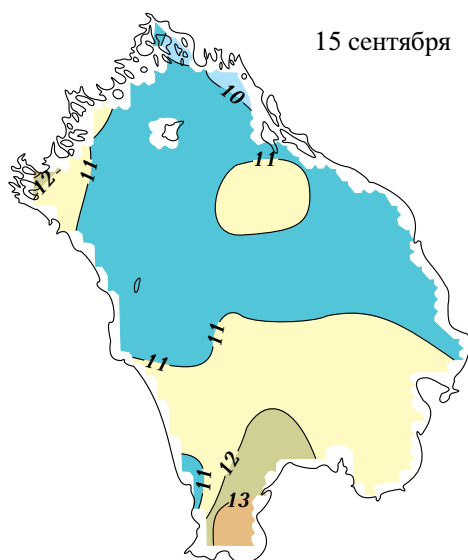
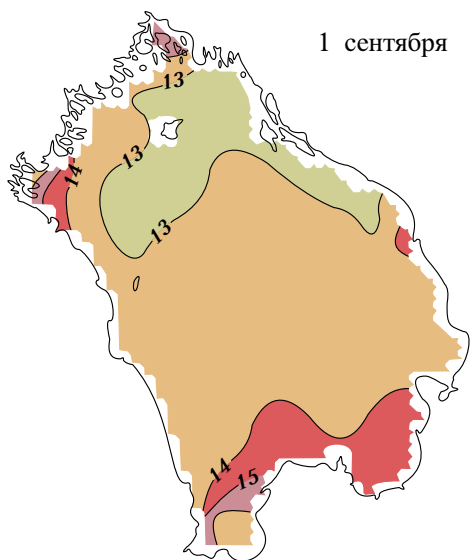
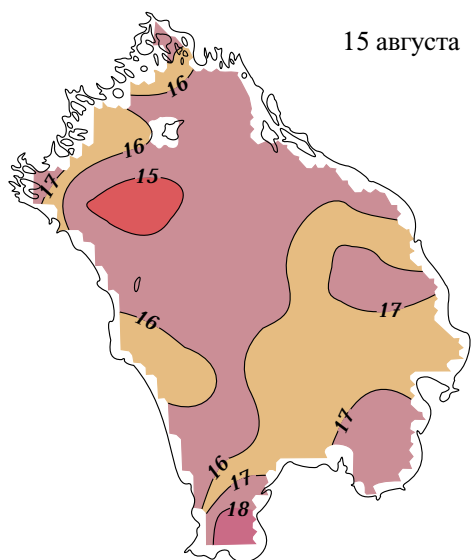
Наибольшая высота снежного покрова на побережье и на островах в середине марта колеблется от 35 до 55 см.

СРЕДНЕЕ МНОГОЛЕТНЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ



Масштаб 1:3 000 000

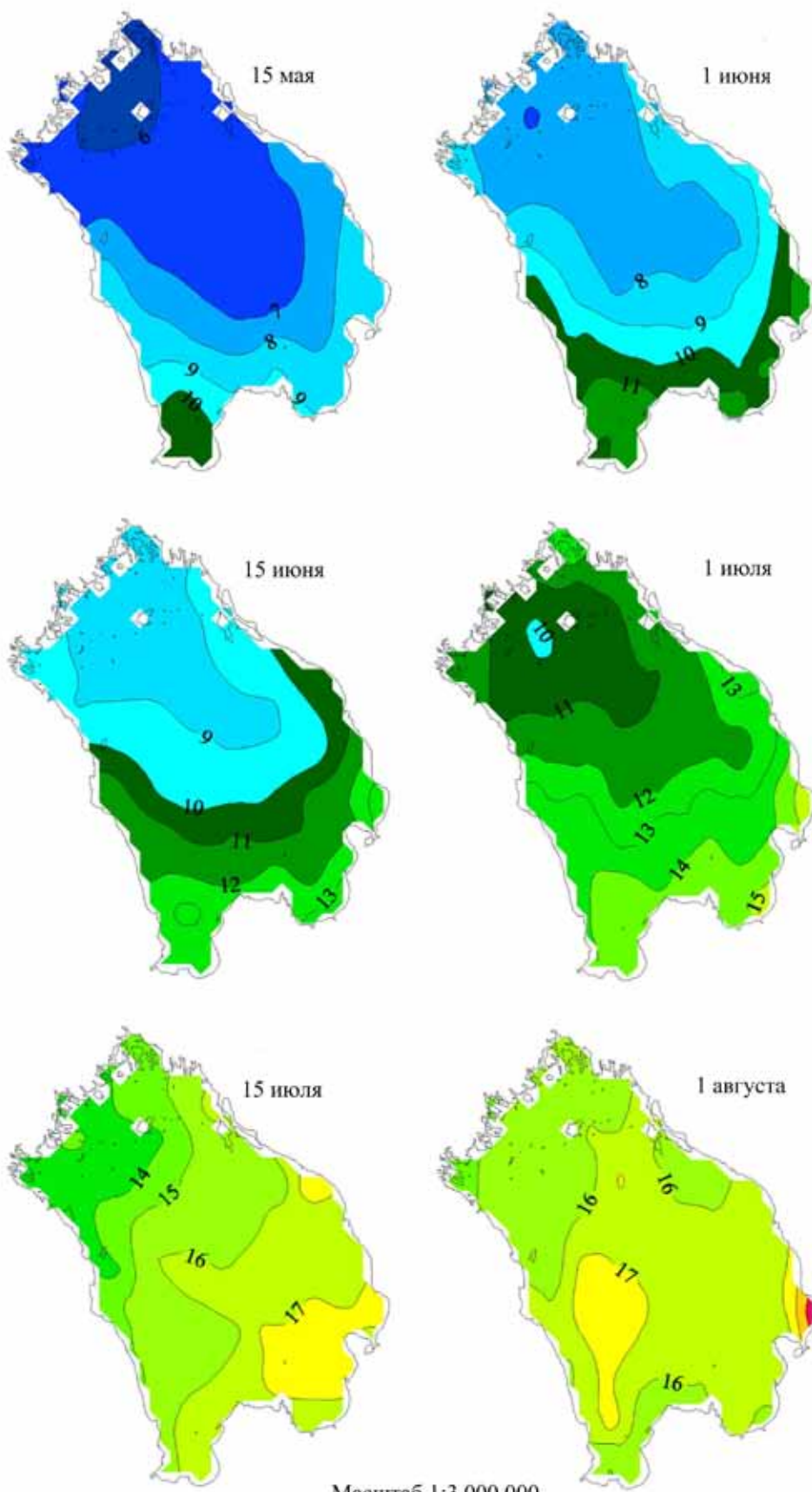
**ВОЗДУХА (°C) НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ОЗЕРА**



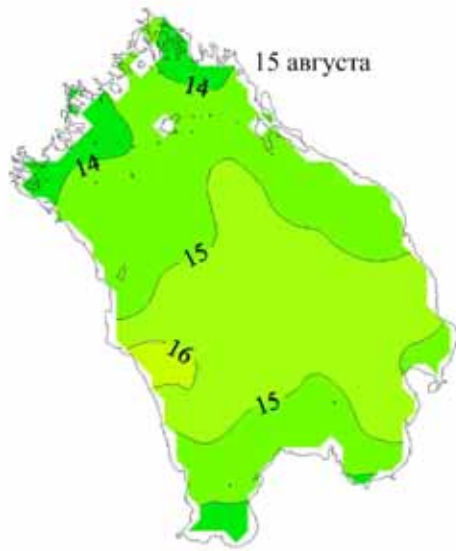
Масштаб 1:3 000 000

Авторы: С.Г. Каретников, М.А. Науменко

*СРЕДНЕЕ МНОГОЛЕТНЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ*



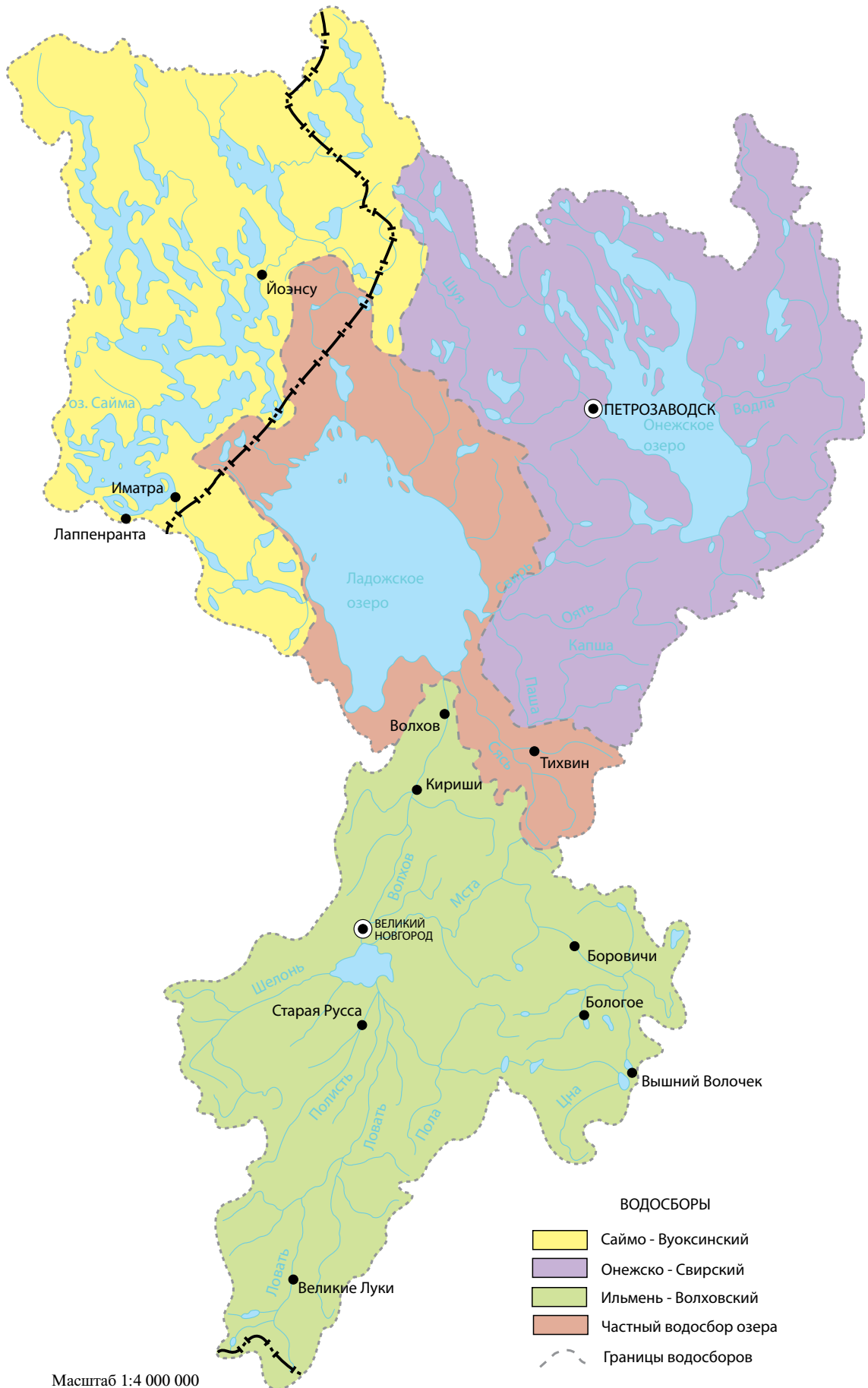
**ВОЗДУХА (мб) НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ОЗЕРА**



Масштаб 1:3 000 000

Авторы: С.Г. Каретников, М.А. Науменко

# ВОДОСБОРНЫЙ БАССЕЙН ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА





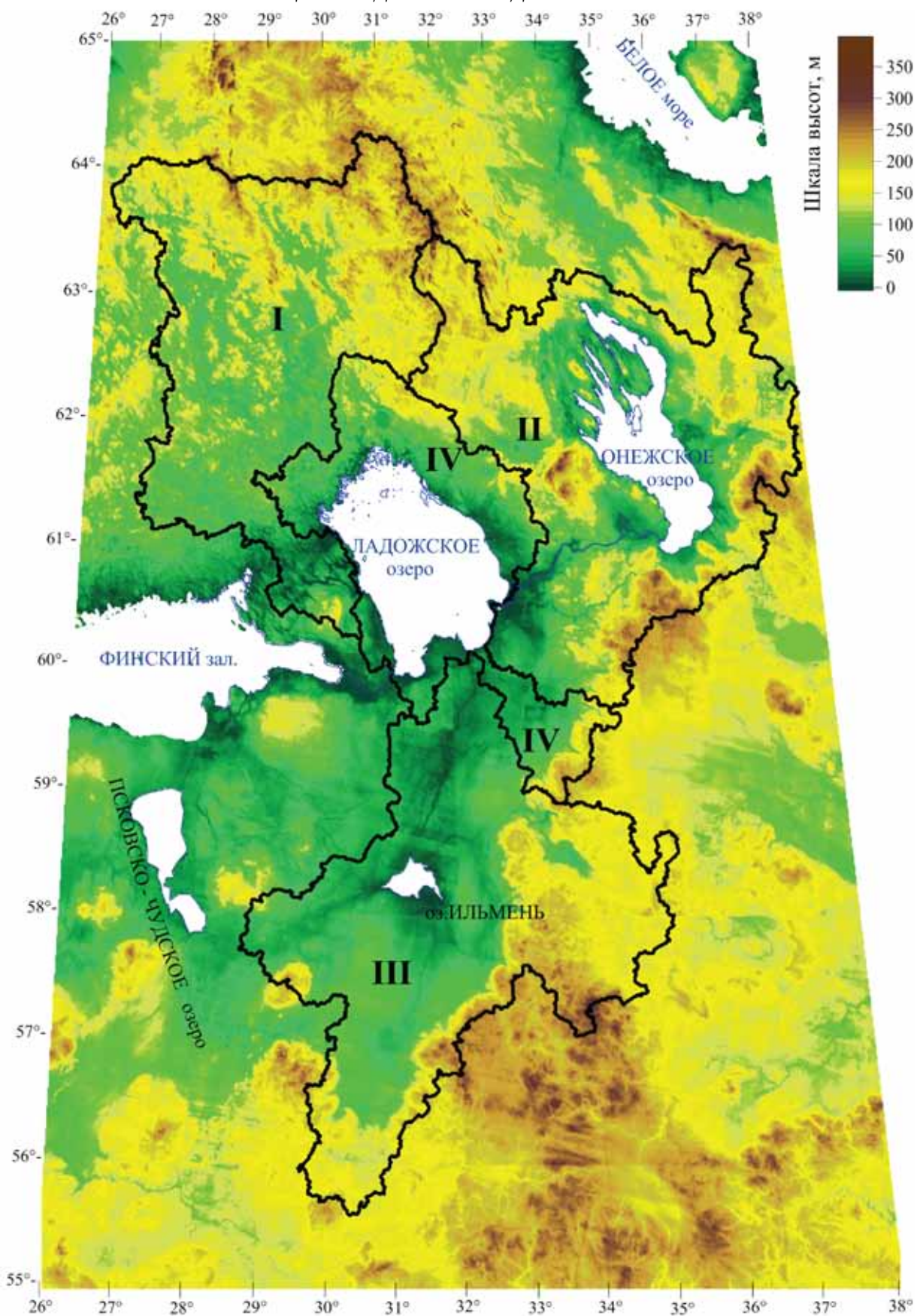
**ПОЛИТИКО-АДМИНИСТРАТИВНОЕ ДЕЛЕНИЕ  
ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**



Масштаб 1:4 000 000

БЕЛОРУССИЯ

### РЕЛЬЕФ ОБЩЕГО ВОДОСБОРА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА



~ - Линии водоразделов

Масштаб 1:5 000 000

#### ЧАСТНЫЕ ВОДОСБОРЫ:

I – Сайма-Вуоксинский; II – Онежско-Свирский; III – Ильмень-Волховский; IV – Ладожский

Исходным материалом для создания цифровой модели рельефа водосбора Ладожского озера послужила цифровая для территории между 55 и 65° северной широты и 26 и 38° восточной долготы с пространственным разрешением 1 км и разрешением по высоте 1 м, полученная с искусственных спутников с помощью альтиметра. Данные получены из Национального центра геофизических данных США (NGDC). Для построения распределения высот водосбора было использовано более 1 600 000 точек измерения вы-

соты места. Были проведены водораздельные линии общего и частных водосборов Ладожского озера, что позволило впервые сосчитать их длину и на эквидистантной сетке 1×1 км рассчитать статистические характеристики, приведенные в таблице.

Площади водосборов, по цифровой модели, отличаются не более чем на 2,5%, от площадей, приводимых И.В.Молчановым [3], использовавшим при вычислении карты различных масштабов и различной степени детальности.

### **СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЩЕГО И ЧАСТНЫХ ВОДОСБОРОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**

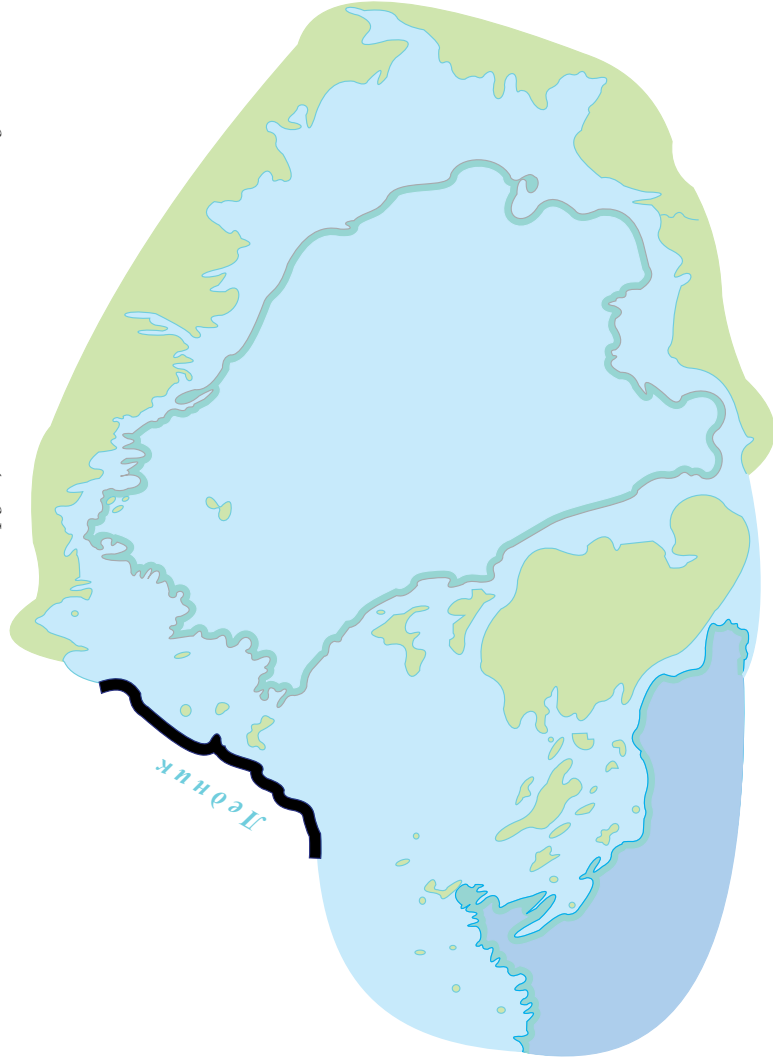
Бассейн	Весь водосбор	Сайма-Вуоксинский (I)	Онежско-Свирский (II)	Ильмень-Волховский (III)	Собственно Ладожский (IV)
Площади водосборов с площадями озёр (Молчанов, 1939), км <sup>2</sup>	280 336	69 474	83 498	80 244	47 120
Цифровая модель водосбора с площадями озёр, км <sup>2</sup>	282 664	69 838	82 255	82 232	48 339
Максимальная высота, м	398	396	398	294	270
Средняя высота, м	114,3	125,3	126,4	100,8	82,5
Медианная высота, м	106,6	116,4	127,8	83,8	72,4
Стандартное отклонение, м	61,6	53,8	60,8	60,6	53,0
Коэффициент вариации	0,54	0,42	0,48	0,60	0,64
Коэффициент асимметрии	0,35	0,47	0,14	0,53	0,74
Максимальная высота водораздельной линии, м	396	396	388	350	270
Средняя высота водораздельной линии, м	175,5	154,3	178,0	152,4	104,2
Стандартное отклонение высоты водораздельной линии, м	68,9	73,4	68,6	77,0	65,0
Длина водораздельной линии, км	5764	2675	2560	2517	2198
Коэффициент изрезанности	3,0	2,8	2,5	2,5	2,8
Максимальный уклон, градус	7,4	7,4	6,6	3,9	3,9
Средний уклон, градус	0,49	0,65	0,56	0,32	0,45
Медианный уклон, градус	0,38	0,55	0,45	0,24	0,35
Станд. отклонение, градус	0,42	0,47	0,45	0,28	0,36
Коэффициент вариации	0,85	0,72	0,8	0,86	0,81

*Авторы: С.Г. Каретников, М.А. Науменко*

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА В ПОЗДНЕ- И ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОДЫ

### ЛАДОГА — ЗАЛИВ БАЛТИЙСКОГО ЛЕДНИКОВОГО ОЗЕРА

Реконструкция Б.И. Кошечкина и Д.А. Субетто



Ладожский залив Балтийского ледникового озера при его максимальном уровне (10,3 тыс. лет назад)

Край ледника

Суша

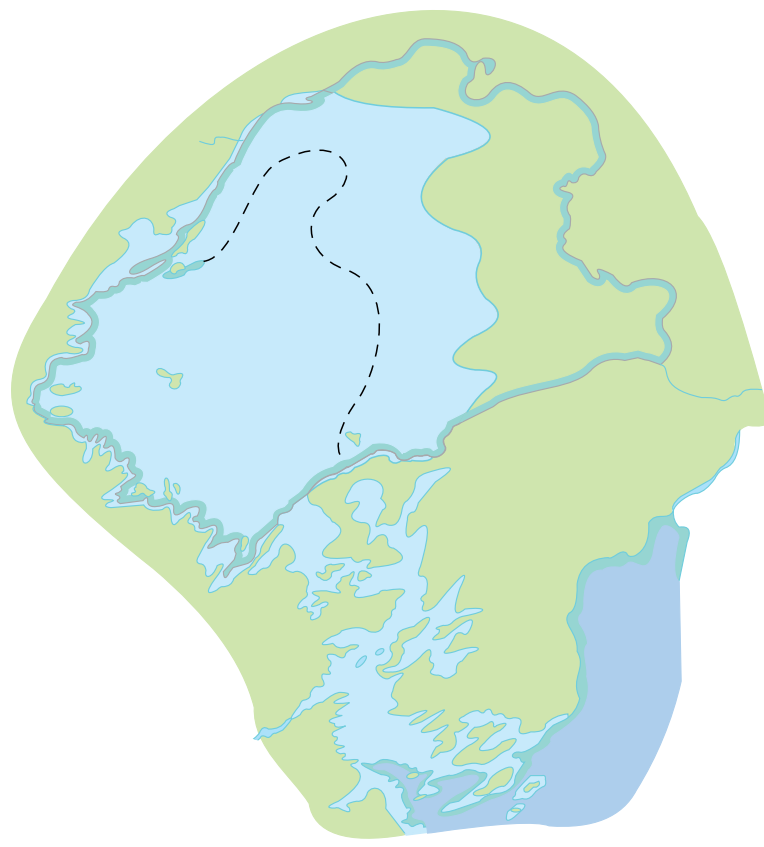
Современный контур Ладожского озера

Акватория современного Финского залива



### ЛАДОГА В СТАДИИ АНЦИЛОВОГО ОЗЕРА БАЛТИКИ

Реконструкция Б.И. Кошечкина и Д.А. Субетто



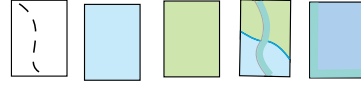
Южная граница озера к началу трансгрессии (9 тыс. лет назад)

Озеро ко времени максимума трансгрессии (8,5 тыс. лет назад)

Суша

Современный контур Ладожского озера

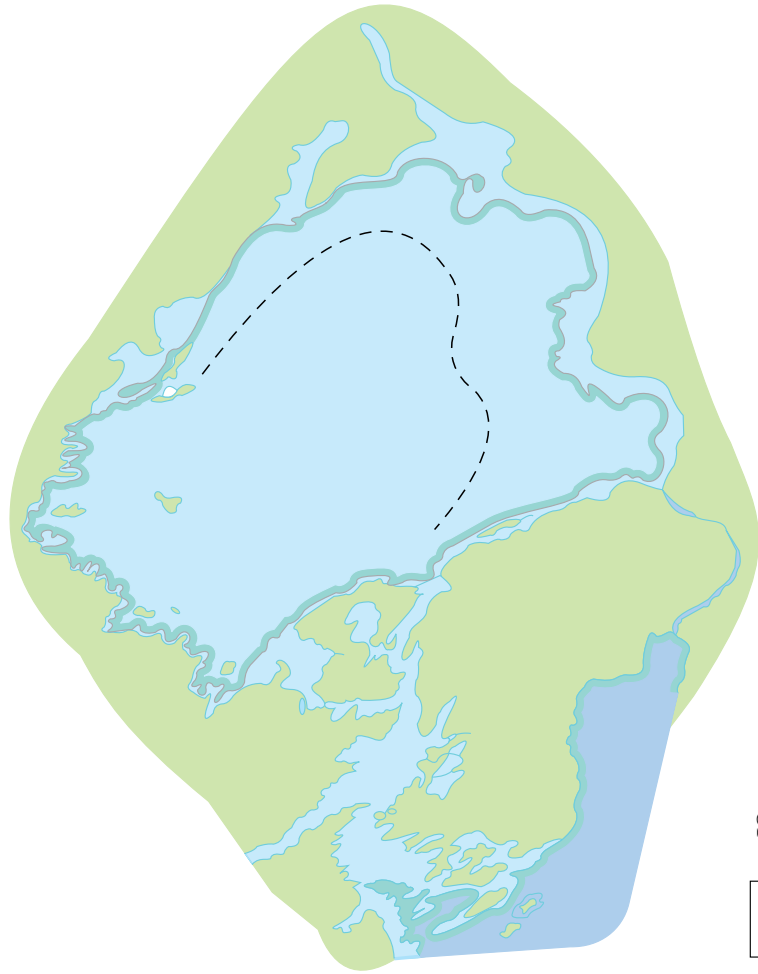
Акватория современного Финского залива





## ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО В ПЕРИОД МАКСИМАЛЬНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛАДОЖСКОЙ ТРАНСГРЕССИИ

Реконструкция Б.И. Кошечкина и Д.А. Субетто



Южная граница озера к началу трансгрессии  
(5 тыс. лет назад)

Озеро ко времени максимума трансгрессии  
(2,8-3,7 тыс. лет назад)

Суша

Современный контур Ладожского озера

Акватория современного Финского залива

В ходе постепенного отступления льдов последнего материкового оледенения на востоке Балтики в Финском заливе и Ладожском озере — получил распространение обширный озерно-ледниковый бассейн, получивший название Балтийское ледниковое озеро. Около 10 тыс. лет назад, в период стояния южной границы ледникового покрова у краевых грядовых образований возвышенности Сальпаусселькя-Ц, Балтийское ледниковое озеро имело наибольшие размеры. Его береговая линия на внешнем крае упомянутых гряд установилась на абсолютной отметке 110 м, а в южном Приладожье на абсолютной отметке 25 м.

Последовавший затем спуск Балтийского ледникового озера привел к падению уровня его и обособлению Ладожского озера. В дальнейшем во время синхронной Анциловому озеру Балтики озерной трансгрессии с максимумом 8,5 тыс. лет назад Ладога вновь соединилась с Финским заливом через водораздел Карельского перешейка — Гейнийокский пролив. Берег этого озера обнаружен в северном Приладожье на абсолютной отметке 25 м, а акватория его ограничивалась районами нынешней северной и средней Ладоги.

Около 5 тыс. лет назад, после снижения уровня озера в атлантическое время, в результате возникновения стока в Ладогу из системы Большой Саймы началась новая трансгрессия озера, получившая наименование Ладожской. В этот период уровень озера превышал его современный уровень и около 3,5 тыс. лет назад достиг максимальных величин. Отметки наивысших точек береговой линии составляли 21 м на севере котловины озера и 18 м на юге. Воды Ладоги прорвали Балтийско-Ладожский водораздел в его южной части и образовалась река Нева.

Автор Б.И. Кошечкин





## КОТЛОВИНА ОЗЕРА

Котловина Ладожского озера тектонического происхождения преобразована воздействием четвертичных ледников. Изучение древних береговых образований и озерных осадков в котловине водоема позволило реконструировать границы сменявших друг друга поздне- и послеледниковых бассейнов в ее пределах.

Котловина озера расположена на границе двух крупнейших в Европе геологических структур – Балтийского кристаллического щита и Русской платформы. Различия в геологическом строении водоема определили форму и структуру котловины, гидрологический режим и гидрофизические характеристики водной массы озера. Сложная морфология дна и большие глубины озера, наряду с другими

факторами, оказали влияние на первоначальное формирование биоты Ладожского озера.

Особенности геологического строения водоема проявляются в строении и морфологии его берегов. В северо-западной и северной частях озера берега, сложенные кристаллическими породами, высокие и сильно расчлененные. Западное и восточное побережья озера отличаются выровненностью, повсеместным преобладанием отлогих берегов с песчаными пляжами. Южное побережье представляет собой низменную равнину с тремя крупными мелководными заливами: бухта Петрокрепость (средняя глубина 4 м), Волховская губа (средняя глубина 8 м) и Свирская губа (средняя глубина 3 м).

### ГЕОЛОГИЯ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ ОЗЕРНОЙ КОТЛОВИНЫ

Неоднородность геологического строения котловины озера обуславливает различия ее морфологии. Северная часть Ладоги находится на окраине Балтийского кристаллического щита, сложенного гранитами, гнейсами, пигматитами, слюдястыми сланцами, местами покрытыми чехлом четвертичных отложений небольшой мощности. По мере продвижения на юг возрастает мощность рыхлых четвертичных отложений, происходит постепенное погружение склонов кристаллического щита под мощные толщи осадочных пород Русской платформы.

В Ладожском озере свыше 1000 островов, различных по величине, характеру берегов и растительности. Немногочисленные острова у южного берега озера малы по площади, низкие, покрыты редким лесом и мелким кустарником или совершенно лишены растительности. У восточного и западного берегов островов также мало. В большинстве своем они возвышенны и лесисты. У северного берега озера островов особенно много. Они окаймляют берега широкой полосой, образуя шхеры. Острова сложены преимущественно из серого гранита. Лежащие на окраине шхер мелкие острова большей частью лишены растительности и лишь иногда покрыты редким лесом. Острова, лежащие в глубине шхер, покрыты густым хвойным, реже смешанным лесом.

Проходы и проливы между островами большей частью глубоководны.

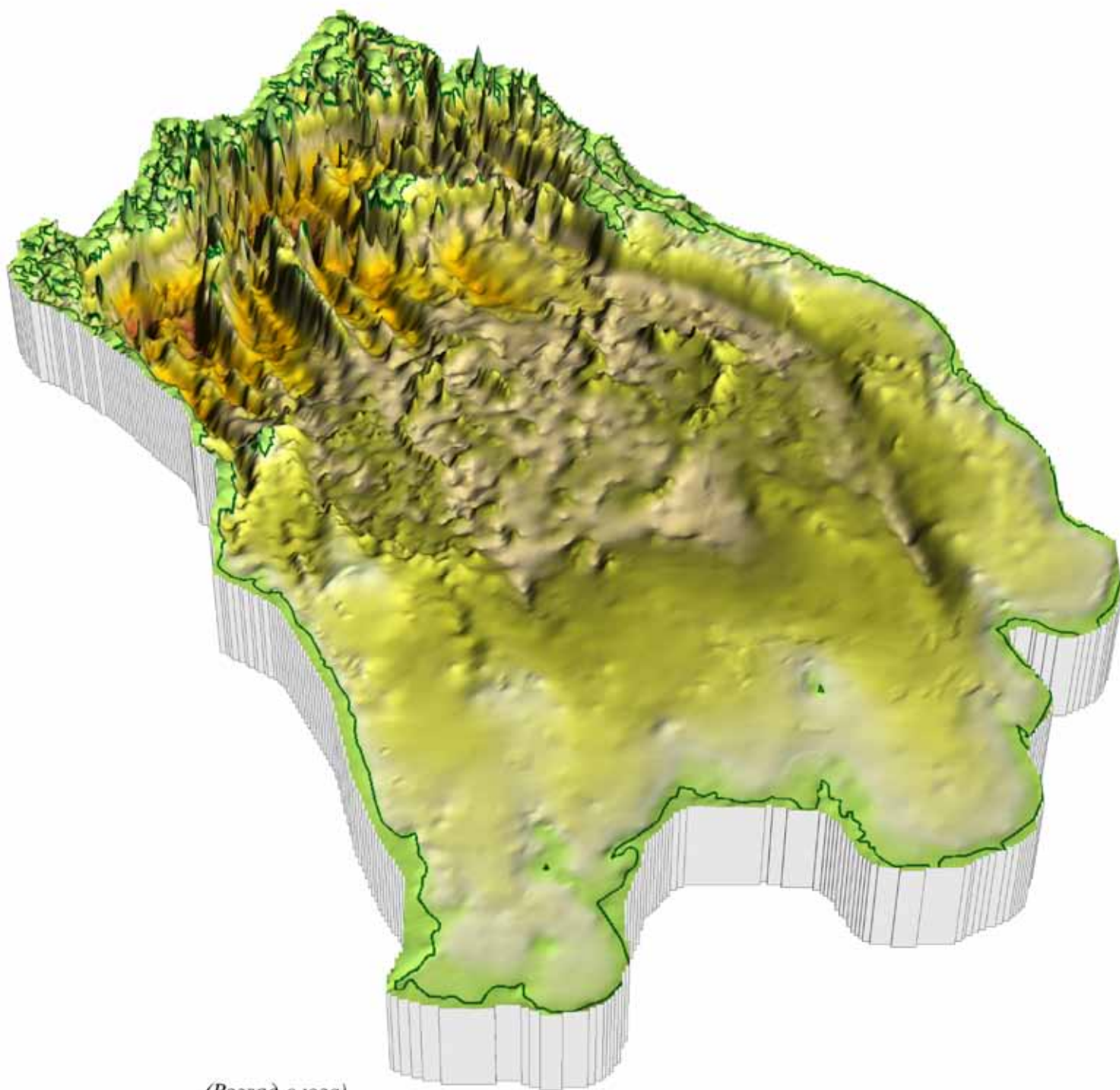
Рельеф дна Ладожского озера неровный. Плавность уклона дна с юга на север нарушается местами резким увеличением глубин. Просматриваются три вытянутые в меридиональном направлении глубоководные впадины. Одна из них идет от Волховской губы к о. Мантсинсаари. Другая, начинаясь в южной части озера, проходит западнее о. Валаам и доходит до северного берега. В этой впадине находится наибольшая глубина озера 230 м. Третья впадина расположена у западного берега водоема и наиболее ярко выражена к северу от устья р. Вуокса.

Средняя глубина Ладожского озера 48,3 м. В южной части водоема преобладают глубины порядка 20–50 м, а в северной части – более 50 м. Вдоль восточного берега глубины постепенно увеличиваются с юга на север и к середине озера. Берег окаймлен на всем протяжении отмелями и рифами. Северный берег повсеместно приглубый. У границы шхер глубины колеблются от 70 до 100 м, но встречаются глубины и более 200 м. Изобата 10 м проходит в 90–550 м от берега, а местами подходит к нему вплотную. Западный берег менее приглубый, чем северный, глубины вдоль него равномерно увеличиваются с юга на север.



# ТРЕХМЕРНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЛЬЕФА

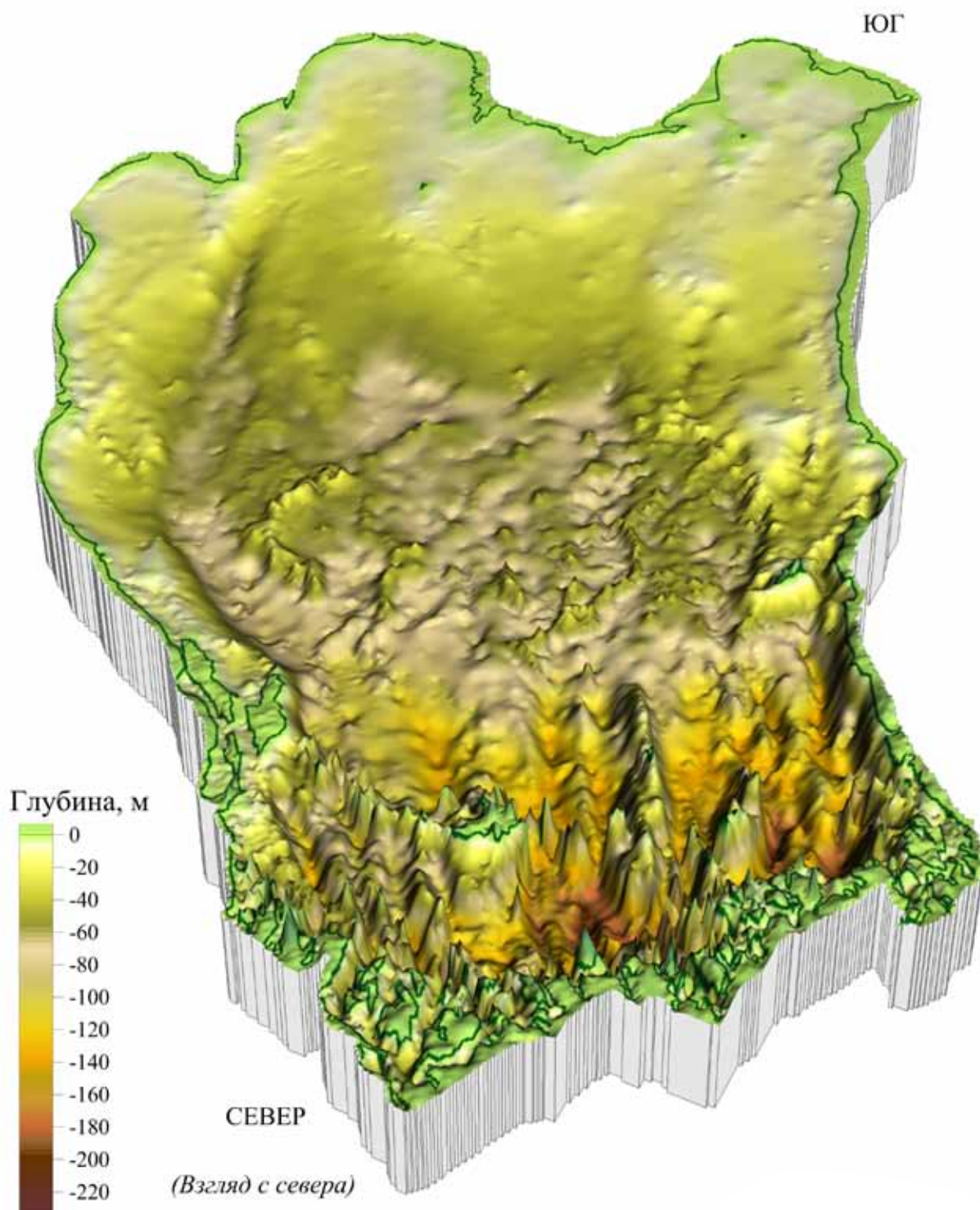
СЕВЕР



*(Взгляд с юга)*

ЮГ

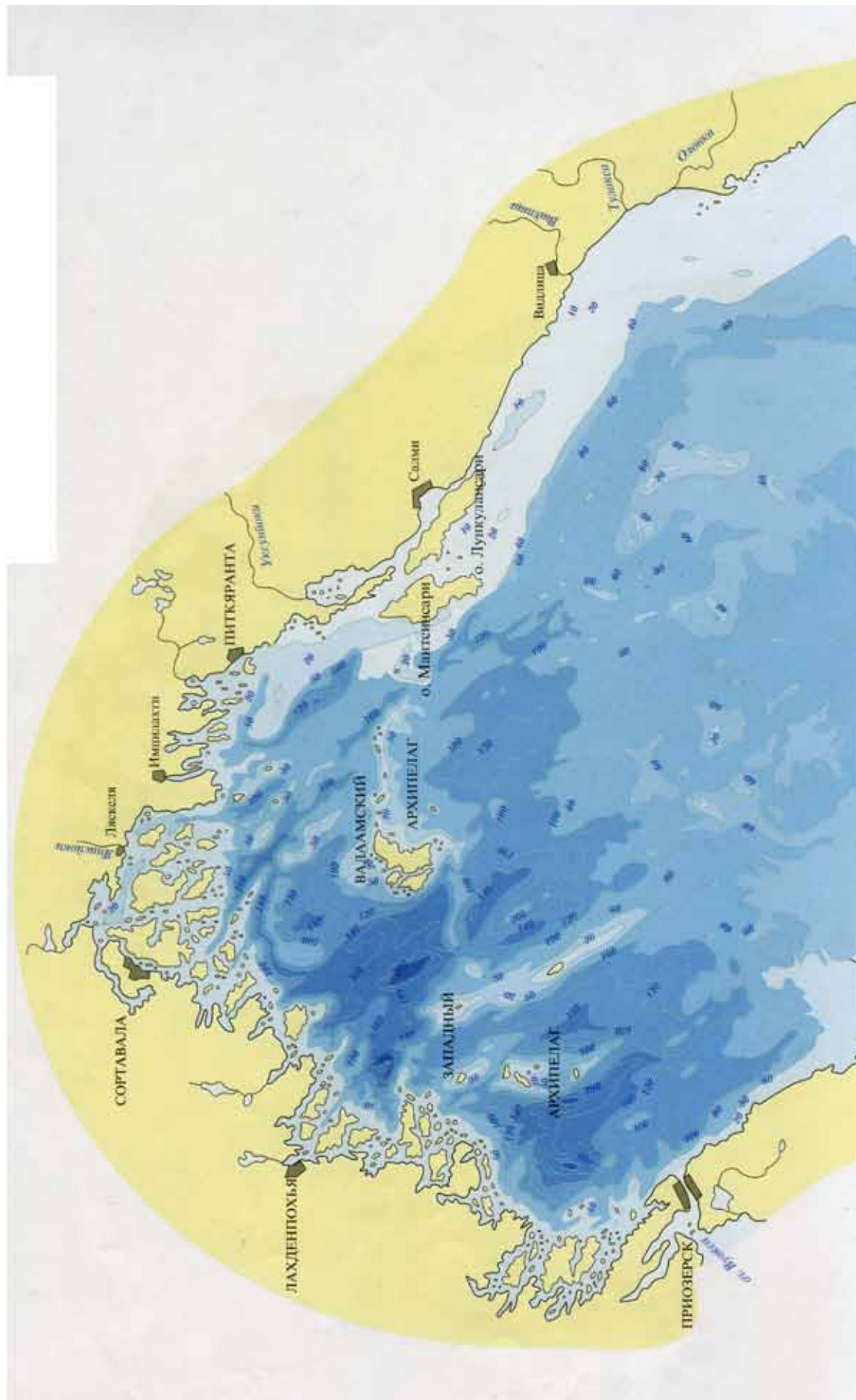
# ДНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

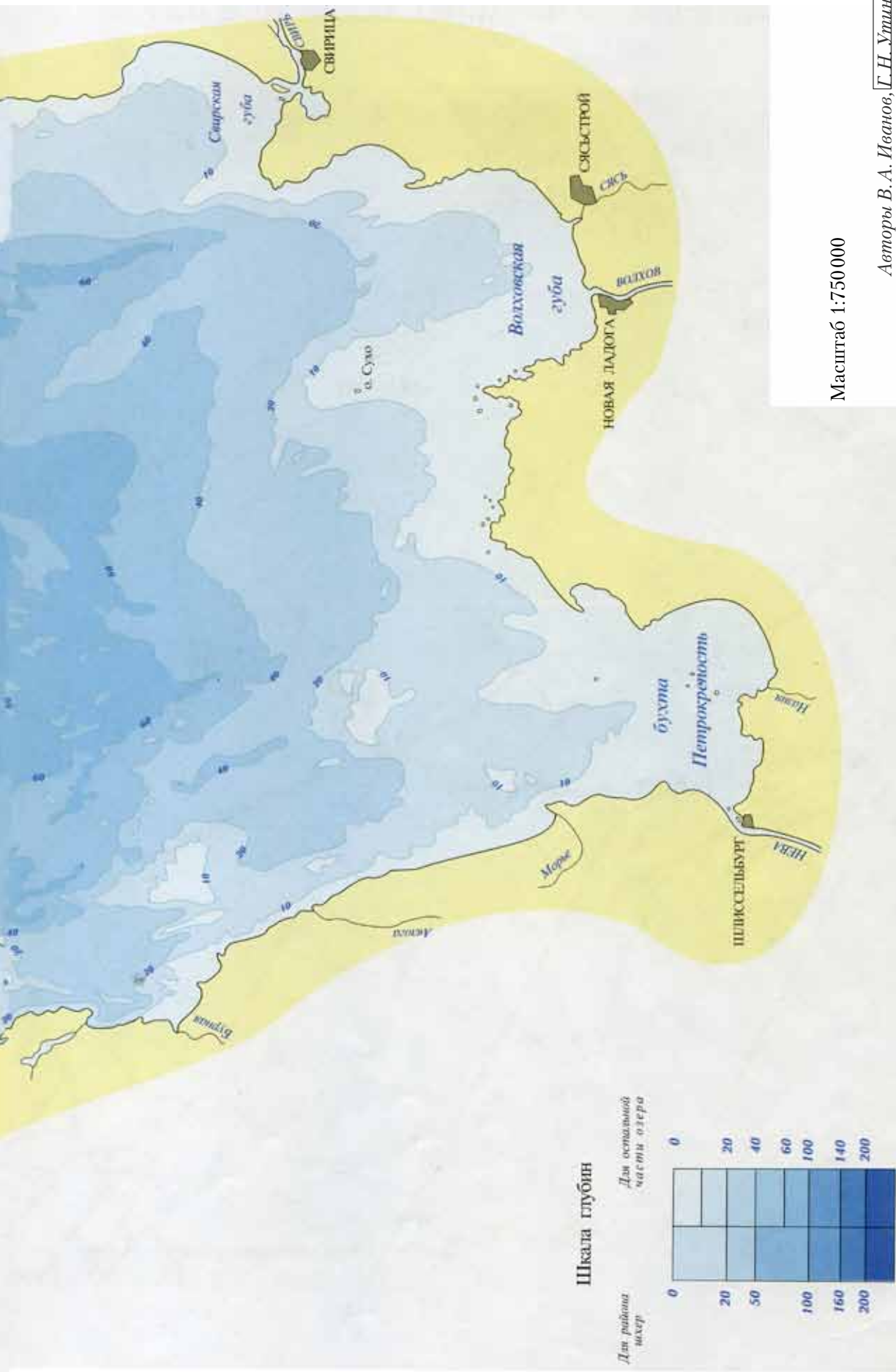




## РЕЛЬЕФ ДНА

Составлено по карте «Ладожское озеро» (СПб, Институт озероведения РАН, 1993) и материалам гидрографических работ, выполненных в последние годы.

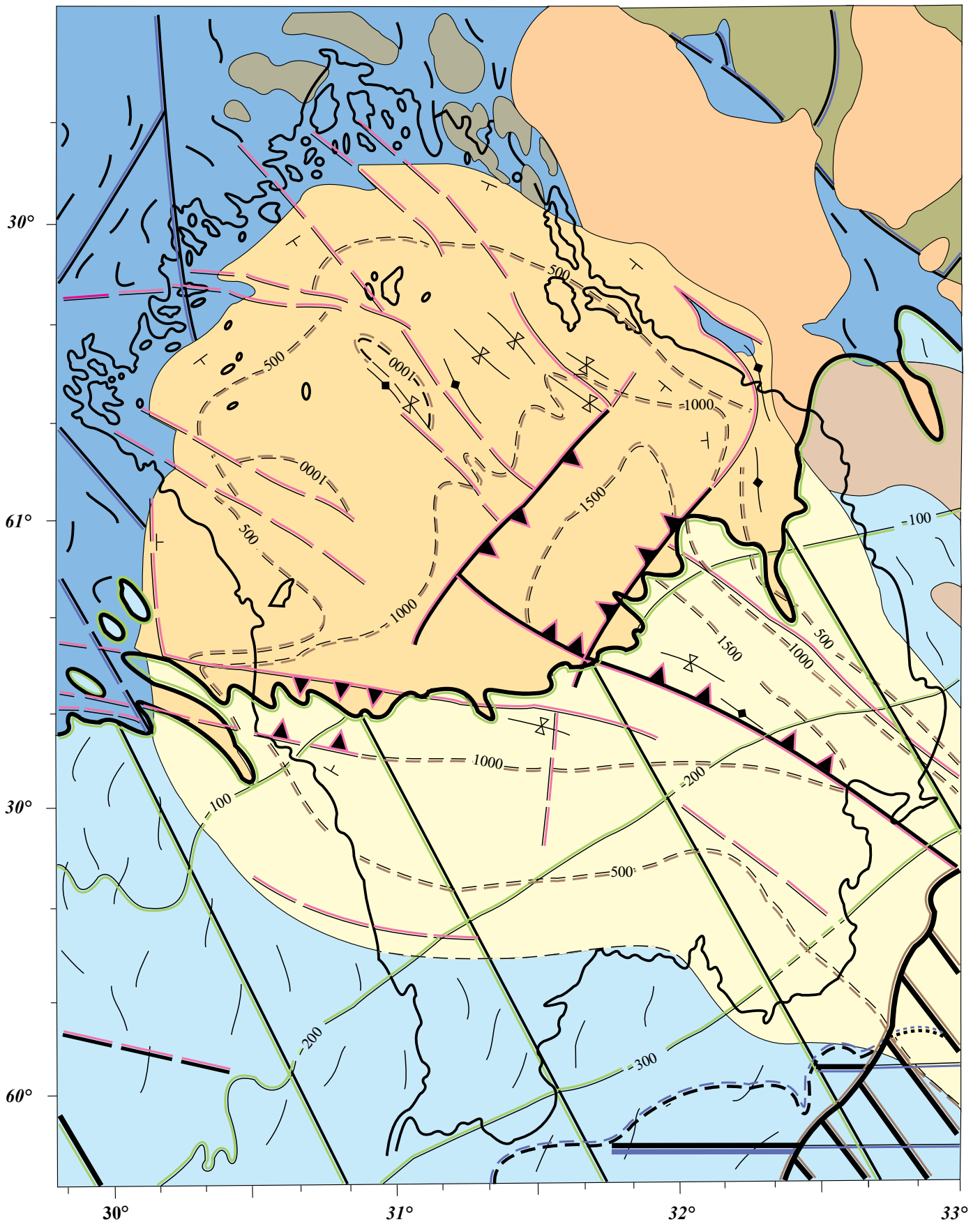




Масштаб 1:750 000

Авторы В. А. Иванов, Г. Н. Уткин

# ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СХЕМА РАЙОНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА



Масштаб 1:1 000 000

Редактор В.Ф. Шувалов

Автор А.В. Амантов

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

### ПЛИТНЫЙ ЧЕХОЛ



Герцинского цикла



Каледонского цикла, в том числе перекрытый чехлом герцинского цикла



Позднебайкальского цикла, в том числе перекрытый чехлом каледонского и герцинского циклов

### АКТИВИЗАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ



Рифейская грабен-синклиналь на щите (а) и под чехлом (б)



Активизационные массивы гранитов рапакиви, габбро-анортозитов рубежа верхнего и нижнего протерозоя на щите (а) и под плитным чехлом (б)

### СКЛАДЧАТОЕ ОСНОВАНИЕ



Преимущественно складчатые зоны свекокарельского цикла на щите (а) и под плитным чехлом (б)



Архейские структуры, переработанные свекокарельской складчатостью

### ПРОЧИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Разломы свекокарельского цикла на щите: установленные (а) и предполагаемые (б)



Разломы преимущественно гренвиллского-свеконорвежского циклов (рифейского возраста), установленные (а) и предполагаемые (б). Поперечные штрихи показаны в сторону относительно опущенных блоков.



Изогипсы допоздневендского основания плитного чехла (глубина в метрах)



Изогипсы кровли кристаллического фундамента в пределах раннебайкальской грабен-синклинали (глубина в метрах)



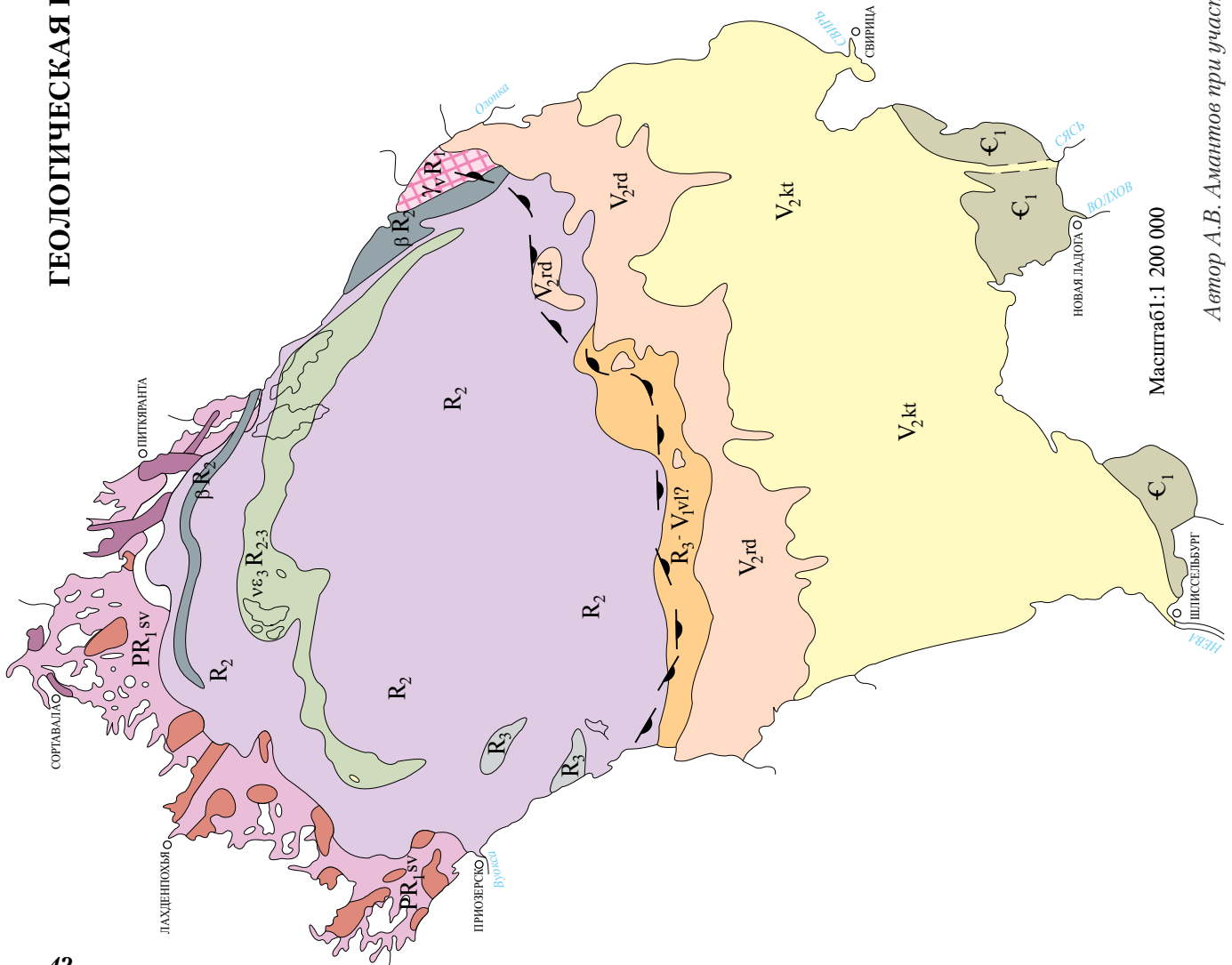
Оси антиклиналей (а), синклиналей (б) и направления падения пластов (с) для рифейских отложений (по данным сейсмического профилирования)



Предполагаемое простираие складчатых структур фундамента на щите (а) и под чехлом (б)



# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА



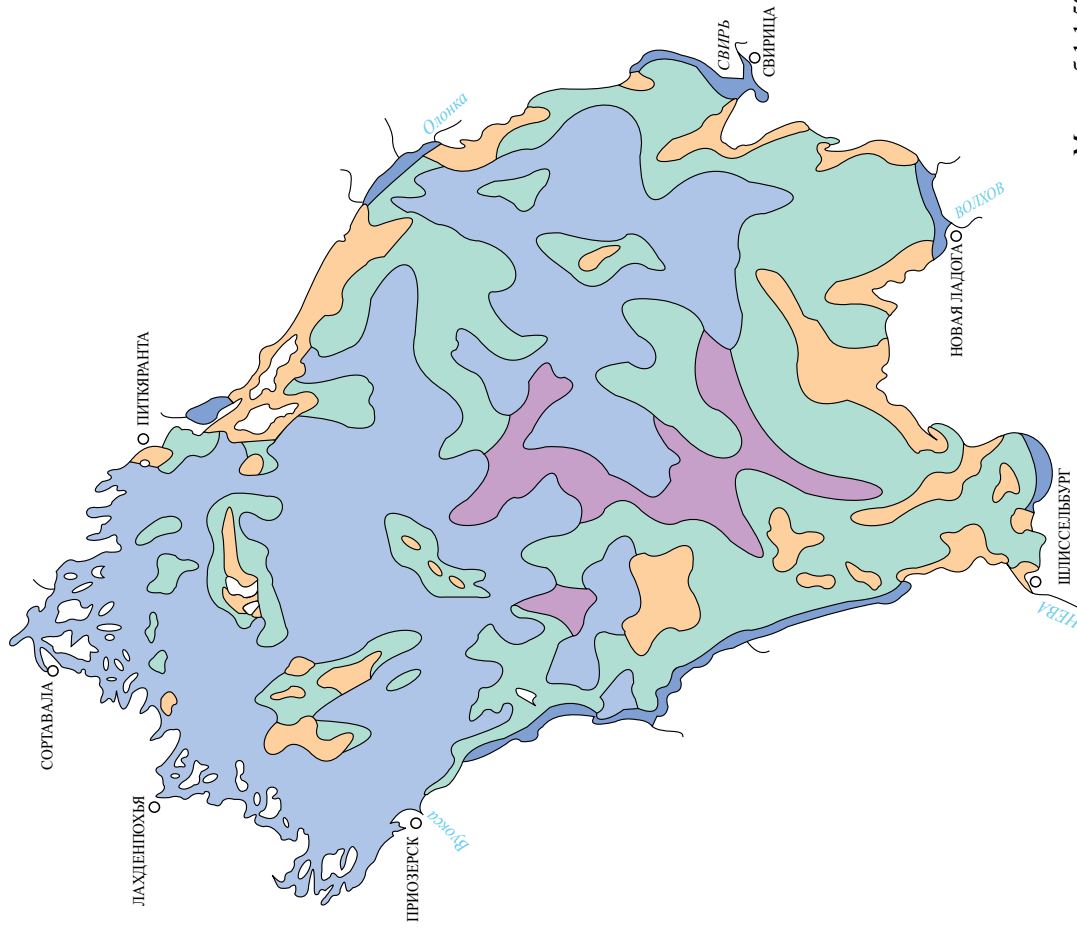
## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$E_1$	Кембрийская система. Нижний отдел, нерасчлененный. Песчаники и алевроиты с прослоями глины
$V_2 kt$	Верхний венд. Валдайская серия. Котлинский горизонт. Котлинская (василеостровская) свита и гдовские слои. Глины аргиллитоподобные, песчаники, алевролиты, микститы
$V_2 rd$	Верхний венд. Валдайская серия. Редкинский горизонт. Песчаники, алевролиты, пестроцветные аргиллиты, конгломераты, гравелиты
$R_3 - V_1 VI?$	Верхний рифей - нижний венд, нерасчлененный. Вольская серия. Песчаники, алевролиты, глины, тиллиты
$R_3$	Верхний рифей. Песчаники с прослоями алевролитов
$v\varepsilon_3 R_{2-3}$	Средний - верхний рифей. Габбро-граносиенит-субцелочной-лейкогранитовая серия
$R_2$	Средний рифей, нерасчлененный. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты, гравелиты
$\beta R_2$	Средний рифей. Базальты покровные и субвулканические
$\gamma_v R_1$	Нижний рифей. Граниты рапакиви, монзониты, анортозиты
$\gamma_2 \gamma \delta PR_1$	Нижний протерозой. Граниты, гранодиориты, диориты
$PR_1 sv$	Нижний протерозой. Свекокарельский комплекс - метабазиты, амфиболиты, слюдяные сланцы и гнейсы
$AR$	Архей. Архейские гнейсограниты, биотитовые и роговообманковые мигматизированные гнейсы
	Граница распространения редкинского горизонта.

Автор А.В. Амантов при участии В.Ф. Шувалова



# ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:



Озерные отложения  $IV^2$  (At+SA), мощность свыше 1 м  
а - илы; б - пески

Озерные отложения  $IV^1$  (PB+V), гомогенные глины, перекрытые маломощным (до 1 м) слоем илов (песков)

Ледниково-озерные отложения (г III, ленточные глины, перекрытые маломощным (до 1 м) слоем голоценовых осадков)

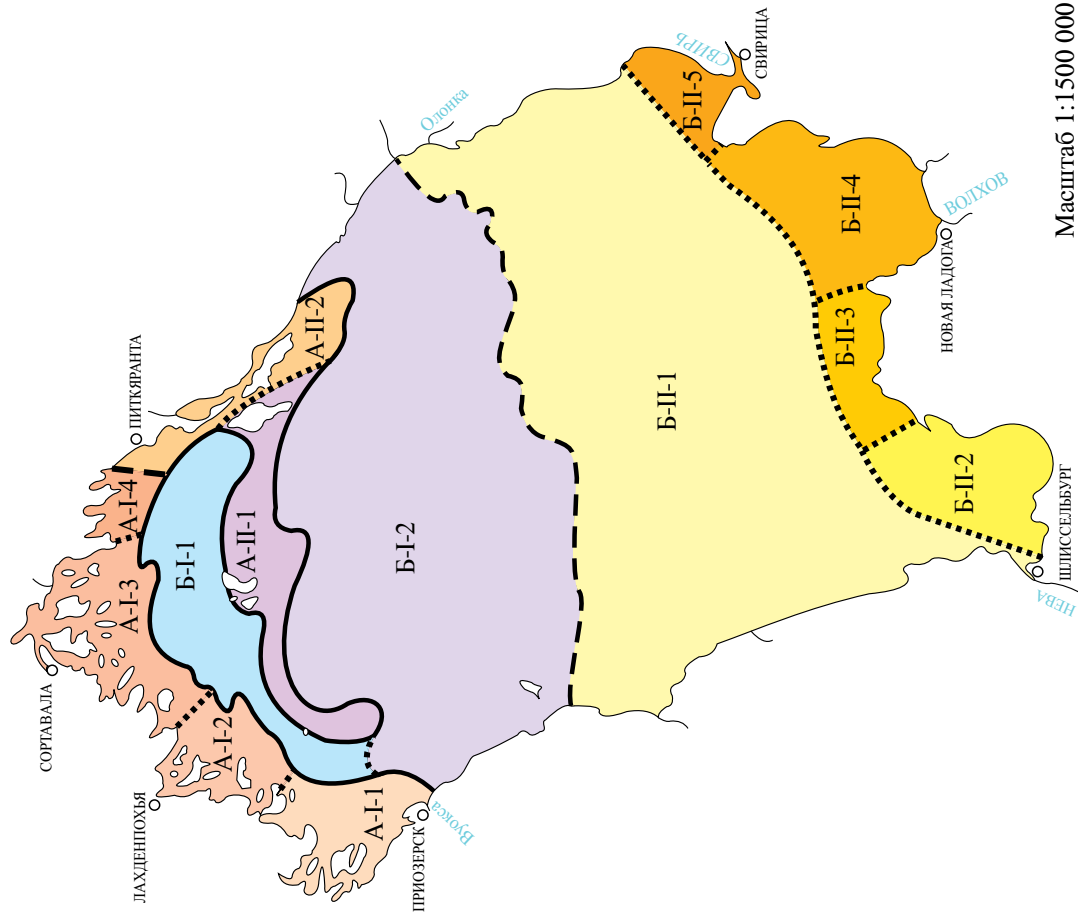
Ледниковые отложения г III, морена

Масштаб 1:1 500 000

Общий анализ особенностей строения берегов и батиметрии дна Ладожского озера позволяет увидеть их тесную зависимость от геологического строения региона. Так, северное Приладожье и северная часть акватории озера, расположенные в пределах юго-восточной окраины Фенноскандинавского кристаллического щита, отличаются шхерным типом берегов и заметными контрастами глубин, отражающими положение в рельефе новейших разломов различной ориентировки, а центральная и южная части Ладоги, занимающие северо-западную часть Русской плиты, характеризуются относительно равномерным распределением глубин и выровненностью берегов.

Выполненное в последние годы геологическое картографирование дна озера позволило достаточно детально выявить распространение разновозрастных геологических образований и различия их вещественного состава, а также показать положение элементов геоструктуры и близкое соответствие им определенных типов и подтипов рельефа. На этой основе и выполнено структурно-геоморфологическое районирование озерной котловины с выделением провинций, районов и подрайонов.

Геологическая структура и связанный с ней рельеф озерной котловины обуславливают закономерности распределения других компонентов экосистемы озера. В частности, рельефом определяется «форма, которую приобретает водная масса озера, а от этой водной формы находится в зависимости такие основные явления, как тепловое накопление и расхождение, ... ветровое перемешивание, распределение волн, ледовый режим и многое другое».



Масштаб 1:1500 000

*Г р а н и ц ы*

— провинций  
 - - - - - районов  
 ..... подрайонов

Части мегаструктур высшего порядка	Комплекс типов рельефа	Провинции	Преобладающие геоструктурные элементы	Тип рельефа	Районы	Индивидуальные черты геологического строения	Подтипы рельефа	Подрайоны
Юго-восточный склон Фенно-скандинавского кристаллического щита	Денудационно-тектонический линейно-расчлененный или холмистый рельеф	Карельская А	Блоки метаморфизованных кристаллических пород архея и раннепротерозоя, осложненные сеткой новейших разломов	Денудационная линейно-расчлененная равнина	Северолодожский А-I (западный)	Сетка слабовыраженных новейших разломов СЗ ориентировки	Денудационная равнина, слабо расчлененная линейными депрессиями СЗ ориентировки	Курдюковский А-I-1
								Лахденпохский А-I-2
			Активизированные массивы гранитов ралаквив и габроанортозитов	Холмистый денудационный	Северолодожский (восточный) А-II	Интрузии габроанортозитов	Холмистый	Валаамский А-II-1
								Питкярантский А-II-2
			Слабо дисширо-ванные красноцветные терригенные и вулканические породы рифея	Полого-волнистая денудационно-аккумулятивная равнина	Средне-Ладожский Б-I	Рифейские образования к северу от Валаамского архипелага	Умеренно расчлененная равнина	С еверовалаамский Б-I-1
								Южовалаамский Б-I-2
Северо-западная окраина Восточно-Европейской (Русской) плиты	Структурно-денудационный слабо расчлененный равнинный или пологохолмистый рельеф	Северорусская Б	Слабо дисширо-ванные породы осадочного чехла венда и нижнего палеозоя	Полого-волнистая денудационно-аккумулятивная равнина	Южолодожский Б-II	Преобладание устойчивых к денудации терригенных пород венда	Слабо расчлененная равнина	Невско-Свирский Б-II-1
								Шлиссельбургский Б-II-2
						Преобладание неустойчивых к денудации нижнепалеозойских пород	Преимущественно абразивная равнина	Волкосарский Б-II-3
								Волховский Б-II-4
						Преобладание устойчивых к денудации терригенных пород венда	Слабо расчлененная равнина	Стороженский Б-II-5

Автор Б.И. Кошечкин

## ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

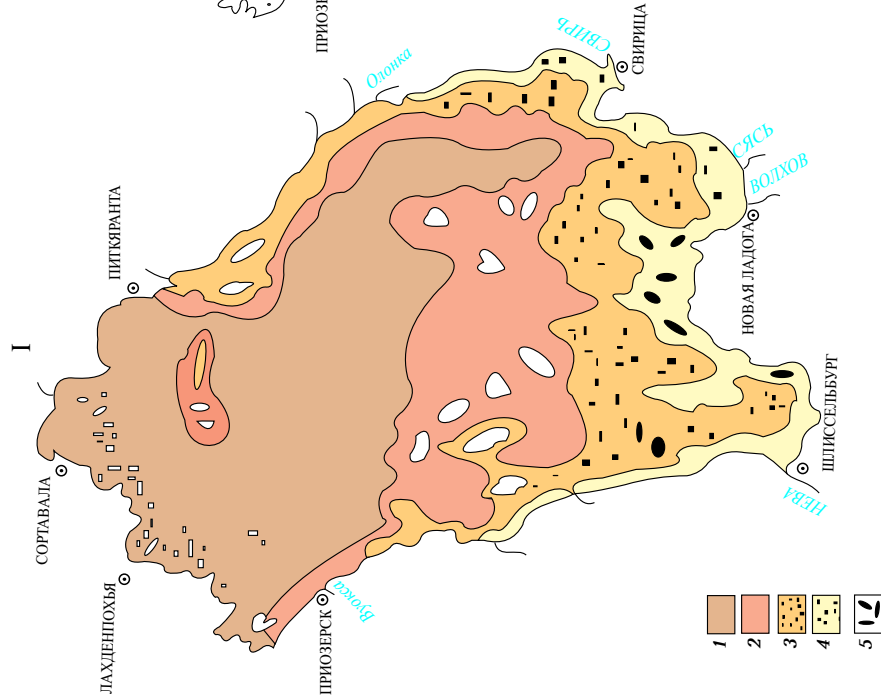
Донные отложения, накопленные в озерной котловине на протяжении всей истории существования водоема — результирующее отражение комплекса процессов превращения вещества на водосборе и в самом озере. Вещественный и химический состав донных отложений определяется литологией, рельефом дна и растительностью водосбора, возрастом и морфометрией озерной котловины, а также характером биологических процессов, протекающих в водной толще и на дне водоема. Пространственное распределение различных типов осадков по дну озерной котловины — результат сложного взаимодействия гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических процессов в водоеме.

Формирование химического состава донных осадков озера в результате природных процессов и под воздействием антропогенных факторов происходит согласно закономерности геохимической дифференциации вещества в процессе осадконакопления. Наблюдается зависимость распределения донных отложений различного гранулометрического состава от морфологии котловины водоема. Значительную роль в распределении различных типов осадков по дну озера играют динамические процессы (течения, перемешивание), определяющие специфику условий распределения и трансформации потоков седиментационного вещества в водной среде. Пелитовая фракция в составе вещества осадков, как наиболее транспортабельная, довольно четко отражает гидродинамические условия и связанный с ними разнос тонкодисперсного осадочного материала. Тесная связь распределения концентраций микроэлементов с гранулометрическим составом осадков указывает на главенствующую роль механической дифференциации осадочного

материала в процессе формирования химического состава осадков. Максимальные величины накопления микроэлементов связаны с зонами илонакопления и седиментации тонкодисперсного (минерального и органического) материала. Именно спецификой гидродинамического фактора в открытой части озера, определяющего особенности условий распространения и трансформации потоков седиментационного вещества, объясняется формирование на периферии глубоководной части озера зоны максимального накопления тонкодисперсного органико-минерального материала и связанных с ним микроэлементов — железа, никеля, хрома, кобальта, ванадия, меди, титана, галлия, свинца. Сравнение содержания микроэлементов в осадках открытого озера с кларками этих элементов в осадочных породах Земли (Коп) указывает на то, что концентрации железа, марганца, кобальта и свинца в осадках превышают Коп в 1,6; 5,8; 1,1 и 1,9 раза соответственно. Сопоставление этих данных с результатами ранее выполненных исследований на Ладожском озере Н. И. Семеновичем [4] и на озерах Карельского перешейка А. А. Тарновским [5] дает основание полагать, что повышенные показатели содержания этих элементов отражают особенности местной геохимической провинции.

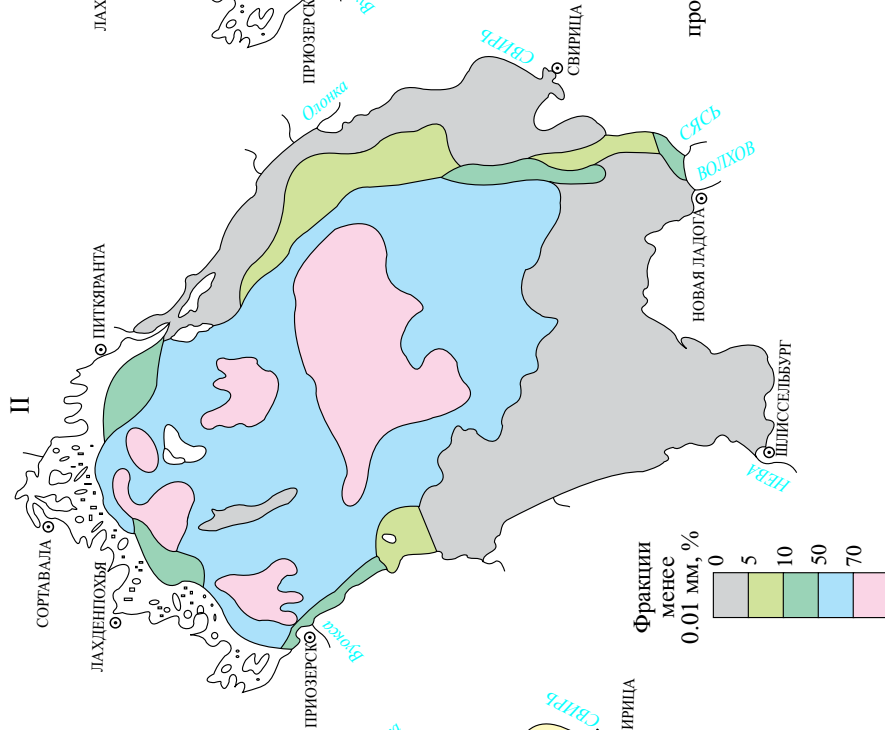
Процесс загрязнения донных осадков наиболее ощутимо затронул прибрежные и особенно шхерные районы (зал. Импилахти, район у Ляскеля, Питкярантский залив, район у г. Приозерска), где расположены тонкодисперсные пелитовые осадки. Поступление загрязняющего седиментационного материала из этих районов в открытое озеро зависит от глубин, орографии дна, активности гидродинамического фактора и степени открытости заливов.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ



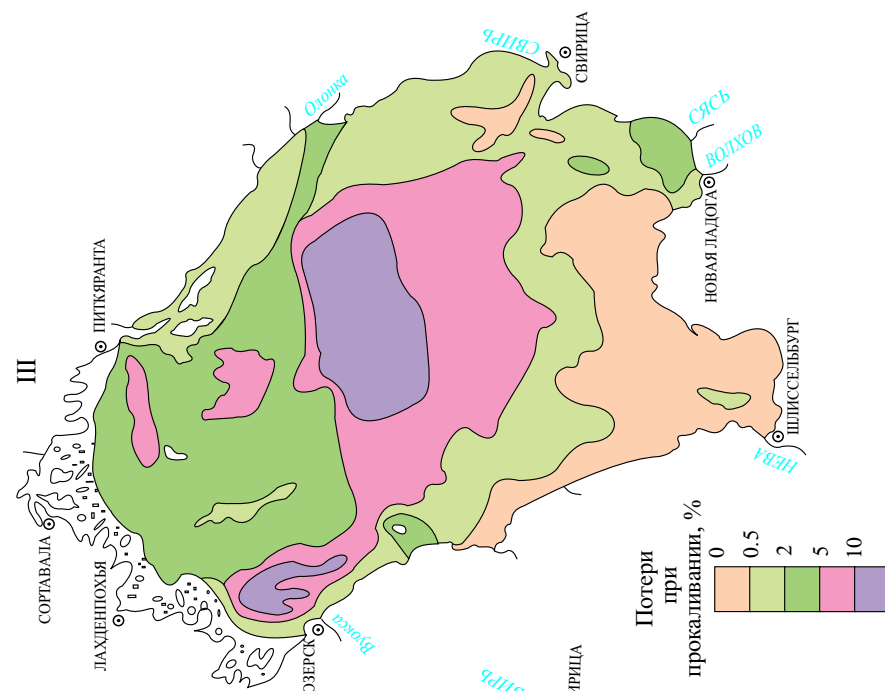
- 1 - глинистый ил;
- 2 - мелкоалевритовый ил;
- 3 - мелкий песок;
- 4 - крупный песок;
- 5 - галька и гравий, валуны

### ПЕЛИТОВАЯ ФРАКЦИЯ



Фракции  
менее  
0.01 мм, %

### ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО



Потери  
при  
прокаливании, %

Масштаб 1:2 000 000

Авторы: Д. А. Субетто (I), Л. В. Сергеева (II, III)

## ПРОЦЕНТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕЛКОФРАКЦИОННЫХ ЧАСТИЦ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА (расширенный диапазон частиц, включающий микро- и нанодиапазоны)

Распределение крупности частиц при последовательном переходе от фракции к фракции качественно сохраняется практически во всем диапазоне размеров вплоть до фракции коллоидов — имеет место уменьшение размеров частиц при движении с юга на север, отмеченное ранее другими авторами.

Зоны аккумуляции донных отложений со значительным содержанием частиц в диапазоне крупностью менее 1 мкм сосредоточены преимущественно в центральном районе озера с некоторым смещением к северо-западу и в северной части, примыкающей к Западному архипелагу и к району акватории севернее острова Валаам. Содержание

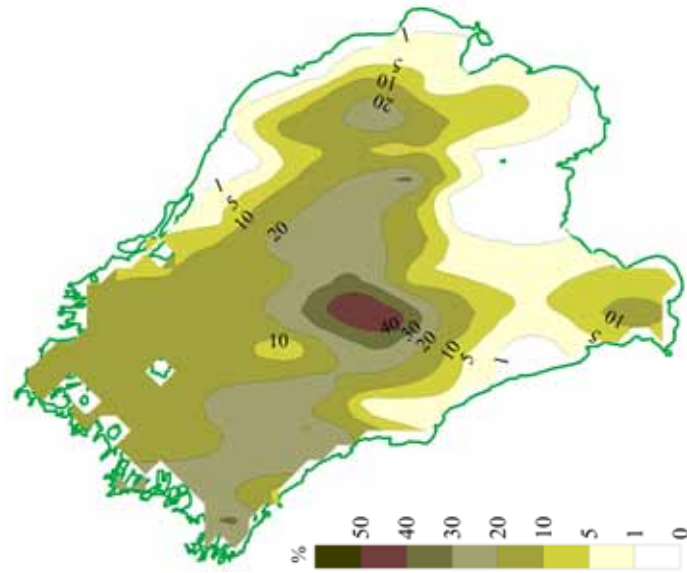
частиц мельче 1 мкм в зонах аккумуляции мельчайших донных отложений может достигать до 30% от общего состава. В переходной и глубоководной зонах озера повсеместно присутствуют частицы размером менее 200 нм. При этом доля таких частиц увеличивается от 1 до 9% к центру озера.

Наиболее мелкие донные отложения сосредоточены в зонах повышенных глубин к западу и к востоку от центральной части озера, при этом доля мельчайших частиц размером менее 100 нм доходит до 4–5% от общего состава наносов.

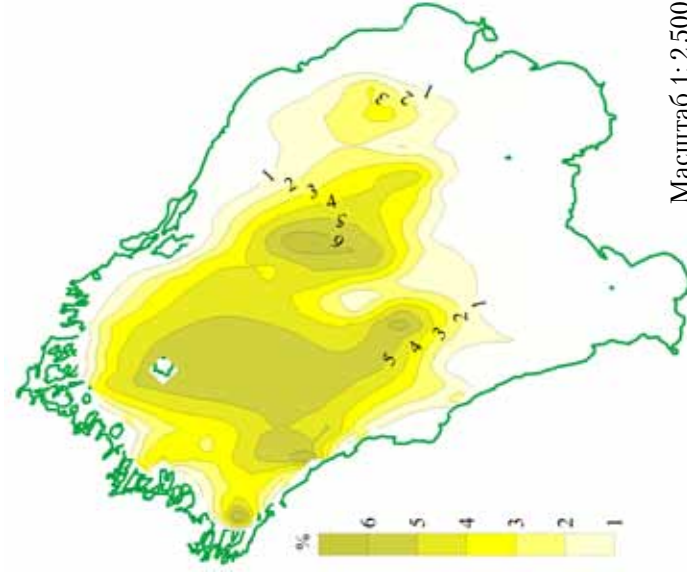
Минимальные значения крупности донных отложений Ладожского озера доходят до размеров менее 50 нм, при этом доля этих частиц может

составлять до 10% от состава частиц мельче 1 мкм и до почти 1% общего состава донных отложений на конкретных станциях в зоне распространения таких наносов. Средневзвешенная крупность донных отложений лежит в диапазоне от 2 до 0,001 мм, т.е. при анализе крупности в существовавшем ранее стандартном диапазоне размеров в отдельных районах Ладожского озера дифференцированными измерениями охватывалась лишь часть общего состава наносов. Сортированность донных отложений Ладожского озера возрастает при движении к юго-восточной части. Частицы являются наиболее однородными в зоне распространения крупных наносов.

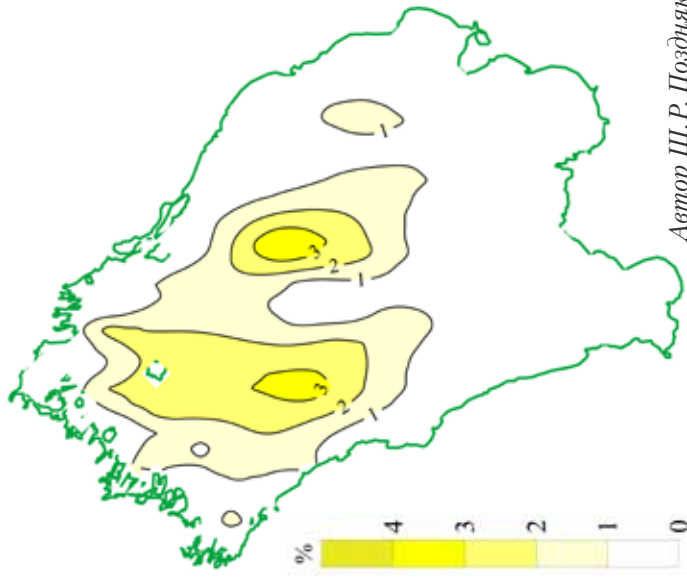
Менее 1000 нм (1 мкм)



Менее 200 нм



Менее 100 нм

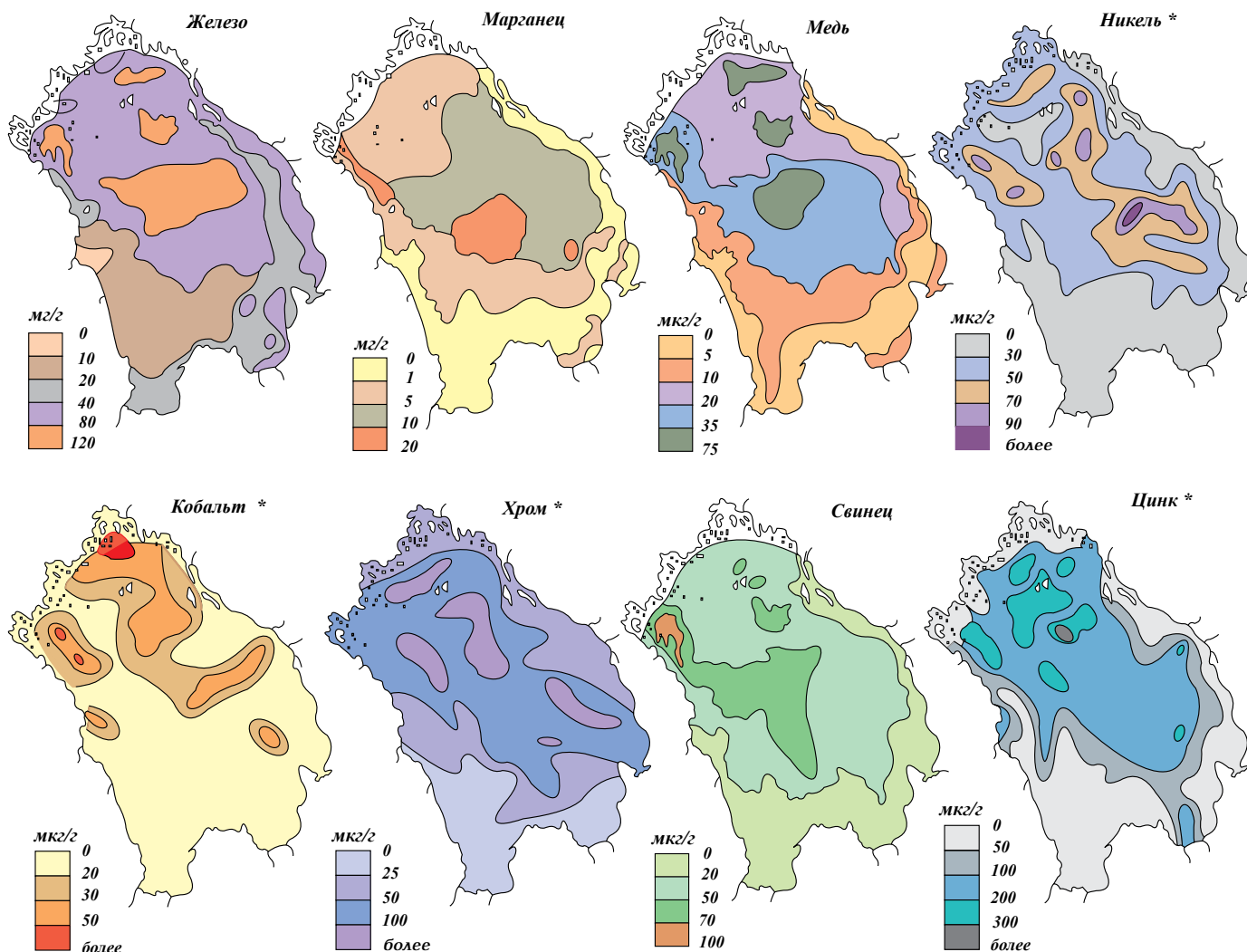


Масштаб 1: 2 500 000

Автор Ш.Р. Поздняков



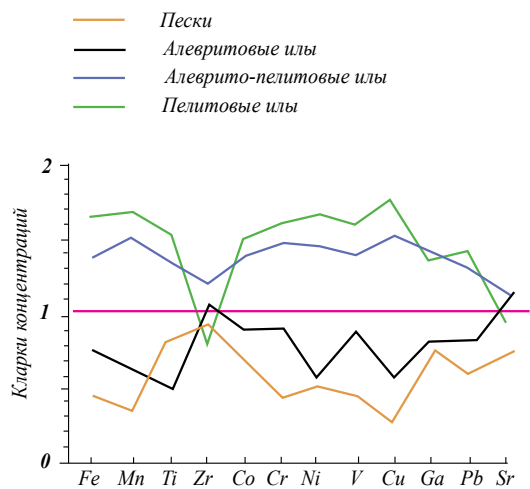
## МИКРОЭЛЕМЕНТЫ



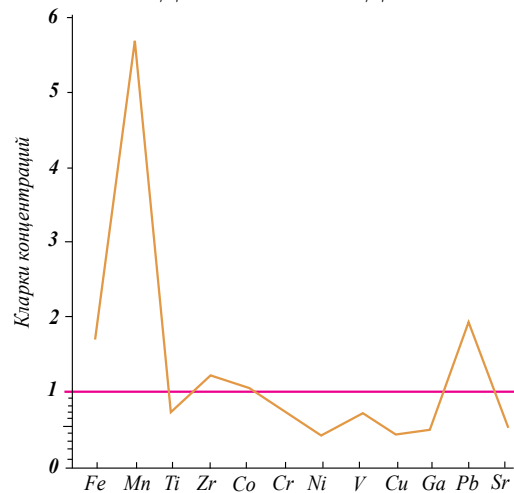
\* Взято из: Куликов И.В., Яковлева Т.В., Михалюк Т.Ю.  
Площадное распространение основных техногенных  
компонентов в Ладожском озере [6].

Масштаб 1:3 500 000

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСАДКОВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА



### КЛАРКИ КОНЦЕНТРАЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА В СРАВНЕНИИ С КЛАРКАМИ ЭТИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ ЗЕМЛИ



Автор Л.В. Сергеева

# ВОДНАЯ МАССА

## ГИДРОЛОГИЯ И ГИДРОФИЗИКА

Строение и форма котловины Ладожского озера обуславливают неоднородность ряда гидрологических и гидрофизических характеристик его водной массы. Так, термический режим различен в глубоководной центральной части и мелководных прибрежных районах озера. Течения в водоеме по своему генезису неоднородны и зависят как от сезонных, так и от синоптических факторов. Колебания уровня носят плавный характер.

По характеру термического режима Ладога относится к озерам умеренной зоны с температурой поверхности летом выше, а зимой ниже  $4^{\circ}\text{C}$ , значительными сезонными колебаниями и двумя регулярными периодами циркуляции — весной и поздней осенью. Для Ладожского озера годовой термический цикл, влияющий на многие протекающие в озерной чаше процессы, включает четыре гидрологических сезона или периода со следующими примерными сроками наступления: весна — с 15 марта, лето — с 15 июля, осень — с конца августа, зима — не ранее второй половины декабря.

В период весеннего нагревания (с середины марта) и осеннего охлаждения (с начала ноября) в озере существует термический бар.

Перенос речных вод в озере определяется господствующей системой течений. Весной до выхода фронта термического бара в зону его устойчивого существования движение вод в озере регулируется слаборазвитой ветровой деятельностью, речные воды, поступая в озеро, локализуются преимущественно в прибрежной теплоактивной области. С образованием устойчивого фронта термобара формируется циклональная циркуляция, которая постепенно становится господствующей в южном и центральном районах озера. Речные воды, оказываясь вовлеченными в эту циркуляцию, перемешиваются с озерными водами в южном и центральном районах, в то время как наиболее глубоководный северный район сохраняет «зимние» воды. Наиболее интенсивно воды притоков перемешиваются с озерными в зоне устойчивого существования фронта термического бара за счет развитой конвекции. Именно здесь происходит вовлечение в придонные горизонты органического вещества, поступившего с водосбора с водами притоков, а также вещества, образовавшегося в период развития весеннего фитопланктона в озере. Цвет воды Ладожского озера — желто-бурый.

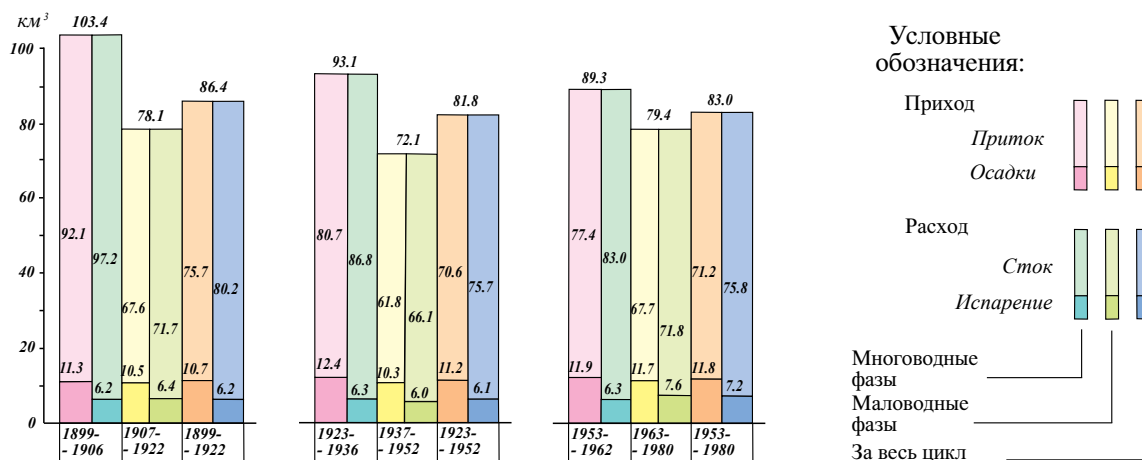
## ВОДНЫЙ БАЛАНС

В 60-е и 80-е г. группа под руководством Т. И. Малининой в составе В. А. Кирилловой, Т. А. Татариновой и М. Ф. Веселовой занималась вопросами водного баланса и изменчивостью его составляю-

щих [7]. Материалы этих исследований были использованы при разработке данного раздела. При исследовании водного баланса за основу были взяты положения А. В. Шнитникова [8] о цикличности

①

ВОДНЫЙ БАЛАНС ЗА ЦИКЛ 1953–1980 гг.



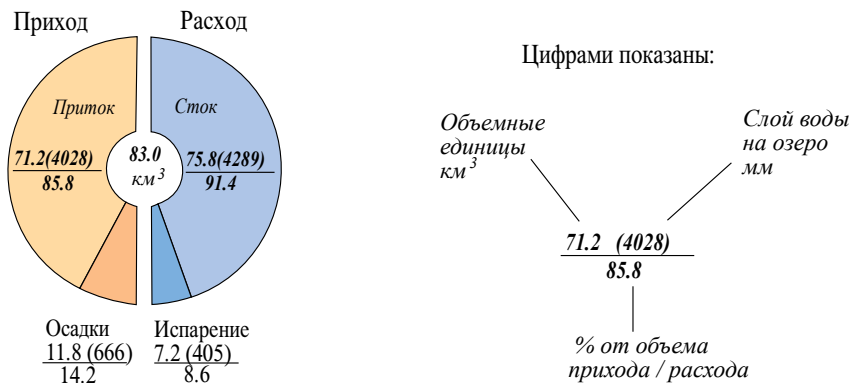
колебаний общей увлажненности, которые проявляются в изменении стока рек, уровня озер и других гидрологических элементов и характеризуются чередованием многоводных и маловодных фаз, образующих полный цикл колебания водности. Соответственно этому водный баланс рассчитывался по циклам и фазам водности. Границы циклов и фаз различной водности установлены с помощью интегральной кривой модульных коэффициентов стока р. Невы. За весь период гидрологических наблюдений было выделено три полных цикла колебания

водности: 1899–1922, 1923–1952, 1953–1980 гг. Балансы за циклы и по фазам водности, рассчитанные по годовым величинам, изображены в виде диаграмм (1).

На круговой диаграмме (2) представлен средний многолетний водный баланс за последний цикл (1953–1980 гг.), величины составляющих которого вычислены по средним месячным значениям. Значения элементов выражены в объемных единицах (км<sup>3</sup>), в слое воды на озеро (мм) и в % от объема баланса, равного 83 км<sup>3</sup>.

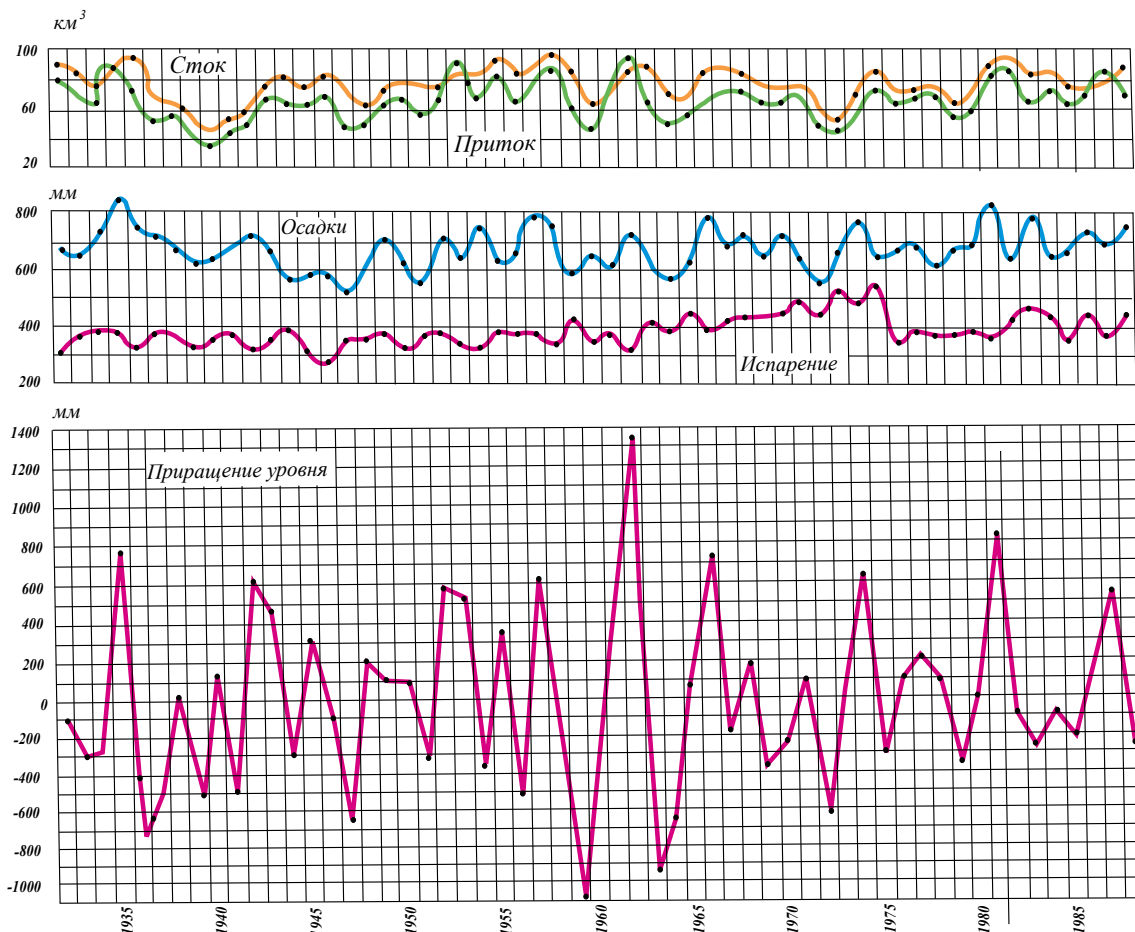
2

**ВОДНЫЙ БАЛАНС ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ЦИКЛОВ И ФАЗ ВОДНОСТИ**



3

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГОДОВЫХ ВЕЛИЧИН ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА**



По соотношению элементов в приходной и расходной частях баланса, согласно классификации Б.Б. Богословского [21], озеро относится к стокво-приточному типу, где преобладающими составляющими водного баланса являются приток и сток. Роль осадков и испарения незначительна из-за огромных размеров водосборного бассейна.

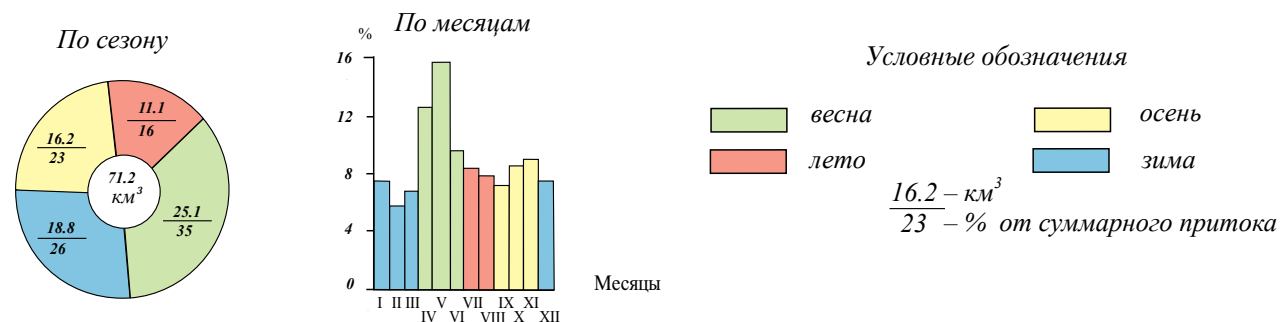
Во всех циклах в приходной части баланса доля притока достигает 83–89%, а доля осадков — 5–11%. В расходной части сток из озера составляет 90–94% и 10–8% приходится на испарение. Различие фазовых балансов состоит в том, что в маловодную фазу, по сравнению с многоводной,

происходит сокращение объема баланса, притока и стока воды, объем осадков незначительно уменьшается и незначительно увеличивается испарение. Особенность фазовых балансов проявляется также в изменении соотношения его элементов — для маловодной фазы характерно увеличение доли второстепенных членов баланса.

В последнем цикле (1953–1980) в многоводную фазу доля притока составила 87%, а доля стока — 93%, в маловодную фазу их относительная величина упала до 85 и 90% соответственно, тогда как роль осадков и испарения возросла и составила 15 и 10%.

4

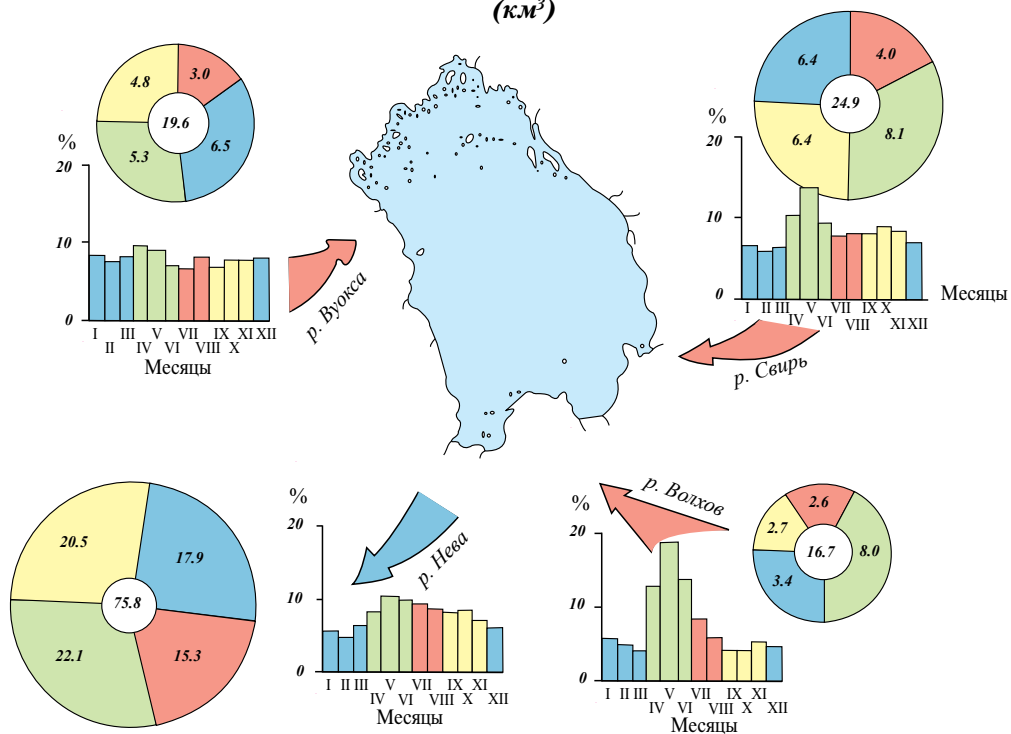
### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОГО ПРИТОКА



5

### СТОК ОСНОВНЫХ РЕК (1953–1980)

(км³)



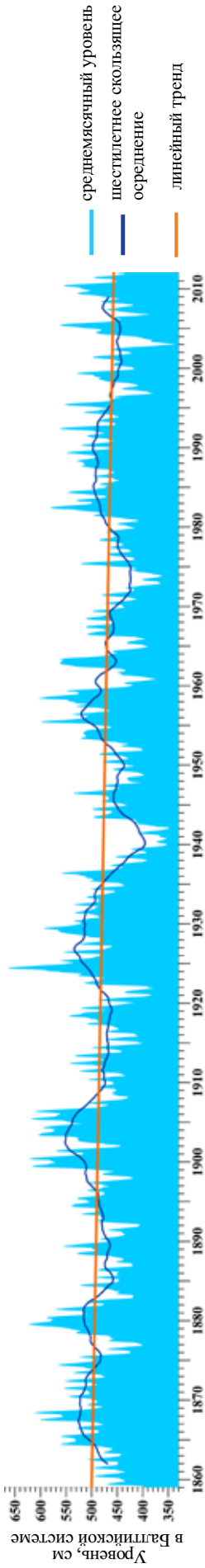
Автор М. Ф. Веселова

## МНОГОЛЕТНИЕ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

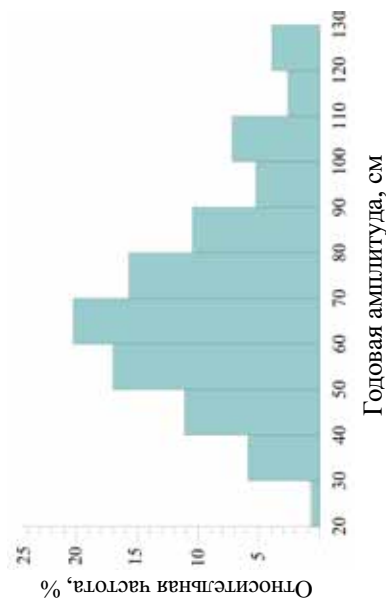
Ход среднемесячного уровня Ладожского озера представлен на рисунке по посту Сясьлаам. За весь период наблюдений отмечается тенденция к уменьшению среднемесячного уровня со скоростью около 3 см за десять лет. (Кронштадский футшток).

Уровни 1859–1880 гг. восстановлены по п. Валаам. За весь период наблюдений отмечается тенденция к уменьшению среднемесячного уровня со скоростью около 3 см за десять лет.

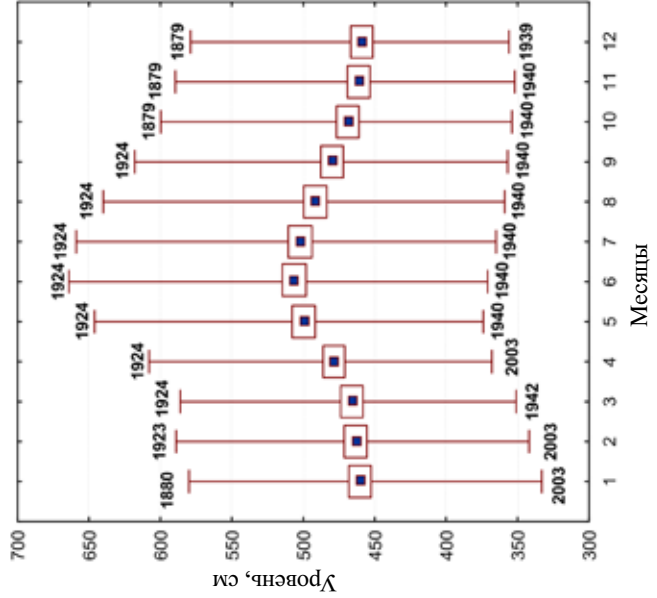
На этом фоне выделяются квазипериодические циклы (циклы А. Шнитникова) водности Ладожского озера. Статистические характеристики изменений уровня приведены в таблице и на рисунке.



## ГИСТОГРАММА ГОДОВОЙ АМПЛИТУДЫ УРОВНЯ



## СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ



Статистики, см	Среднемесячные значения – 1859–2011			
	Минимум	Ср. год.	Максимум	Головая амплитуда
Минимум	333,0 (I, 2003)	360,8 (1940)	374,0 (V, 1940)	23,0 (1940)
Максимум	556,0 (XII, 1924)	608,9 (1924)	664,0 (VI, 1924)	129,0 (1899) 129,0 (1962)
Диапазон	223,0	248,2	290,0	106,0
Среднее	440,6	478,4	511,5	71,0
Медиана	441	480,2	510,0	68,0
25% квантиль	412,8	445,2	474,5	54
75% квантиль	472	508,2	544,2	84
Ошибка среднего	3,4	3,7	4,2	1,9
Ср. квадр. откл.	42,4	45,6	51,2	23,0

■ Среднее  
□ ±0,95 доверит. интервал  
┌ мин - макс

Автор М. А. Науменко

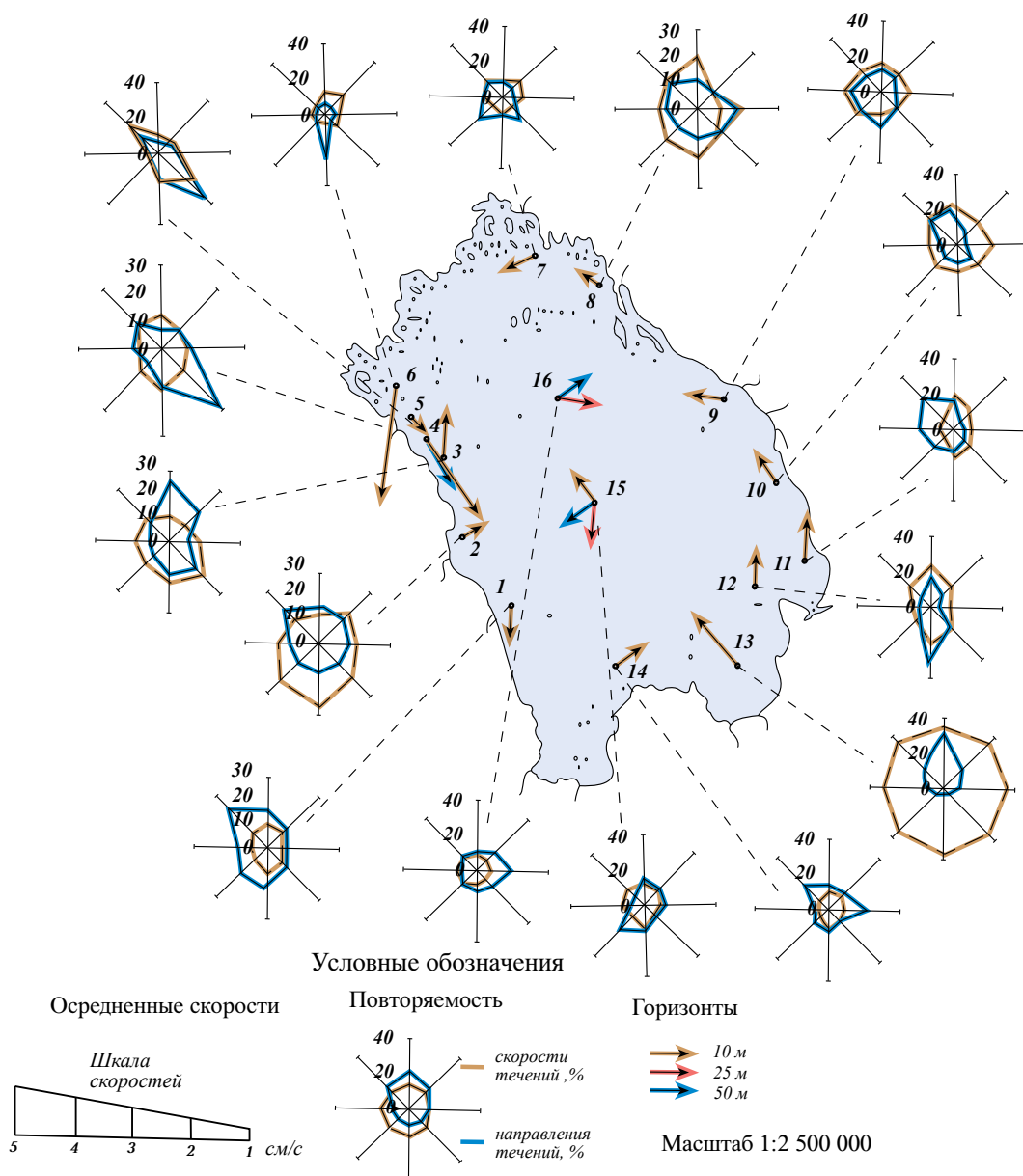
## ТЕЧЕНИЯ

Гидродинамика Ладожского озера является результатом воздействия и взаимодействия большого числа различных процессов и явлений, например неоднородностей полей ветра, плотности воды, силы Кориолиса, топографических эффектов, стока рек и др. Первые представления о течениях в Ладожском озере были получены А. И. Андреевым [9], который по данным косвенных наблюдений предполагал наличие в озере постоянной круговой циркуляции вод и ветровых течений. Длительные инструментальные наблюдения за течениями в северо-западной части озера в 20–30-х XX века выполнил финский исследователь Witting [10]. И. В. Молчанов [3] считал, что течения в озере определяются в основном ветром, а циклональная циркуляция

вод наблюдается только при благоприятном ветре. Исследования и инструментальные наблюдения А. Н. Охлопковой [11], измерения течений, выполненные ОГМС «Петрокрепость» в 1967–1976 гг. и Институтом озероведения РАН 1981–1983 гг. (Филатов, [12]) по осреднённым за несколько лет данным инструментальных измерений на автономных буйковых станциях в навигационный период подтвердили тенденцию формирования в озере течений циклонического характера (1). На этом рисунке показана повторяемость направлений и модуля скоростей течений в разных точках озера, на разных горизонтах. Течения, осреднённые за несколько лет, формирующие крупномасштабную циркуляцию вод и охватывающие большую часть акватории

1

### ПОВТОРЯЕМОСТЬ ТЕЧЕНИЙ ПО СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЮ

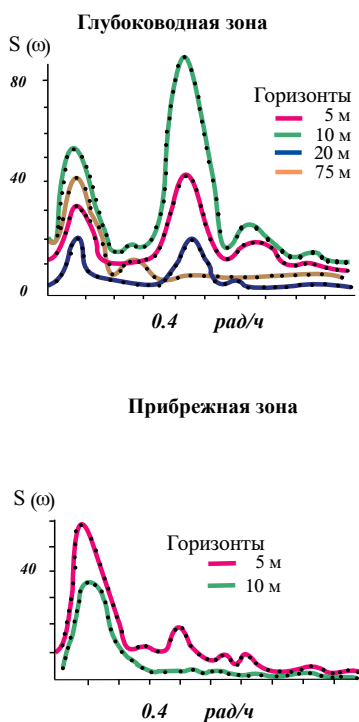




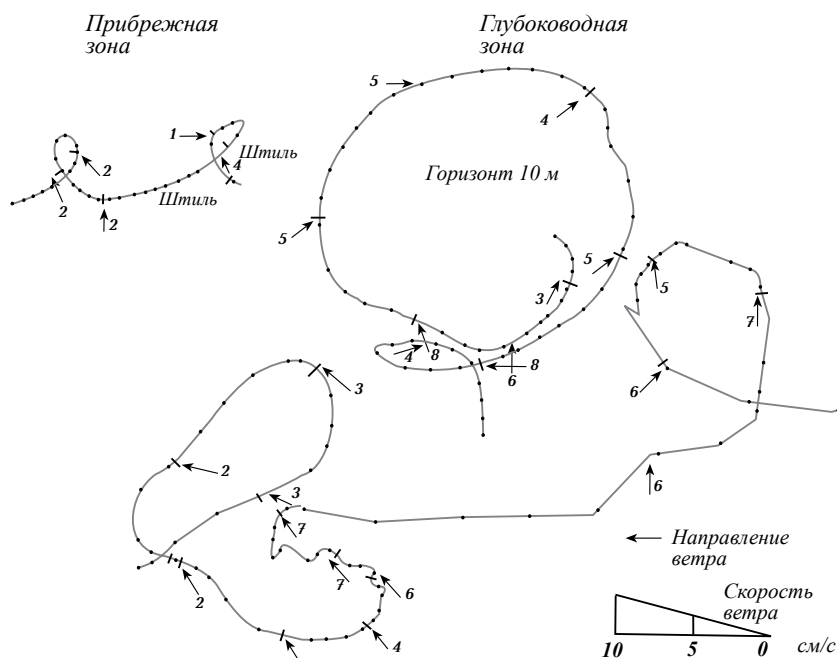
озера условно назовем «климатической». По данным измерений в летний период скорости течений на поверхности озера возрастают до 30 см/с, порой и до 70 см/с, а вблизи дна 1–5 см/с. В период стратификации в озере на расстоянии порядка R (радиуса Россби) отмечаются наиболее сильные течения, или т.н. прибрежный поток (Мюрти, Филатов, [18]). В летний период в определённых частях озера формируются экмановские прибрежные апвеллинги, течения, связанные с бароклинными волнами Кельвина и Пуанкаре (инерционные колебания), с временными масштабами соответственно несколько суток и около 13,5 час.. Все эти движения проявляются в спектрах течений в прибрежной и глубоководной частях озера (2). Инерционные колебания, возникающие после прекращения воздействия ветра, имеющие скорость более 5–7 м/с, проявляются на расстоянии нескольких километров от берега, для них характерно вращение вектора скорости по часовой стрелке, существуют они в течение 2–3 инерционных периодов (3). По данным многолетних наблюдений с самолетов, спутников, измерений течений, скоростей ветра на гидрометеостанциях (ГМС) и моделирования были выделены крупномасштабные течения (интегральные циркуляции вод) для различных сезонов года (4). Зимой подо льдом наблюдаются в основном слабые стоковые течения в районе выхода речных вод, со скоростями 1–3 см/с (Филатов, [12]). Поля течений подо льдом Ладожского

озера оказалось возможным получить только по результатам численного моделирования. При весеннем термобаре (май – начало июня) отмечается циклональная циркуляция вод, охватывающая стратифицированную часть озера от берега до фронта термобара, которая обусловлена неоднородностью полей плотности воды, а в т.н. теплоинертной области (Тихомиров, [13]) наблюдаются в основном ветровые течения. В относительно узкой фронтальной зоне термобара (несколько сот метров) отмечается циркуляция вод от поверхности ко дну озера (Науменко, Каретников, [14]). Кроме крупномасштабных течений в озере, существуют также мезомасштабные течения, циркуляции, вихревые образования, такие как когерентные структуры, грибовидные образования (5). Ветровые течения озера были описаны по результатам моделирования и измерений Луховицким и др. [15]), а также В. И. Квоном и др. [16] и Д. В. Белецким [17]. Этими авторами была показана тенденция формирования в озере двухъячейковой интегральной циркуляции вод в разные сезоны. Оценить скорость ветровых течений для разных глубин озера можно также с помощью зависимости (6). В озере существуют и другие циркуляции и течения, в частности течения, связанные с внутренними волнами, в том числе и нелинейными волнами (борами, солитонами), сейшевыми колебаниями, различными вихревыми образованиями, мелкомасштабными течениями типа циркуляций Ленгмюра.

## 2 СПЕКТРЫ ТЕЧЕНИЙ

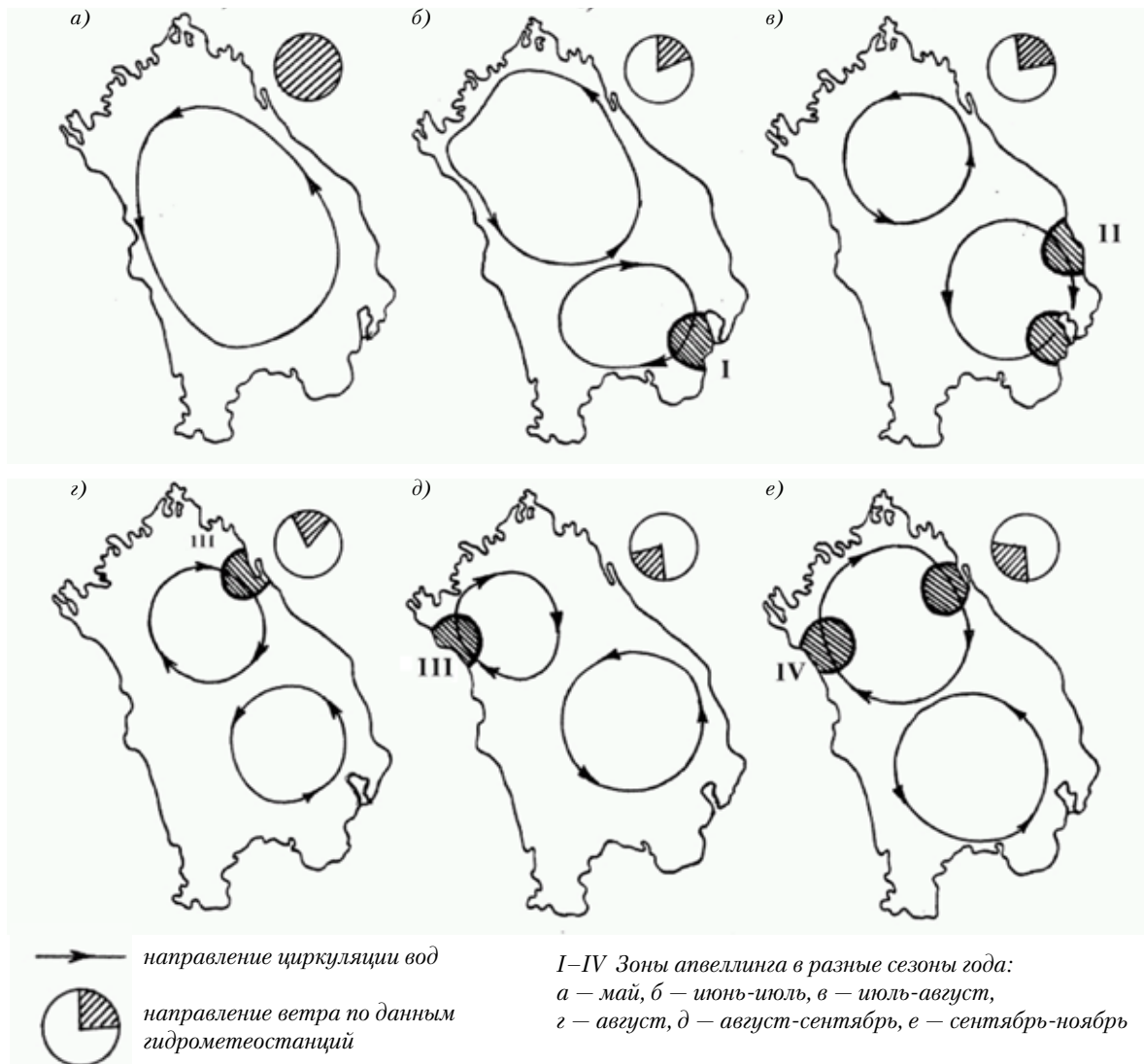


## 3 ПРОГРЕССИВНО-ВЕКТОРНЫЕ ДИАГРАММЫ ТЕЧЕНИЙ



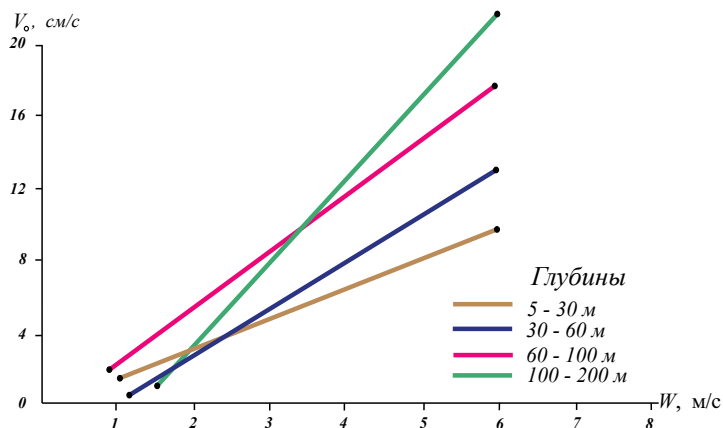
4

**СХЕМА ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОД ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СЕЗОНОВ ГОДА**  
(по данным многолетних наблюдений со спутников, самолета и моделирования на диагностической модели)



6

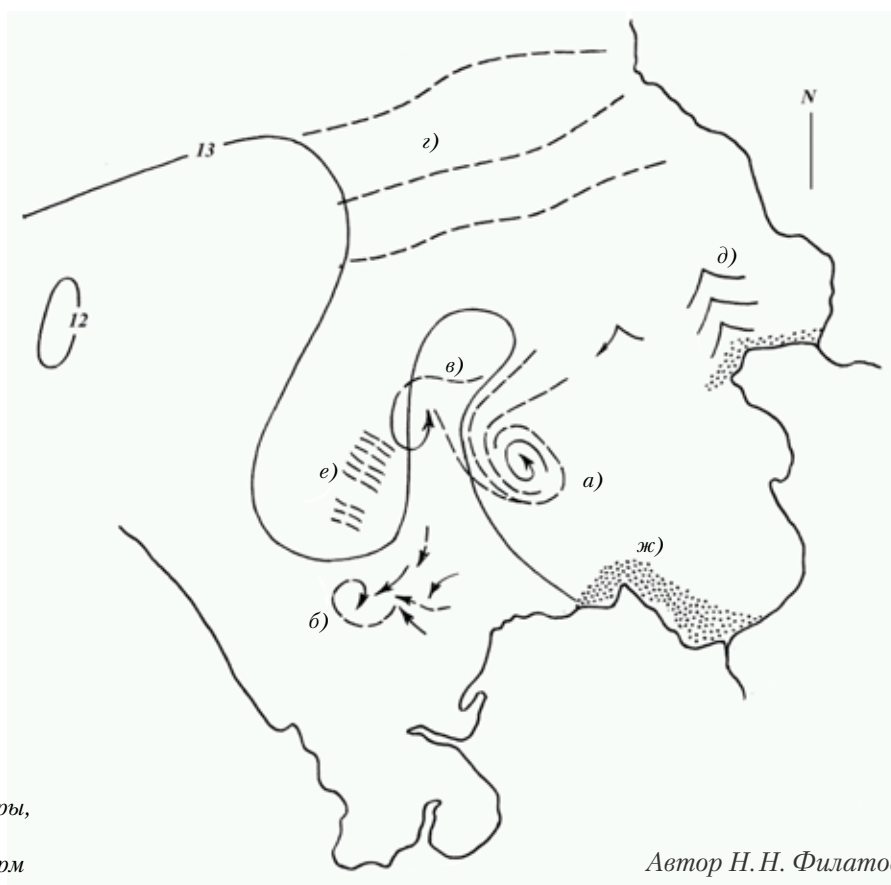
**ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕЧЕНИЙ (V) ОТ СКОРОСТИ ВЕТРА (W) ДЛЯ РАЙОНОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ГЛУБИНАМИ**



5 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЯВЛЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ОЗЕРА



Проявление гидродинамических явлений на поверхности озера по спутниковым данным  
Спутниковый снимок Ладожского озера 10 IX 1979 г.  
(разрешение 70 м, видимый и ИК диап.)



Дешифрованный снимок  
(а–в) вихри, грибовидные структуры,  
(г–е) внутренние волны.  
Цифрами показаны значения изотерм

Автор Н. Н. Филатов

## ВОЛНЕНИЕ

На озере довольно часто наблюдается значительное волнение, вызванное сильными ветрами. Наибольшее волнение бывает осенью. Более спокойным, до полного штиля, озеро бывает в начале лета. Осенью и летом иногда наблюдается зыбь как предвестник ветра.

Характер волнения зависит от района озера. В северной и центральной его частях волны обычно пологие, длиной до 23–25 м и высотой до 4 м. При сильных штормах высота волны может быть выше. В открытой южной части озера длина волны бывает 15–18 м, а высота 2,5–3,5 м. Однако в штормовую погоду (при скорости ветра 16–18 м/с) высота волны достигает 5–8 м. Волнение в этом районе иногда принимает беспорядочный характер, превращаясь в толчею, при которой высокие крутые волны перемещаются в различных направлениях.

Режим волнения в центральном районе определяется в основном скоростью ветра и слабо зависит от его направления. Вероятность превышения

наибольшими волнами высоты 2 м составляет в этом районе 10–24%, а высоты 3 м — от 2 до 8% в зависимости от направления ветра в период открытой воды.

В юго-западном и северо-западном районах высота волн существенно зависит от направления ветра. Наиболее высокое волнение наблюдается при восточных ветрах. Превышение высоты волн 2 м имеет вероятность от 2 до 24%, а высоты 3 м — от 0,04 до 6%.

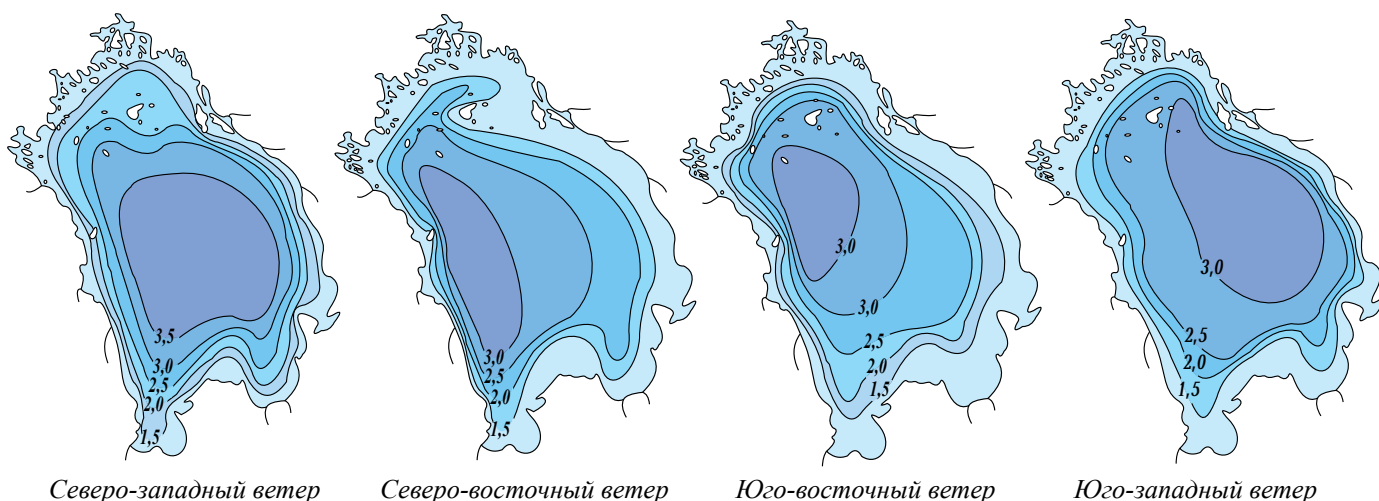
В северном районе размеры волн несколько меньше. Северо-восточный район открыт для южных ветров. При северо-восточном ветре вероятность появления крупных волн составляет сотые доли процента.

В районе южного мелководья высоты волн ограничены и вероятность превышения высоты 2 м составляет менее 0,2%.

В бухтах и губах, вдающихся в южный берег озера, волнение значительно слабеет, и только при сильных ветрах высота волн может достигать 1,5–2,5 м.

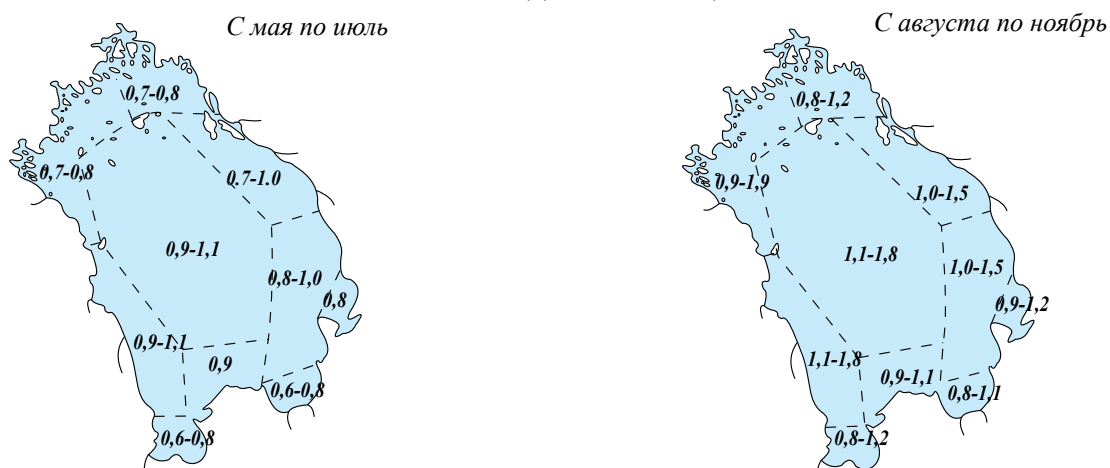
1

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЬШИХ ВЫСОТ ВОЛН (М) ПРИ СКОРОСТИ ВЕТРА 12–14 М/С РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ



2

### НАИБОЛЬШИЕ ВЫСОТЫ ВОЛН В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ОЗЕРА ПРИ СРЕДНИХ МЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ СКОРОСТИ ВЕТРА В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ НАВИГАЦИИ

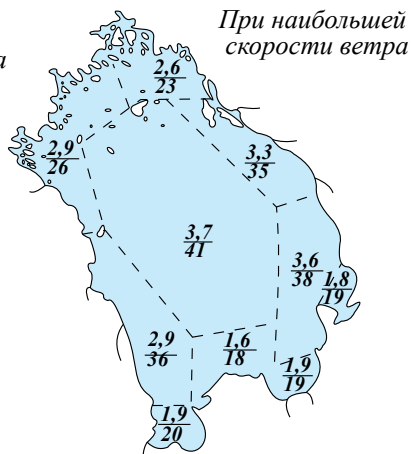
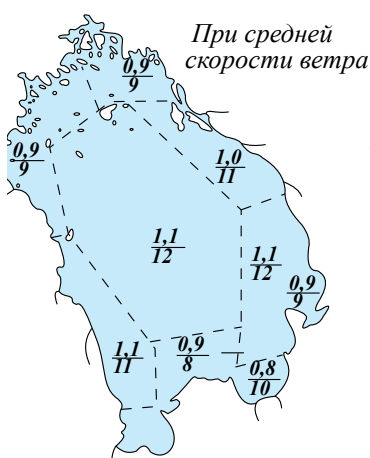


На акватории Свирской губы наибольшее волнение наблюдается при северо-западных и северных ветрах. Вероятность превышения высоты 2 м для этих направлений ветра изменяется от 2 до 7%. В открытой части Волховской губы вероятность превышения волнами высоты 2 м при северном

ветре составляет 8%, а при других ветрах не превышает 1%.

Наиболее защищенными от волнения являются бухты Андрусовская и Владимировская, а также заливы Якимварский, Лункуланлахти и Уксунлахти на западном и восточном берегах.

**3** **НАИБОЛЬШИЕ ВЫСОТЫ И ДЛИНЫ ВОЛН ЗА ПЕРИОД НАВИГАЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ОЗЕРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ ВЕТРА**



На схемах представлены результаты расчетов, выполненных согласно СНиП 2.06.04-82.

Наибольшие значения высот и длин волн, а также скорости ветра соответствуют однопроцентной обеспеченности в системе измеряемых величин.

Обозначения:  
1.1 — высота волн, м  
12 — длина волн, м

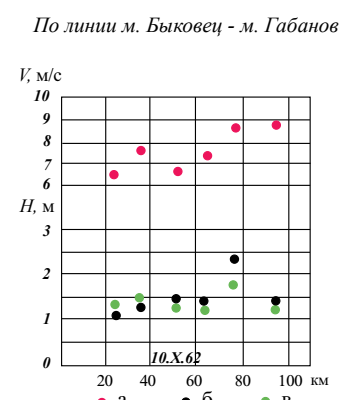
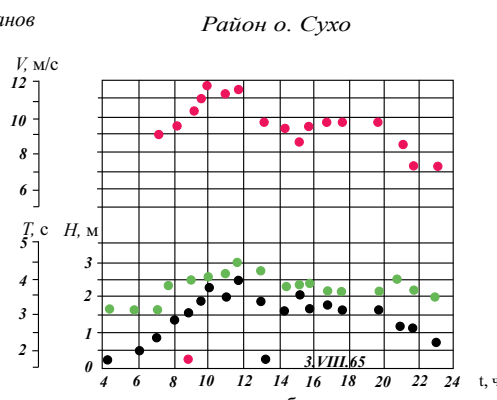
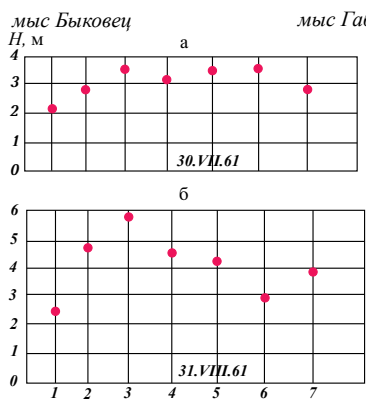
Масштаб 1:4 000 000

**4** **ПАРАМЕТРЫ ВОЛН**

МАКСИМАЛЬНЫЕ ВЫСОТЫ ВОЛН\*

ПРИ ВОСТОЧНОМ ВЕТРЕ\*\*

ПРИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ВЕТРЕ\*\*



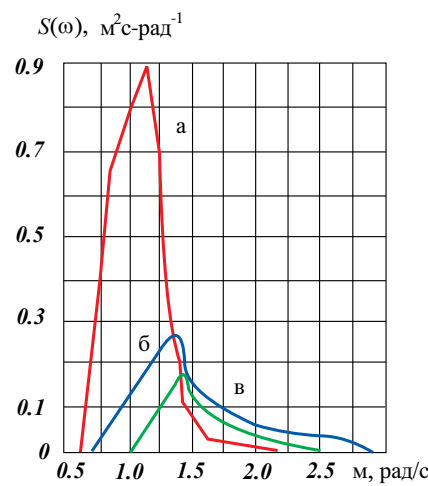
а — ветер ЮВ-15 м/с  
б — СВ-18 м/с

а — скорость ветра (V, м/с),  
б — наибольшая высота волн (H, м)  
в — средний период волн (T, с)

а — скорость ветра (V, м/с)  
б — наибольшая высота волн (H, м)  
в — средний период волн (T, с)

СПЕКТРЫ ВОЛН В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ

\* — по волномерным вехам по линии мыс Быковец — мыс Габанов  
\*\* измерения проводились волнографом



а — скорость ветра 12-14 м/с  
б — 10 м/с  
в — 8 м/с

Автор Ф. Ф. Воронцов



## ЭЛЕМЕНТЫ

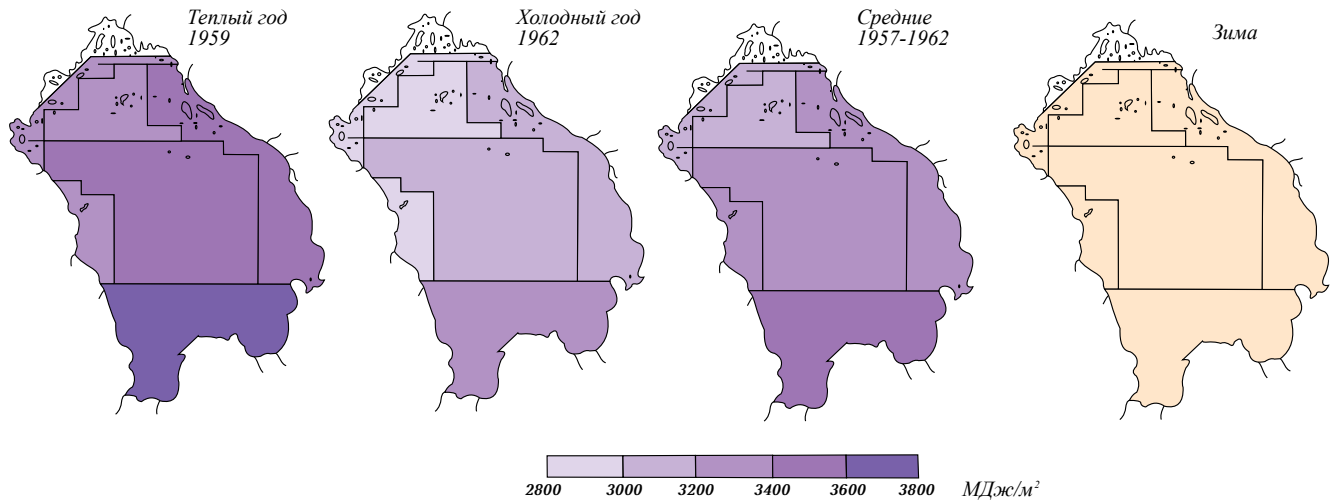
По тепловому балансу озера приведены следующие показатели:

– суммарная радиация  $Q$  – величина измененного облачностью и прозрачностью атмосферы основного потока солнечной радиации к подстилающей поверхности;

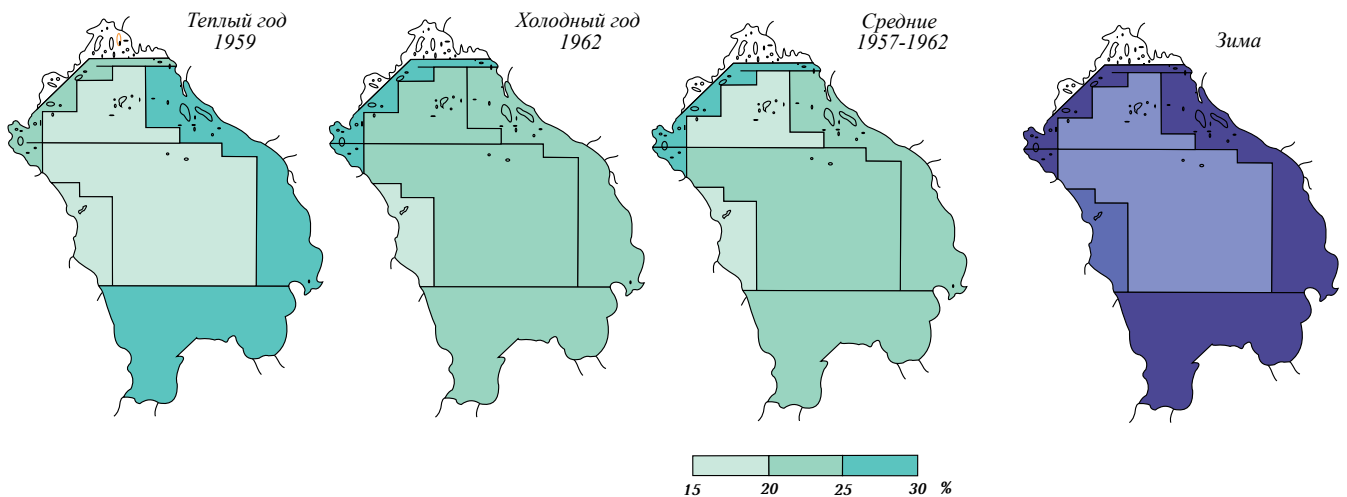
– альbedo водной поверхности  $A$  – способность поглощать и отражать пришедшую к поверхности воды суммарную радиацию;

– радиационный баланс  $B$  – интегральная характеристика всех радиационных процессов, протекающих на поверхности озера и определяющих

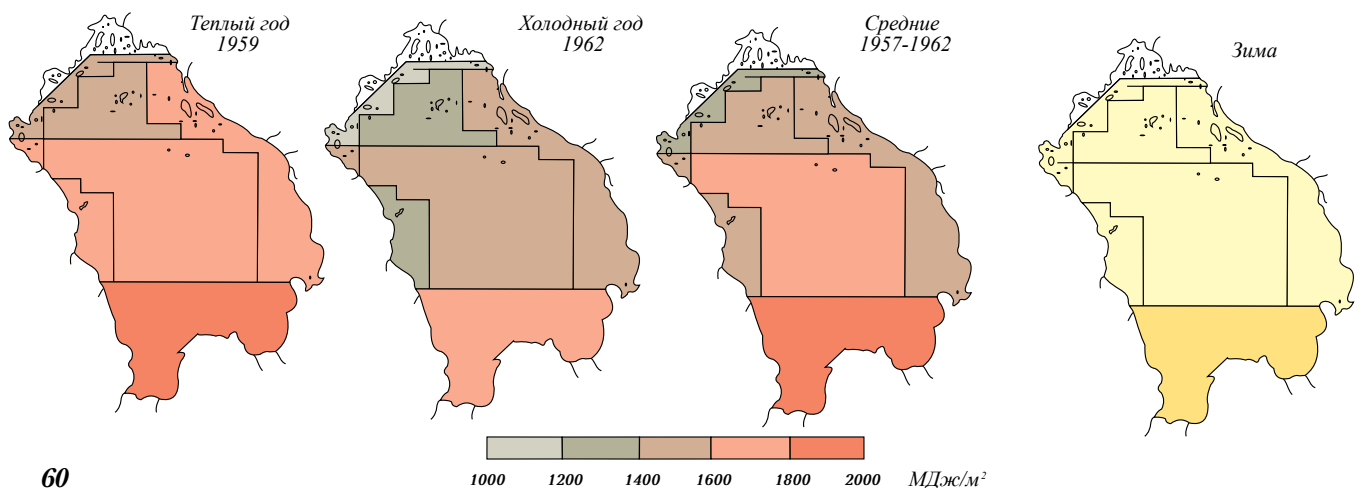
### СУММАРНАЯ



### АЛЬБЕДО ВОДНОЙ



### РАДИАЦИОННЫЙ



# ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА

все основные тепловые процессы в приводном слое;

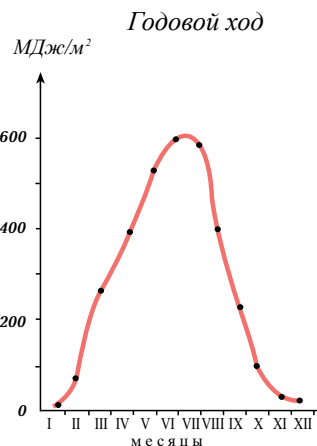
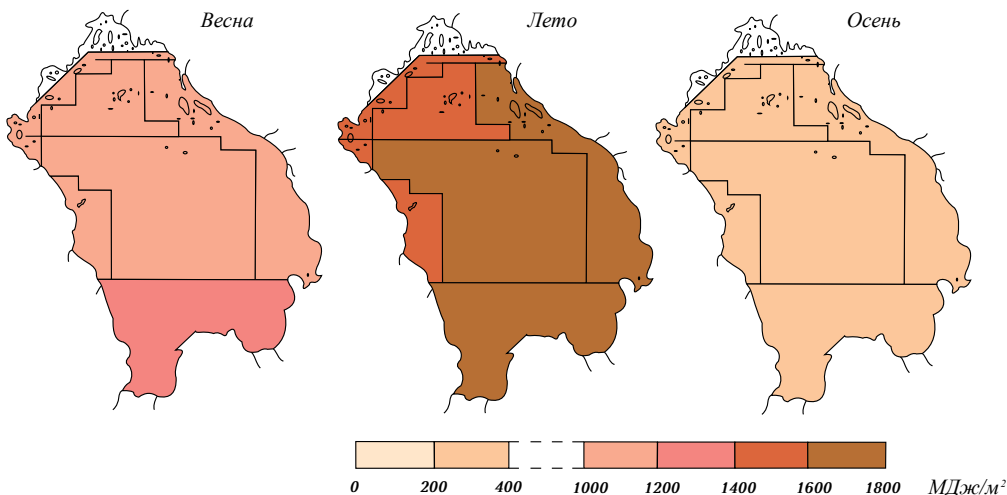
– затраты тепла на испарение с поверхности озера  $LE$  – в условиях предельного увлажнения и неограниченных возможностей для переноса водяного

пара, лимитируемого общим потоком тепла к поверхности озера;

– эффективное излучение  $E_{эф}$  – расходная часть радиационного баланса, величина которой определяется разностью потоков длинно- волновой радиации, проникающей в более глубокие слои водной массы

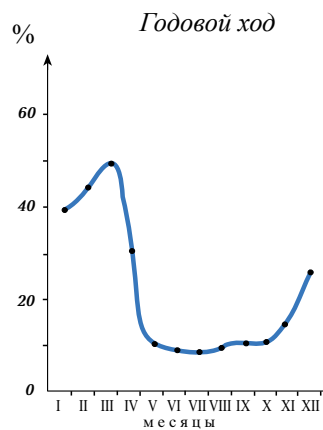
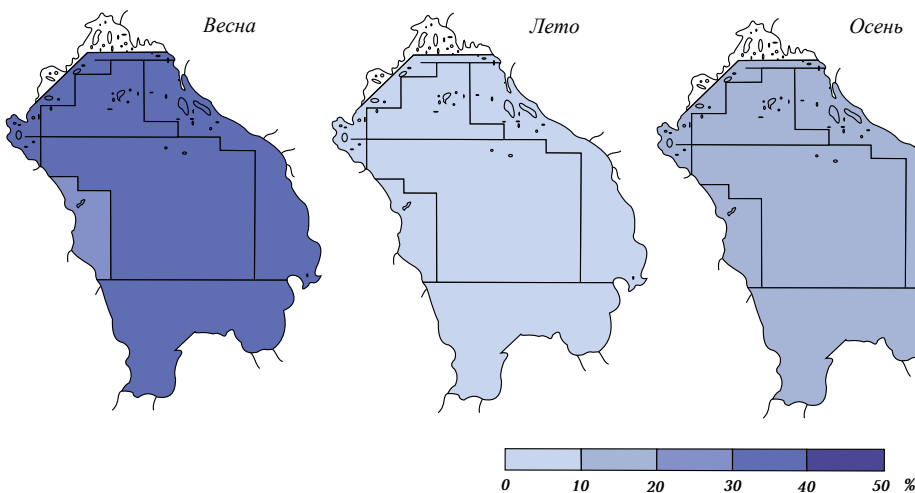
## РАДИАЦИЯ

Сезонные расчетные величины



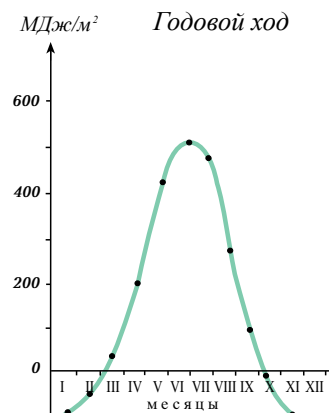
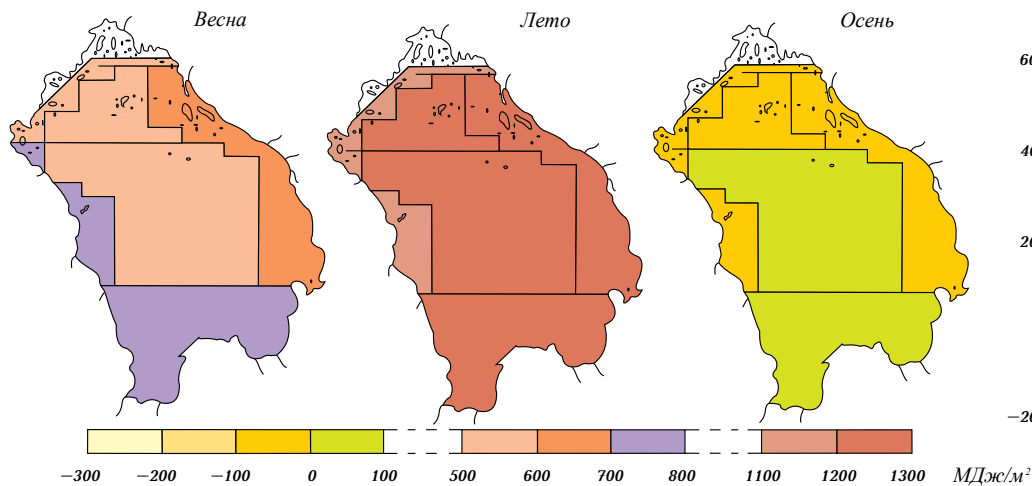
## ПОВЕРХНОСТИ

Сезонные расчетные величины



## БАЛАНС

Сезонные расчетные величины



Автор Н. П. Смирнова

и частично излучающейся в атмосферу и встречным потоком длинноволновой радиации из атмосферы;

– затраты тепла на турбулентный теплообмен  $P$ , определяемые разностью температур подстилающей поверхности и воздуха.

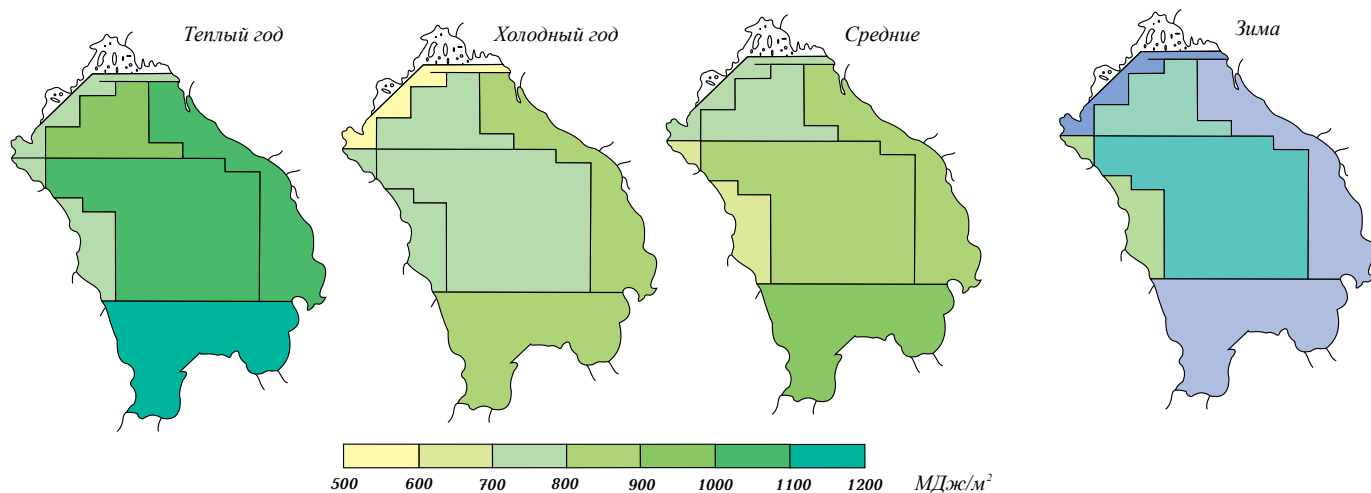
По суммарной радиации  $Q$  и отражательной способности водной поверхности  $A$  возможно рассчитать поглощенную радиацию

$$\rho = Q \times (1 - A).$$

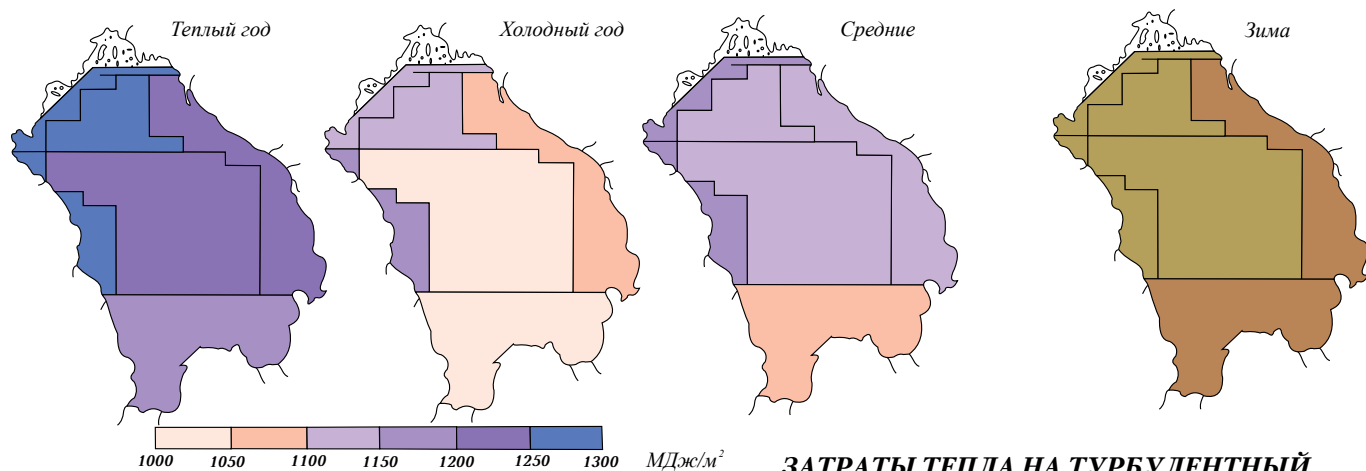
Элементы теплового баланса озера представлены показателями теплого года (1959), холодного года (1962), средними величинами за период наблюдений и расчета 1957–1962 гг., расчетными сезонными величинами и графиками внутригодового хода.

Окончательные величины элементов теплового баланса пришлось получать расчетными способами

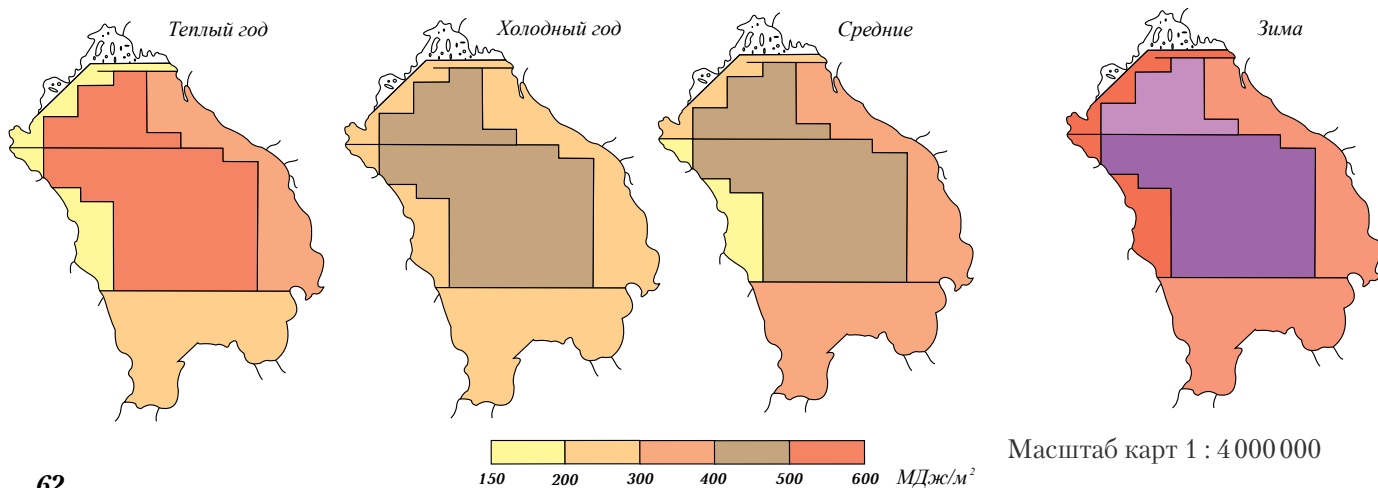
### ЗАТРАТЫ ТЕПЛА НА ИСПАРЕНИЕ



### ЭФФЕКТИВНОЕ



### ЗАТРАТЫ ТЕПЛА НА ТУРБУЛЕНТНЫЙ



Масштаб карт 1 : 4 000 000

из-за недостатка натуральных наблюдений и неравномерности распространения их по акватории озера. Методика наблюдений, обработки и расчета этих величин, обзор использованных материалов и литературные источники приведены в ранее опубликованных работах (Смирнова [22]; Изотова [7, 23]).

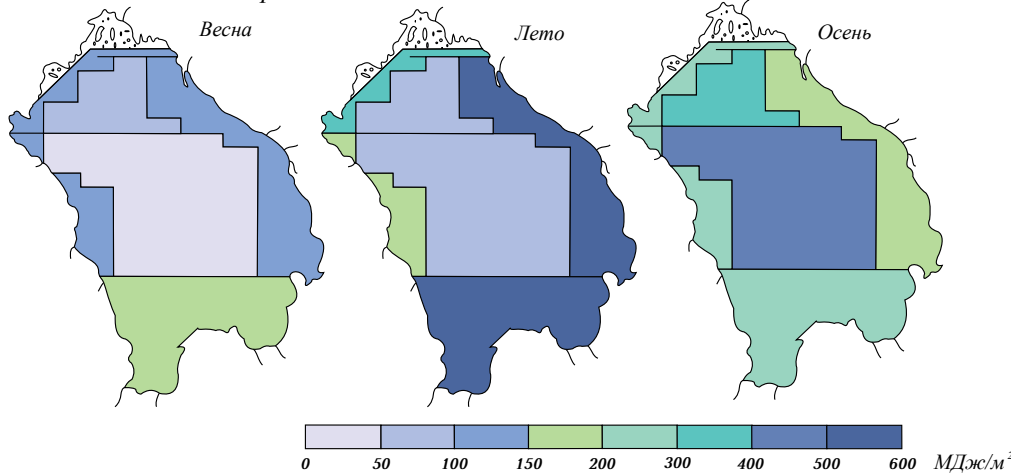
Элементы теплового баланса охарактеризованы по физико-географическим районам озера,

выделенным с учетом географической широты, морфологии озерной котловины, характера берега, распределения гидрометеорологических элементов, ледовых явлений и донных отложений (Черняева [2]).

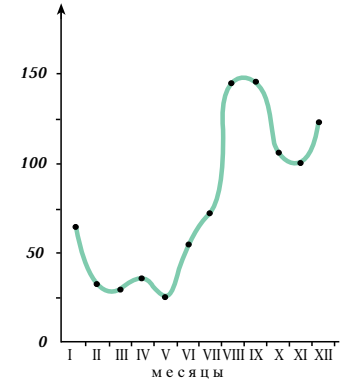
Графики годового хода построены по средним месячным величинам для всего озера, рассчитанным как средние взвешенные с учетом площади каждого района.

### С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Сезонные расчетные величины

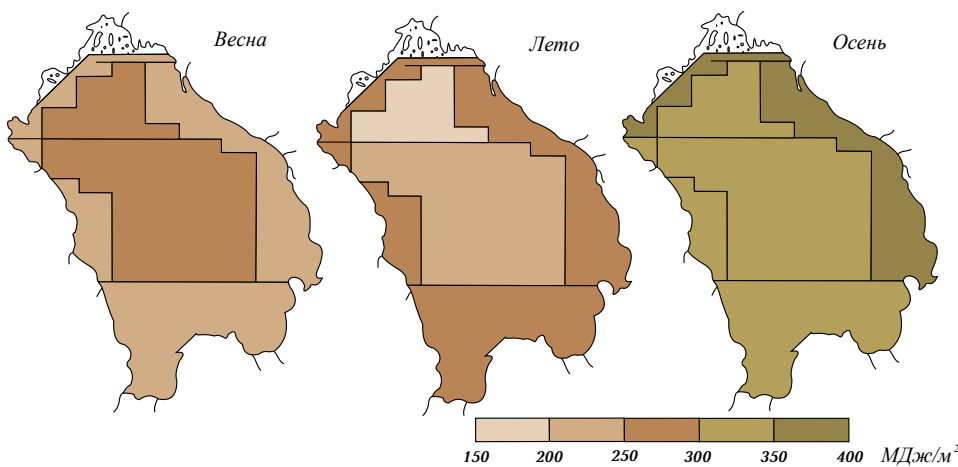


МДж/м² Годовой ход

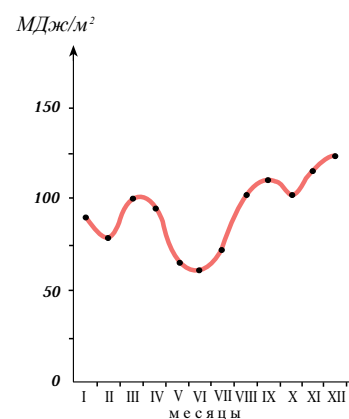


### ИЗЛУЧЕНИЕ

Сезонные расчетные величины

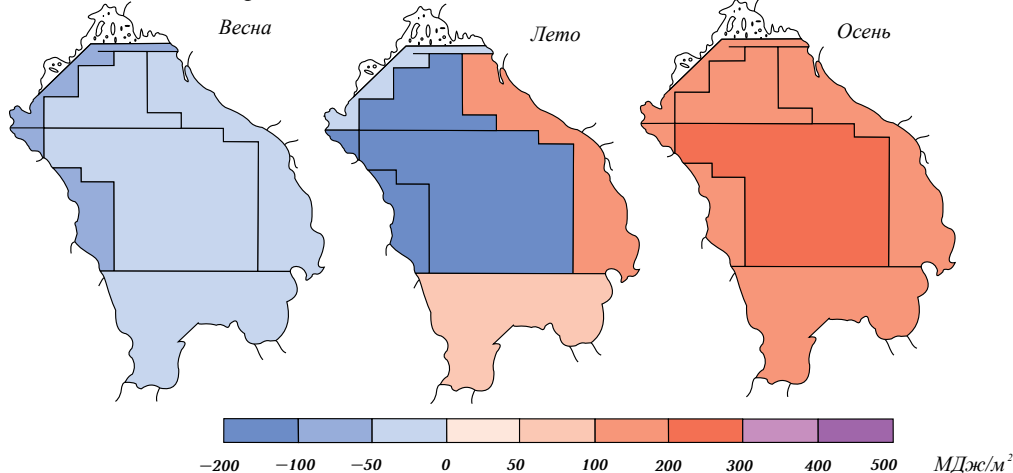


МДж/м² Годовой ход

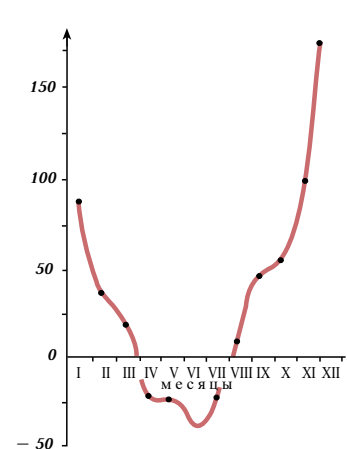


### ТЕПЛОБМЕН

Сезонные расчетные величины



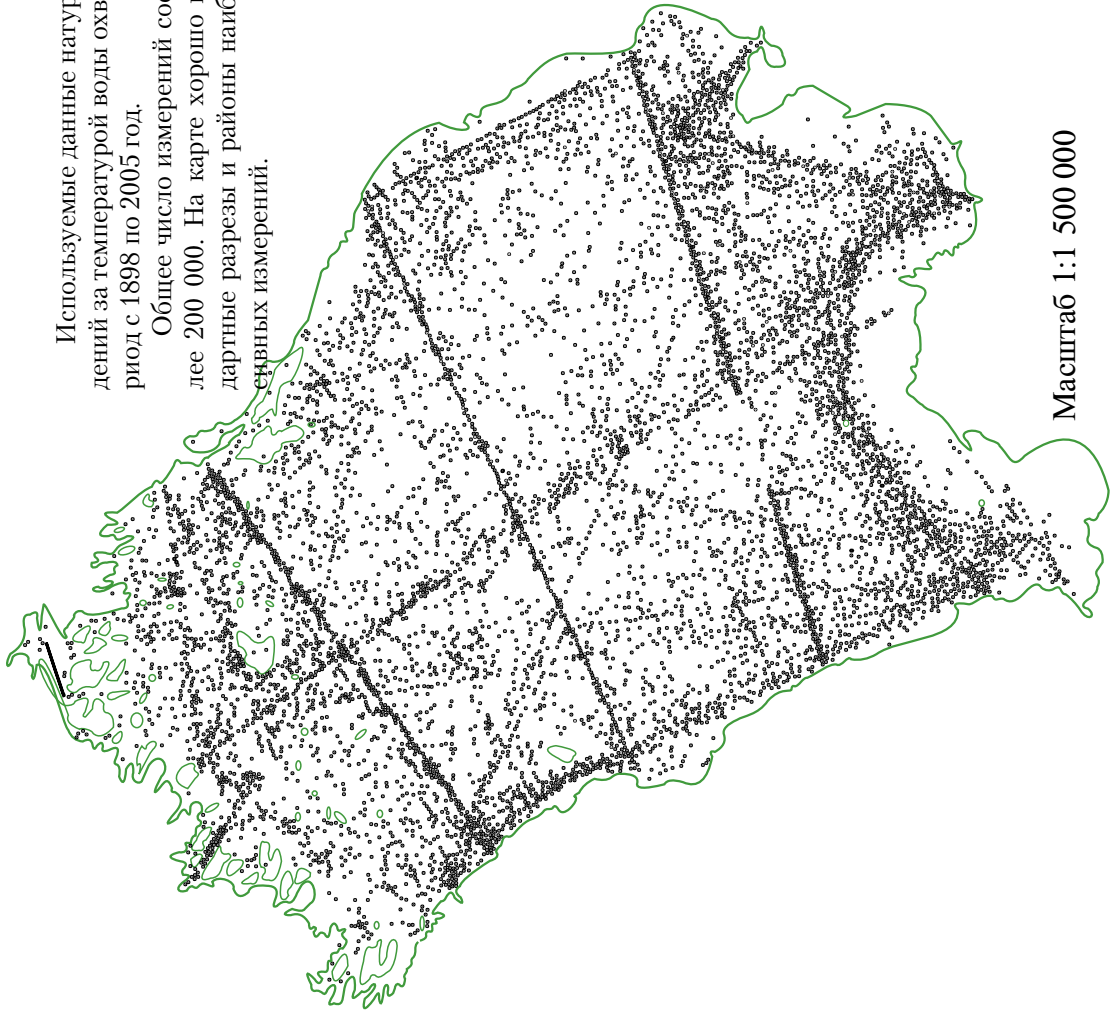
МДж/м² Годовой ход



Автор Н. П. Смирнова

## ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТАНЦИЙ НАБЛЮДЕНИЙ ПО АКВАТОРИИ ОЗЕРА

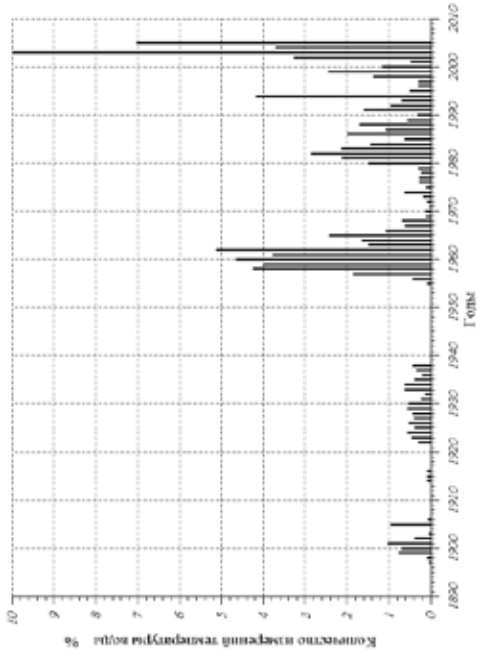


Масштаб 1:1 500 000

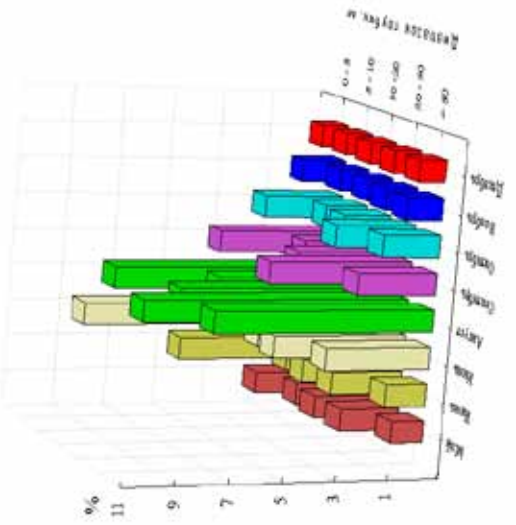
Используемые данные натуральных наблюдений за температурой воды охватывают период с 1898 по 2005 год.

Общее число измерений составляет более 200 000. На карте хорошо видны стандартные разрезы и районы наиболее интенсивных измерений.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА НАБЛЮДЕНИЙ ПО ГОДАМ



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА  
НАБЛЮДЕНИЙ ПО МЕСЯЦАМ  
И ДИАПАЗОНАМ ГЛУБИН

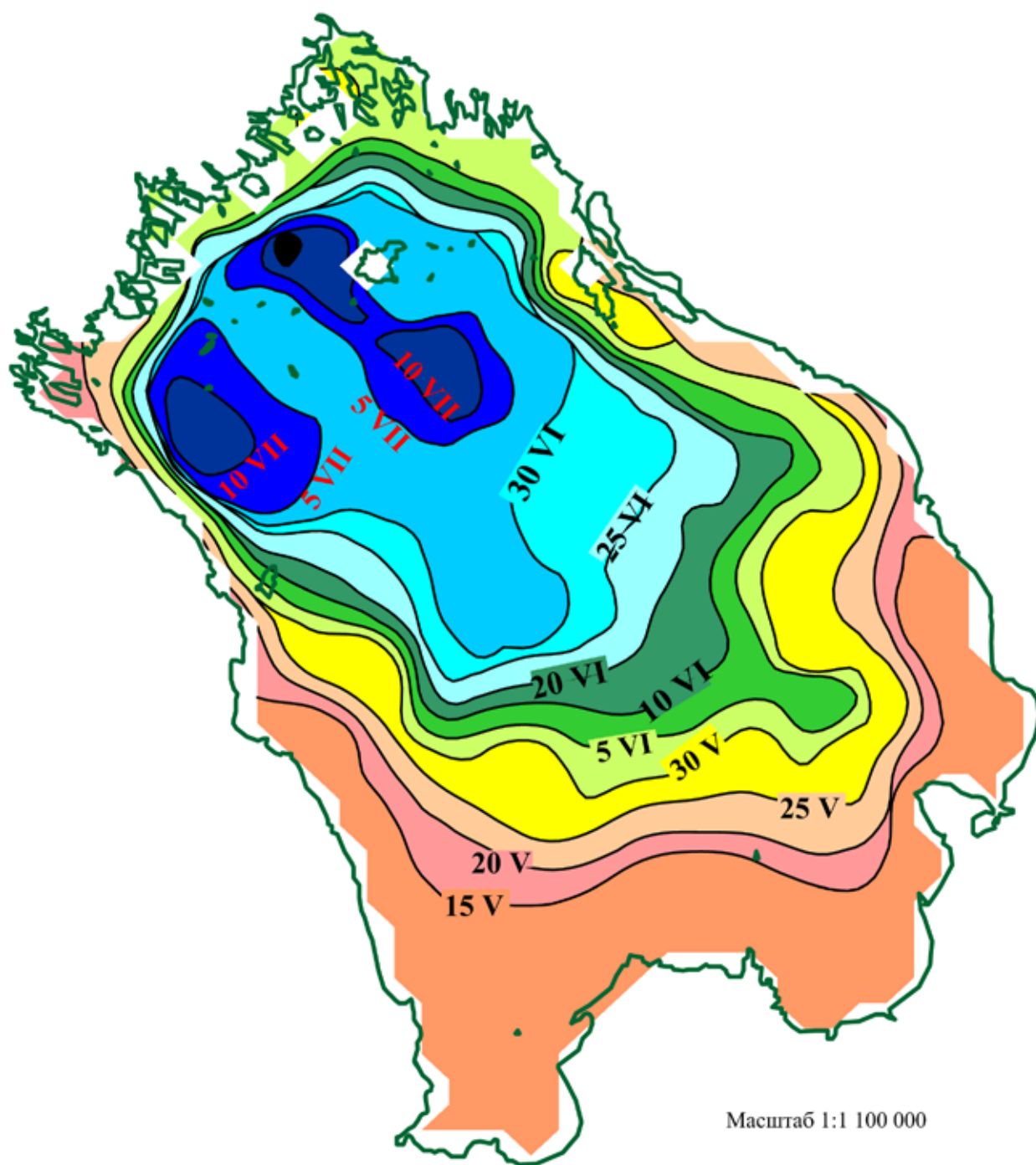




### СРЕДНЕЕ МНОГОЛЕТНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ ВЕСЕННЕГО ФРОНТАЛЬНОГО РАЗДЕЛА (ТЕРМОБАРА) ИЗОТЕРМЫ 4 °С НА ПОВЕРХНОСТИ ОЗЕРА

В Ладожском озере, как и в других крупных озерах умеренной климатической зоны, дважды в год при весеннем нагревании и осеннем охлаждении образуется термическая фронтальная зона (термобар). Образование фронтальной зоны связано с максимумом плотности пресной воды при 4 °С. Весенняя фронтальная зона разделяет прибрежные стратифицированные по плотности воды от центральнозерных

изотермических. Весенняя фронтальная зона характеризуется большими горизонтальными градиентами температуры поверхности воды со стороны стратифицированной воды. Фронтальная зона при весеннем нагревании озера продвигается от прибрежных мелководий к зоне максимальных глубин. Скорость этого продвижения варьируется от 0,05 до 1,5 км в сутки в зависимости от уклона дна.

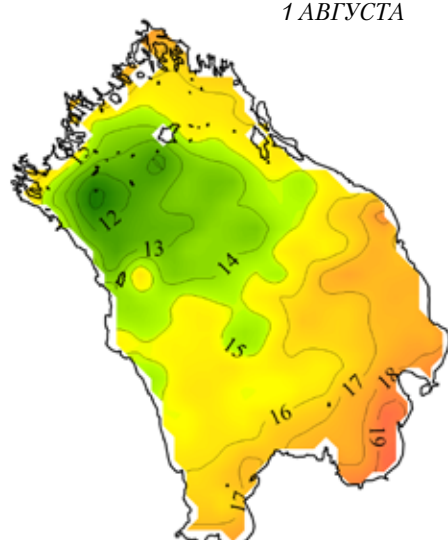
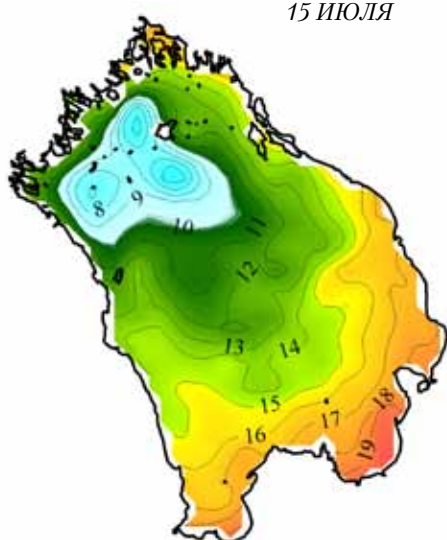
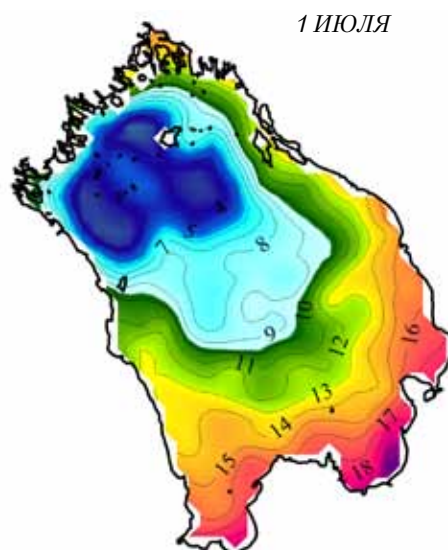
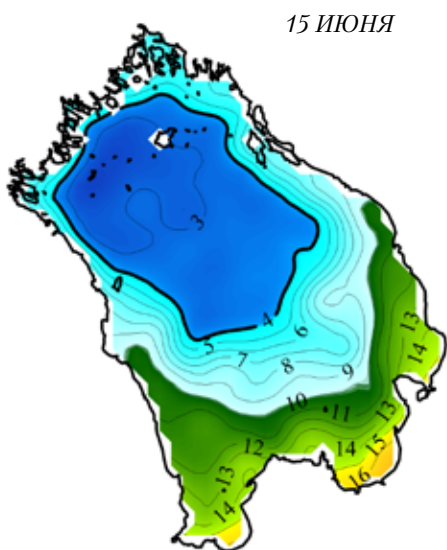
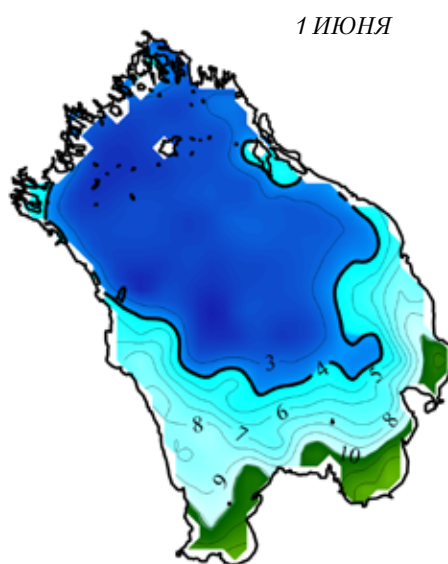
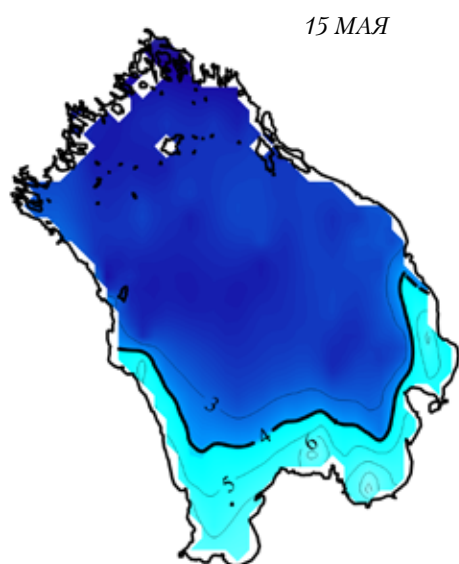


Авторы М.А. Науменко, С.Г. Каретников, В.В. Гузиватый

### СРЕДНЕЕ МНОГОЛЕТНЕЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ОЗЕРА

Для построения пространственного распределения температуры поверхности воды использованы результаты натуральных измерений, общее число которых составило более 25 тысяч. Поверхность

озера была разделена на 235 квадратов со сторонами 10' по долготе и 5' по широте, что соответствует стороне квадрата, равной 10 км. Для каждого квадрата была найдена функциональная зависимость



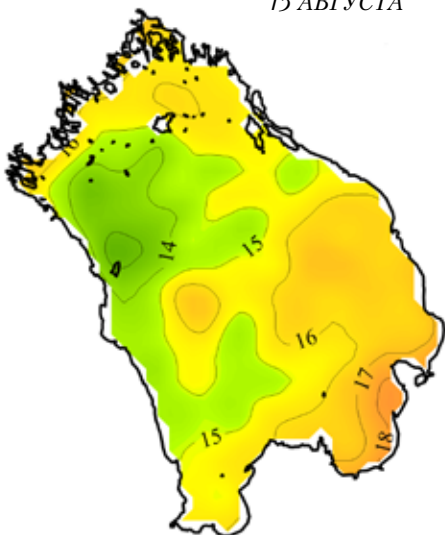
сезонного изменения температуры воды, с помощью которой на любую дату можно получить среднюю температуру поверхности воды каждого квадрата.

В результате анализа было выявлено, что средняя величина коэффициента детерминации для

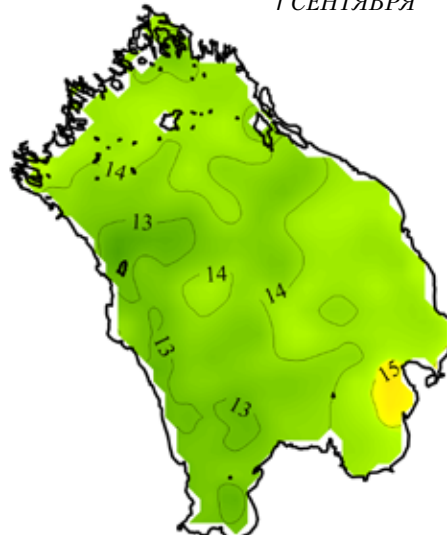
235 квадратов получилась, равной 0,72, при этом только в 5% случаев он был менее 0,5.

Построение пространственного распределения температуры поверхности воды озера осуществлялось путем интерполирования полученных данных в узлы сетки с шагом 5' по долготе и 2,5' по широте.

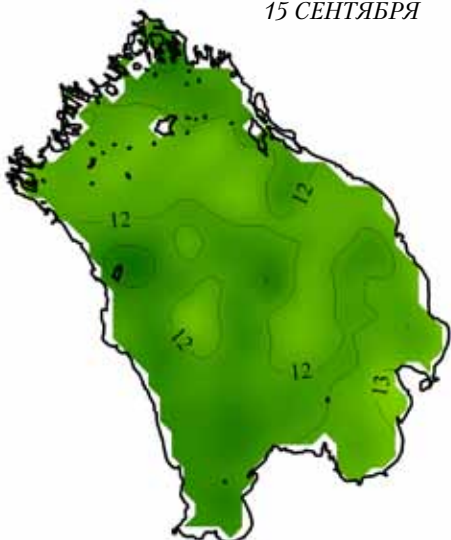
15 АВГУСТА



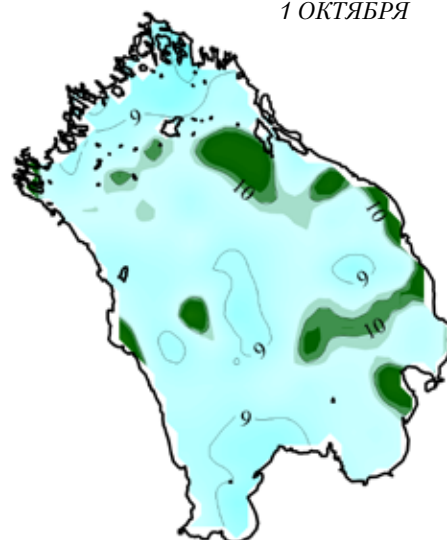
1 СЕНТЯБРЯ



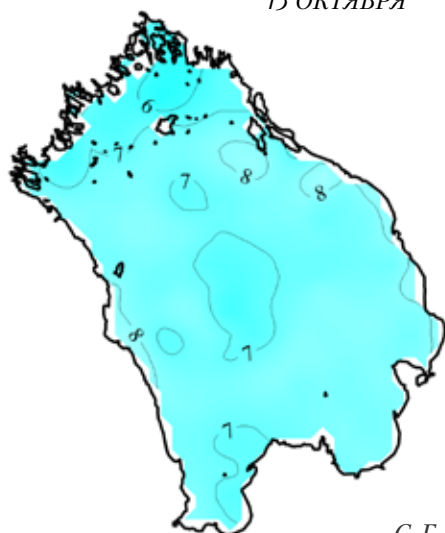
15 СЕНТЯБРЯ



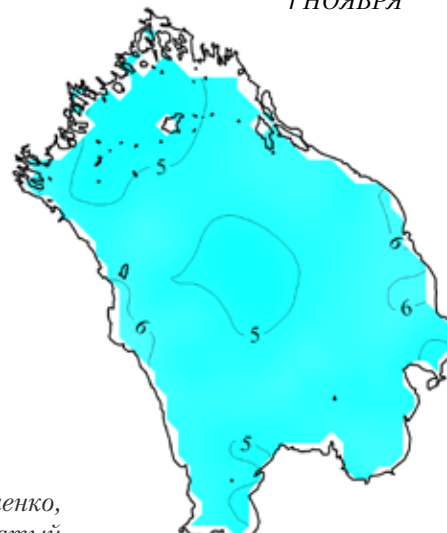
1 ОКТЯБРЯ



15 ОКТЯБРЯ



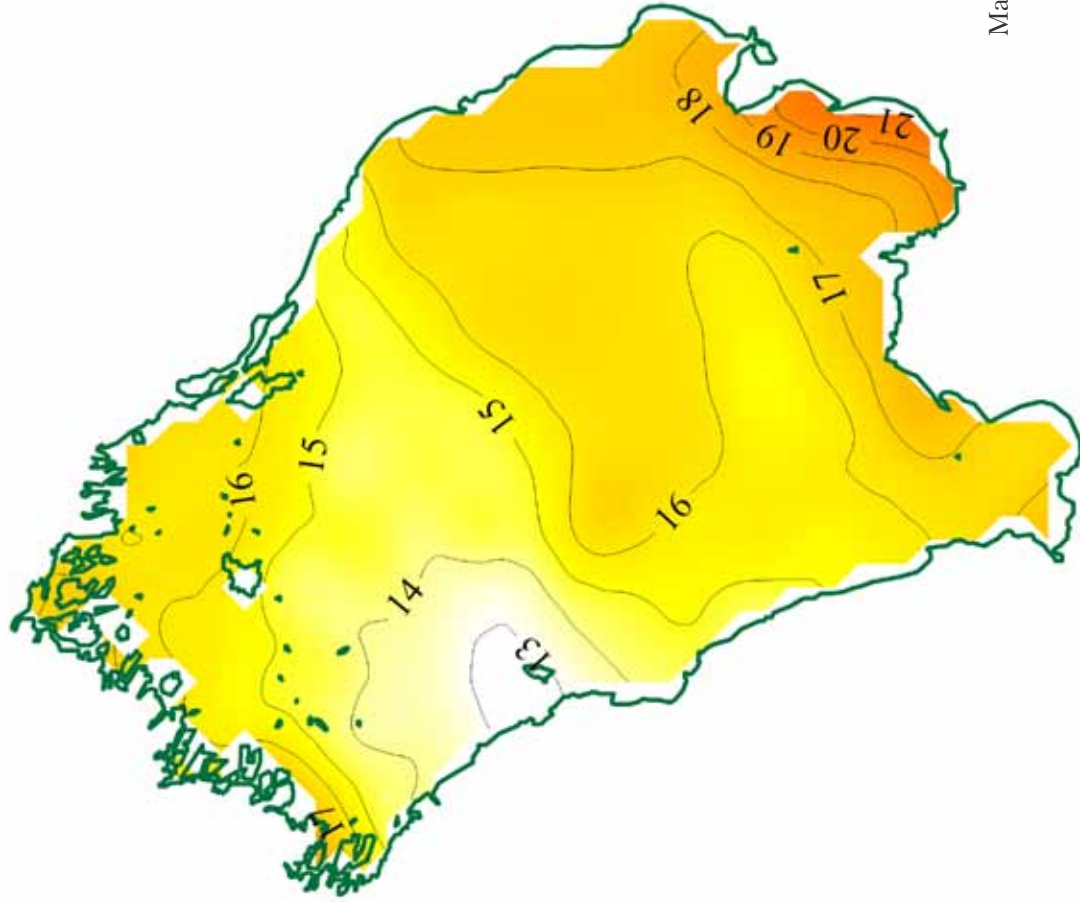
1 НОЯБРЯ



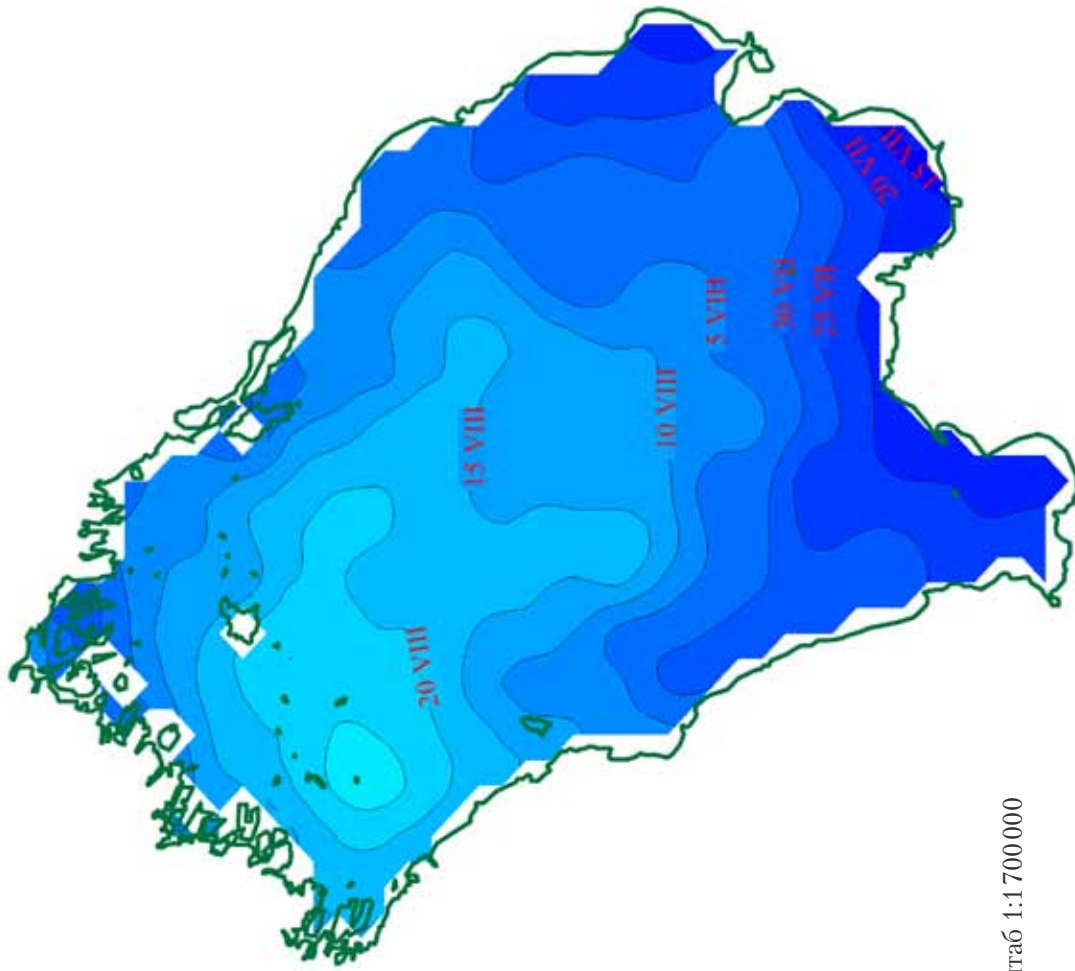
Авторы М. А. Науменко,  
С. Г. Каретников, В. В. Гузиватый



**МАКСИМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ**



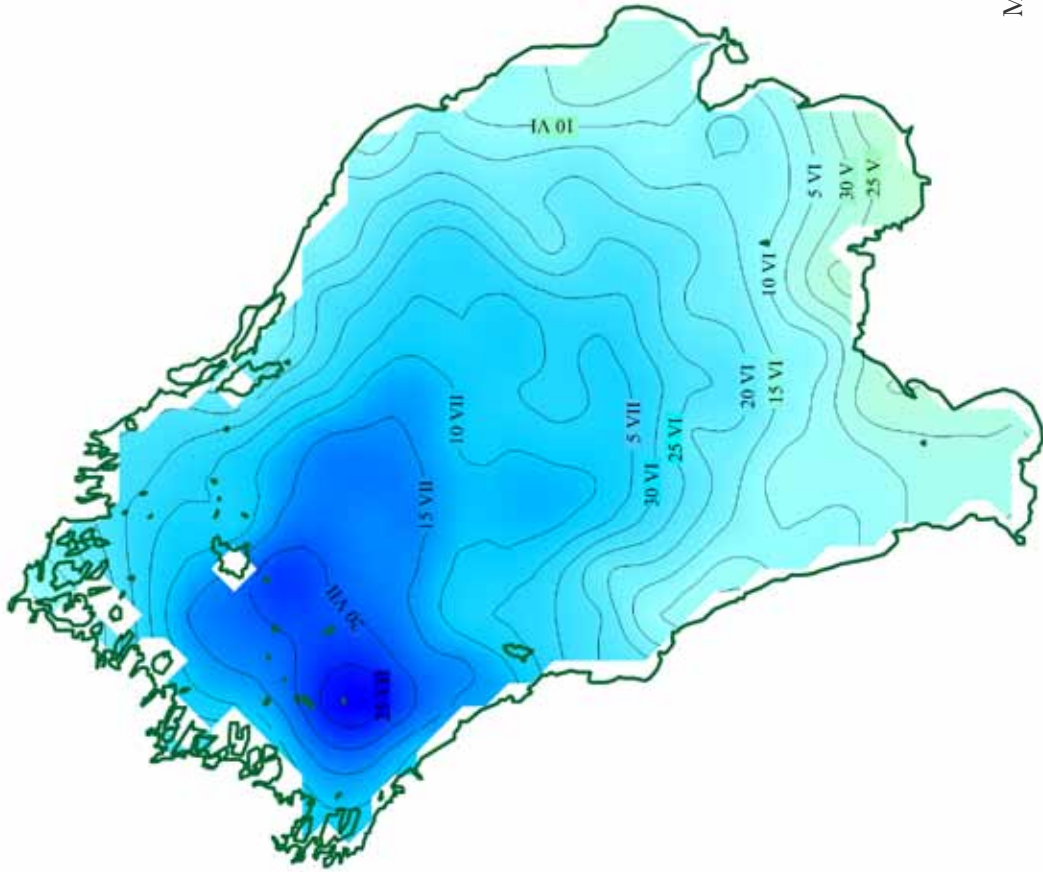
**ДАТЫ НАСТУПЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ**



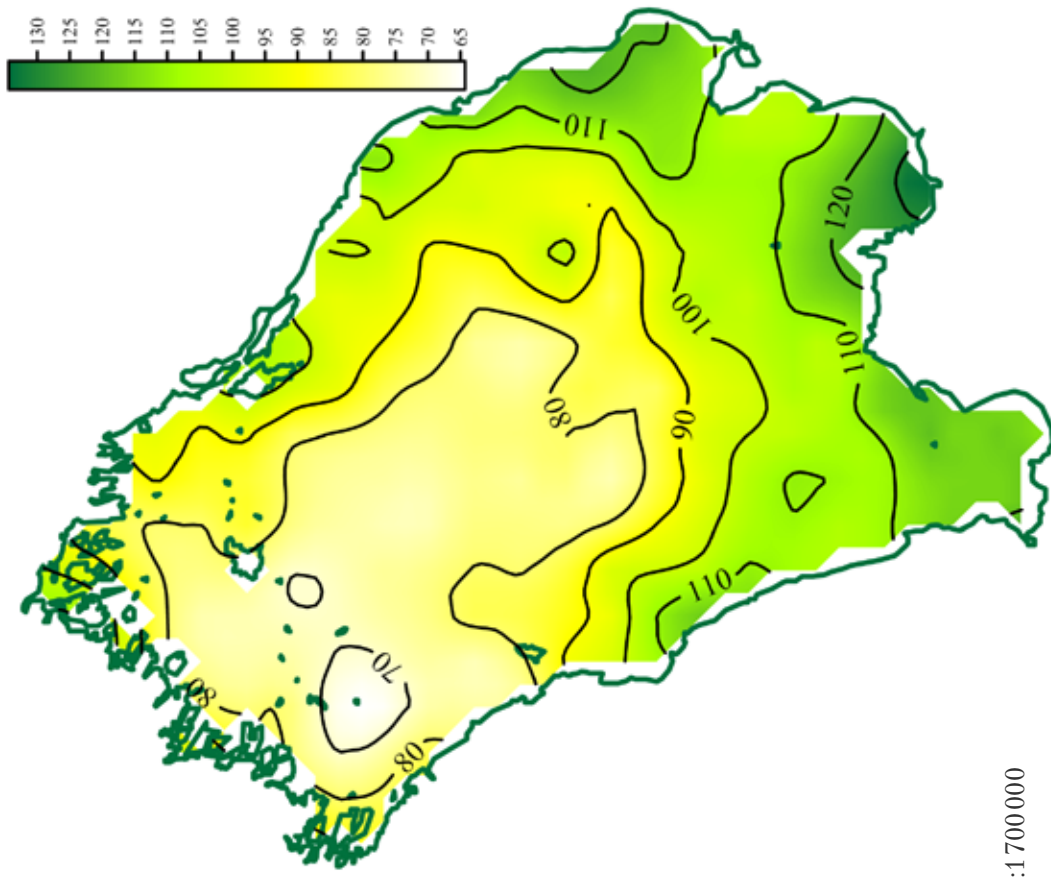
Масштаб 1:1 700 000

Максимальные температуры поверхности воды и даты их возникновения характеризуют переход от нагревания поверхности к её охлаждению, к условиям свободной конвекции. Эти значения определены из аналитических зависимостей сезонного изменения температуры.

**ДАТЫ НАЧАЛА «БИОЛОГИЧЕСКОГО ЛЕТА»  
НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**



**ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ «БИОЛОГИЧЕСКОГО ЛЕТА» (В СУТКАХ)  
НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**



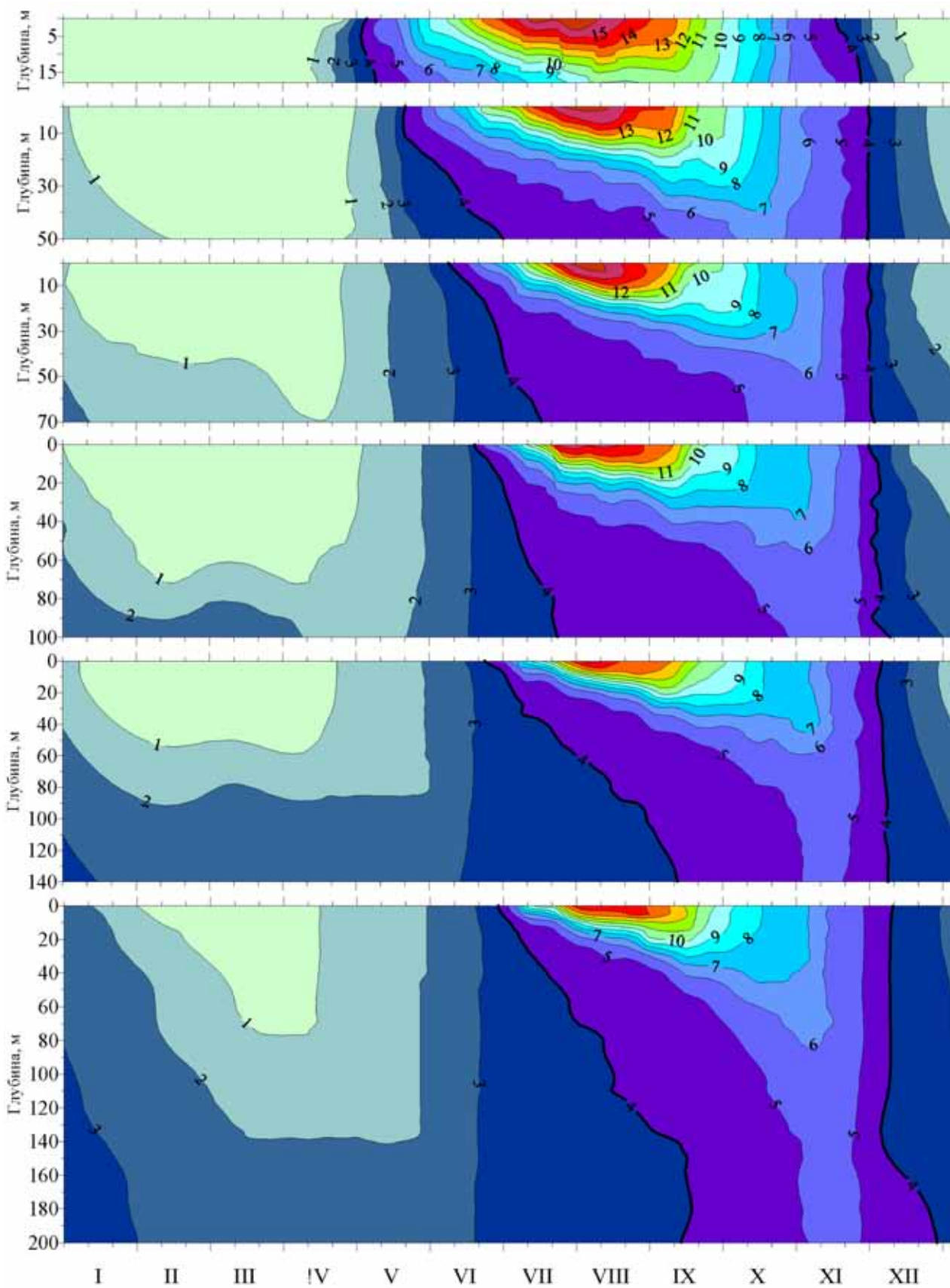
Масштаб 1:1 700 000

Пространственное распределение температуры поверхности воды определяет стадии развития биологических сообществ. Период, когда температуры поверхности воды больше 10 °С, принято называть «биологическим летом». На схемах представлены изохроны начала и продолжительности «биологического лета» в поверхностном слое воды.

*Авторы М.А. Науменко, С.Г. Каретников, В.В. Гузиватый*

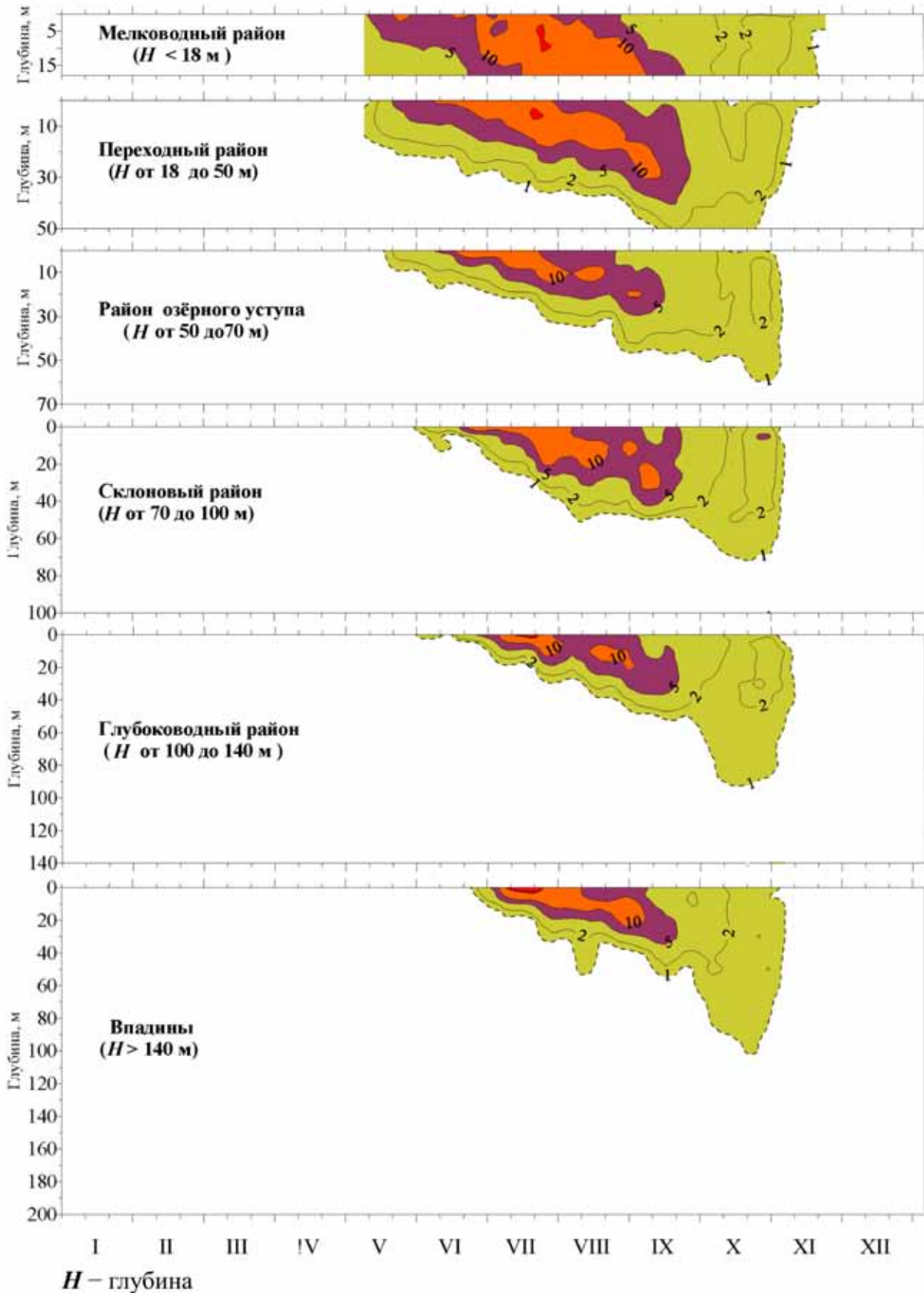


**ГODOVЫЙ ХОД ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ  
ДЛЯ ШЕСТИ ЛИМНИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**



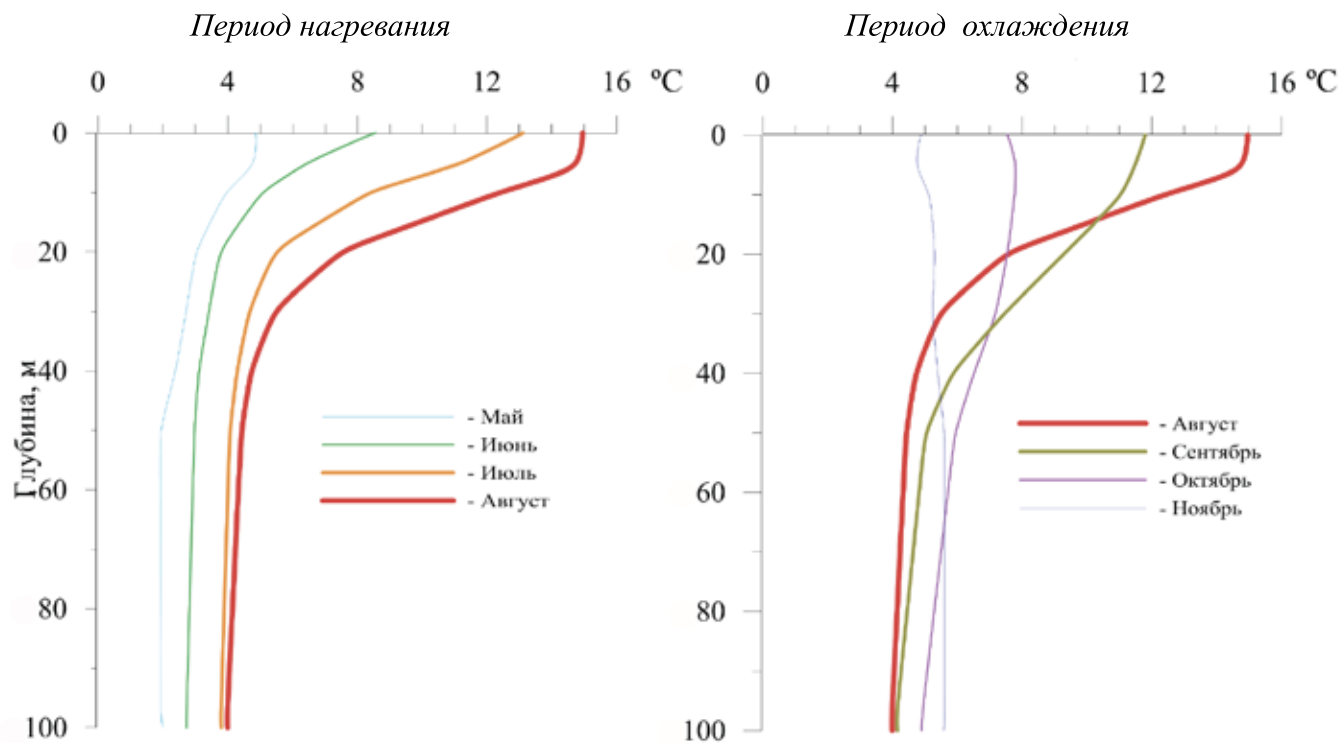
*Авторы М.А. Науменко, В.В. Гузиватый, С.Г. Каретников*

**ГОДОВОЙ ХОД ДИСПЕРСИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ  
ДЛЯ ШЕСТИ ЛИМНИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**

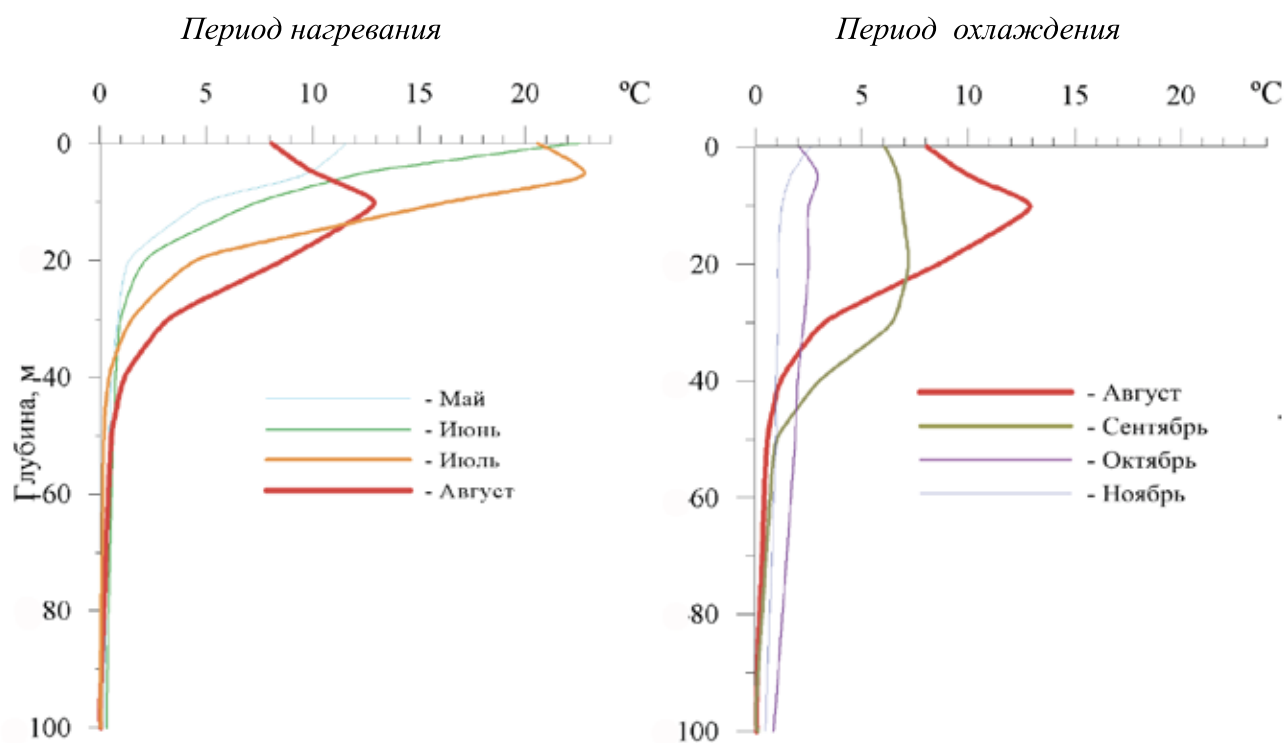


Авторы М.А. Науменко, В.В. Гузиватый, С.Г. Каретников

**ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕМЕСЯЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ  
ДЛЯ ПЕРИОДА НАГРЕВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ**

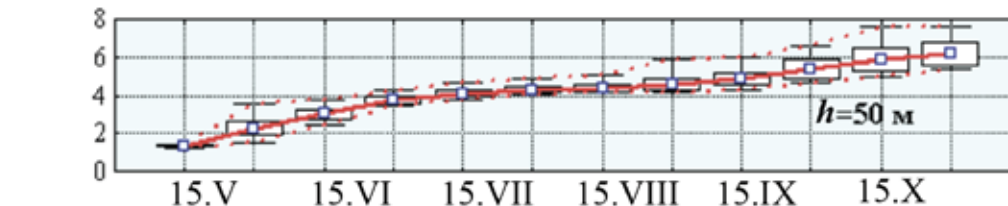
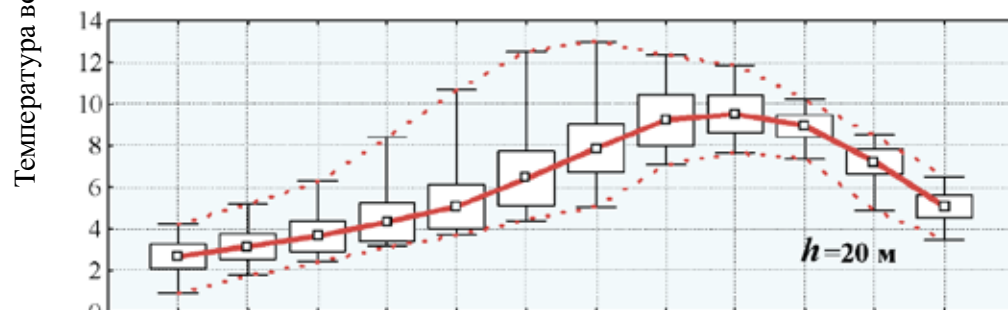
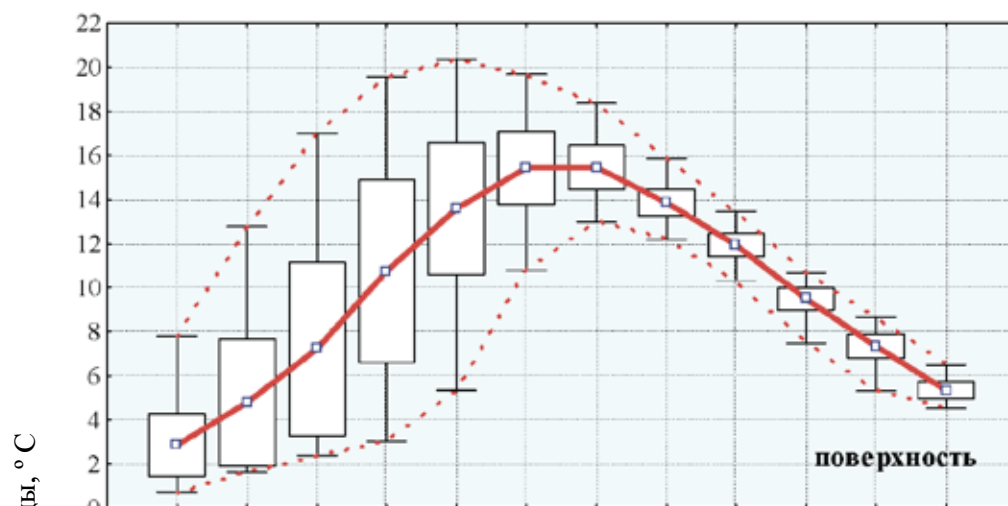
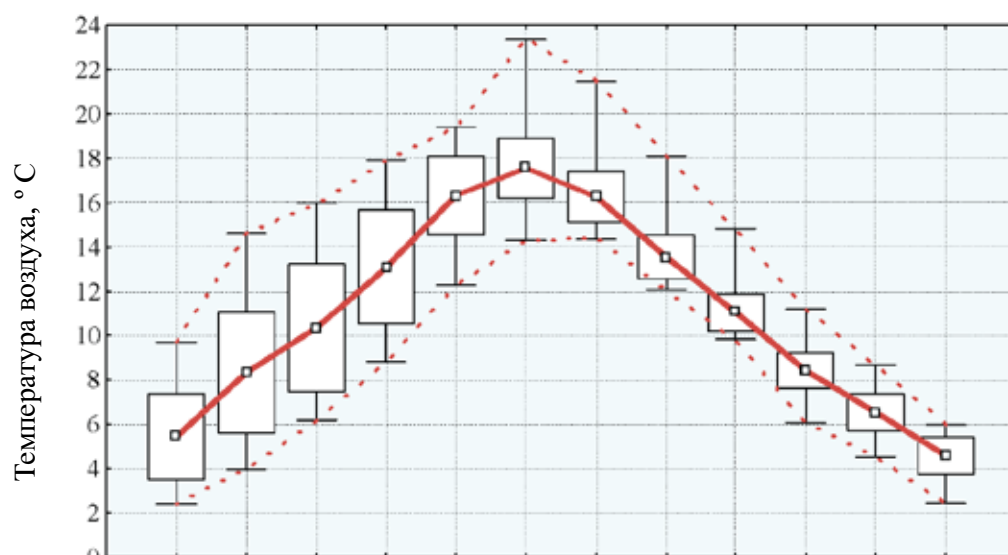


**ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕМЕСЯЧНОЙ ДИСПЕРСИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ  
ДЛЯ ПЕРИОДА НАГРЕВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ**



Авторы М.А. Науменко, В.В. Гузиватый, С.Г. Каретников

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ  
НА ГОРИЗОНТАХ 0, 20, 50 М В ЛАДОЖСКОМ ОЗЕРЕ**



Среднее   
 Ср. квдр. отклонение   
 Мин-Макс.

$h$  — горизонт

Авторы М.А. Науменко,  
В.В. Гузиватый, С.Г. Каретников

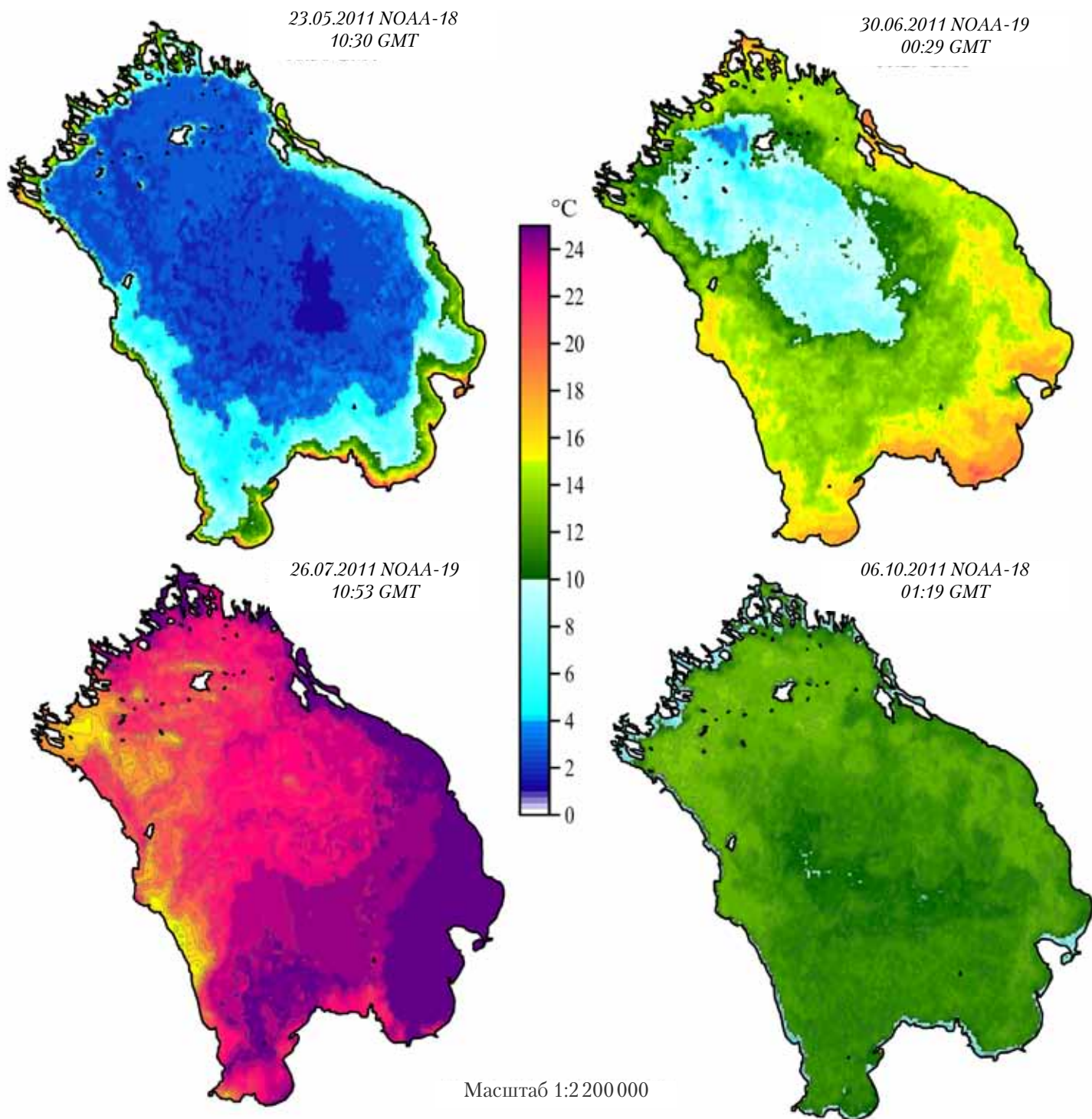


### ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Примеры обработанных по программе ИКИ РАН спутниковых изображений температуры поверхности воды (ТПВ). Значения ТПВ (°C) рассчитываются по двум тепловым (4 и 5) каналам, суша и облачность маскируются видимым (2) каналом спутников серии NOAA. Пространственное разрешение снимков 1 км.

На представленных снимках можно проследить сезонную эволюцию ТПВ. Весной акватория,

занятая однородной водой с температурой ниже 4 °C сокращается от практически всей площади озера до небольшой акватории над самым глубоким районом озера. В период максимальных значений ТПВ (июль – август) пространственная однородность ТПВ может нарушаться апвеллингами. В период осеннего охлаждения воды горизонтальные различия ТПВ исчезают.



Авторы М.А. Науменко, С.Г. Каретников



## ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ

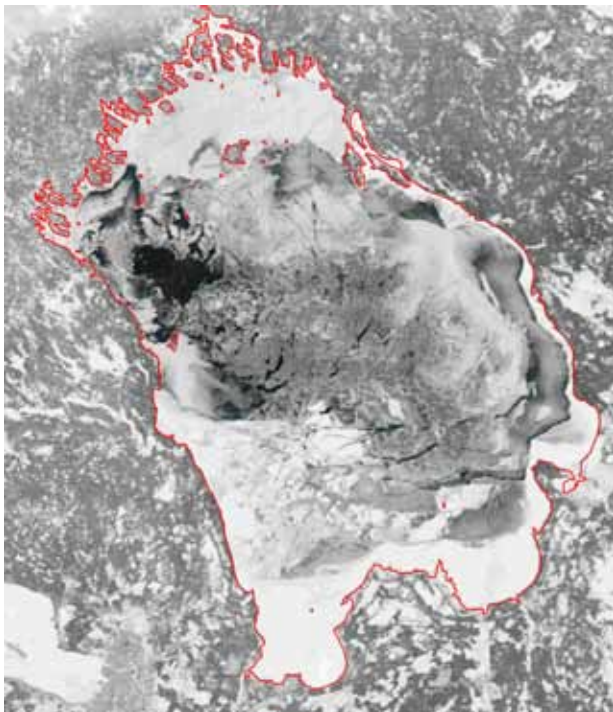
Ледовый режим Ладожского озера характеризуется рядом особенностей, обусловленных атмосферной циркуляцией на Северо-Западе России, обширностью площади водоема, большими запасами тепла его водной массы и постоянным воздействием ветра различных направлений. Представленные на картах, графиках и диаграммах закономерности замерзания, ледостава и вскрытия озера установлены по материалам многолетних наблюдений на 6 гидрологических постах Северо-Западного управления Росгидромета (о. Валаам, о. Сухо, Осиновец, Приозерск, Сторожно, Устье), по данным ледовых авиаразведок 1944–1990 гг. и спутниковых съемок 1971–2010 гг. с использованием исследований И.В. Молчанова [3], П.Л. Медреса [24], А.И. Тихомирова [25], А.Н. Чижова, В.В. Бородулина [26]. От трех с половиной до шести месяцев в году все процессы, протекающие в Ладожском озере, в той или иной форме связаны с условиями ледового режима, характеризующегося большой изменчивостью многих параметров в многолетнем цикле, длительностью периода от появления начальных видов ледяных образований до формирования сплошного ледяного покрова по всей акватории водоема и нередко

неполным покрытием его льдом. Замерзание озера продолжается обычно около 2,5 месяцев и распространяется концентрически от берегов к середине водоема в сроки, приведенные на схеме 1. В зависимости от сумм отрицательных температур воздуха изменяется соотношение нарастания припая и общей покрытой льдом площади озера (граф. 2). Изменение степени покрытия озера льдом в зависимости от суровости зимы, а также статистические характеристики этого процесса приведены на графике 3.

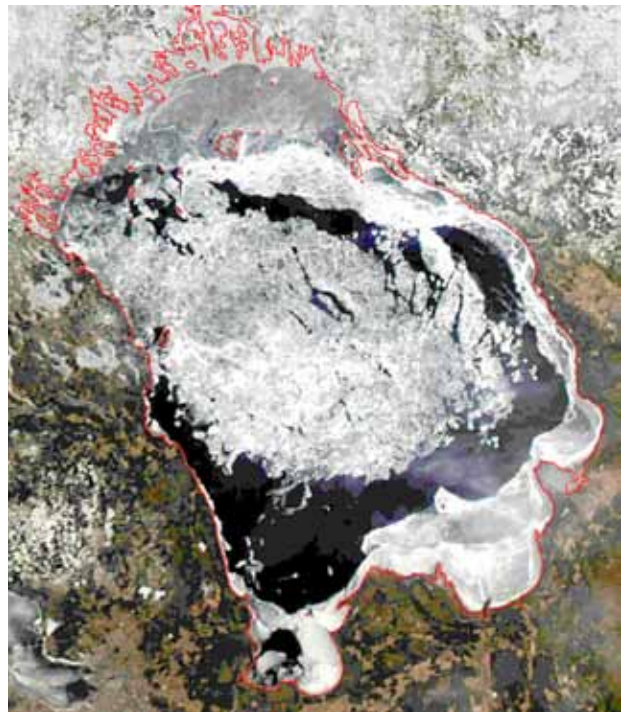
По результатам комплексных исследований 1982–1987гг. построена характерная картина распределения толщины ледяного покрова по всему озеру при полном замерзании его для средней по суровости и холодной зимы, представленная на схемах 4 и 5. Вскрытие озера протекает в последовательности, обратной порядку замерзания его (схема 6). Сроки вскрытия, приведенные на схеме 6, могут быть скорректированы в зависимости от характера весны по графику 7. Основная масса ладожского льда тает непосредственно в озере, а рекой Невой выносится лишь его незначительная часть — от 1% до 5%.

Сведенные в единый график 8 изменения степени покрытия озера льдом демонстрирует широкий

### ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА СО СПУТНИКА MODIS С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ 250 М (ВИДИМЫЙ ДИАПАЗОН)



10 февраля 2007 г.



24 марта 2007 г.

Масштаб 1:2 000 000

Для характеристики ледового режима в настоящее время используется спутниковая информация в видимом, тепловом и радиодиапазоне различного пространственного разрешения от 1 км (NOAA), 250 м (MODIS) до нескольких метров для спутников (LANDSAT).

На снимках белым цветом отображается заснеженный неподвижный припай, серым цветом — трещиноватый плавучий лед, черным — открытая вода.

диапазон ледовых условий за зимы с 1944 по 2010 гг. Изменения за все зимы сроков появления первых (график 9б) и исчезновения последних (график 9а) компактных скопления льда, определяемых дистанционными методами, а также общей

продолжительности (график 9в) и продолжительности полного покрытия (график 9г) озера льдом в силу малости коэффициента детерминации ( $R^2$ ) не указывают на наличие устойчивых трендов, на графиках обозначенных штриховыми линиями.

### СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРОКОВ НАСТУПЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФАЗ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА

Характеристика	Первый лед	50 % при замерзании	95 % при замерзании	95 % при вскрытии	50 % при вскрытии	Последний лед
Средняя дата	25 ноября	14 января	3 февраля	1 апреля	20 апреля	14 мая
Стандартн. ошибка, сут	2,0	2,8	2,2	3,0	2,8	1,2
Медианная дата	25 ноября	12 января	5 февраля	4 апреля	28 апреля	14 мая
Ст.отклонение, сут	17,4	19,7	16,8	23,1	19,7	9,4
Самая ранняя дата	24/10/93	09/12/02	24/12/56	30/01/74	22/01/89	20/04/50 20/04/08
Самая поздняя дата	07/01/07 07/01/12	15/03/95	10/03/52	10/05/85	20/05/56	30/05/56
Диапазон, сут	75	97	76	100	118	40
Общее кол. лет	69	67	55	56	67	71

Таблица составлена по данным более 1400 самолетных и спутниковых изображений пространственного распределения льда с 1943 по 2013 г.

### СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ФАЗ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА

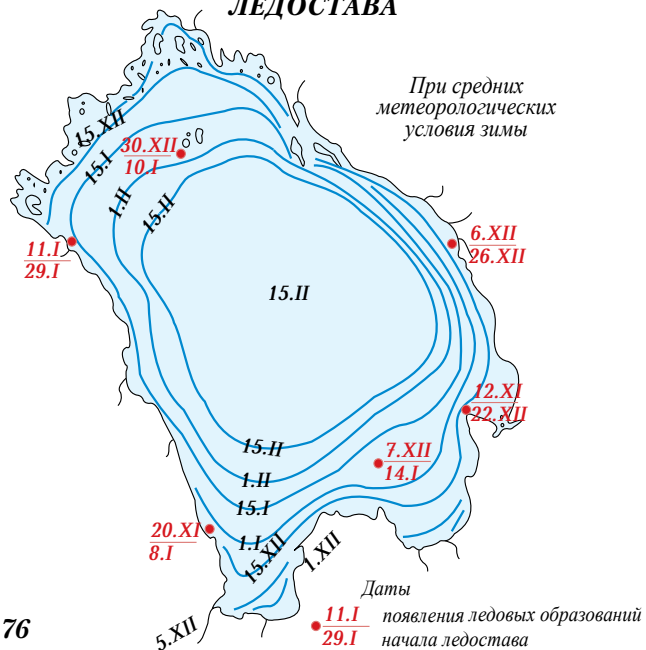
Характеристика	Продолжительность полного ледостава, суток	Общая продолжительность ледовых явлений, суток
Среднее	57	171
Стандартн. ошибка	4,3	2,6
Медиана	62	170
Ст. отклонение	31	22,3
Минимум	0 (1945, 1959, 1961, 1971, 1975, 1989, 1990, 1992, 2000, 2004, 2008, 2009, 2013)	111 (2007)
Максимум	133 (1987)	203 (1981)

\*приведенные в скобках годы относятся к годам окончания ледовых явлений.

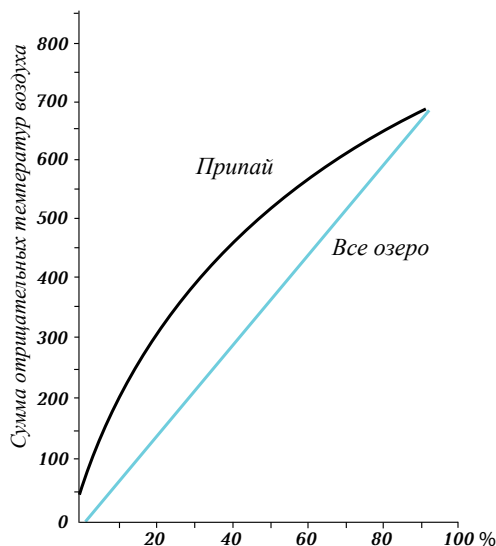
За дату первого льда принимается дата первого обнаружения устойчивого ледяного покрова припайного типа в прибрежной части озера по результатам авиаразведок и космической информации. Обычно степень покрытости озера льдом в это время не превышает 5%. За дату последнего льда принимается дата, после которой, по данным дистанционного зондирования, скопления льда уже неразличимы.

Разность между этими датами принимается за общую продолжительность ледовых явлений. За даты наступления и окончания полного ледостава принимаются даты, когда более чем 95% поверхности озера покрыто льдом, остальные 5% могут быть заняты трещинами с открытой водой. Разность между этими датами принимается за продолжительность полного ледостава.

#### 1 ХАРАКТЕРНЫЕ СРОКИ НАСТУПЛЕНИЯ ЛЕДОСТАВА

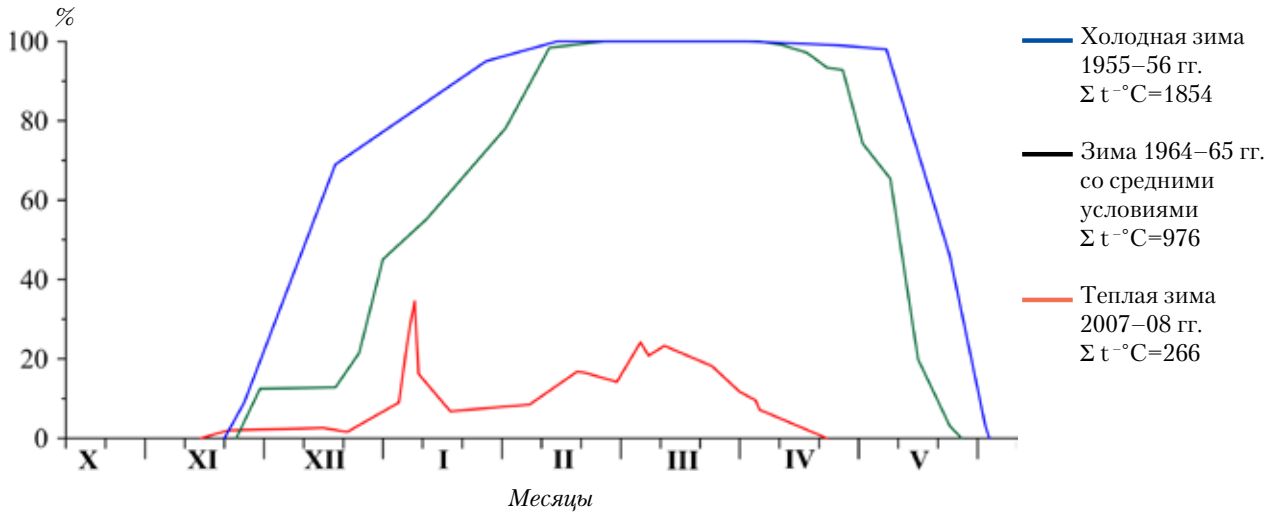


#### 2 ЛЕДОВИТОСТЬ ОЗЕРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СУММ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА В ПЕРИОД ЗАМЕРЗАНИЯ

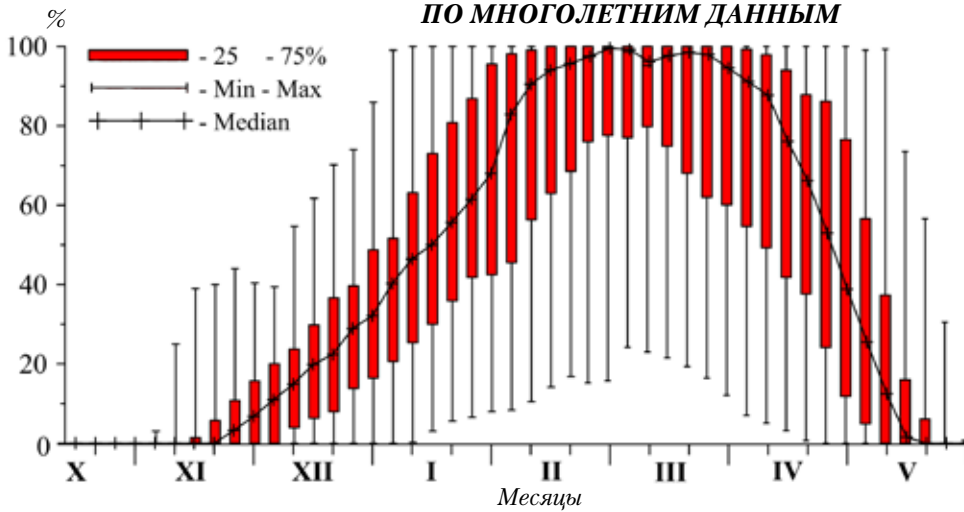


3

**ЛЕДОВИТОСТЬ ОЗЕРА В РАЗЛИЧНЫЕ ПО СУРОВОСТИ ЗИМЫ**



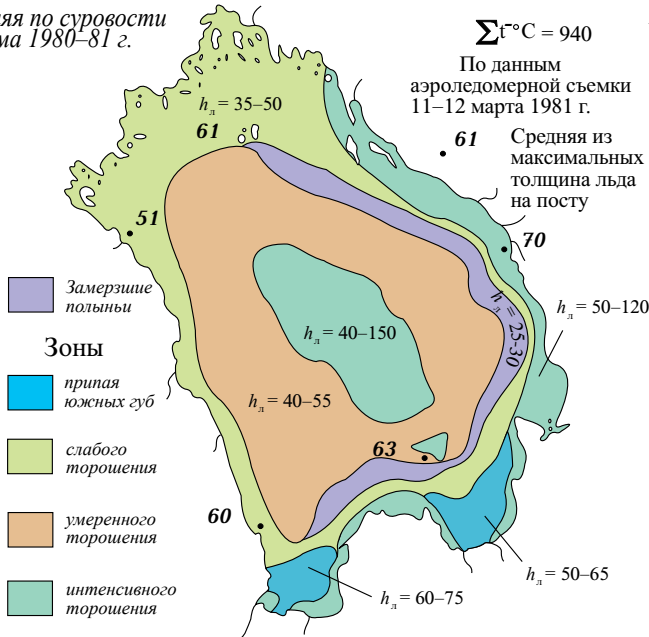
**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТОСТИ ОЗЕРА ЛЬДОМ ПО МНОГОЛЕТНИМ ДАННЫМ**



4

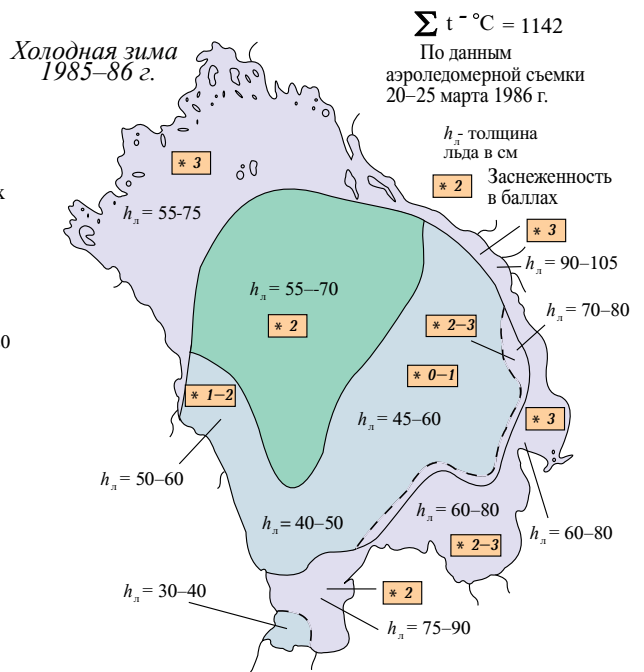
**РАЙОНИРОВАНИЕ ОЗЕРА ПО ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКЕ И ТОЛЩИНЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА (см)**

Средняя по суровости зима 1980–81 г.



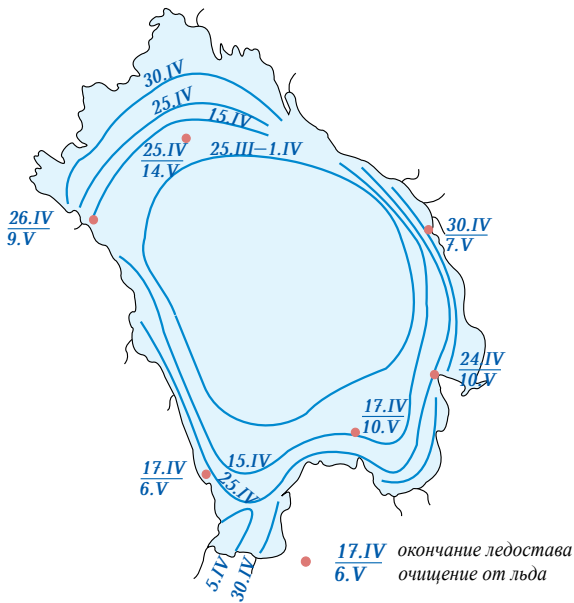
5

**ТОЛЩИНА И ЗАСНЕЖЕННОСТЬ ЛЬДА**



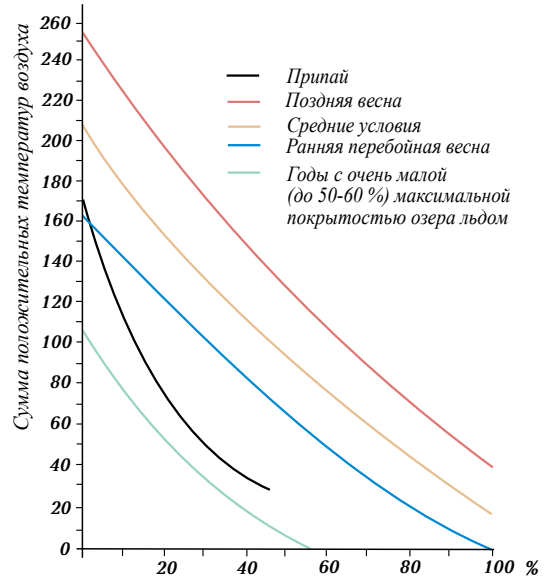
6

**ХАРАКТЕРНЫЕ СРОКИ  
ВСКРЫТИЯ ОЗЕРА**



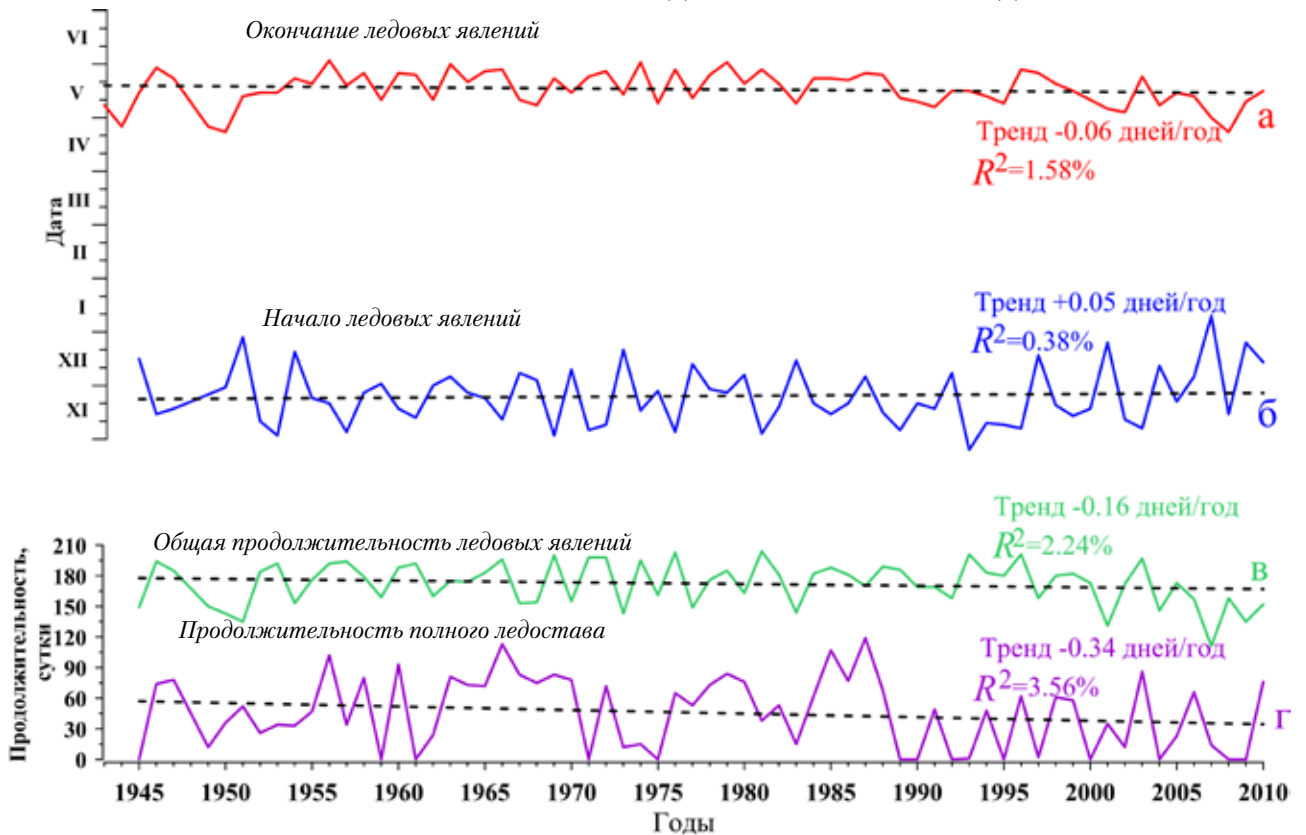
7

**ОСВОБОЖДЕНИЕ ОЗЕРА ОТ ЛЬДА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СУММ  
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ СРЕДНИХ СУТОЧНЫХ  
ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА И ХАРАКТЕРА ВЕСНЫ**



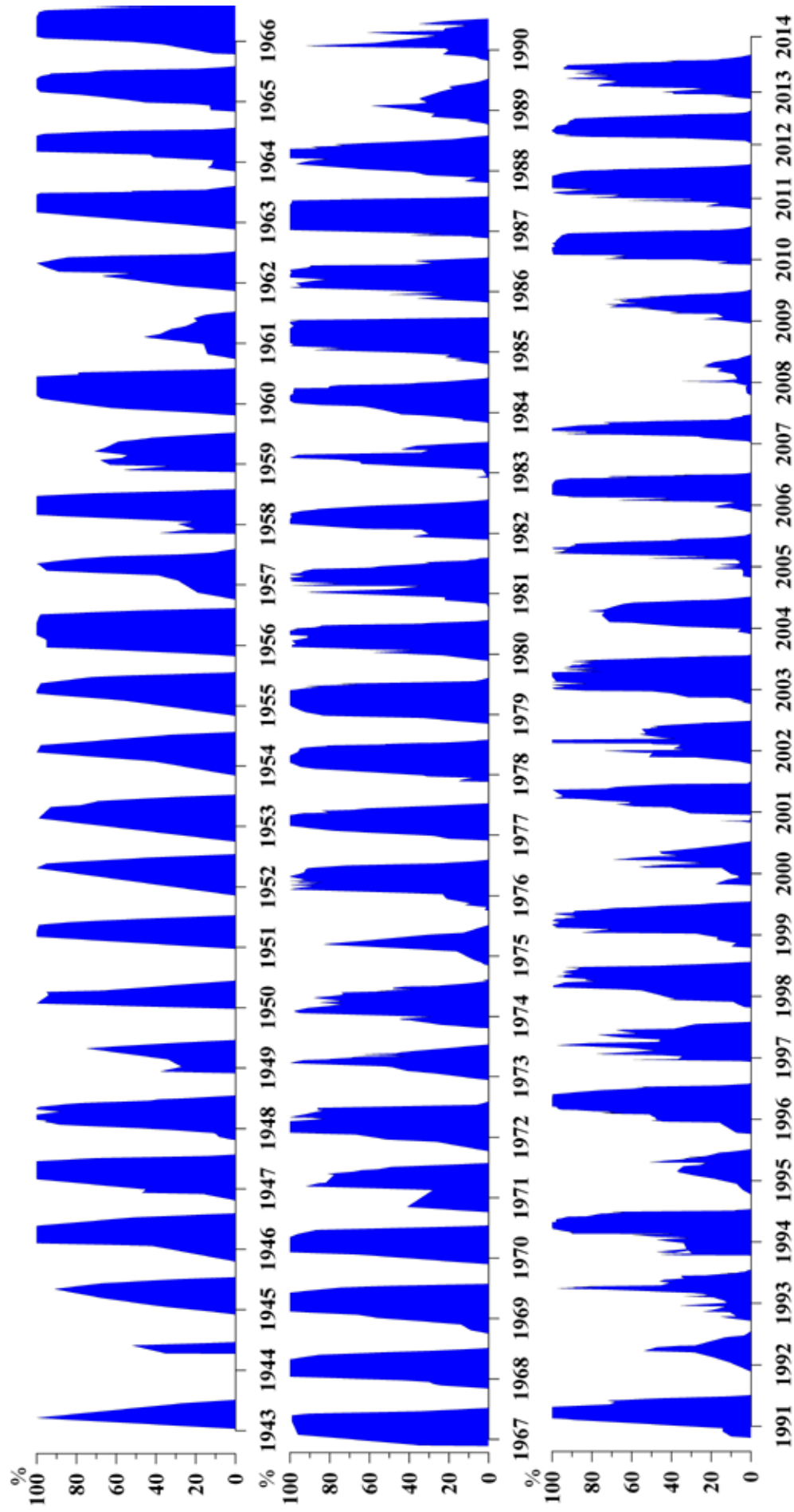
9

**МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СРОКОВ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЛЕДОВЫХ ЯВЛЕНИЙ**





## МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВИТОСТИ ОЗЕРА

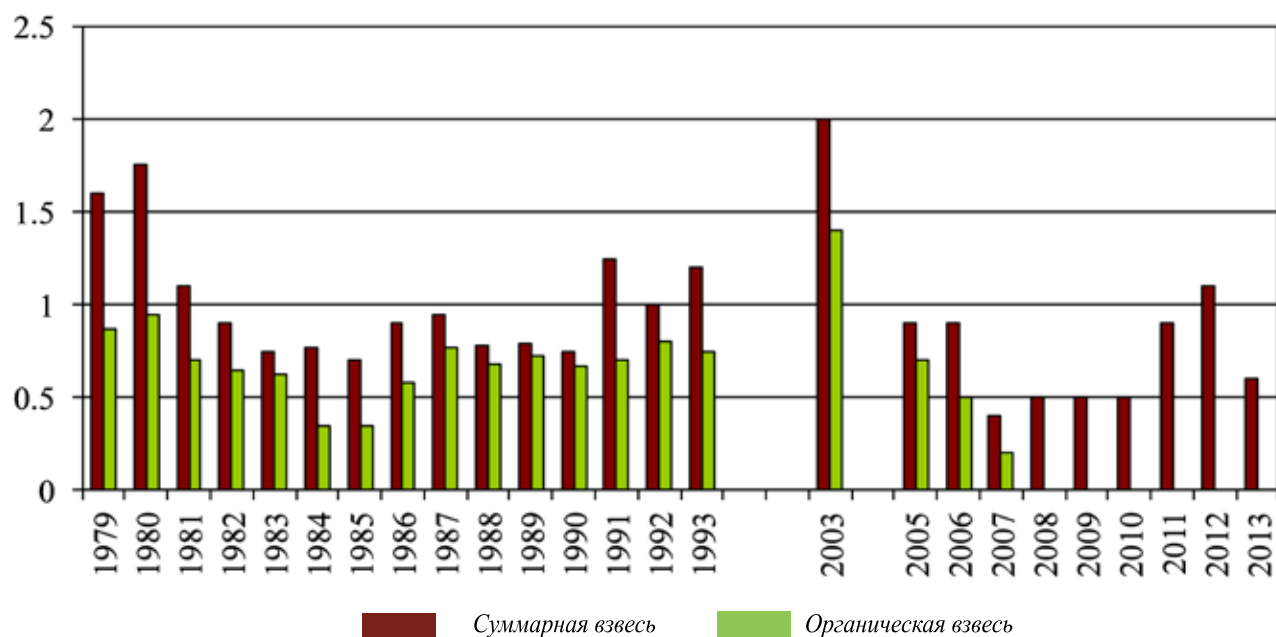


Авторы: В.В. Бородулин, С.Г. Каретников,  
В.П. Власов, М.А. Науменко, Л.К. Егоров

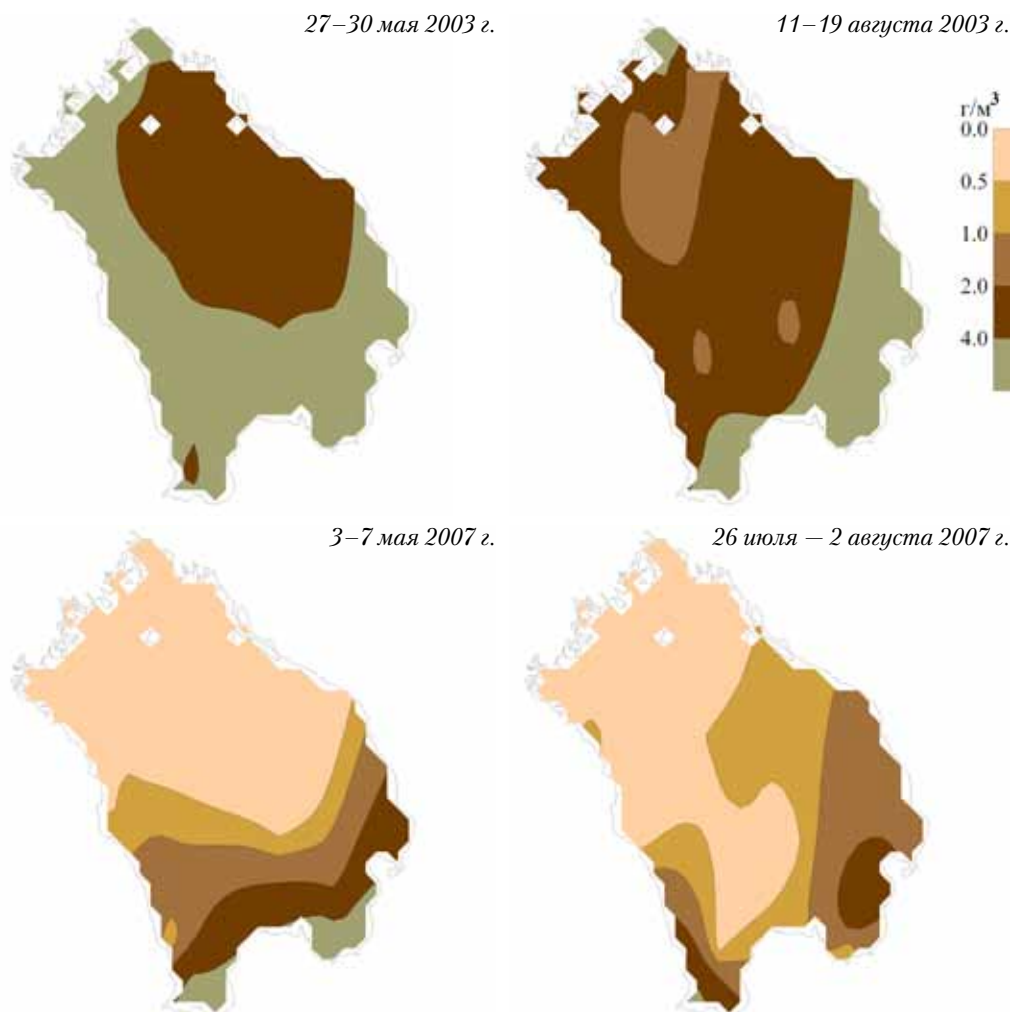




### КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЗВЕСЕЙ ЗА ПЕРИОД ОТКРЫТОЙ ВОДЫ



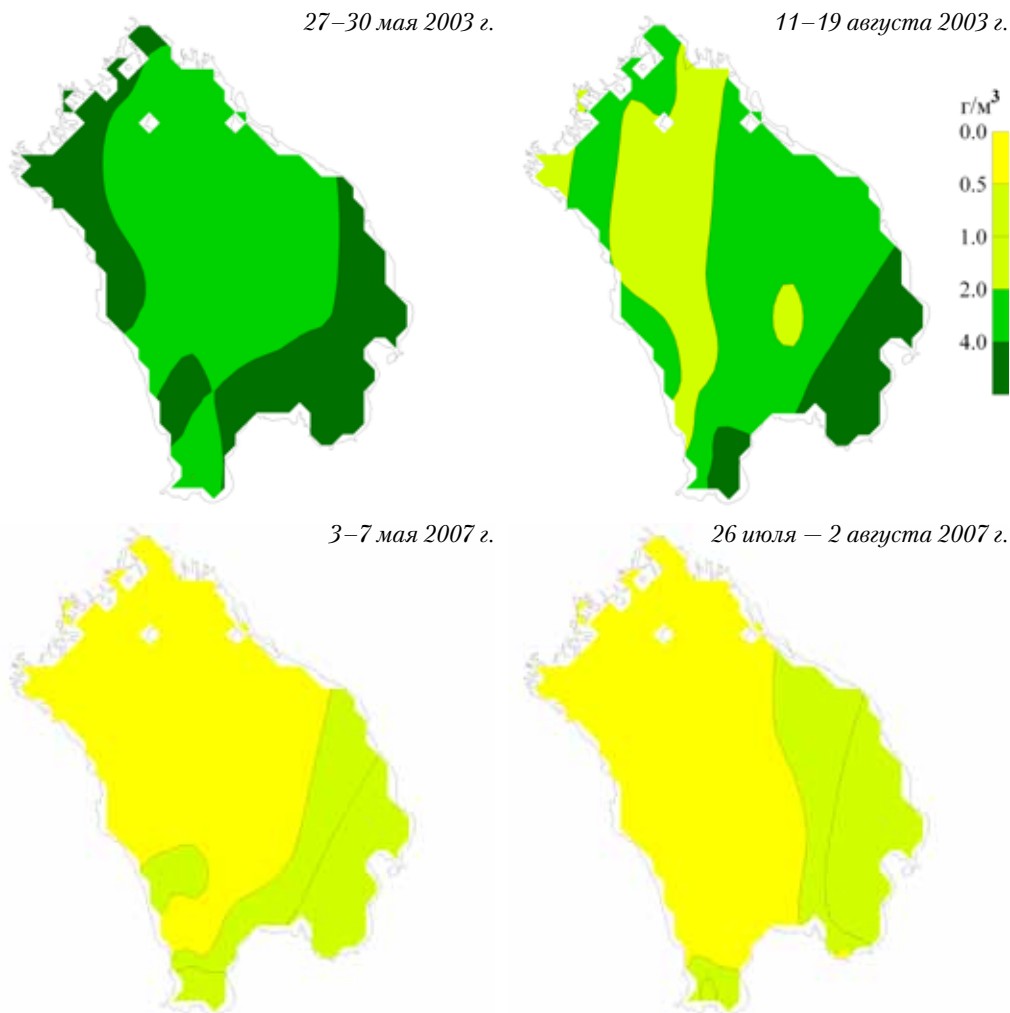
### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОЙ ВЗВЕСИ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОДЫ ВЕСНОЙ И ЛЕТОМ В 2003 И 2007 Г.



Масштаб 1:3 200 000

Авторы: Е.А. Юдин, Т.Н. Петрова

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ВЗВЕСИ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОДЫ ВЕСНОЙ И ЛЕТОМ В 2003 И 2007 Г.



Масштаб 1:3 200 000

На схемах, составленных по данным наблюдений, выполненных в период 1979–1993 гг., представлено осредненное пространственное распределение взвешенных веществ в воде озера, сохранившееся в основных чертах до настоящего времени. Также показано весеннее и летнее распределение взвеси в поверхностном слое воды в годы, когда ее концентрация была максимальной (2003 г.) и минимальной (2007 г.) для всего периода наблюдений.

Характерные для Ладожского озера резкие контрасты в распределении и содержании взвесей объясняются природой их формирования. Наибольшие концентрации, относящиеся к южной мелководной части озера, приурочены к районам стока рек Волхов и Свирь. Повышению концентрации

взвесей способствует взмучивание донных отложений на мелководье при сильных ветрах в свободный ото льда период года.

Образование взвеси в центральном и северном районах озера происходит главным образом за счет продуктов жизнедеятельности фито- и зоопланктона. В поверхностном слое воды доля взвеси такого генезиса достигает 90% от суммарного ее содержания.

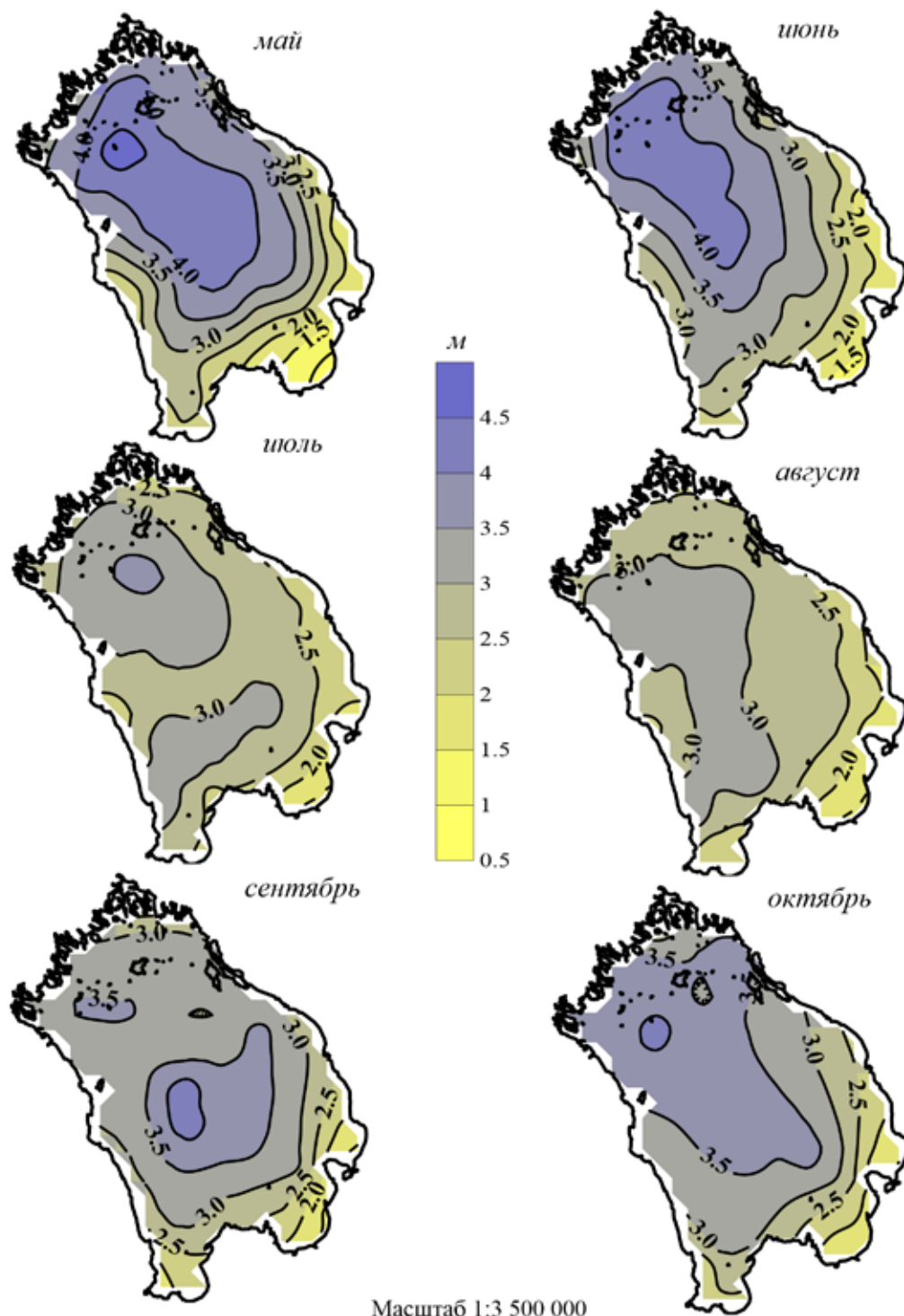
Представленная на разрезах сезонная концентрация взвеси может быть принята в качестве средней для всего озера, так как по результатам многолетних наблюдений продольный разрез, обозначенный на схемах литерами А-А, признан репрезентативным для оценки озерных процессов.

Авторы: Е.А. Юдин, Т.Н. Петрова

## СРЕДНЕМЕСЯЧНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ ВОДЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА (глубина исчезновения белого диска, м)

Прозрачность воды поверхностного слоя крупных озёр определяет глубину проникновения света, который является основой фотосинтеза автотрофных организмов. При построении среднemesячных распределений прозрачности воды были использованы 7085 измерений прозрачности по белому диску Секки за период открытой воды, начиная с 1905 года. Среднее, модальное и медианное значения

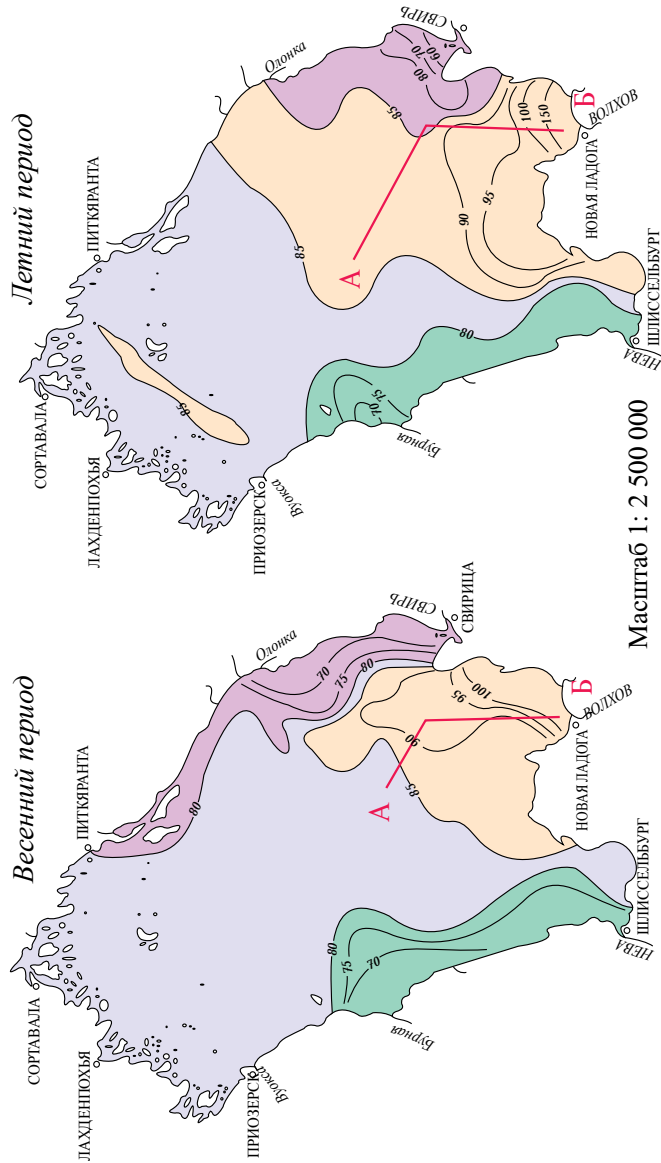
прозрачности за весь период наблюдений практически совпадают и равны 2,9–3,0 м при среднеквадратическом отклонении 0,9 м. Пространственные распределения прозрачности воды Ладожского озера с мая по октябрь претерпевает значительные изменения, связанные как с распределением глубин, температуры воды, так и с развитием фитопланктона.



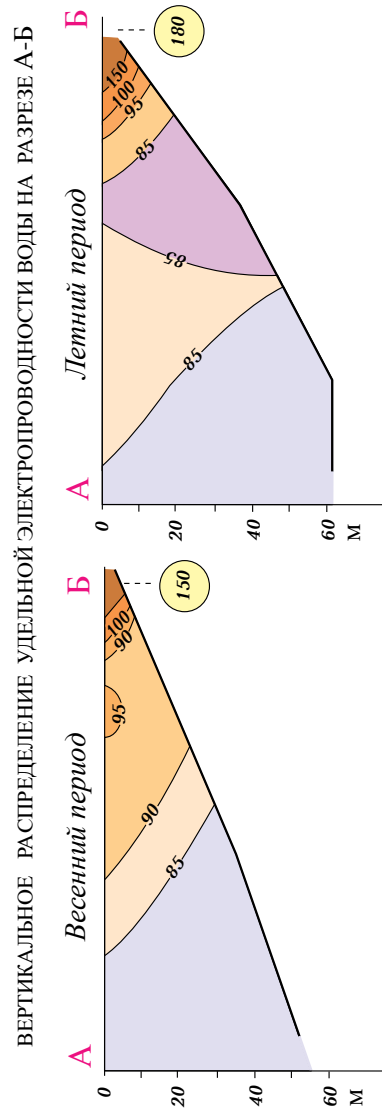
Автор М. А. Науменко

## УДЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ВОДЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА (мкСм/см, приведенная к 18 °С)

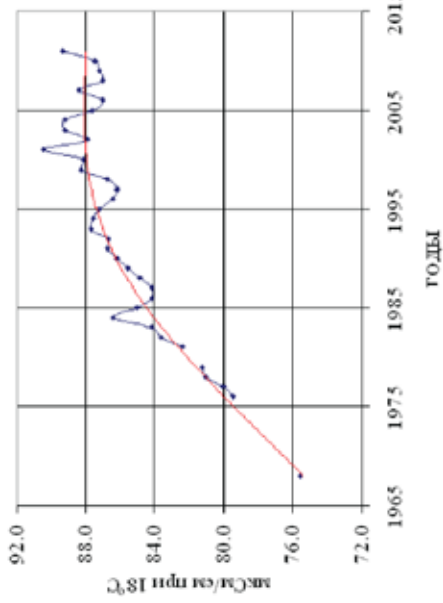
### ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ АРЕАЛОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЕЧНЫХ ВОДНЫХ МАСС В ОЗЕРЕ



Масштаб 1: 2 500 000



### ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДНИХ ГОДОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ОСНОВНОЙ (ОЗЁРНОЙ) ВОДНОЙ МАССЫ, ЗА ПЕРИОД С 1968 ПО 2011 г. (рассчитаны по результатам наблюдений на продольном разрезе озера)



За период наблюдений с 1968 по 2011 г. электропроводность воды основной (озёрной) водной массы озера увеличилась на 15%. График отражает изменения электропроводности в озере, вызванные, как природными процессами, так и антропогенным влиянием на озеро.

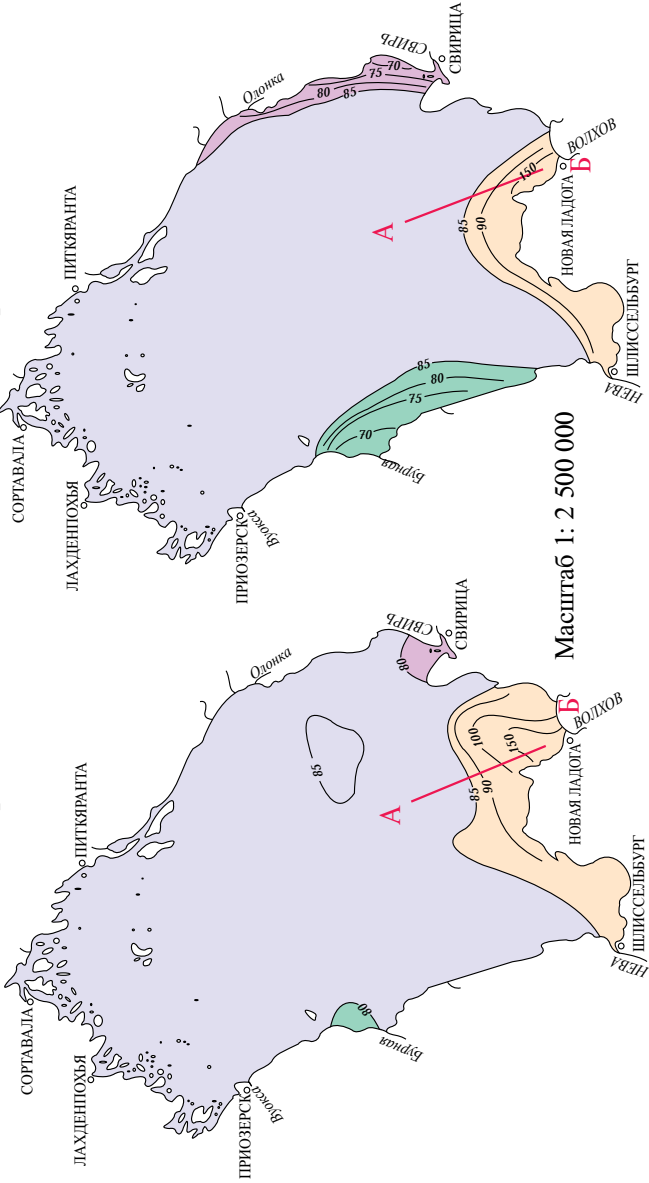
Природные — вызваны прежде всего многолетними колебаниями общей увлажнённости бассейна, влияющими на изменение объемов суммарного речного притока в озеро и стока. При этом маловодные фазы внутривековых циклов увлажнённости вызывают рост её значений, а многоводные их уменьшение.

Антропогенные — являются результатом хозяйственной деятельности на водосборе, а также её воздействия на атмосферные осадки. В частности, в 1987 году было остановлено производство на Приозерском целлюлозном заводе, стоки которого поступали в озеро. Это привело к существенному уменьшению роста электропроводности в озере в последующий период.



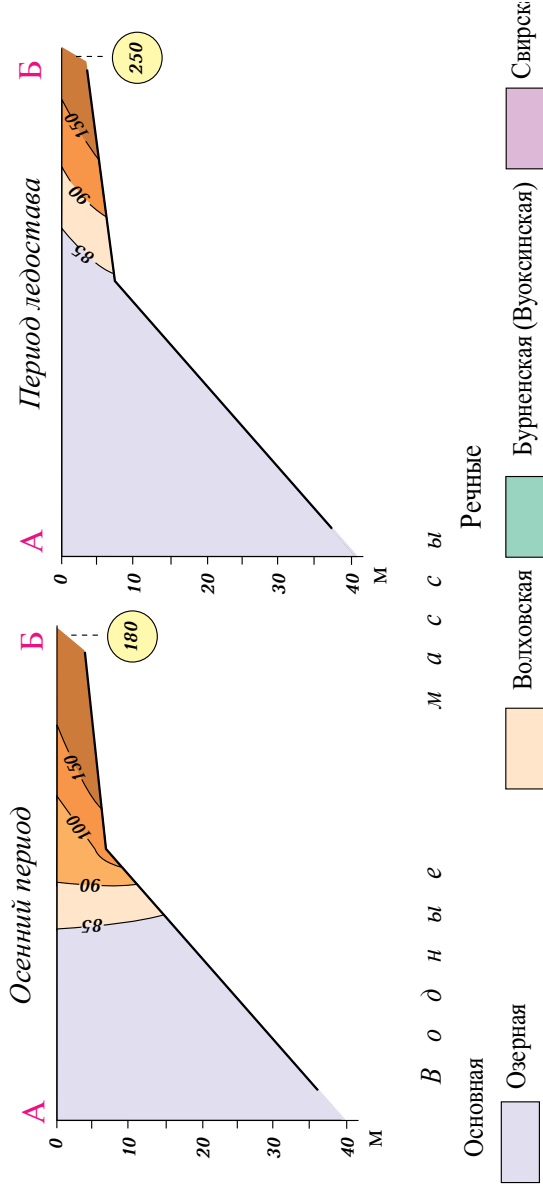
### Осенний период

### Период ледостава



Масштаб 1: 2 500 000

### ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОДЫ НА РАЗРЕЗЕ А-Б



В о д н ы е м а с с ы

Речные

Основная

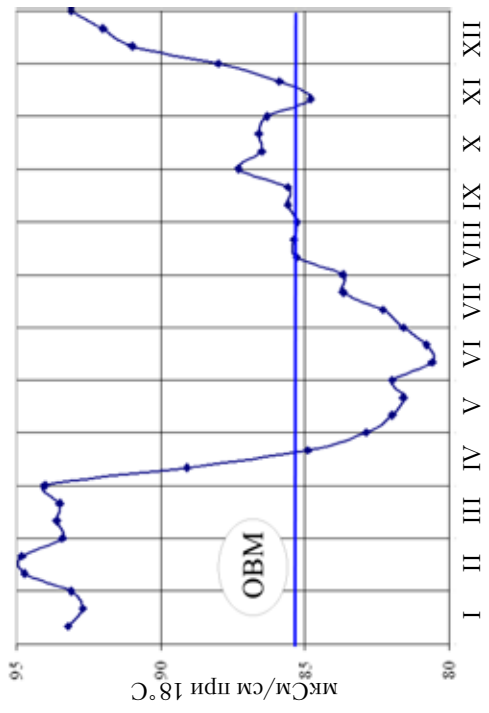
Волховская

Бурная (Буоксинская)

Свирск

### ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОДЫ В ИСТОКЕ РЕКИ НЕВЫ

(средние значения за период с 1981 по 1997 год рассчитаны по ежесуточным наблюдениям на водомерном посту посёлка им. Морозова)



Месяцы

График показывает, что большую часть года электропроводность воды реки Невы находится под влиянием речных водных масс, входящих в Ладожское озеро. В весенне-летний период за счет притока воды реки Бурной она меньше электропроводности основной водной массы озера (ОВМ). В осенне-зимний период, наоборот, существенно возрастает в результате поступления к истоку Невы Волховской водной массы.

## ГИДРОХИМИЯ

Геохимические показатели озерного накопления (в воде, водных организмах, донных отложениях) как результирующее отражение направленности и скорости процессов, определяющих развитие системы «водосбор-озеро», имеют большое значение для оценки состояния озерной экосистемы. Формирование озерных накоплений рассматривается как сложный комплекс озерных процессов превращения вещества в экосистеме. Сложность комплекса этих процессов обусловлена положением Ладожского озера как замыкающего водоема большой озерно-речной системы.

Основную роль в формировании химического состава воды Ладожского озера играет речной сток, 85 % которого приходится на долю 3 главных притоков — рек Свирь, Волхов и Вуокса (Бурная).

Общность климатических условий бассейна Ладожского озера определяет сходство основных гидрохимических характеристик всех притоков озера. Следствием недостатка тепла и избытка влаги является сильная промываемость почв и коры выветривания, малая интенсивность биохимических процессов в ландшафте, накопление продуктов неполного распада растительных остатков, значительная заболоченность территории. Эти факторы, в свою очередь, обуславливают низкую минерализацию воды, малую концентрацию биогенных элементов (особенно фосфора) и повышенное содержание окрашенных органических веществ в воде притоков.

Вместе с тем условия формирования речного стока в пределах бассейна неоднородны. Водосборы рек Свирь и Вуокса расположены на Балтийском кристаллическом щите, сложенном архейскими и протерозойскими породами, перекрытыми слоем четвертичных отложений небольшой мощности, сток рек зарегулирован множеством озер и плотин.

В силу указанных обстоятельств воды этих рек характеризуются очень малой минерализацией (менее 50 мг/л) и низким содержанием фосфора.

Водосбор р. Волхов сложен мощной толщей четвертичных отложений, залегающих на верхнепротерозойских и палеозойских осадочных породах, и занимает наиболее развитую в экономическом отношении часть бассейна Ладожского озера. Совокупность природных и антропогенных факторов обуславливает повышенную минерализацию и более высокое содержание фосфора в воде Волхова, именно эта река всегда являлась главным источником пополнения запасов фосфора в Ладожском озере.

Интенсивная хозяйственная деятельность на территории бассейна и поступление разного рода сточных вод как непосредственно в озеро, так и в водотоки отражаются на гидрохимическом режиме водоема. Это приводит, с одной стороны, к повышению концентрации ряда химических компонентов

в его воде, с другой — к активизации продукционно-деструкционных процессов в озере и вследствие этого к изменению режима отдельных гидрохимических показателей.

Низкая минерализация и гидрокарбонатно-кальциевый состав воды Ладожского озера определяются главным образом физико-географическими условиями озерного водосбора. В то же время вследствие сброса сточных вод целлюлозно-бумажными предприятиями и хозяйственно-бытовых стоков повысилось содержание сульфатных и хлоридных ионов в воде озера. В результате общая минерализация воды по сравнению с началом 1960-х гг. выросла примерно на 20 % и в настоящее время составляет около 64 мг/л. Антропогенное воздействие на Ладожское озеро проявилось первоначально в увеличении поступления в него с водосбора соединений фосфора, которое к концу 1970-х гг. выросло в 2,5 раза по сравнению с началом 1960-х гг. и составило 6000 т фосфора в год. Это привело к повышению концентрации в воде озера общего фосфора в 2–2,5 раза, что, в свою очередь, способствовало развитию процесса антропогенного эвтрофирования озера и переходу его из олиготрофного состояния в мезотрофное.

Интенсификация продукционно-деструкционных процессов привела к нарушениям в режиме такого консервативного показателя, как общий органический углерод. В настоящее время отчетливо выражен сезонный ход в содержании минеральных форм биогенных элементов.

Изменения гидрохимического режима озера, связанные с процессом антропогенного эвтрофирования, усугубляются загрязнением водоема веществами, не свойственными природе озера или являющимися вторичными продуктами распада в результате биохимических процессов (нефтепродукты, фенолы, СПАВ, хлорорганические соединения и др.).

Особенности морфологии котловины большого озера, различие термических и динамических процессов в разных его районах и неодинаковая удаленность их от основных источников поступления веществ обуславливают пространственную и сезонную неоднородность гидрохимических показателей в различных частях акватории.

Наибольшей изменчивостью во времени и пространстве характеризуется прибрежная зона озера. Вместе с тем, благодаря существованию системы общеозерной циркуляции и полному перемешиванию водной толщи в период гомотермии, ежегодно происходит перераспределение поступающих с водосбора веществ по акватории и глубине, что приводит к изменению гидрохимического режима во всем водоеме.

*Автор Г. Ф. Расплетина*

## МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И ИОННЫЙ СОСТАВ ОСНОВНОЙ ВОДНОЙ МАССЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

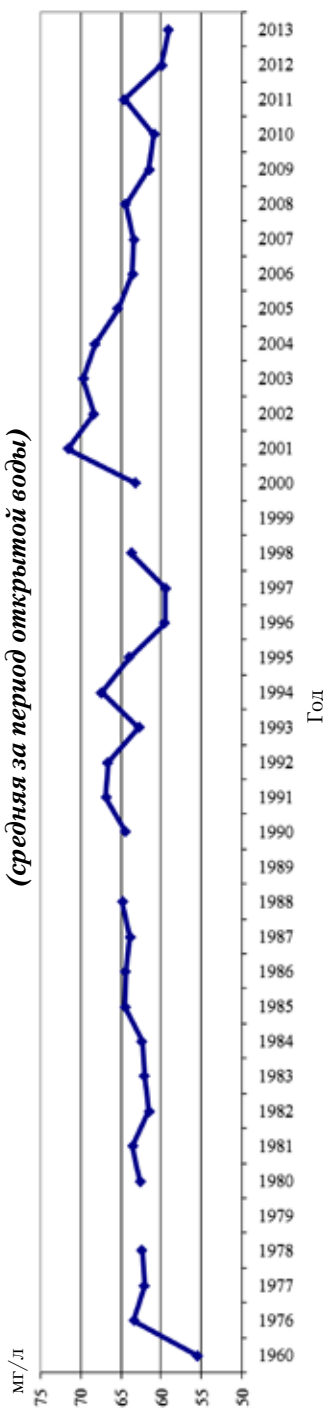
Вода Ладожского озера характеризуется низкой минерализацией, гидрокарбонатно-кальциевым составом, небольшим превышением содержания сульфатных ионов над хлоридными. По классификации О. А. Алексина [27] она имеет индекс . Основными факторами, определяющими малую минерализацию, являются климатические условия водосборного бассейна, обеспечивающие хорошую проницаемость почв и грунтов, геологическое строение и состав слагающих его пород. Главная роль в формировании химического состава воды озера принадлежит речному стоку, который и определяет величину средней минерализации.

Основная водная масса Ладожского озера обладает большой гидрохимической инертностью и относительной однородностью вследствие существенного превышения объема водной массы озера над объемом притоков (13 : 1) и высокой динамичности водных масс. Помимо сезонных вертикальных циркуляций, охватывающих всю водную толщу, перемешивание воды осуществляется

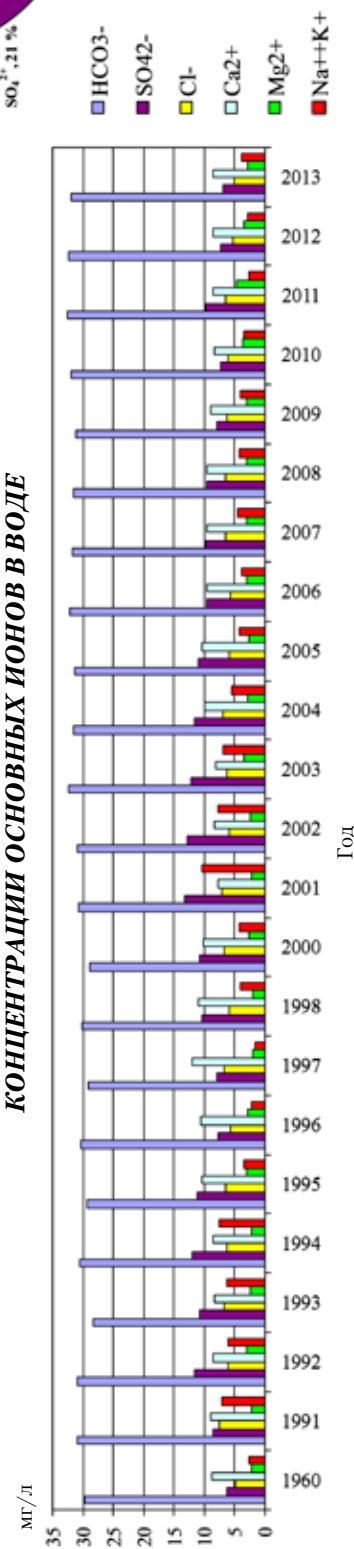
под воздействием постоянно действующего плотностного и периодически возникающих ветровых течений. В результате, вертикальная и сезонная изменчивость содержания главных ионов практически не выражены. В большинстве заливов северной шхерной части озера концентрации всех компонентов основного ионного состава воды мало отличаются от глубоководной зоны озера.

Более существенными различиями характеризуются прибрежная зона, где сильно влияние притоков, несущих как более, так и менее минерализованные воды. Однако из-за относительно небольшого объема прибрежной зоны эти различия мало влияют на средние значения концентраций для озера в целом. В начале 60-х годов 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, т. е. с 60-х годов прошлого века минерализация воды озера увеличилась в 1,2 раза [28, 35].

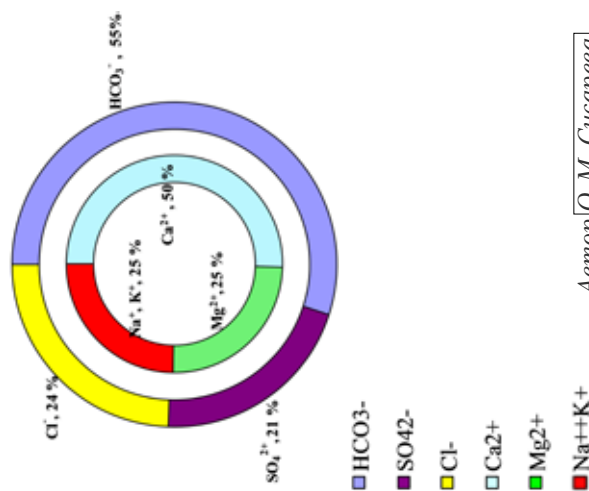
**ОБЩАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ**  
(средняя за период открытой воды)



**КОНЦЕНТРАЦИИ ОСНОВНЫХ ИОНОВ В ВОДЕ**



**СРЕДНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ  
ОСНОВНЫХ ИОНОВ  
ЭКВ % (период 1981–2013 гг.)**



Автор О. М. Сусарова

## ФОСФОР

Схемы распределения, диаграммы и графики составлены по материалам наблюдений, выполненных в 1959–1962 гг. и 1976–2013 гг. Институтом озерадения РАН в ходе комплексных исследований Ладожского озера.

До середины 60-х годов прошлого века водная масса озера характеризовалась низким содержанием фосфора, что ограничивало развитие водорослей. Интенсивная хозяйственная деятельность привела к увеличению поступления фосфора в озеро, к росту концентрации его в озерной воде и как следствие — к развитию процесса антропогенного эвтрофирования водоема.

Главной составляющей приходной части фосфорного баланса является вынос его со стоком рек, дающий 85–95% суммарного поступления общего фосфора. Наибольшее количество фосфора приносит р. Волхов, что обусловлено совокупным влиянием физико-географических и антропогенных факторов. В период с 1976 по 2011 г. среднее поступление общего фосфора в озеро с речным стоком составляло 4607 тонн в год. Суммарное поступление фосфора в водоем, включающее вынос со стоком рек, атмосферные выпадения на зеркало озера и сброс со сточными водами целлюлозно-бумажных предприятий в среднем за период с 1976 по 2003 гг. составило 5400 тонн в год.

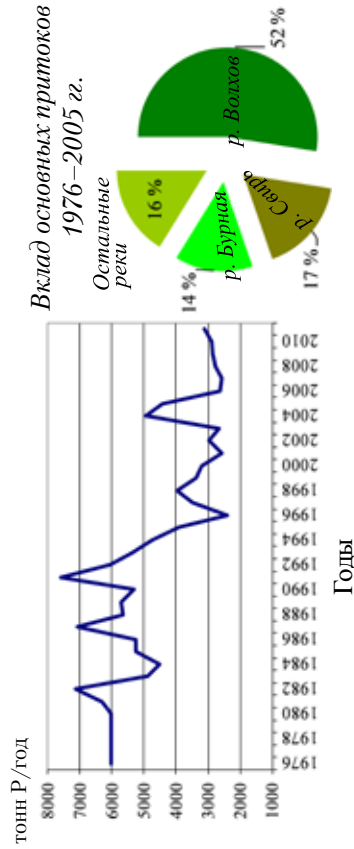
Конец 70-х — начало 80-х гг. были периодом максимального поступления фосфора в озеро. В 80-х гг. в связи с совершенствованием технологий, а с 90-х годов из-за снижения уровня производства вынос фосфора с речным стоком сократился и в 1993–2011 гг. составлял в среднем 3400 т в год. Рост выноса фосфора в 2004 г. мог быть связан как с высокой водностью года, так и с повышенными концентрациями общего фосфора в воде р. Волхов.

Наряду с фактической фосфорной нагрузкой на озеро, оцененной на основе данных натуральных наблюдений, на графике показаны также допустимая нагрузка, при которой озеро может сохранять олиготрофный или слабомезотрофный статус, и критическая нагрузка, в случае превышения которой озеру угрожает переход в эвтрофное состояние, а также нагрузка в период 1959–1962 гг., когда антропогенное воздействие на Ладожский водосбор было незначительным, и гидрохимический режим притоков и озера был близок к естественному. С середины 90-х гг., за исключением 2004–2005 гг., фосфорная нагрузка на озеро, не превышала допустимую, а в некоторые годы снижалась почти до уровня значений 1959–1962 гг.

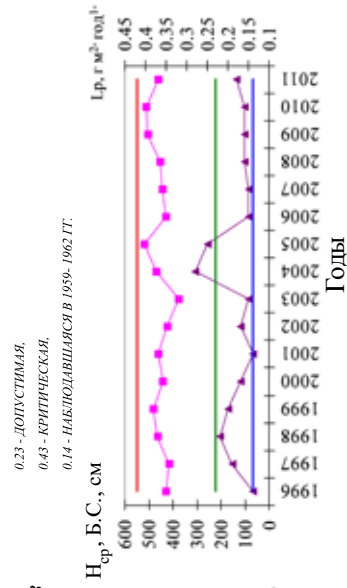
В период с 1976 по 1998 г. средняя концентрация общего фосфора в воде озера составляла 21 мкг Р/л, что в 2,1 раза выше значений 1959–1962 гг. Максимальное среднее содержание общего фосфора отмечалось в конце 70-х — начале 80-х гг. Уже с первой половины 80-х гг. отчетливо выражен тренд снижения его концентраций, в 2003–2013 гг. среднее содержание общего фосфора составляло 11–14 мкг Р/л [28–30, 35].

Основными факторами формирования пространственного распределения средневзвешенных концентраций общего фосфора, представленного на схемах, являются местоположение основных источников поступления фосфора и термогидродинамические условия в озере. На разрезах представлены сезонные изменения в вертикальном распределении общего и минерального фосфора на примере весны, лета и осени 2010 г. В распределении содержания минерального фосфора отчетливо выражен летний ассимиляционный минимум в трофогенном слое.

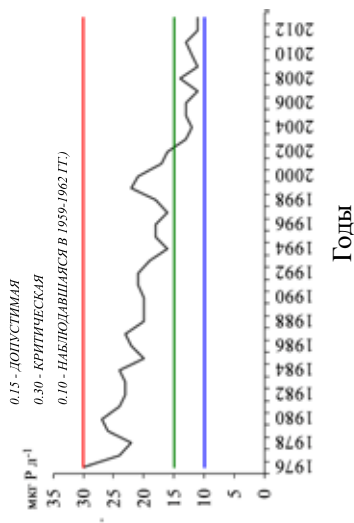
## ПОСТУПЛЕНИЕ ОБЩЕГО ФОСФОРА С РЕЧНЫМ СТОКОМ



## СРЕДНЕГОДОВОЙ УРОВЕНЬ ОЗЕРА (Н<sub>ср</sub>) И ВНЕШНЯЯ ФОСФОРНАЯ НАГРУЗКА (L<sub>p</sub>)

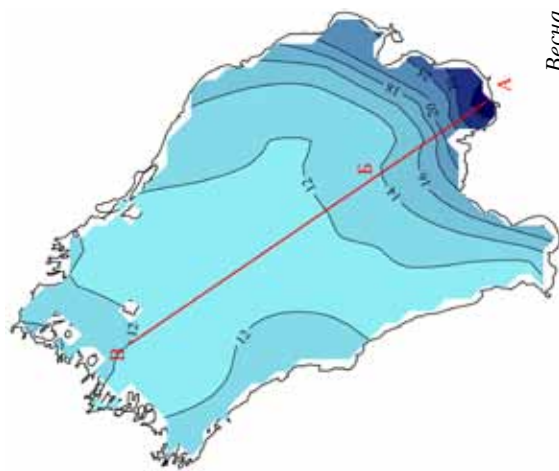


## СРЕДНЯЯ ЗА ПЕРИОД ОТКРЫТОЙ ВОДЫ КОНЦЕНТРАЦИЯ ОБЩЕГО ФОСФОРА В ВОДЕ ОЗЕРА

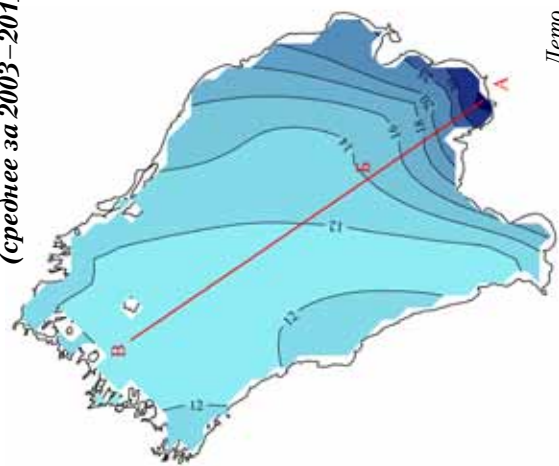




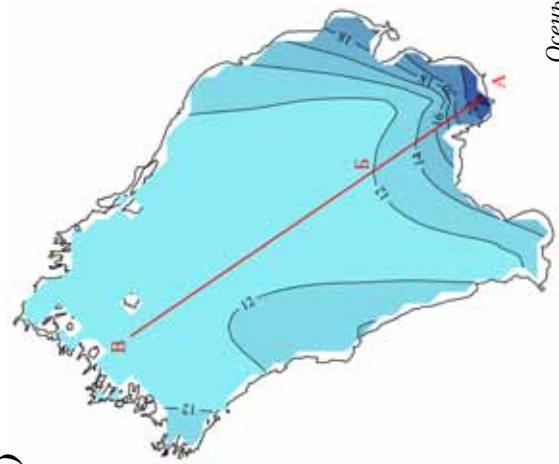
**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ФОСФОРА В ТОЛЩЕ ВОДЫ, мкг Р/л**  
(среднее за 2003–2013 гг.)



Лето



Осень

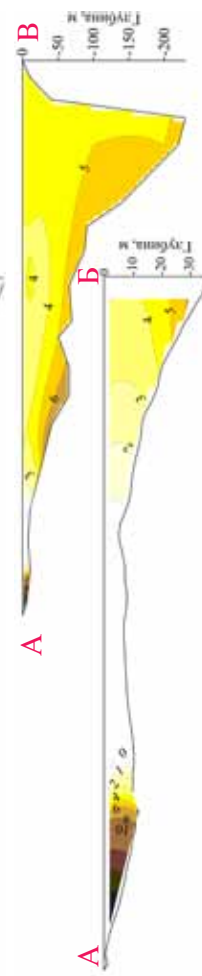
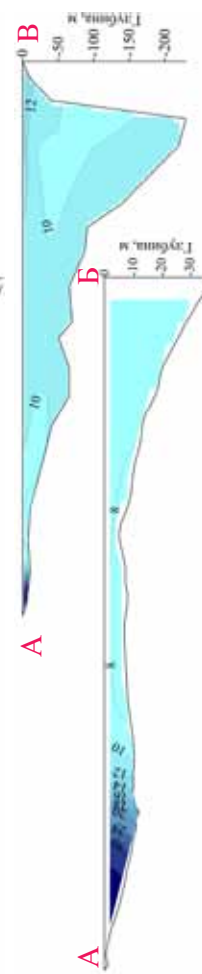
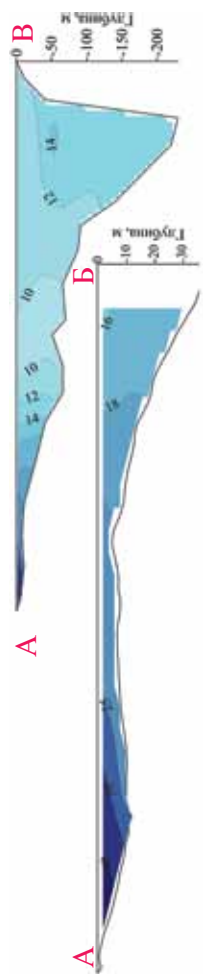


Зима

Масштаб 1:2500000

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ФОСФОРА ПО РАЗРЕЗУ А-Б И А-В**

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ФОСФОРА ПО РАЗРЕЗУ А-Б И А-В**





## АЗОТ

Азот является вторым (после фосфора) по значимости биогенным элементом, необходимым для развития жизни в водоеме. Содержание его в воде Ладожского озера всегда было достаточным для развития гидробионтов [28–30, 35]. За период 1976–2003 гг. общее поступление азота в Ладожское озеро в среднем составляет 70,6 тыс. тонн в год. Главной составляющей приходной части баланса азота является речной сток. С водой притоков в озеро поступает около 82%, атмосферные осадки дают 16% и сточные воды целлюлозно-бумажных предприятий — около 2% общего поступления азота. Среднегодовая нагрузка на озеро близка к  $4 \text{ г/м}^2$  в год.

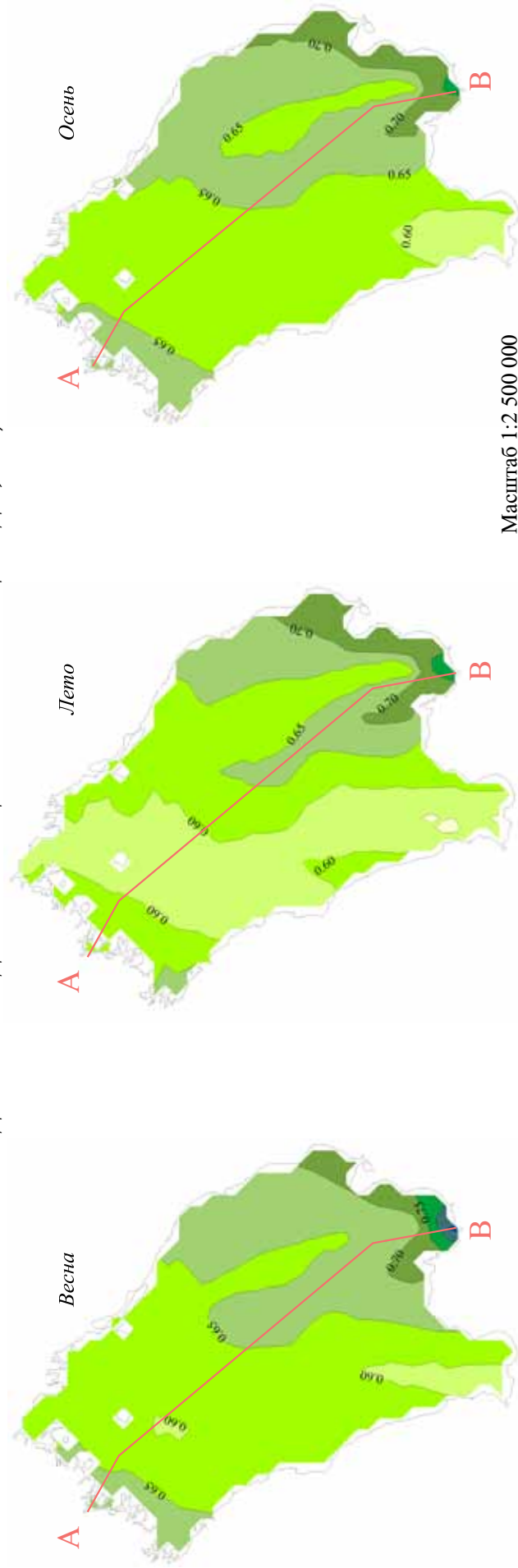
На графике временной зависимости для периода 1976–2013 гг. прослеживается незначительная тенденция к снижению средней за период открытой воды концентрации общего азота в воде озера. Наибольшие концентрации наблюдались в начале 80-х и в конце 90-х годов прошлого века и составляли  $0,70$ – $0,76 \text{ мг N/л}$ , а наименьшие —  $0,54$ – $0,58 \text{ мг N/л}$ , были отмечены в конце 80-х и в середине 90-х годов. В.2001–2005 гг. средняя за период открытой воды концентрация общего азота изменялась от  $0,60$  до  $0,66 \text{ мг N/л}$ , в 2009–2013 гг. она составляла  $0,57$ – $0,60 \text{ мг N/л}$ .

Значительных различий в пространственном распределении содержания азота не наблюдается. Диапазон его концентраций по акватории озера гораздо уже, чем у фосфора, максимальные значения превышают минимальные примерно в 1,5 раза. Как и для фосфора, максимальные значения приурочены к прибрежной зоне озера. Вертикальное распределение общего азота достаточно равномерно, сезонные изменения в его содержании отчетливо не выражены и концентрации остаются достаточно постоянными в течение всего периода открытой воды.

Неорганический азот находится в воде озера преимущественно в форме нитратов. С начала 60-х до конца 70-х годов прошлого века средняя концентрация нитратного азота увеличилась с  $0,15$  до  $0,23 \text{ мг N/л}$  и с тех пор остается на том же уровне. Нитратный азот составляет от 15 до 50% (в среднем около 30%) от общего содержания азота.

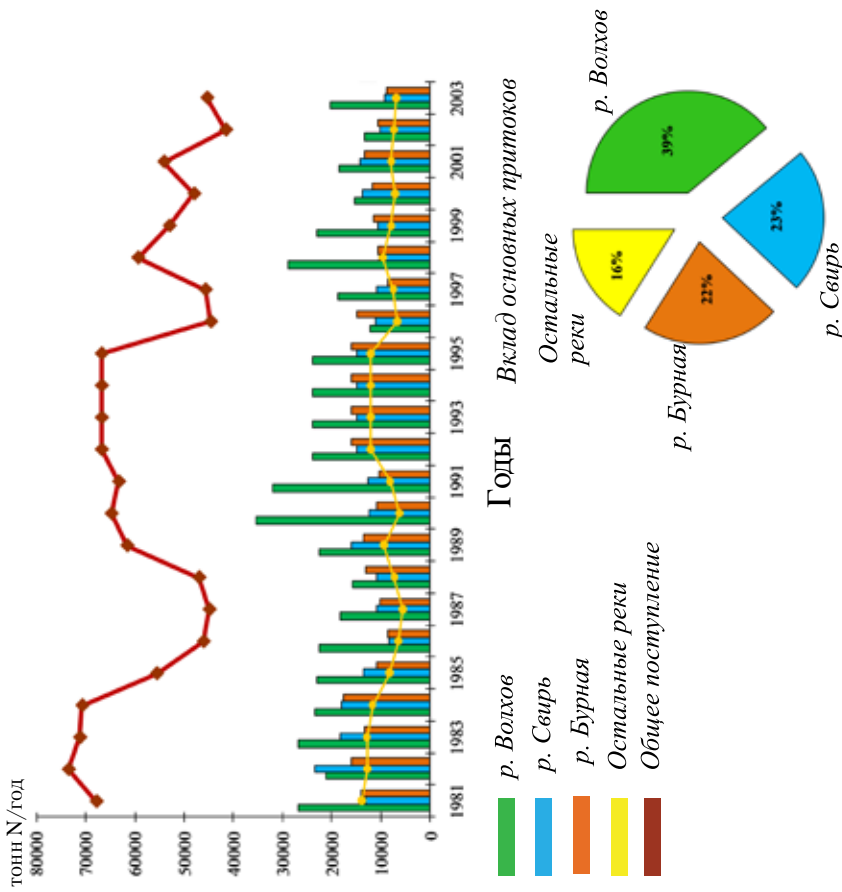
Представленное на разрезах распределение нитратного азота указывает на снижение концентрации в летний период и вертикальную стратификацию концентраций с минимальными значениями в слое эпилимниона, что объясняется потреблением его водорослями.

### СРЕДНЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА В ТОЛЩЕ ВОДЫ, $\text{мг N/л}$

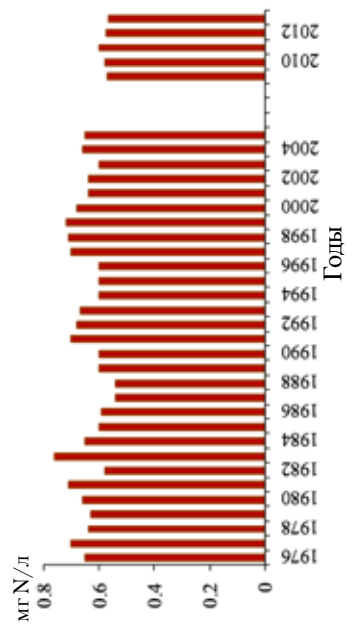


Масштаб 1:2 500 000

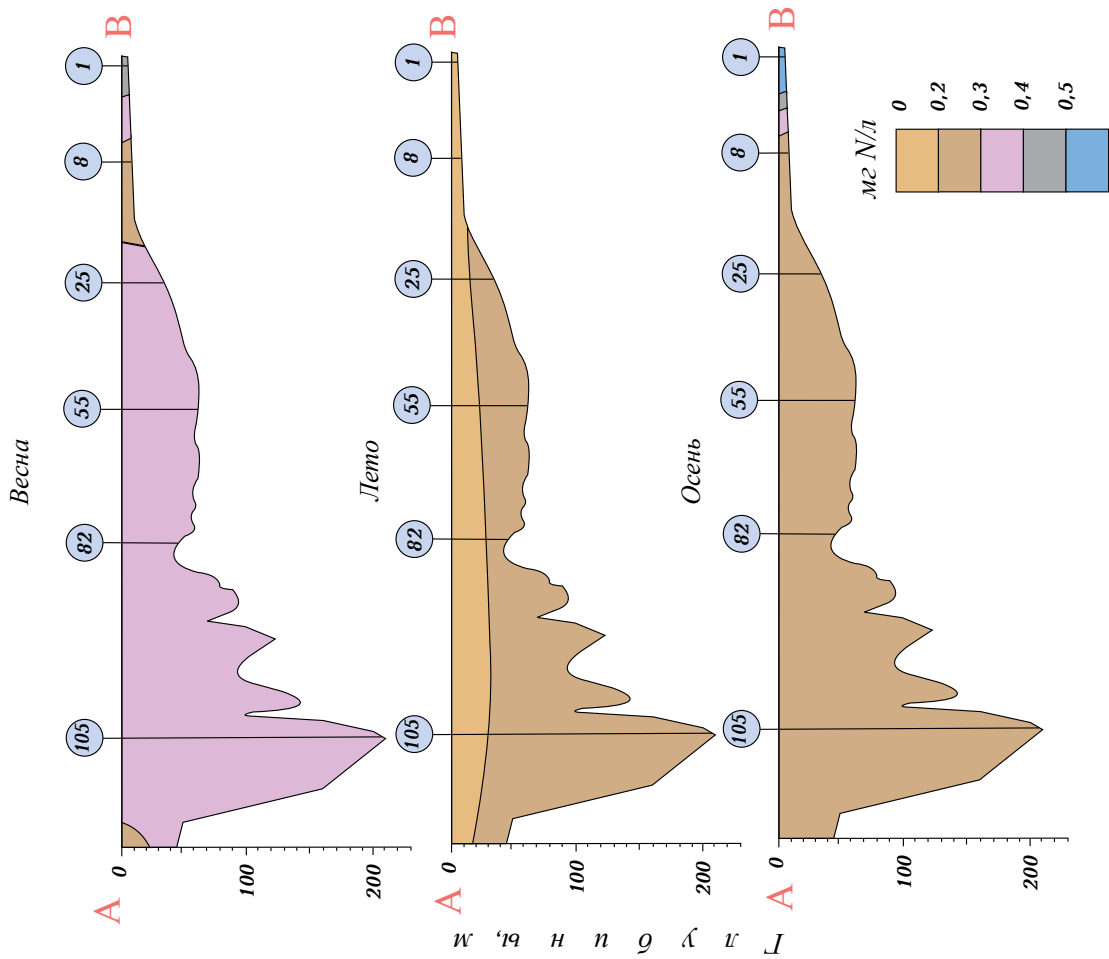
## ПОСТУПЛЕНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА С РЕЧНЫМ СТОКОМ



## СРЕДНЯЯ ЗА ПЕРИОД ОТКРЫТОЙ ВОДЫ КОНЦЕНТРАЦИЯ ОБЩЕГО АЗОТА В ВОДЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА



## СРЕДНЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТНОГО АЗОТА ПО РАЗРЕЗУ А-В, мг N/л



## ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД

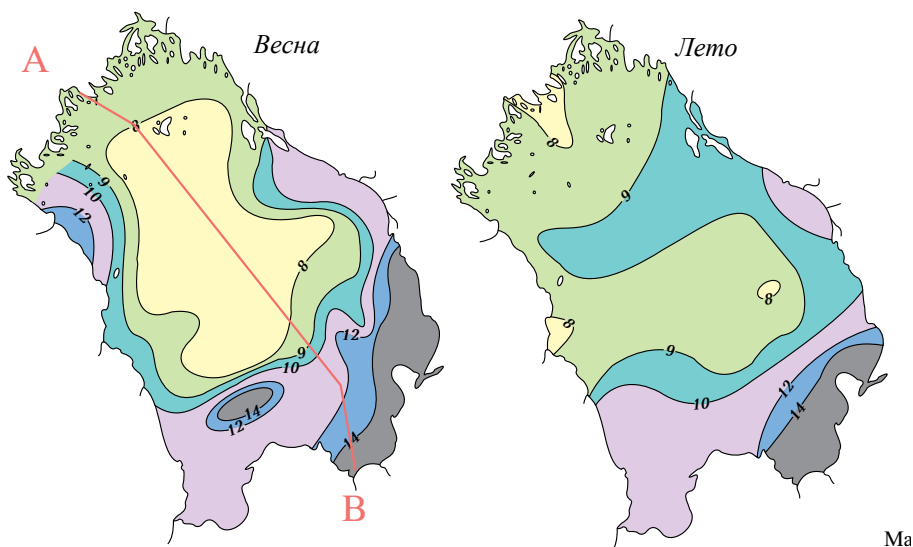
Главным источником поступления аллохтонного органического вещества в Ладожское озеро является речной сток, дающий 85–94% всей приходной части внешнего баланса органического вещества. За период с начала 1960-х до начала 2000-х гг. поступление органического вещества с речным стоком являлось величиной относительно постоянной и составляло около 1 млн. тонн С в год, лишь в 1987 г. оно возросло до 1,45 млн. тонн С в год.

Одним из показателей стабильности озерной экосистемы является малая межгодовая и сезонная изменчивость содержания общего органического углерода (ТОС). До конца 1970-х гг. среднегодовая концентрация ТОС в воде озера была практически постоянной и составляла 8,3–8,4 мг С/л,

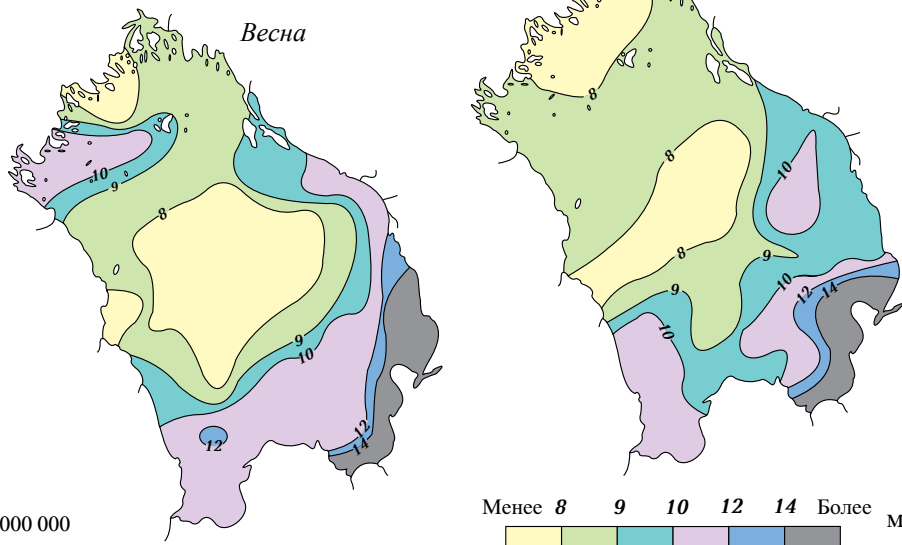
изменяясь в течение года не более чем на 10%. С начала 1980-х гг., несмотря на достаточно постоянную величину выноса ТОС с речным стоком, в озере стали наблюдаться значительные колебания содержания ТОС как межгодовые, так и сезонные. В межгодовом распределении периоды повышения концентрации ТОС сменяются периодами снижения, за время наблюдений сменилось несколько таких периодов. Неоднократно изменялся внутригодовой ход его концентраций: низкие концентрации весной и повышенные летом (начало 1980-х гг. и с 2003 по 2010 г.) сменялись на пониженные в летний период по сравнению с весенними (1987–1993 гг. и 2013 г.). Такие изменения в режиме органического углерода могут свидетельствовать

### ОБЩИЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД (ТОС) (среднее за 2003–2013 гг.)

В поверхностном слое воды



В придонном слое воды



Масштаб 1: 3 000 000

об интенсификации происходящих в озере продукционно-деструкционных процессов и о дестабилизации озерной экосистемы.

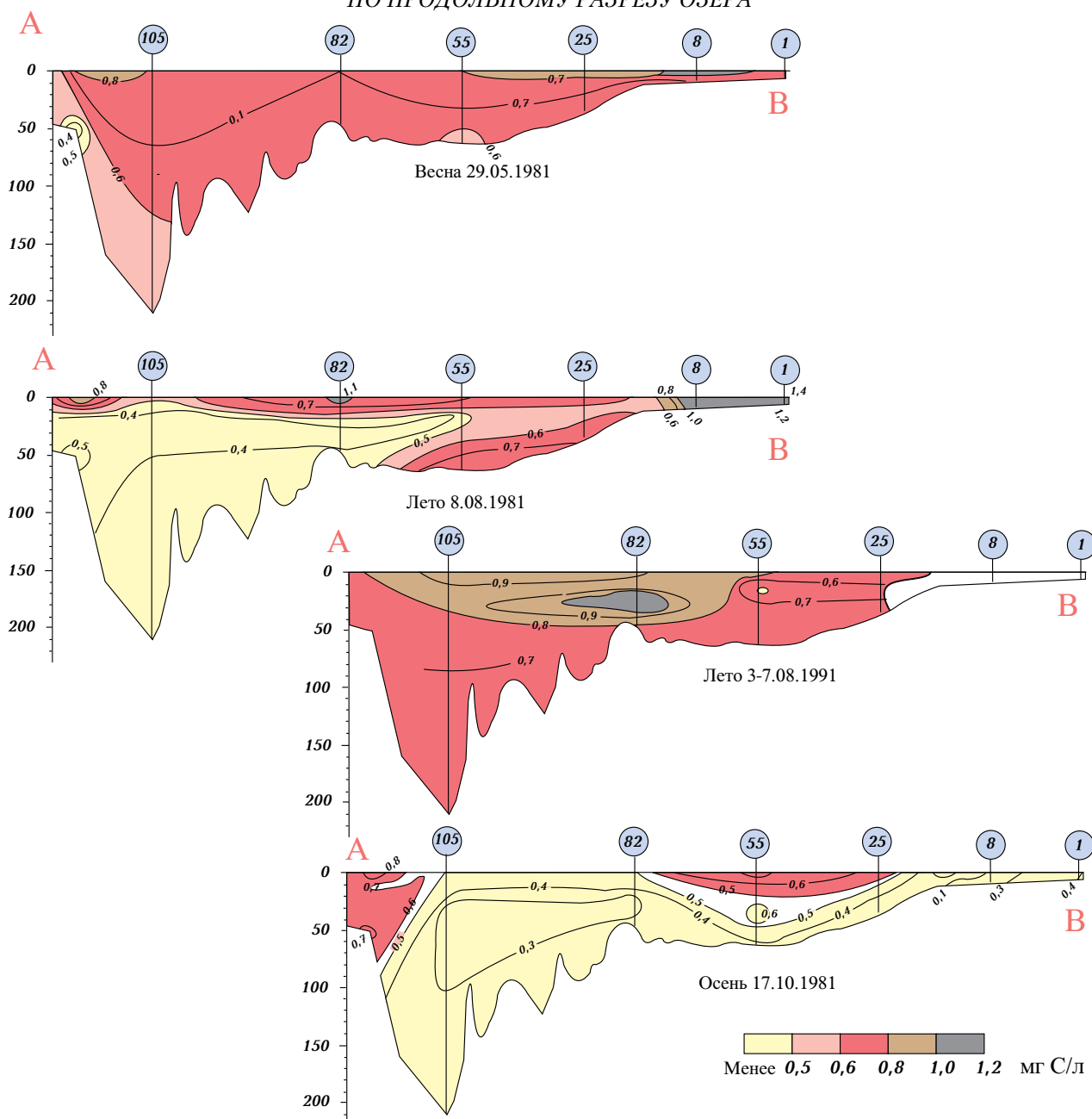
Средняя концентрация лабильного органического углерода (ЛОС) за вегетационный период является равновесным показателем, характеризующим соотношение протекающих в озере процессов продукции и деструкции органического вещества. При сохранении равновесия в продукционно-деструкционных процессах среднегодовое содержание ЛОС должно оставаться достаточно постоянным.

На начальном этапе исследований процесса антропогенного эвтрофирования озера (1976–1979 гг.) средняя концентрация ЛОС достигала макси-

мального значения 1,8 мг С/л, в 1981–1983 гг. она снизилась до 0,5 мг С/л и в дальнейшем варьировала в пределах 0,3–1,1 мг С/л, в среднем составляя в 1981–2005 гг. 0,6 мг С/л, в 2006–2013 гг. — 0,9 мг С/л. До 2006 г. доля лабильного органического углерода не превышала 15% от общего его содержания (ТОС).

Начиная с осени 2006 г., отмечена тенденция к увеличению содержания ЛОС во всех зонах озера и рост максимальных значений до 2,0–2,5 мг С/л, а осенью 2008 г. — до 3,4 мг С/л. При этом, если в весенне-летний период повышенные концентрации наблюдались в основном в прибрежной зоне, то осенью высокие концентрации отмечались в глубоководной зоне озера. Весной и летом доля ЛОС

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛАБИЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА (ЛОС) ПО ПРОДОЛЬНОМУ РАЗРЕЗУ ОЗЕРА



от ТОС составляла 10–16%, а осенью возрастала до 20–30%, в отдельных случаях — до 40%. Можно предположить, что это связано с изменением в соотношении отдельных составляющих растворенного органического вещества и включением в процессы деструкции труднодоступного для биохимического окисления водного гуминового вещества.

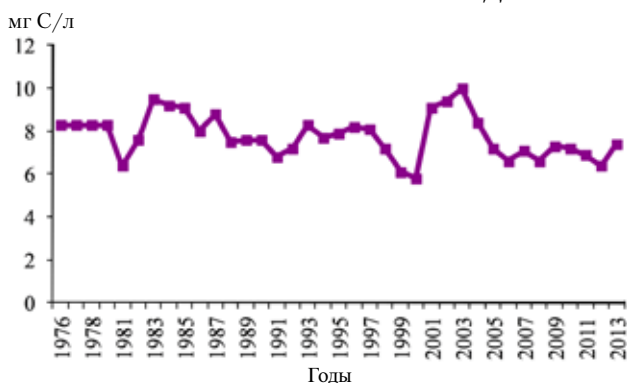
Согласно данным, предоставленным Е. А. Юдиным (Институт озероведения РАН), среднее содержание взвешенного органического углерода находится в пределах 0,2–0,7 мг С/л. Более 80% содержания общего органического углерода приходится на растворенную составляющую, представленную

в основном водным гуминовым веществом [28–30, 35].

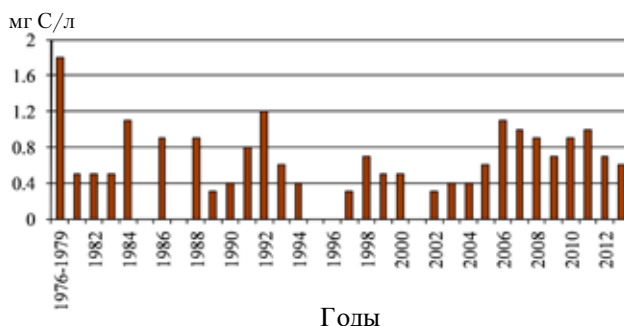
Значительные изменения среднегодовых значений содержания общего и лабильного органического вещества в водоеме в многолетнем ряду наблюдений, увеличение доли лабильной составляющей в общем содержании органического вещества в основной во-

дной массе озера в последние годы могут свидетельствовать о нарушениях в режиме всей системы органического углерода, дисбалансе накопления и минерализации органического вещества и дестабилизации озерной экосистемы, связанной с антропогенным воздействием.

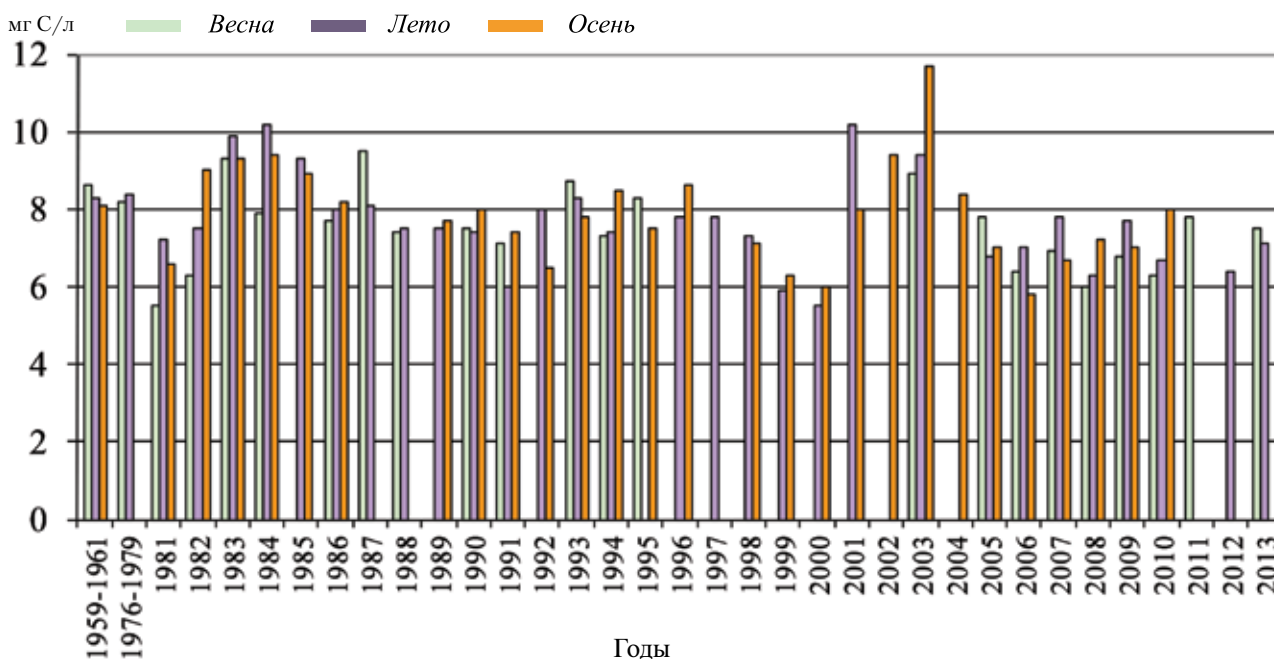
### СРЕДНИЕ ЗА ПЕРИОД ОТКРЫТОЙ ВОДЫ КОНЦЕНТРАЦИИ ОБЩЕГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА



### СРЕДНИЕ ЗА ПЕРИОД ОТКРЫТОЙ ВОДЫ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛАБИЛЬНОГО УГЛЕРОДА



### СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕВЗВЕШЕННЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОБЩЕГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПЕЛАГИАЛИ ОЗЕРА



Авторы: Т. П. Кулиш, Т. Н. Петрова



## КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ

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 слое наблюдается пересыщение кислородом, что является результатом фотосинтетических процессов. В глубоководной северной части озера может наблюдаться значительный дефицит кислорода.

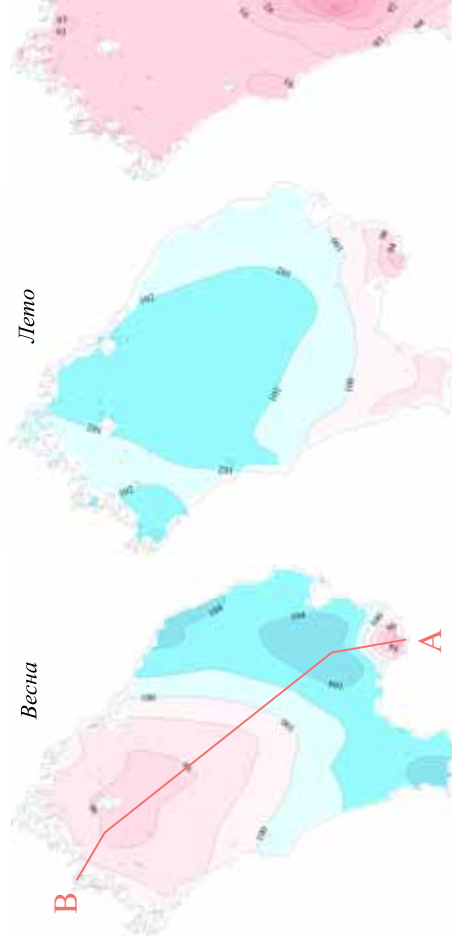
Летом, напротив, небольшое пересыщение кислородом (в среднем 100–102%, в отдельных областях до 116%) наблюдается на всей поверхности Ладожского озера, кроме прибрежных южных районов, в которых преобладают деструкционные процессы. Районы озера, в которых проходит интенсивный фотосинтез, в связи с потреблением  $\text{CO}_2$  характеризуются также и повышенными значениями рН.

Осенью развиваются деструкционные процессы; 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 составляет не ниже 88% (минимальное значение за последнее десятилетие — 68% в 2005).

## ОТНОСИТЕЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА

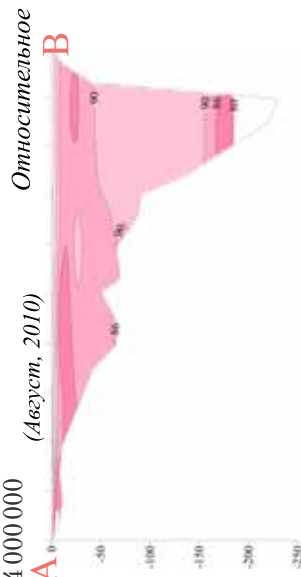
(Среднее значения в 2003–2013 гг., % насыщения)

### ПОВЕРХНОСТНЫЙ СЛОЙ

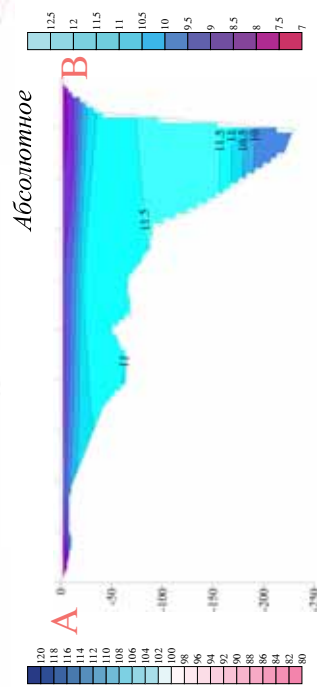
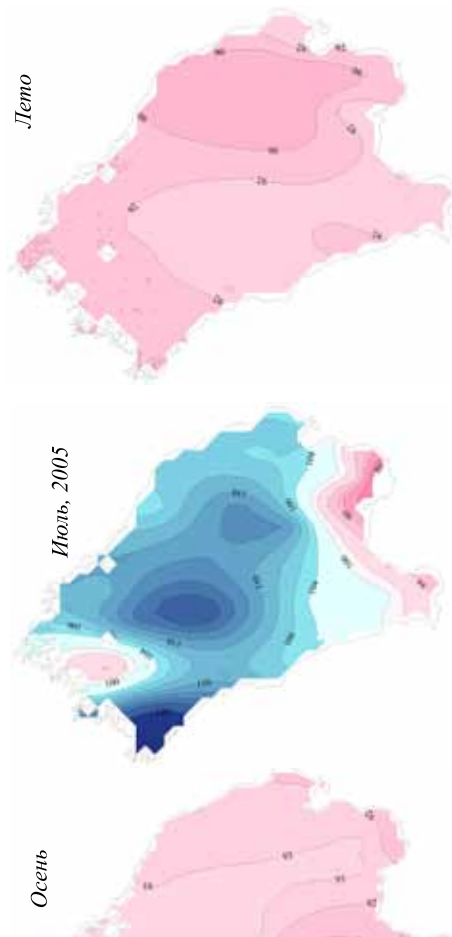


Масштаб 1 : 4 000 000

### СОДЕРЖАНИЕ КИСЛОРОДА ПО РАЗРЕЗУ А-В



### ПРИДОННЫЙ СЛОЙ

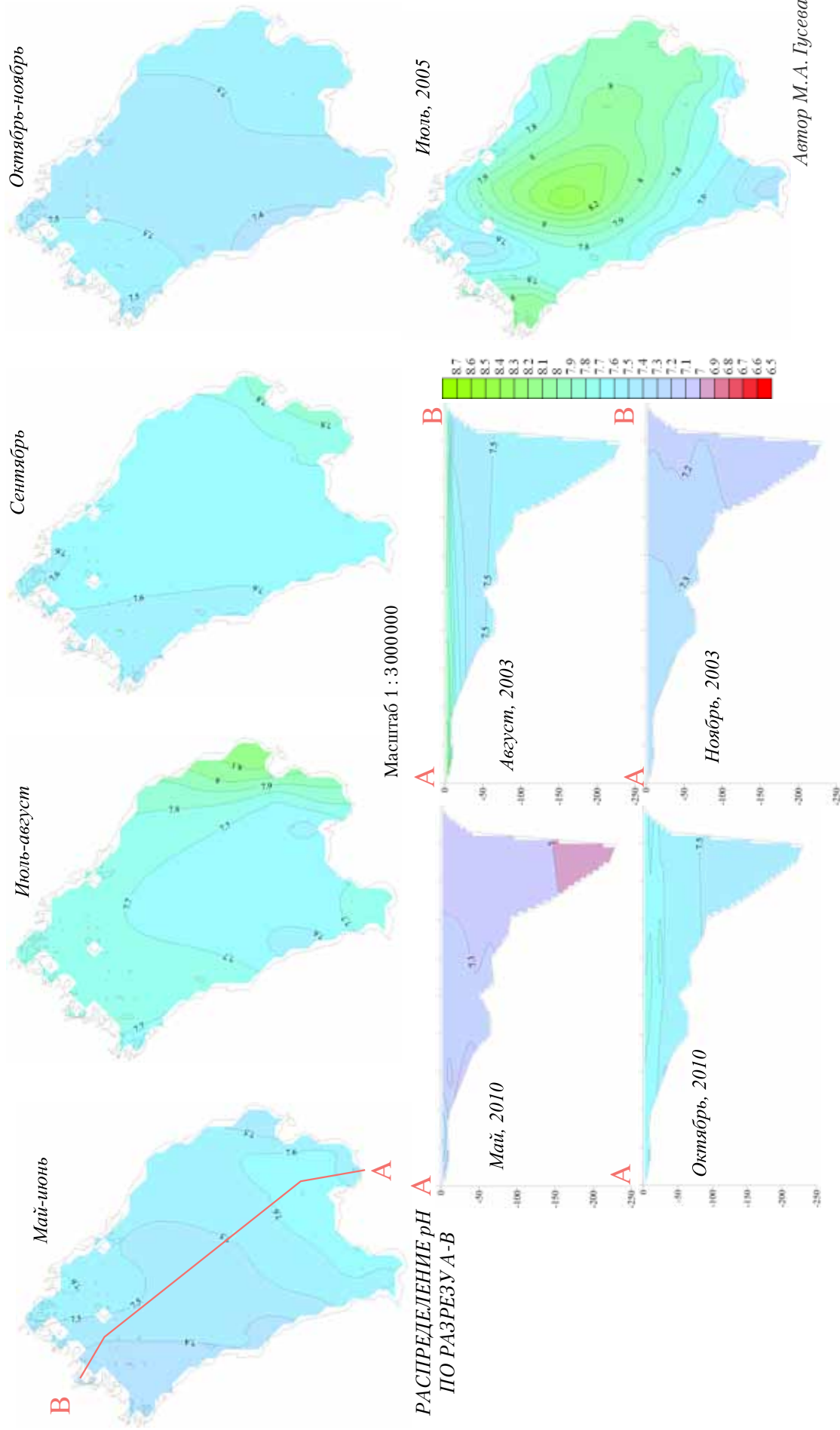


Автор  
М.А. Гусева

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ pH В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ

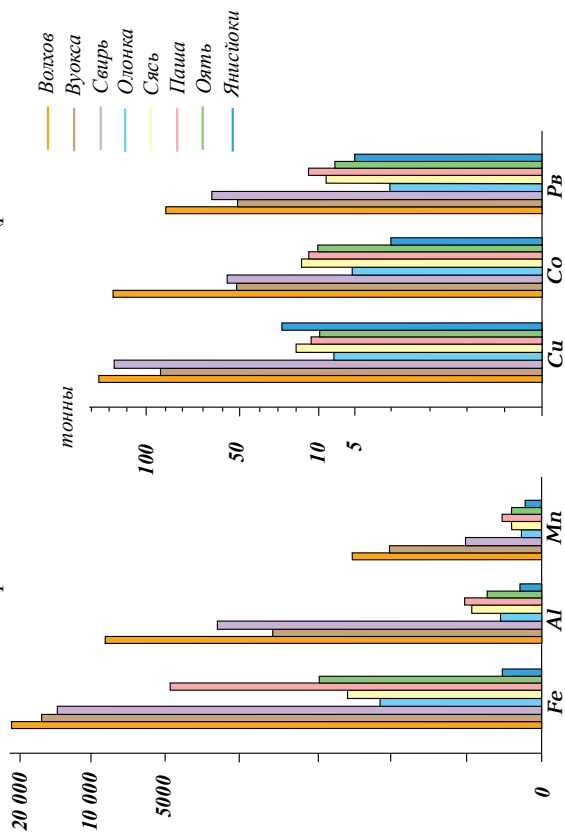
Значения pH воды Ладожского озера находятся в диапазоне 6,7–9,0. В мае-июне на акватории озера pH колеблется в среднем около 7,3–7,7, однако в различных областях могут возникать вспышки фотосинтетической активности, в этих случаях pH достигает значения 8 и выше. В период гидрологического лета средние значения по акватории возрастают до 7,6–7,9. Наибольшая пространственная и временная неоднородность

значений наблюдается в поверхностном слое, что связано с различной фотосинтетической активностью. Однако, если в 80-х гг. значения pH воды Ладожского озера в период развития фитопланктона в трофогенном слое часто достигали 8,5 и более, то в предыдущие 10 лет даже в период интенсивного развития фитопланктона лишь в отдельных случаях они превышали 8,0.



## ПОСТУПЛЕНИЕ В ОЗЕРО МЕТАЛЛОВ С РЕЧНЫМ СТОКОМ

Средние данные за 1982-1991 гг. (р. Янисйоки за 1991 г.)



## МЕТАЛЛЫ

Представленные схемы распределения, графики и другие сведения о металлах в воде Ладожского озера составлены по материалам исследований, ведущихся Институтом озероведения РАН с 1982 г., и по работам ВНИИОкеанологии 1989–1992 гг.

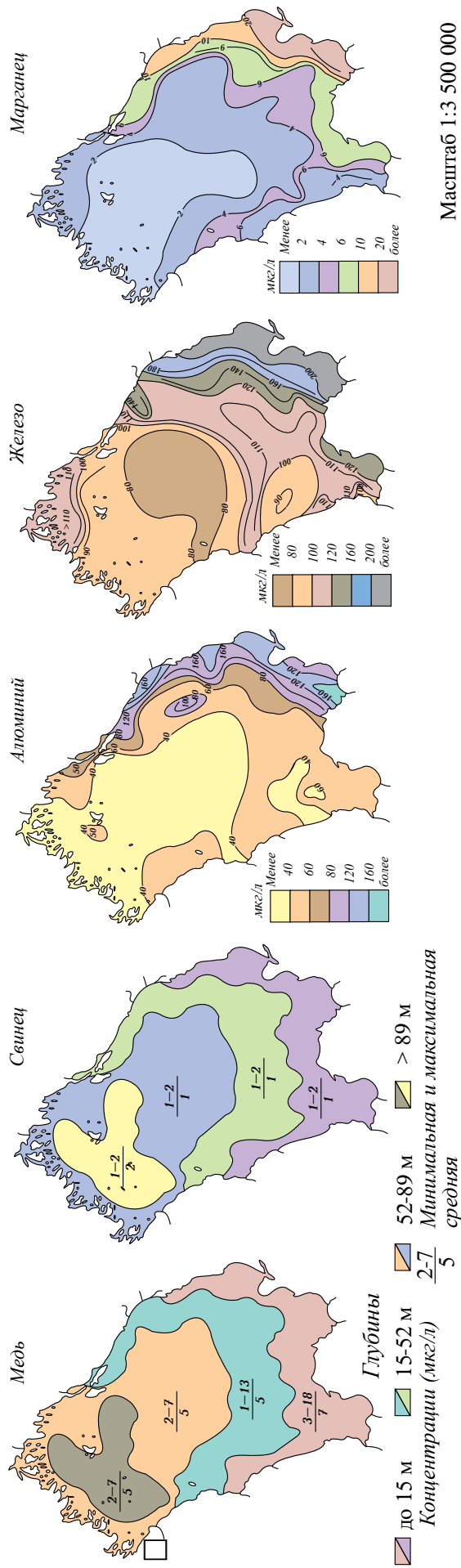
Основная роль в поступлении металлов в водоем принадлежит речному стоку. Наибольшее количество железа, алюминия, марганца, меди, кобальта и свинца приносят главные притоки озера — реки Волхов, Свирь и Вуокса, дающие от 75 до 90% общего речного поступления этих металлов. Вклад в суммарное речное поступление притоков собственного водосбора Ладоги — рек Олонка, Сясь, Янисйоки, Паша, Оягъ, составляет лишь от 1 до 10%.

Неравномерность распределения металлов в водной массе озера обусловлена ме-стоахождением источников их поступления и гидродинамическим режимом водоема.

Повышенные концентрации металлов приурочены в основном к районам впадения крупных притоков, а также промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

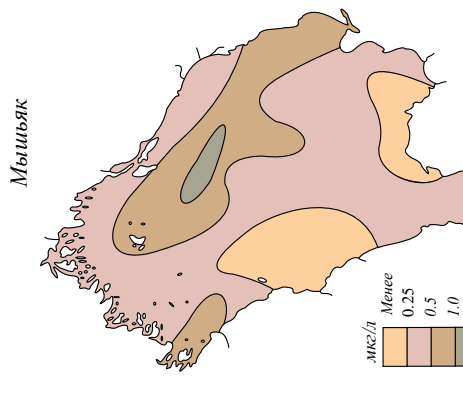
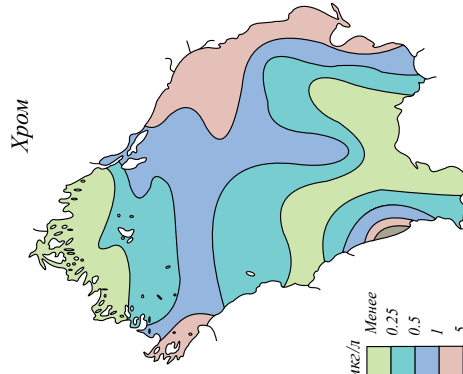
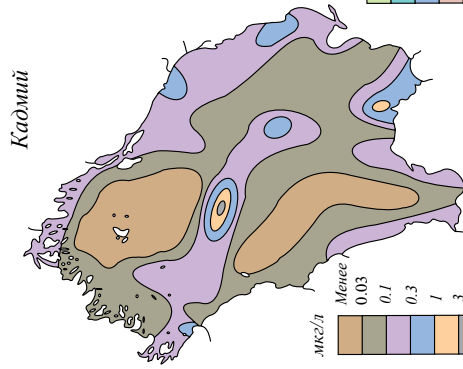
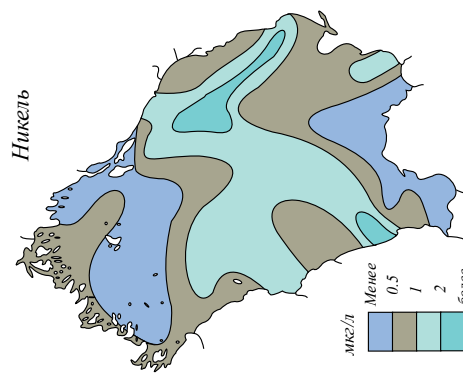
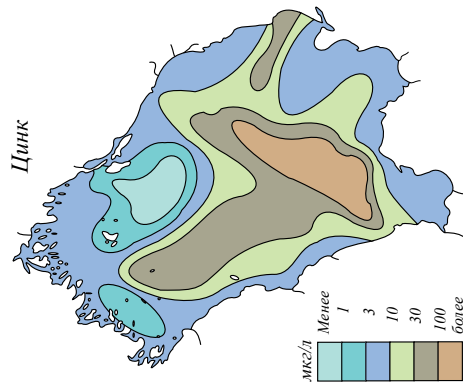
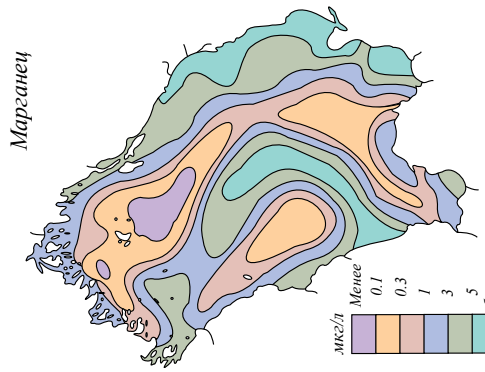
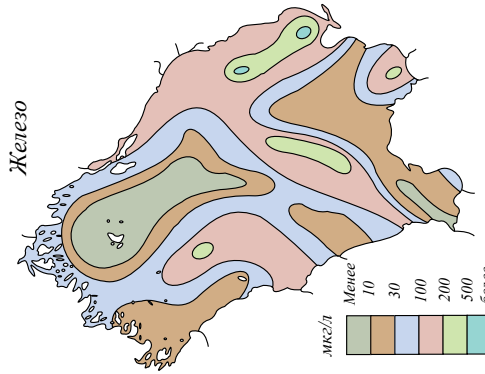
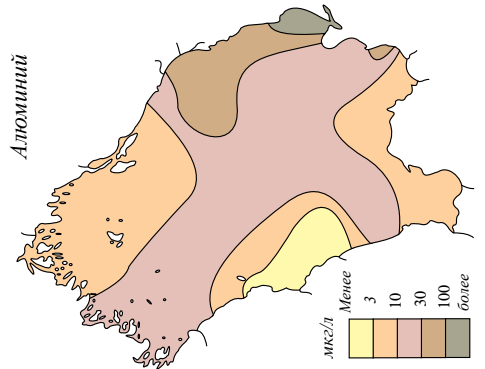
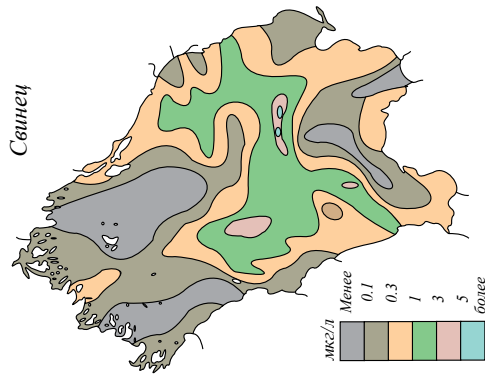
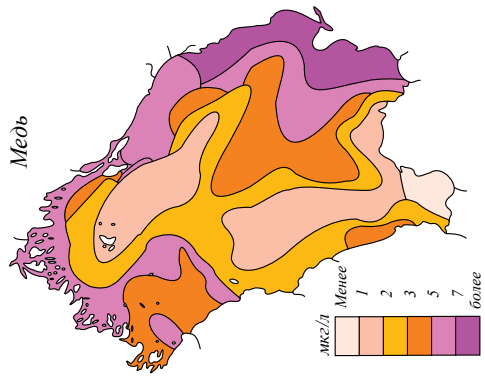
В поверхностном слое воды пространственная неравномерность распределения концентраций железа, алюминия и марганца выражена достаточно отчетливо, в то время как медь и свинец распределены по акватории достаточно равномерно, что и побудило к отображению на схемах их концентраций по лимническим зонам вместо обычного в таких случаях способа ареалов.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОДЫ



Масштаб 1:3 500 000

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ В ПРИДОННОМ СЛОЕ ВОДЫ**

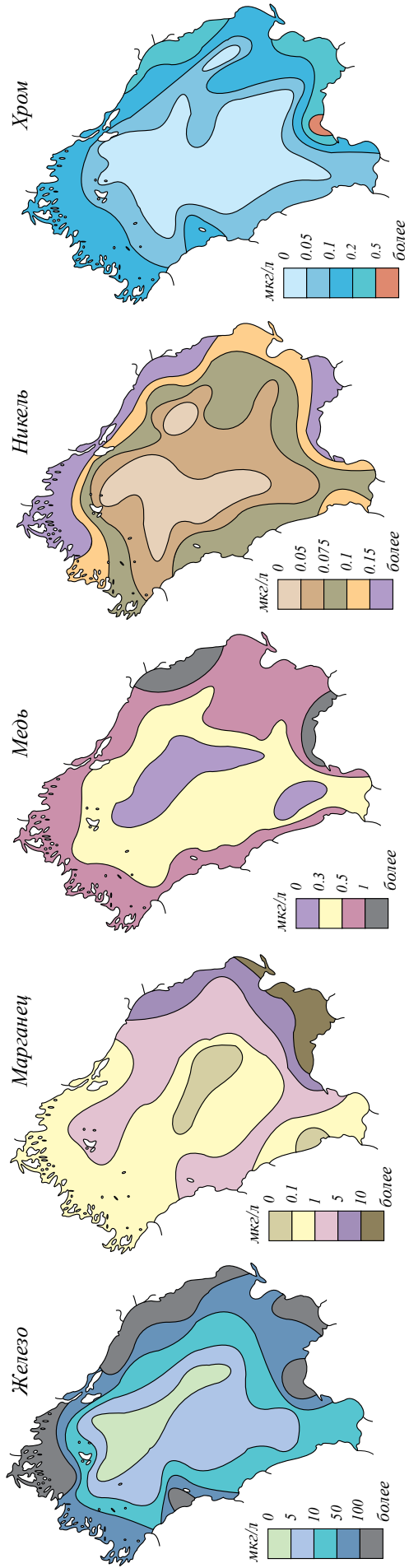


Масштаб 1:3 500 000

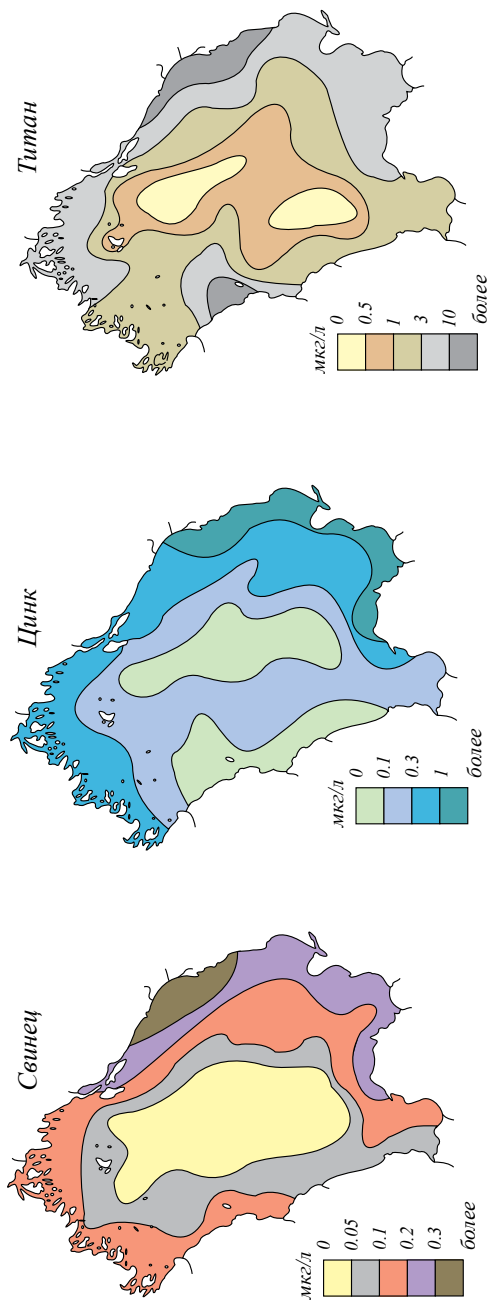
График поступления в озеро металлов с речным стоком и схемы их распределения в поверхностном слое воды составлены [О.А. Черный], остальные карты взяты из публикации: Гуревич В.И., Бордуков Ю.К., Куликов И.В., Бондаренко С.А., Яковлева Т.В., [19], Куликов В.И., Яковлева Т.В., Михалюк Т.Ю. [6].



# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ВО ВЗВЕШЕННОМ ВЕЩЕСТВЕ ПРИДОННОГО СЛОЯ ВОДЫ



Распределение металлов во взвешенном веществе придонных вод показывает, что на содержание этих компонентов наиболее существенное влияние оказывают особенности гидродинамического режима озера, и в целом к центру озера концентрации тяжёлых металлов становятся существенно ниже, чем в прибрежных зонах.



Масштаб 1:3 500 000

Схемы распределения и текст заимствованы из: Куликов И.В., Яковлева Т.В., Михалюк Т.Ю. [6]



## ГИДРОБИОЛОГИЯ

Биологические сообщества Ладожского озера, их видовой состав и особенности функционирования первоначально сформировались под влиянием сложного комплекса природных факторов, в числе которых температурный и ветровой режимы, сложная морфология дна и большие глубины озера, ионный состав воды, благоприятный газовый режим от поверхности воды до дна водоема, высокая прозрачность воды.

До недавнего времени флора и фауна озера были типичны для олиготрофных водоемов. По данным Н. А. Петровой [33], ладожский фитопланктон в конце 50-х — начале 60-х гг. XX столетия представлял собой холодноводный пелагический комплекс, свойственный большим олиготрофным водоемам Севера. В состав фитопланктона входило 380 таксонов водорослей рангом ниже рода, 40% видового состава составляли диатомовые, доминировавшие на протяжении всего года. Из 25 массовых форм 14 относились к диатомовым, 2 — зеленым, 5 — синезеленым, 3 — золотистым и 1 — желто-зеленым. Высшая водная растительность занимала очень небольшую часть литоральной зоны — немногим более 0,5% всей площади водоема (И. М. Распопов [33]).

По данным А. Г. Родиной и Н. К. Кузьмицкой [33], огромные водные пространства Ладоги были бедны бактериопланктоном, за исключением отдельных ограниченных районов, в которых численность бактерий была выше, чем в большей части озера [34].

Зоопланктон был также типичным для олиготрофных глубоководных озер [34]. В нем было отмечено 378 таксонов, в том числе 90 простейших, 200 коловраток, 61 ветвистоусый ракообразный и 27 веслоногих [34].

подавляющая часть (85%) видового состава макробентоса, насчитывавшего 385 видов и форм [34], обитала в литоральной зоне. Центральная часть озера как по видовому составу, так и по уровню развития донных позвоночных была олиготрофной. На видовом составе фауны озера сказалась его связь в геологическом прошлом с пресноводными и морскими приледниковыми водоемами: ледниковые реликты как морские, так и пресноводные играют заметную роль в ладожской фауне.

За последние три десятилетия XX века экологическое состояние Ладожского озера претерпело большие изменения. Многолетние выбросы промышленных и сельскохозяйственных предприятий, коммунальные стоки, судоходство, нерегулируемое рыболовство, сплав леса, загрязненные

атмосферные осадки и т. п. кардинально изменили условия существования сообществ в озере, привели к интенсивному развитию процесса его антропогенного эвтрофирования. Вследствие увеличения содержания в воде биогенных элементов (в первую очередь фосфора) повысилась первичная продукция фитопланктона, а также макрофитов и перифитона. Этот процесс сопровождался изменением ряда физико-химических характеристик воды, в частности изменением концентрации растворенного кислорода в гипolimнионе. Отмечалась также смена видового состава флоры и фауны.

Опасность представляло и загрязнение озера ксенобиотиками, в том числе токсическими соединениями. В наиболее загрязненных участках дна вследствие этого образовались «мертвые зоны», где беспозвоночные отсутствовали. К таким зонам примыкали обширные полисапробные районы, в которых типичные представители ладожской фауны не встречались. У ряда гидробионтов в бентосе и планктоне были выявлены характерные морфологические деформации, а у рыб отмечен высокий процесс токсикозов: в Волховской губе — у 70–80%, в Свирской губе — у 50–60%, в устье реки Видлица — у 60% исследованных рыб.

Ухудшение экологической обстановки водоема, а также строительство плотин на основных притоках привели к тому, что целый ряд рыб оказался на грани вымирания. Атлантический осетр, который в начале XX столетия был на Ладоге промысловой рыбой, теперь занесен в Красную книгу, куда в связи с катастрофическим сокращением численности занесены к тому же волховский сиг и ладожская нерпа.

Снижение антропогенной нагрузки на озеро в середине и конце 90-х годов XX века вследствие уменьшения экономической активности в регионе отразилось на структуре и функционировании экосистемы Ладоги. Изменения в открытой зоне Ладожского озера, прежде всего, выразились в стабилизации показателей состояния сообществ гидробионтов и даже в определенном улучшении экологической ситуации в озере.

Изменчивость показателей трофического статуса озера по фитопланктону находится в настоящее время в следующем диапазоне величин: биомасса фитопланктона — 1,3–1,9 г м<sup>-3</sup>, хлорофилла — 4,4–8,6 мг м<sup>-3</sup> и интенсивность фотосинтеза — 151–353 мг С м<sup>-3</sup> сут<sup>-3</sup>. Согласно существующим классификациям трофности вод, эти величины характерны для мезотрофных водоемов. Последнее десятилетие характеризуется относительной

стабильностью микробиологических процессов в Ладожском озере. Результаты исследования зоопланктона также свидетельствуют о стабильном состоянии количественных показателей зоопланктона и его функционирования в последнее десятилетие. Хотя ряд изменений структуры сообщества зоопланктона указывает на некоторое возрастание трофического статуса озера во второй половине XX века.

В последние годы XX столетия было выявлено изменение структуры и количественного развития макробентоса (повышение количественных показателей) особенно в самых глубоководных районах озера, что свидетельствует о повышении трофического статуса донных биоценозов. В то же время в ряде районов появились не обнаруживаемые в предыдущие годы виды реликтового комплекса.

Кроме того, в 1998–2004 гг. были выявлены принципиальные изменения структуры сообщества мейобентоса в открытой зоне озера, указывающие на изменение всей озерной среды в направлении приобретения озером черт, характерных для эвтрофного водоема, поскольку мейобентос отражает происходящие изменения, значимые не только для донных сообществ, но также и для планктона. Примечательно, что наблюдаемые изменения в бентали озера, отражающие общую трансформацию экосистемы озера, проявились по прошествии примерно двух условных водообменов с середины 70-х годов прошлого века, когда начал интенсивно развиваться процесс антропогенного эвтрофирования Ладожского озера.

В то же время имеющиеся данные показывают, что в более динамичной южной части озера

в результате снижения антропогенной нагрузки наблюдаются определенные и устойчивые признаки улучшения, т.е. протекает процесс олиготрофирования. Серьезные изменения произошли в литоральной зоне озера в результате инвазии *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing), амфиподы из бассейна озера Байкал, проникшей в Ладожское озеро в середине 80-х годов прошлого столетия вследствие непродуманной интродукции этого вида в некоторые озера Карельского перешейка. В настоящее время байкальский вселенец стал неотъемлемым элементом структуры донных сообществ литорали, и жизнедеятельность его популяции является очень важным фактором для формирования биоценозов прибрежья всего Ладожского озера. Сравнение количественных данных позволяет говорить о значительном увеличении показателей численности и биомассы бентофауны литоральных местообитаний в современный период (в десятки раз), по сравнению с олиготрофным периодом в развитии Ладожского озера, а также и с первой половиной 80-х годов XX века.

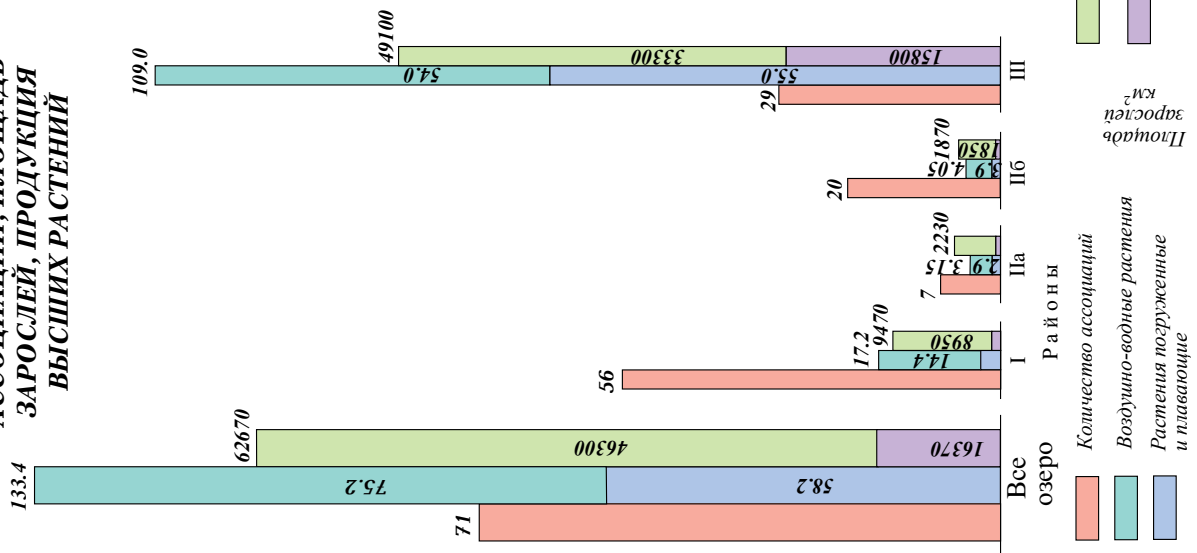
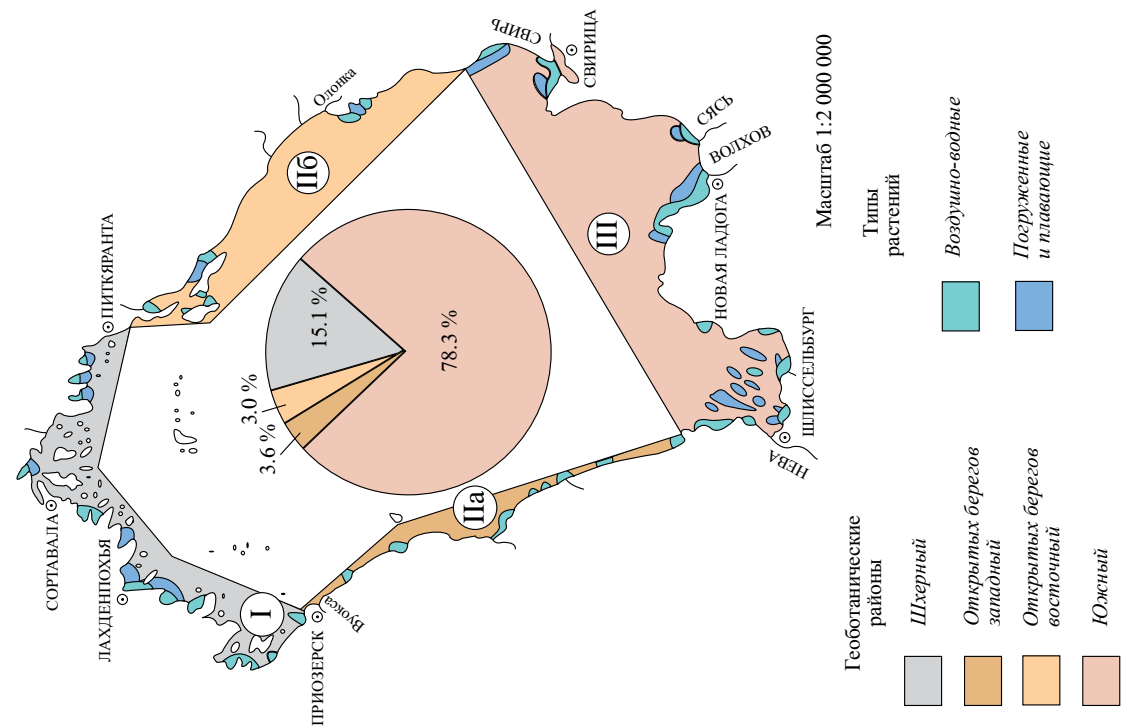
Таким образом, несмотря на признаки процесса реолиготрофирования в южной части озера, в целом протекающую в настоящее время реорганизацию экосистемы Ладоги, инициированную интенсивной антропогенной нагрузкой в 70–80-е годы XX столетия, можно охарактеризовать, как изменение в сторону более эвтрофного типа.

Включенный в Атлас материал призван отразить особенности развития различных биологических сообществ в озере в целом и в его отдельных частях, а также изменение этих сообществ под воздействием антропогенных факторов.

## ВЫСШИЕ ВОДНЫЕ РАСТЕНИЯ

### ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И СООТНОШЕНИЕ ПРОДУКЦИИ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ПО ГЕОБОТАНИЧЕСКИМ РАЙОНАМ

### КОЛИЧЕСТВО АССОЦИАЦИЙ, ПЛОЩАДЬ ЗАРОСЛЕЙ, ПРОДУКЦИЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ



В Ладожском озере, неблагоприятном по составу донных отложений морфометрическим и гидродинамическим характеристикам для развития высших водных растений, в зарастании литорали участвует 108 видов растений. Эти виды образуют сообщества, относящиеся к 71 ассоциации, строителями которых являются 37 видов цветковых растений и вышешее споровое — хвощ приречный.

Ведущую роль в зарастании играет тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Gav.) Trin. ex Steud.), образующий 14 ассоциаций, из которых широкое распространение имеют только две — почти чистая ассоциация тростника и ассоциация тростника с примесью других водных растений. Растения с плавающими листьями занимают небольшую площадь, но зато на значительной части литоральной зоны распространены группировки погруженного рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.). В 1992–1995 гг. общая площадь зарослей была близка к 13,4 тыс. га. В геоботаническом отношении в Ладожском озере выделяют 3 района: шхерный (I), район открытых берегов с выделением западного (IIa) и восточного (IIб) и южный (III).

Продукция высших водных растений создается в основном двумя видами — тростником обыкновенным и рдестом пронзеннолистным, причем 78,3% всей продукции приходится на южный район, 6,6% — на район открытых берегов и на шхерный район — 15,1%. Общая годовая продукция макрофитов близка к 63 тыс. т (абсолютно сухая масса).

## ПЕРИФИТОН

Перифитон (водоросли обрастаний) принято считать хорошим индикатором качества воды, но необходимо иметь в виду, что индикаторное значение многих видов этих водорослей зависит от условий их произрастания и может быть различным в разных водоемах.

В Ладожском озере перифитон имеет ограниченное распространение в литоральной зоне. Сдерживающими факторами его развития являются динамика водных масс и особенности морфометрии озерной котловины. Среди водорослей, формирующих перифитон, насчитывается 440 таксонов рангом ниже рода, среди которых наряду с типичными обрастателями присутствуют планктонные и донные виды. В обрастании широко представлены *Vacillariophyta*, *Chlorophyta* и *Suaporhuta* (192, 182 и 58 таксонов соответственно). На представителей отделов *Chrysophyta*, *Rugetophyta*, *Euglenophyta* и *Xanthophyta* приходится 2% встреченных в перифитоне водорослей. Наиболее разнообразно представлены *Achnanthes*, *Cyclotella*, *Fragilaria*, *Gomphonema* из диатомовых, *Closterium*, *Cosmarium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus* из зеленых. По частоте встречаемости, численности и биомассе приоритет значимости принадлежит зеленым нитчатым водорослям.

Группировки обрастаний, образованные *Ulothrix zonata* встречаются на каменистых и скалистых субстратах западного берега и в шхерном районе озера. Для них характерны высокие показатели численности и биомассы, а также интенсивное протекание процесса фотосинтеза. В вершинах многочисленных заливов шхерного района, в Тайпаловском заливе и в губах южной части озера в летний период в обрастаниях на макрофитах обильны представители родов *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Mougeotia* и *Spirogyra* (а в Волховской губе, кроме того, *Cladophora glomerata*), в Щучьей заводи — сине-зеленые и зеленые водоросли *Photmidium* и *Coleochaete*. Нередко нитчатые водоросли сами являются субстратом для обрастаний мелкими видами *Chaetium*, *Achnanthes*, *Cosconeis*.

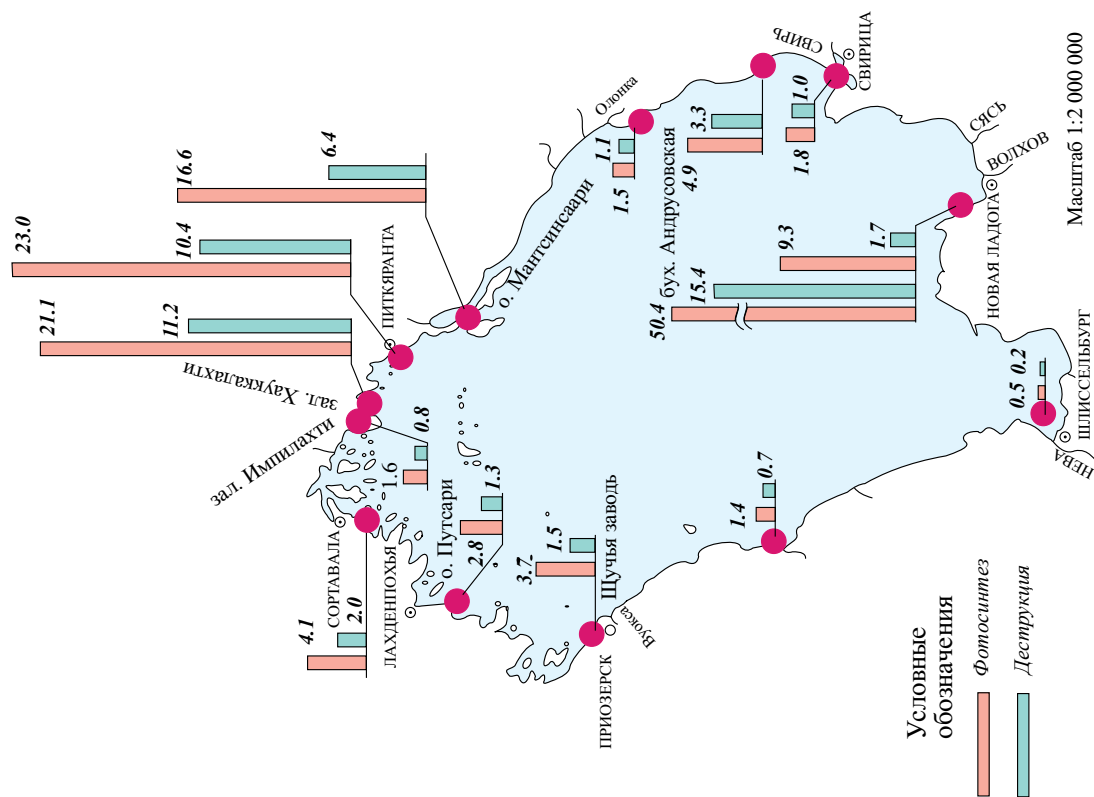
Группировкам обрастаний присуще гетерогенное распространение по площади и весьма значительные амплитуды их количественных характеристик — от почти полного отсутствия до интенсивно развитых группировок с экстремальными значениями биомассы более  $1,0 \text{ г/см}^2 \times \text{сут}^{-1}$ , содержание хлорофилла «а» —  $1200 \text{ мг/см}^2$ , валовой продукции —  $50,0 \text{ г O}_2 \times \text{м}^2 \times \text{сут}^{-1}$  (Волховская губа, июль 1989). Средние значения, характерные для группировок перифитона Ладоги, не превышают  $0,3\text{--}0,8 \text{ мг/см}^2$  биомассы,  $1,0\text{--}10,0 \text{ мг/м}^2$  содержание хлорофилла «а» и  $0,5\text{--}1,0 \text{ г O}_2 \times \text{м}^2 \times \text{сут}^{-1}$  продукции. Как правило, группировки обрастаний с камней имеют более высокие значения продукции в сравнении с высшими водными растениями.

Согласно рассчитанному автором индексам сапробности по Пантле и Буцку, почти все заливы шхерного района следует отнести к слабозагрязненным ( $\beta$ -мезосапробная зона), за исключением небольших изолированных заливов, не испытывающих антропогенной нагрузки и относящихся к олигосапробной зоне.

Автор М.А. Рычкова

## МАКСИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ФОТОСИНТЕЗА ГРУППИРОВОК ОБРАСТАНИЙ

(в  $\text{г O}_2 \times \text{м}^2 \times \text{сут}^{-1}$ )



## ФИТОПЛАНКТОН

До начала 60-х гг. XX в. фитопланктон Ладожского озера был беден из-за низкого содержания биогенных элементов в воде и суровых климатических условий холодноводного северного водоема. Ладога представляла собой классическое олиготрофное озеро, малопродуктивное, с преобладанием в планктоне диатомовых водорослей в течение всего года. Резкое увеличение поступления фосфора в 70-е гг. стимулировало расширение круга массовых видов и рост количественных показателей фитопланктона (численности, биомассы, первичной продукции) к началу 80-х гг.

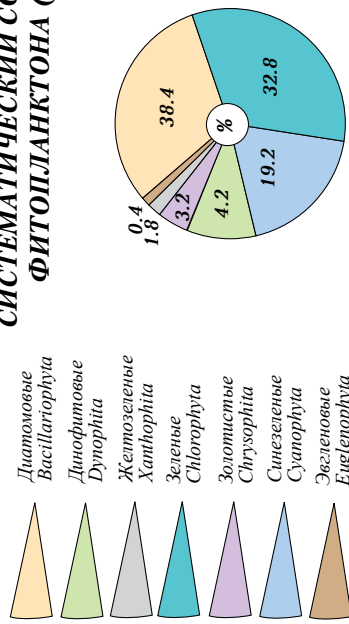
Состав фитопланктона меняется на протяжении периода вегетации. Интенсивное развитие весенних видов, преимущественно диатомовых водорослей с преобладанием *Aulacoseira islandica* начинается в прибрежьях в середине апреля еще под льдом и постепенно охватывает всю теплоактивную область озера. В глубоководных районах, прогревающихся значительно позже, типичный весенний планктон (*Asterionella*–*Diatoma*) практически

не успевает сформироваться до возникновения хорошо прогретого эпилимниона.

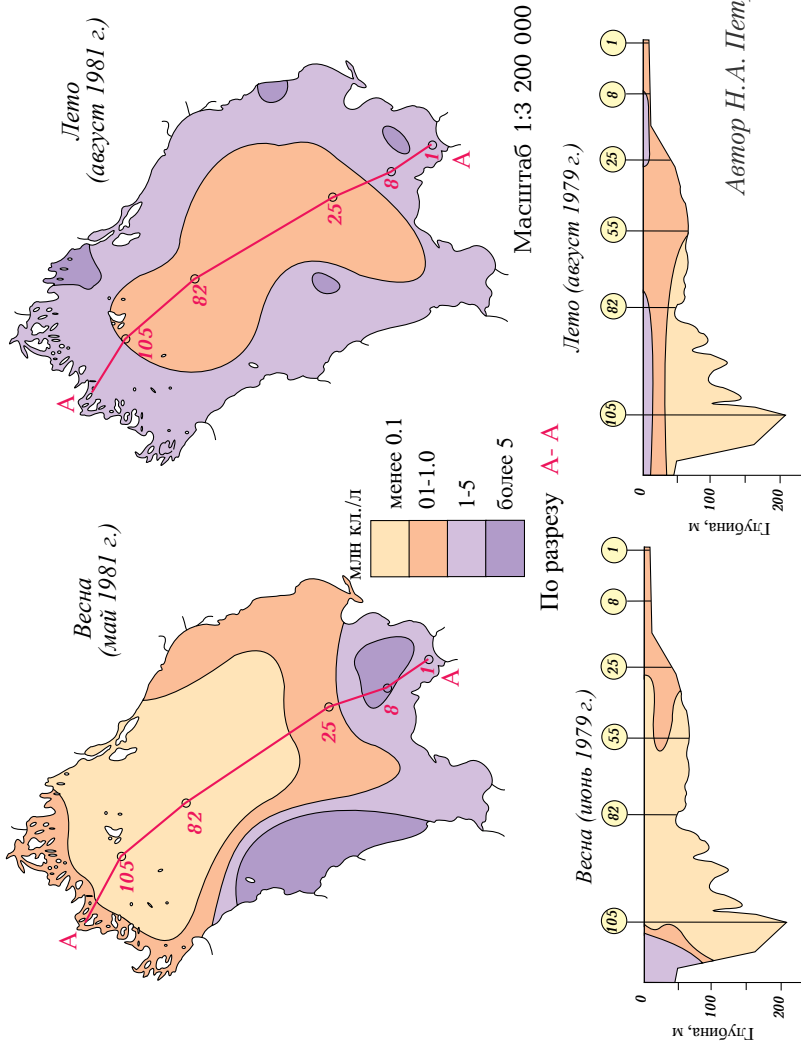
Летние виды в мелководных зонах озера многочисленны уже с середины июня, а в глубоководных — с начала июля до конца августа. Летний планктон наиболее разнообразен по составу особенно в период эвтрофирования, и количественно более однороден по акватории, чем весенний. До начала антропогенного эвтрофирования в нем преобладали диатомовые (*Asterionella*), на первой стадии эвтрофирования, до середины 80-х гг. — массовые синезеленые *Oscillatoria tenuis*, виды рода *Microcystis*, затем роль доминантов опять перешла к видам постоянным в олиготрофный период: диатомовым (*Fragilaria*), желтозеленым (*Gibbocema*), синезеленым (*Arhanizomenon*, *Woronichinia*).

Для осеннего планктона (сентябрь, октябрь) характерно, помимо продолжающегося развития поздлетних видов, вторичное появление в массе все-сенне-осенней диатомовой *Aulacoseira islandica*.

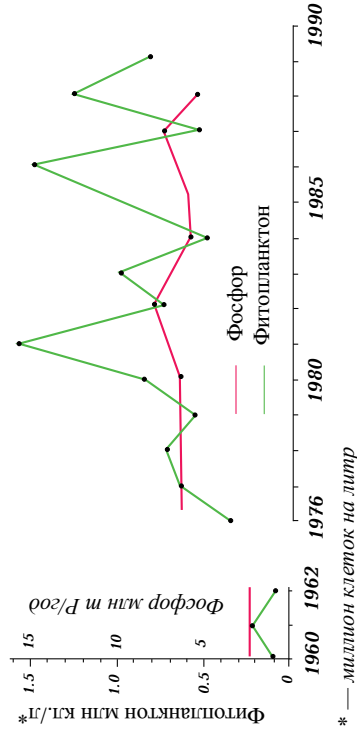
### СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА (%)



### ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА

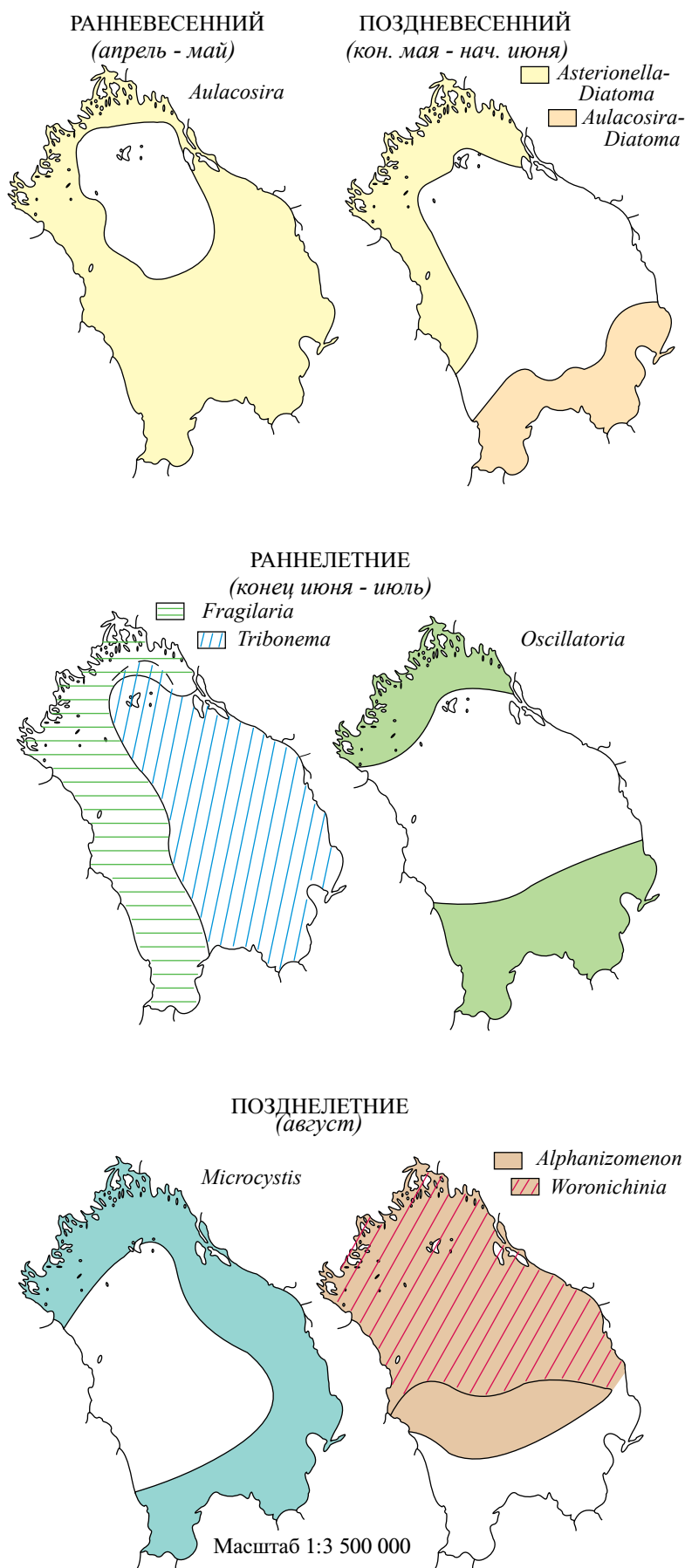


### ПОСТУПЛЕНИЕ В ОЗЕРО ФОСФОРА И ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДНЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ ФИТОПЛАНКТОНА





## ОСНОВНЫЕ СЕЗОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ



Состав фитопланктона меняется на протяжении периода вегетации. Интенсивное развитие весенних видов, преимущественно диатомовых водорослей, начинается в прибрежьях в середине апреля еще подо льдом (комплексы с преобладанием *Aulacosira*) и постепенно охватывает всю теплоактивную область озера (*Aulacosira-Diatoma*). В глубоководных районах, прогреваемых значительно позже, типичный весенний планктон (*Asterionella-Diatoma*) практически не успевает сформироваться до возникновения хорошо прогретого эпилимниона. Летние виды в мелководных зонах озера многочисленны уже с середины июня, а в глубоководных — с начала июля до конца августа. Летний планктон наиболее разнообразен по составу особенно в период эвтрофирования и количественно более однороден по акватории, чем весенний. До начала антропогенного эвтрофирования в нем преобладали диатомовые (*Asterionella*), на первой стадии эвтрофирования, до середины 80-х гг. XX века — массовые синезеленые естественно-эвтрофных озер (*Oscillatoria*, *Microcystis*), затем роль доминантов опять перешла к видам постоянным в олиготрофный период: диатомовым (*Fragilaria*), желтозеленым (*Tribonema*), синезеленым (*Aphanizomenon*, *Woronichinia*). Для осеннего планктона (сентябрь, октябрь) характерно, помимо продолжающегося развития позднелетних видов, вторичное появление в массе весенне-осенней диатомовой *Aulacosira*.

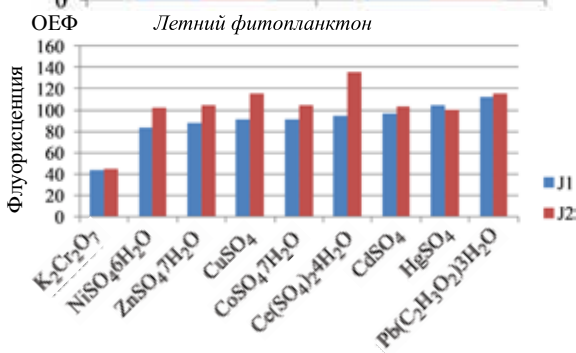
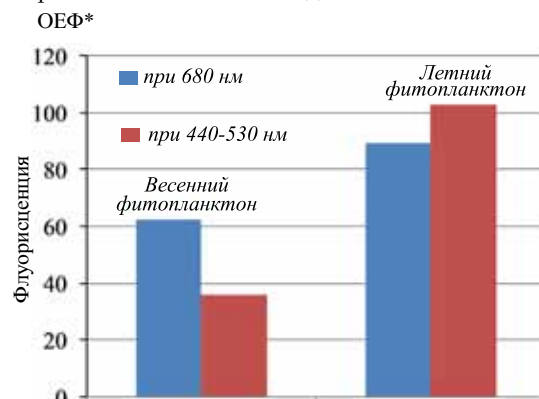
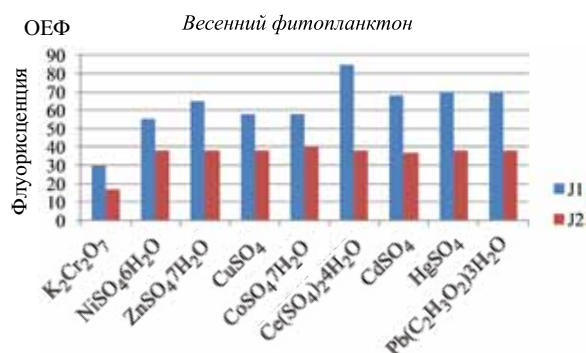
Автор Н.А. Петрова

**АКТИВНОСТЬ ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА (J1 – 680 нм)  
И МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ПИГМЕНТОВ (J2 – 440–530 нм)  
ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА СОЛЯМИ МЕТАЛЛОВ**

Устойчивость водорослей по отношению к неблагоприятным условиям среды, в том числе к интоксикации, в числе прочего, зависит от наличия в их клетках альтернативных систем энергообеспечения. Для фототрофных организмов, использующих солнечную энергию и энергию химических связей неорганических веществ, основным энерготрансформирующим органом является хлоропласт, содержащий хлорофиллы.

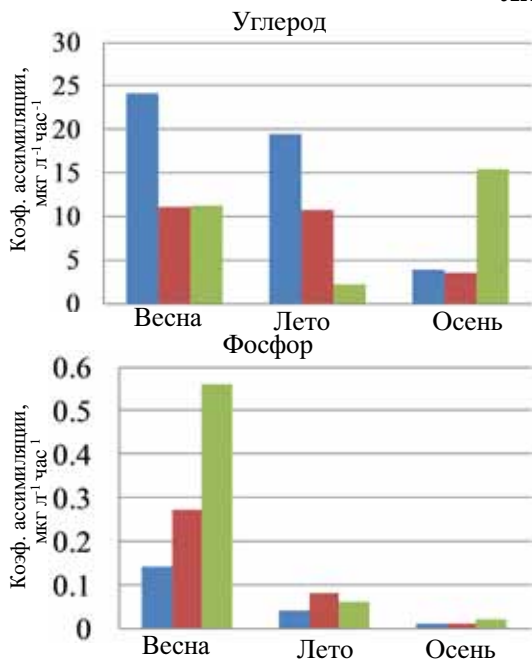
Помимо хлоропластов существуют митохондрии, обеспечивающие организм энергией в темноте или при повреждении хлоропластов, используя органические вещества и кислород воздуха. В каждой из энергосистем клетки основные ферменты обладают характерными спектрами поглощения и люминесценции. Оценить интенсивность энергопоток можно по изменению соотношения люминесцентного излучения основного пигмента хлоропластов – хлорофилла (680 нм) и митохондриальных ферментов: окисленных флавопротеинов (520–530 нм)

и восстановленных перидиннуклеотидов (465–480 нм). Соотношение вкладов основного и дополнительного источников энергии клетки, выраженное в величинах интенсивности люминесценции хлорофилла и митохондриальных пигментов, может служить характеристикой степени мобилизации внутренних ресурсов организма для сопротивления неблагоприятным внешним воздействиям.



\* – относительные единицы флуоресценции

**ИЗМЕНЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ АССИМИЛЯЦИИ УГЛЕРОДА (C) И ФОСФОРА (P)  
НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ СЕЗОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОДОРОСЛЕЙ ПЛАНКТОНА  
ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**



Экспериментально был получен коэффициент ассимиляции углерода (КАУ), который позволяет оценить продукционные возможности вида, т.е. прирост продукции на единицу ассимилированного фосфора. Интоксикация металлами будет приводить к снижению первичной продуктивности водоема только в случае, если доминанты новых сообществ менее продуктивны, чем прежние, или менее конкурентоспособны по отношению к другим экологическим факторам. Если же толерантным к интоксикации окажется один из массовых видов исследуемого водоема, достаточно адаптированный к условиям обитания, продуктивность планктонных комплексов может возрастать.

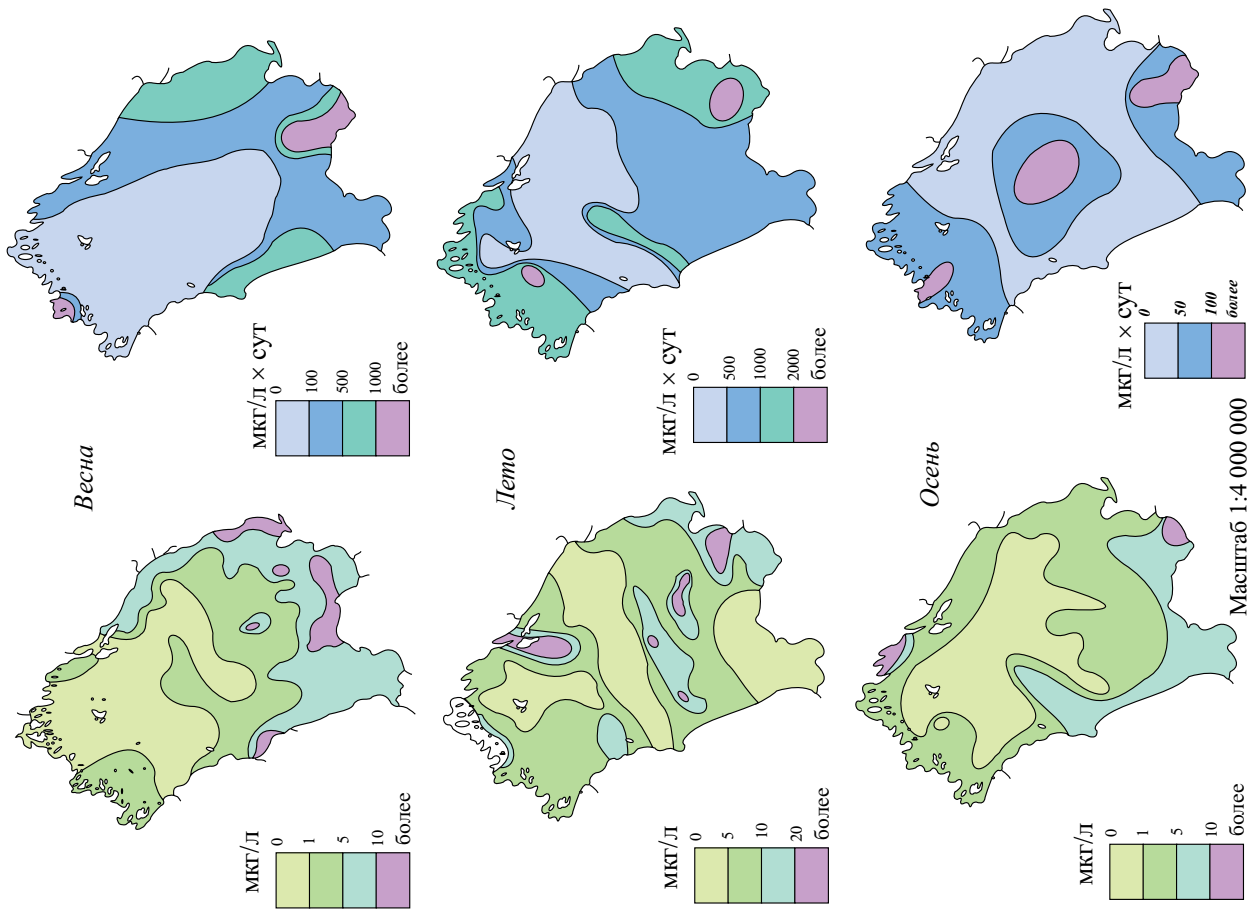
■ Северный шхерный район ■ Центральный район ■ Южный район

Автор Н.А. Петрова

## ХЛОРОФИЛЛ

(максимальные величины)

## СУТОЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ



## ТОЛЕРАНТНОСТЬ МАССОВЫХ ВИДОВ ВОДОРОСЛЕЙ И ВОДНЫХ ГРИБОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА К ИНТОКСИКАЦИИ ИОНАМИ МЕТАЛЛОВ И ВЕРОЯТНОСТЬ СМЕНЫ ДОМИНАНТОВ В ПРОЦЕССЕ ЭВОЛЮЦИИ ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Разная толерантность водорослей и водных грибов к интоксикации ионами металлов в любой ситуации обеспечивает возможность некоторым видам при прочих равных условиях занять позицию доминанта. Выпадение ряда видов продуцентов (водоросли) или деструкторов (грибы) меняет направление энергетических потоков в биоте, влияя на основной экосистемный процесс водоема — формирование пула органического вещества. Обычное для природных водоемов разнообразие организмов обеспечивает возможность замены прежде доминировавших видов новыми, более устойчивыми по отношению к возникшей ситуации

Виды водорослей и водных грибов	ZnSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	CuSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	NiSO <sub>4</sub> 6H <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	CoSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	Pb(CrO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	HgSO <sub>4</sub>	Ce(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	Λ O <sub>2</sub>
<b>Vaccillorhiza</b>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Asterionella formosa</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Aulacoseira islandica</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Diatoma elongation</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Tahellaria fene strata</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<b>Cyanophyta</b>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Anabaena flos-aquae</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Anabaena spiroides f.f.</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Oscillatoria planctonica</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Oscillatoria tenuis</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Woronihinia naegeliana</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<b>Chlorophyta</b>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Dictosphaerium pulchellum</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Eudorina elegans</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Pediastrum duplex</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Staurastrum gracile</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Tetrastrum tenera</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<b>Xanthophyta</b>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Tribonema affine</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<b>Dynophyta</b>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Ceratium hirundinella</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<b>Fungi</b>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Fusarium oxysporum</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Saprolegnia ferax</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Aspergillus niger</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Penicillium notatum</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Leptomyces lacteus</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Rhodotorula rubra</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Candida crusei</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Trichoderma konigii</i>	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

█ толерантны  
█ слабая интоксикация  
█ сильная интоксикация

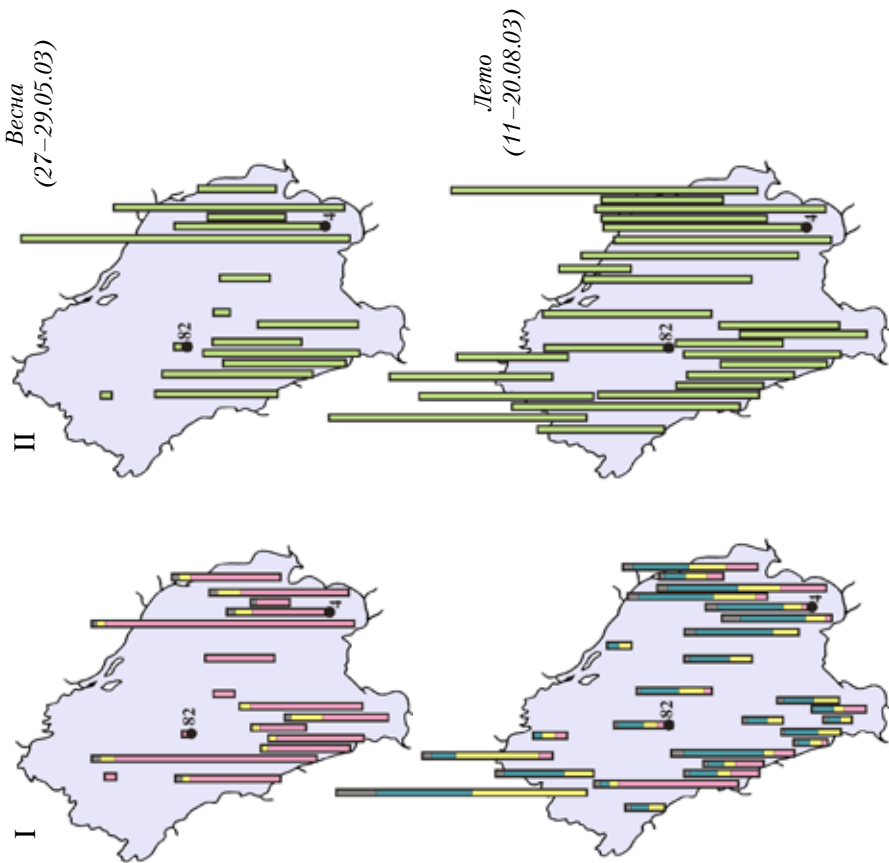
Автор Н.А. Петрова

**ФИТОПЛАНКТОН 1992–2003 гг.**

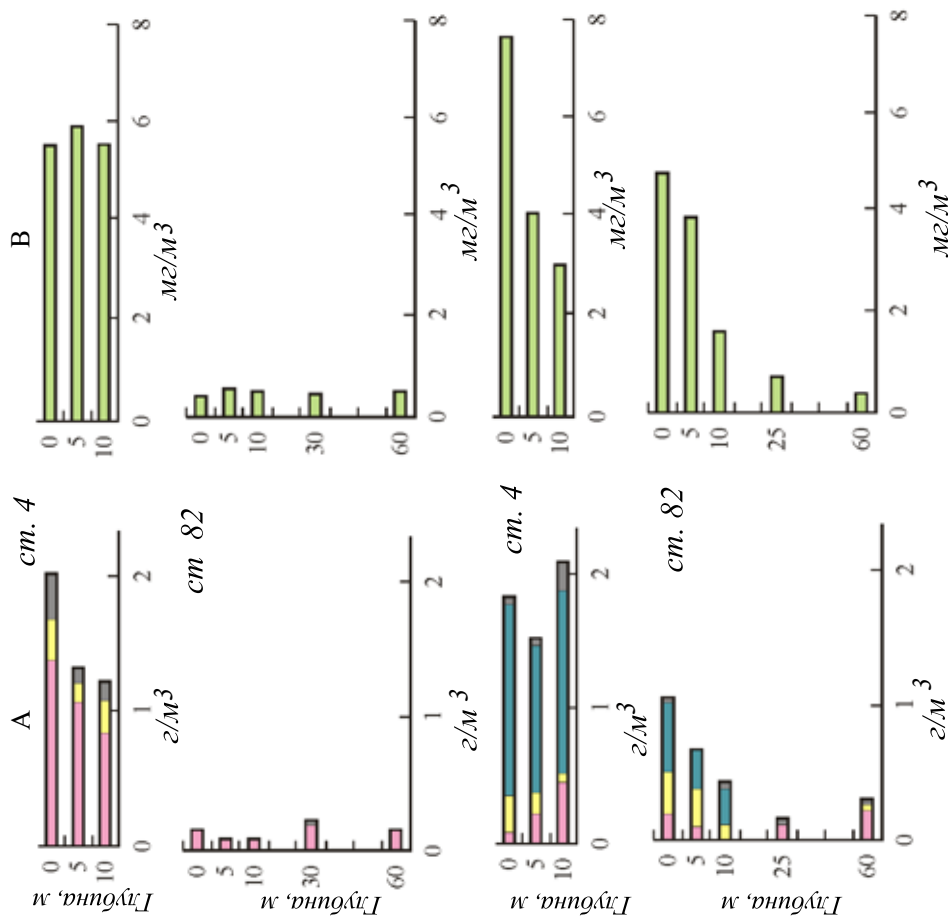
С конца 80-х годов прошлого столетия и до начала 2000-х прослеживается снижение концентрации соединений фосфора в воде озера (Расплетина, Сусарева, [35]). В это время происходят существенные изменения в структуре фитопланктона, которые наиболее четко проявляются в летний сезон, когда отмечается массовая вегетация видов из отдела *Sturctorhuta*, не наблюдавшаяся ранее. Многие виды этого отдела менее требовательны к минеральным соединениям биогенных элементов. Однако эти изменения не отразились на трофическом статусе озера.

Общие закономерности пространственно-временного и вертикального распределения фитопланктона озера сохраняются, поскольку они обусловлены особенностями гидрофизического режима озера, который достаточно стабилен и обладает большой инертностью (1, 2). Весной фитопланктон по-прежнему представлен преимущественно водорослями с доминированием *Achnanthes islandica* (O.Mull) Sim. Горизонтальное распределение водорослей связано с границей термобара в момент наблюдений на озере. Уровень развития фитопланктона в теплоактивной (прибрежной) области на порядок выше, чем в теплоинертной

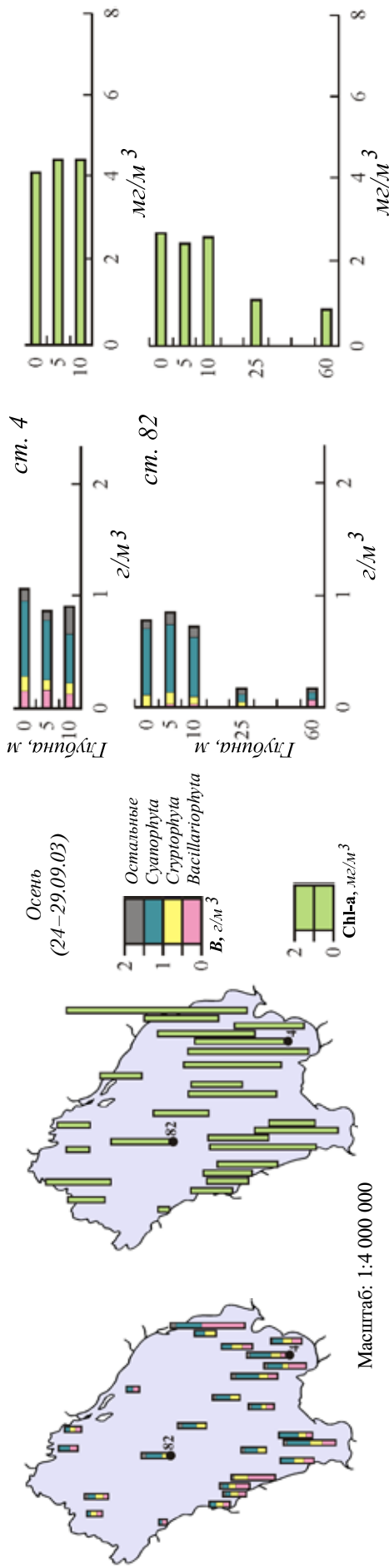
**1 ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА (I) И КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА А(II) В ОСНОВНЫЕ ФАЗЫ ВЕГЕТАЦИОННОГО СЕЗОНА**



**2 ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА (А) И КОНЦЕНТРАЦИИ Chl-a (В) В ПРИБРЕЖНОЙ (ст. 4) И ЦЕНТРАЛЬНОЙ (ст. 82) ЧАСТЯХ ОЗЕРА**

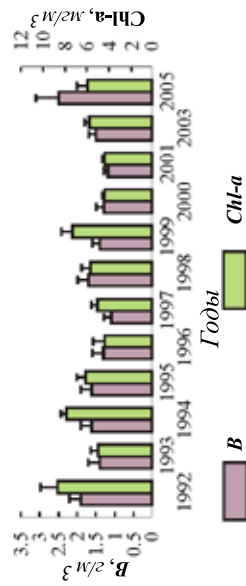




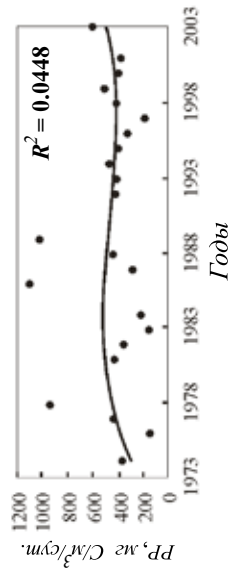


Масштаб: 1:4 000 000

5 СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ( $X + SE$ ) БИОМАССЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА (А) В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОДЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА (ИЮЛЬ – АВГУСТ)



4 МЕЖГОДОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЛЕТНЕЙ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В ЛАДОЖСКОМ ОЗЕРЕ



(глубоководной) области, ограниченной термобаром. Распределение водорослей по вертикали, при отсутствии температурной стратификации водной толщи, достаточно равномерное (2).

Летом структура сообщества резко меняется. Доминируют синезеленые (*Anabaena spiroides* Kleb., *A. flos-aquae* Breb., *A. circinalis* Raben., *Woronichinia naegeliana* (Ung.) Elenk., *Arhanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., а на южных мелководных видах рода *Microcystis* и криптофитовые (*Cryptomonas erosa* Ehr., Cr. sp., *Rhodomonas lacustris* Paschet Rutt.). Диагномные с летним набором видов (*Fragilaria fenestrata* (Lyngh.) Kütz., *Tabellaria fenestrata* (Lyngh.) Kütz., *Asterionella formosa* Hass., *Sterhanodiscus totula* (Kütz.) Hendy) находятся на положении субдоминантов. Их вклад в общую биомассу на основной акватории озера не превышает 5%. Горизонтальное распределение фитопланктона по озеру весьма мозаично, поскольку контролируется ветровыми течениями различными направлениями.

В условиях летней стратификации озера, основная часть водорослей сосредоточена в гомотермном эпимлинионе (0–10м), а максимальные величины наблюдаются в эвфотном слое, величина которого не превышала 4–6 м (Viñjanen et al., [36]) в зависимости от района озера.

Осенью при снижении температуры воды и инсоляции происходит постепенное затухание вегетации водорослей. Структура сообщества имеет летний состав, с относительно меньшим вкладом в биомассу криптофитовых. Среди синезеленых доминирует *Arhanizomenon flos-aquae*. На южных мелководьях увеличивается относительный вклад диатомовых в общую биомассу за счет весеннего вида *Aulacoseira islandica*. Распределение фитопланктона и различия в уровне его развития в прибрежных и глубоководных районах озера аналогичны весенней ситуации.

В настоящее время величины продуктивности фитопланктона на поверхностном и эвфотном слоях озера (3) характерны для мезотрофного типа вод. Однако это справедливо лишь для лета, а весной и осенью — только для мелководных прибрежий. В последнем случае основная акватория озера имеет показатели продуктивности фитопланктона олиготрофного типа вод. Большие массы озера глубже 25 м в течение всего вегетационного сезона также весьма бедны водорослями и могут оцениваться как олиготрофные (2).

За последний период наблюдений наиболее полные сведения имеются по летнему мониторингу фитопланктона (Летанская, [37]). Межгодовые колебания структурно-функциональных параметров фитопланктона не имеют четкой направленности и связаны с внутрисезонной сукцессией водорослей и их ролью в сообществе в течение июля-августа, а также климатическими условиями соответствующих лет наблюдений. Достоверного тренда (4) в изменении трофического статуса озера не обнаружено, несмотря на значительные колебания первичной продукции в период максимального эвтрофирования водоема. Возможно это объясняется замедленным водообменом озера (Grau et al., [38]) и господством в современных условиях криптомонад, которые поддерживают стабильность общей продуктивности фитопланктона (Stewart, Wetzel, [39]).

Авторы: Г.И. Летанская, Е.В. Протопопова



**СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА (С<sub>хл</sub>) И РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА (С<sub>ров</sub>)  
НА ПОВЕРХНОСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА  
(среднее за 1998–2004 гг., спутник SeaWiFS)**

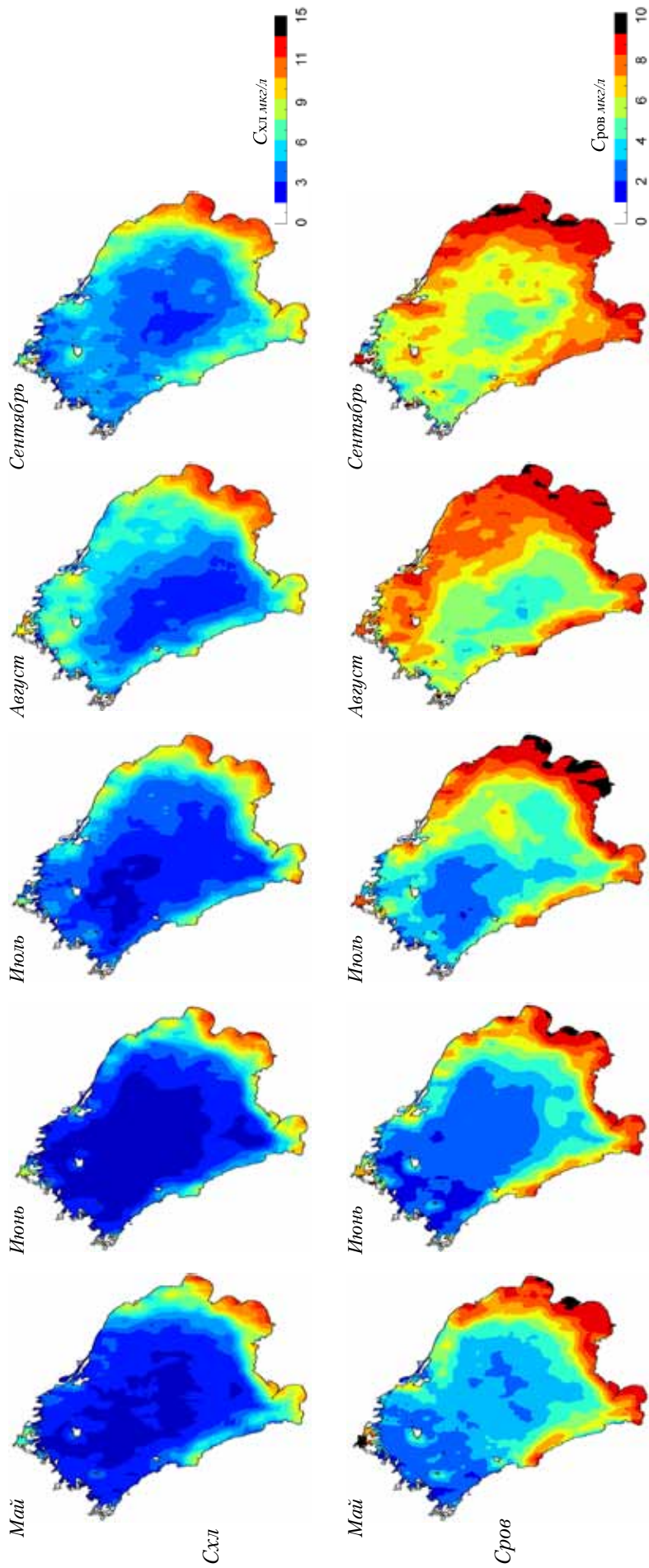
Усилившееся в пост-мезотрофный период вовлечение консервативного гуминового компонента РОВ (в результате возросшей роли микрофлоры в деструкционных процессах в Ладожском озере) обусловил сохранение существовавшего темпа регенерации фосфора, несмотря на общую тенденцию снижения фосфорной нагрузки с водосбора за последние два десятилетия.

Процесс пополнения пула биологически доступного фосфора за счет высвобождения этого элемента при разложении РОВ обуславливает поддержание первичной продуктивности озера на повышенном уровне, чему способствует выделение на позиции доминантов менее «фосфороллюбивых» групп фитопланктона — криптофитовых и диатомовых, более характерных для водоемов олиготрофного статуса.

Отсюда можно сделать вывод, что возвращение экосистемы Ладожского озера в состояние, в котором оно находилось до начала интенсивного антропогенного эвтрофирования, имеет «гистерезисный» характер.

Действительно, со снятием высокой внешней фосфорной нагрузки озерная экосистема не проходит в обратную последовательности состояния перехода в мезотрофное состояние из олиготрофного.

Пребывание в мезотрофном состоянии привело к тому, что экосистема Ладожского озера претерпела столь существенные изменения, что уместно говорить о новом этапе ее развития, когда в условиях современного снижения уровня внешней фосфорной нагрузки функционирование экосистемы в основном регулируется внутриводоемными процессами.



Масштаб 1:4 000 000

Авторы: Д. В. Поздняков, А. А. Коросов, Н. А. Петрова

## ВОДНАЯ МИКОФЛОРА

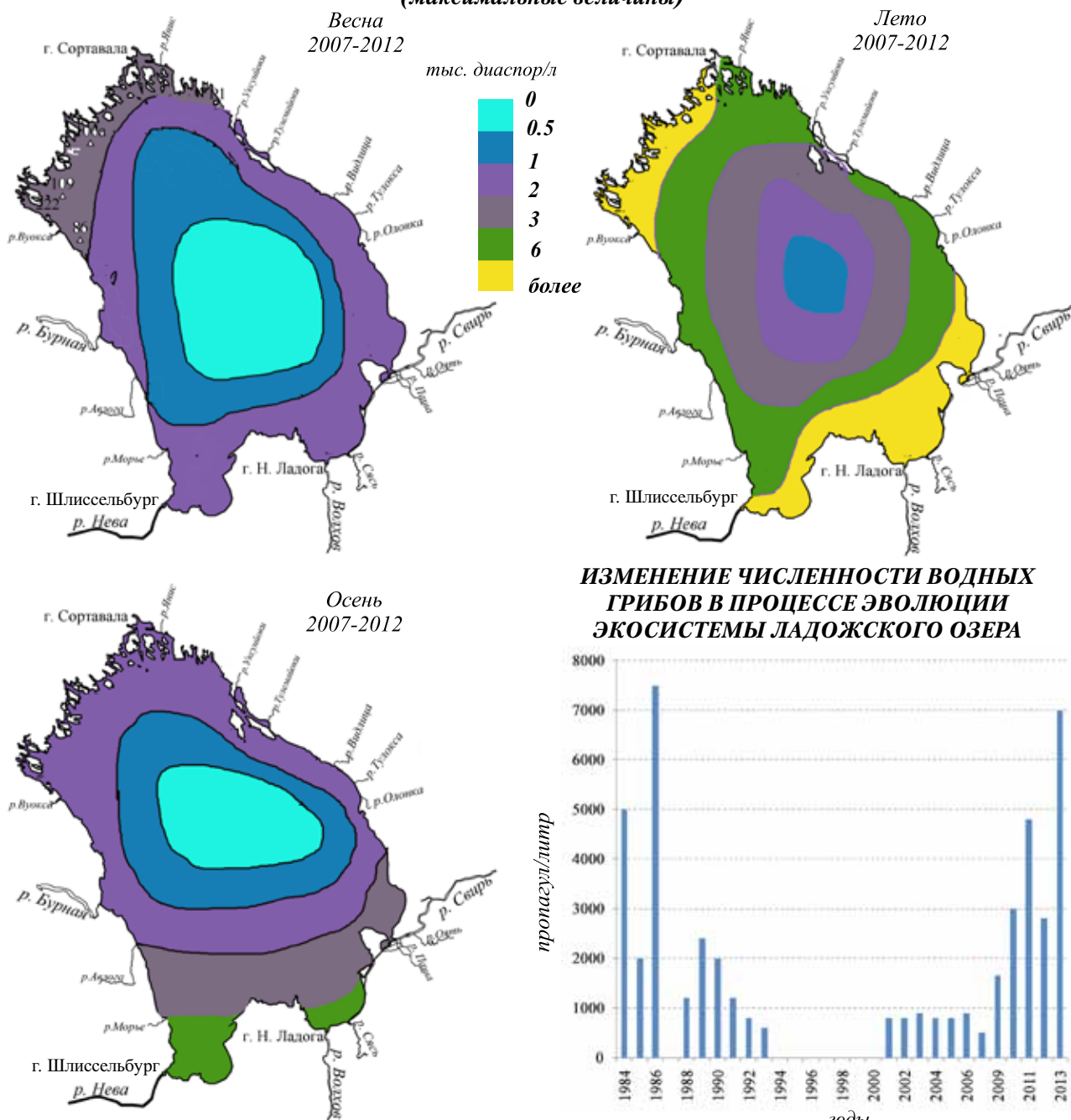
Водная микофлора Ладожского озера представлена в основном оомицетами, зигомицетами и несовершенными грибами. Доминирующий комплекс состоит из представителей родов *Phoma*, *Penicillium*, *Mucor*, *Saprolegnia* и *Trichoderma*.

В период открытой воды для всех зон озера характерны высокие значения численности диаспор водных грибов, в отдельные сезоны достигающие нескольких тысяч на литр воды. Общая численность водных грибов по акватории озера несколько снижается осенью, а максимальная — отмечена летом на глубинах 10–20 м.

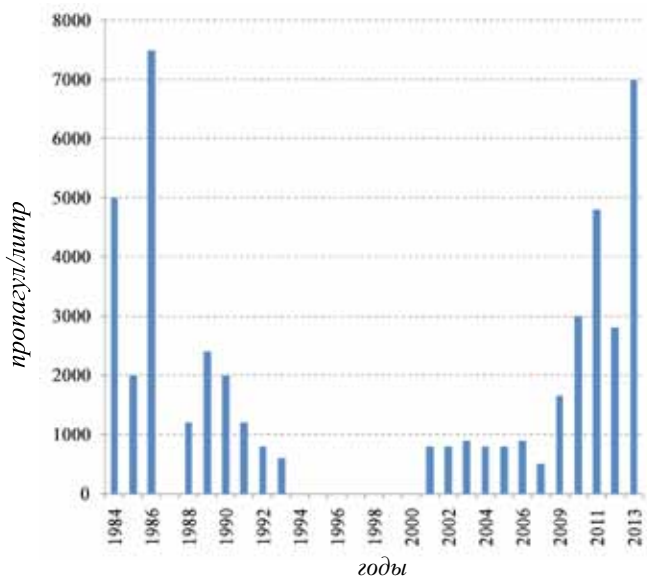
Увеличение количества доминирующих родов микофлоры и численности диаспор по акватории можно считать последствием процесса антропогенного эвтрофирования водоема.

В местах поступления в озеро промышленных сбросов наблюдается сокращение видов микофлоры, связанное, повидимому, с токсичностью поступающих в озеро вод, но зато увеличивается численность диаспор водных грибов, развитие которых связано с характером сбросов. Отмечено увеличение количества видов грибов также в районах поступления бытовых сбросов, повышающих содержание органических веществ в воде озера.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОДЫ ВОДНЫХ ГРИБОВ (максимальные величины)



### ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ВОДНЫХ ГРИБОВ В ПРОЦЕССЕ ЭВОЛЮЦИИ ЭКОСИСТЕМЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА



Автор И. В. Иофина

## БАКТЕРИОПЛАНКТОН

В начале 60-х гг. XX в. Ладожское озеро было типично олиготрофным водоемом. На фоне низкой концентрации общего фосфора в воде (около  $10 \text{ мкг л}^{-1}$ ) численность микроорганизмов была крайне незначительна ( $0,06\text{--}0,3 \text{ млн кл. мл}$ ) и наблюдалось практически равномерное распределение бактериопланктона по акватории. К концу 70-х гг. в связи с резким увеличением поступления фосфора в озеро исследования (1976–1980 гг.) показали значительное повышение уровня развития бактериопланктона по сравнению с 60-ми гг. и было выявлено гетерогенное пространственное распределение микроорганизмов с максимальными величинами в мелководном южном районе, особенно в Волховской губе. Величины микробиологических параметров в озере колебались в пределах свойственных как олиготрофным, так и мезотрофным водоемам, а в южном прибрежном районе иногда достигали значений, характерных для эвтрофных водоемов.

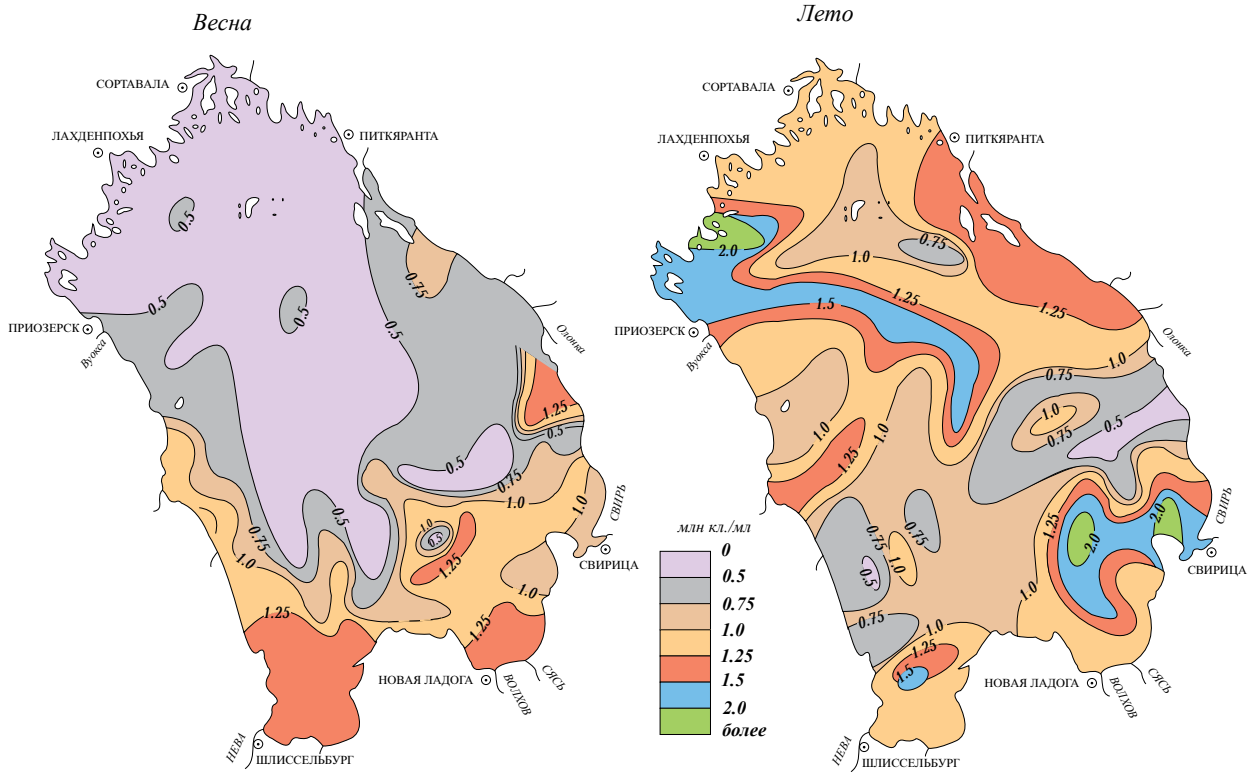
Вплоть до начала 90-х гг. XX в. наблюдалась тенденция постоянного увеличения общей численности бактериопланктона (максимум в эпилимнионе —  $9 \text{ млн кл мл}^{-1}$ ), особенно отчетливо проявляющаяся в гиполимнионе глубоководных районов, а затем начинаются нормальные межгодовые колебания общей численности бактерий. Величины микробиологических параметров в Ладожском озере в последнее десятилетие демонстрируют относительную стабильность. В настоящее время трофический статус Ладожского озера по микробиологическим показателям изменяется от мезотрофного в мелководных прибрежных районах до олиго — мезотрофного в пелагиали.

Характер пространственно-временного распределения бактериопланктона по акватории озера определяется в основном особенностями гидрофизического режима этого водоема и не меняется за весь период исследований. Поэтому для характеристики распределения бактериопланктона по акватории озера мы воспользовались данными 80-х годов, когда проводились наиболее детальные исследования бактериального сообщества Ладоги. Анализ материалов по общей численности бактериопланктона за период исследований позволяет говорить о различных схемах пространственно-временного распределения бактерий в отдельных зонах Ладожского озера. В прибрежной мелководной зоне обычно наблюдается следующая стадийность: весенний

(паводковый) пик — поздневесенняя депрессия — летний пик (июль, август) — осенняя депрессия (конец сентября — ноябрь). В глубоководных районах, как правило, идет медленное повышение количества бактерий от зимы к лету — летний пик (конец июля — начало августа) — слабая осенняя депрессия, иногда осенний пик (сентябрь, октябрь), а затем постепенное снижение численности. В зоне средних глубин ( $15\text{--}52 \text{ м}$ ) в зависимости от гидрофизической ситуации могут наблюдаться оба сценария. В весенний период в связи с явлением термобара концентрация микроорганизмов в мелководных районах превышает аналогичную величину в глубоководной зоне, в среднем, в 3–6 раз. К лету общая численность бактерий в пелагиали постепенно увеличивается, достигая максимума во второй половине июля. Тем не менее, максимальные величины вышеуказанного показателя в летний период также отмечаются в прибрежных районах, особенно в южном. Осенью распределение бактериопланктона по акватории обычно более равномерное по сравнению с летним периодом в связи с интенсивными процессами перемешивания водных масс.

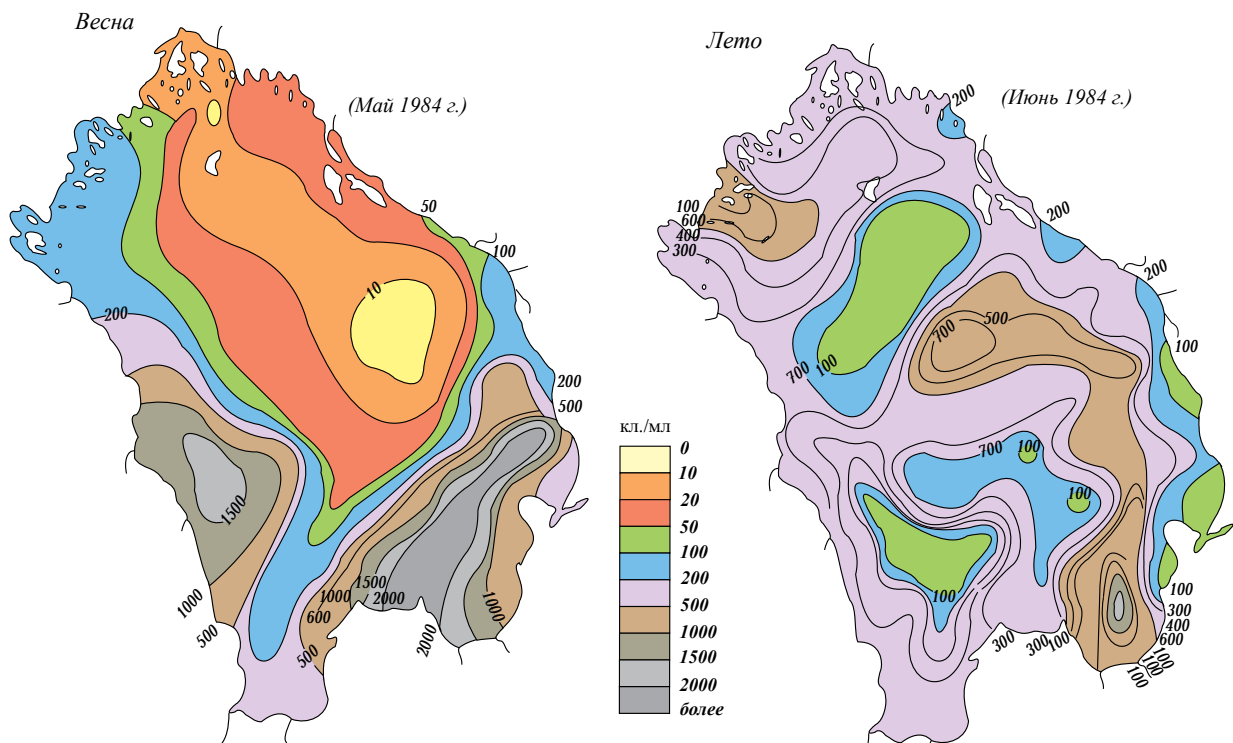
В зависимости от сезона и глубин в Ладожском озере наблюдаются различные типы вертикального распределения бактериопланктона. Весной в теплоактивной зоне озера (глубины до  $15 \text{ м}$ ) микроорганизмы, как правило, равномерно распределены в толще воды. Вертикальное распределение бактериопланктона в глубоководной части озера также равномерно или с некоторым превышением его численности на больших глубинах, где пока сохраняется обратная температурная стратификация, а развитие фитопланктона еще не началось. Летом в мелководной части озера микроорганизмы, так же как весной, равномерно распределены в столбе воды. В более глубоководных районах в начале лета концентрация бактерий существенно увеличивается только в верхнем 2–5-метровом слое воды. К концу лета в связи с увеличением толщины эпилимниона повышенная численность бактериопланктона обнаруживается уже в верхнем 10–20-метровом, а иногда и в 50–60-метровом слое воды, тогда как ниже она резко уменьшается и вплоть до дна остается практически постоянной. Осенью, в связи с заглублением слоя скачка, во всех районах озера отмечается более равномерное распределение бактериопланктона в столбе воды, чем в летний период.

## СРЕДНЕЕ МНОГОЛЕТНЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОДЫ



Масштаб 1:2 000 000

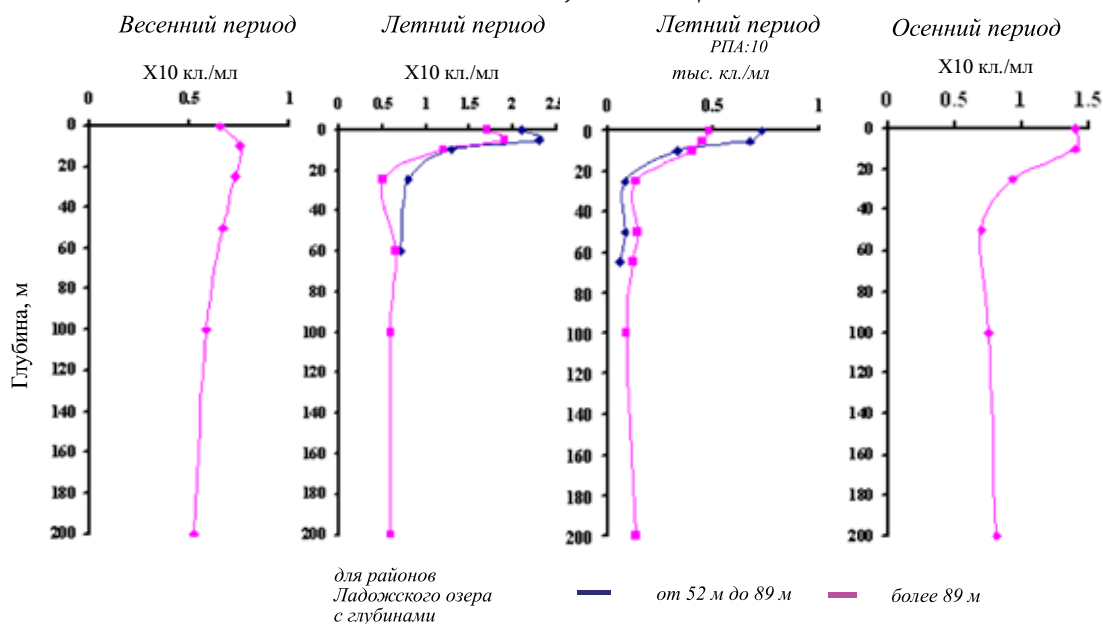
## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИЙ, РАСТУЩИХ НА РЫБОПЕПТОННОМ АГАРЕ (РПА:10)



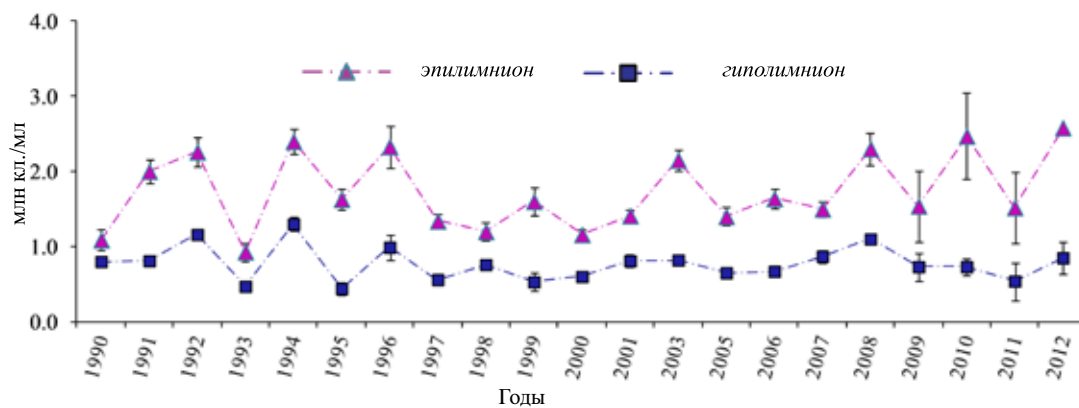
Масштаб 1:2 000 000

Автор Л.Л. Капустина

**СРЕДНЕЕ МНОГОЛЕТНЕЕ ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ  
БАКТЕРИЙ И БАКТЕРИЙ, РАСТУЩИХ НА РПА:10**



**ДИНАМИКА ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА  
(N, СРЕДНЕЛЕТНИЕ ВЕЛИЧИНЫ) В ЭПИ- И ГИПОЛИМНИОНЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**



Автор Л.Л. Капустина



## ЗООПЛАНКТОН

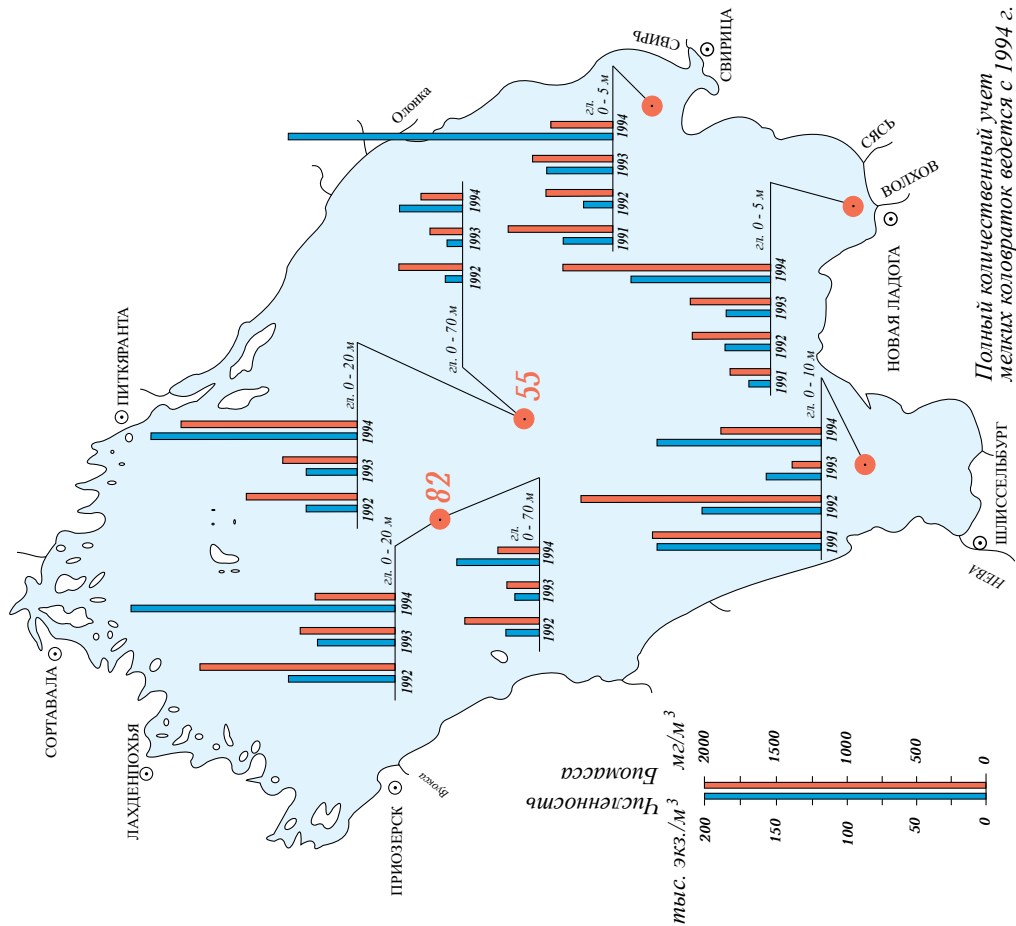
### 1 ОБЩАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА ЗООПЛАНКТОНА

Характеристика зоопланктона приведена по материалам исследований 1991–2012 гг., которые являются составляющими многолетнего мониторинга. Данные для глубоководных районов озера представлены отдельно по эпилимниону и гипolimниону (1, 2, 7), резко различающимися по видовому составу и количественным показателям, что связано с наличием холодноводного комплекса в составе сообщества и лаг-фазами в прогревании и охлаждении водных масс. Средневзвешенные величины для всего столба воды менее информативны.

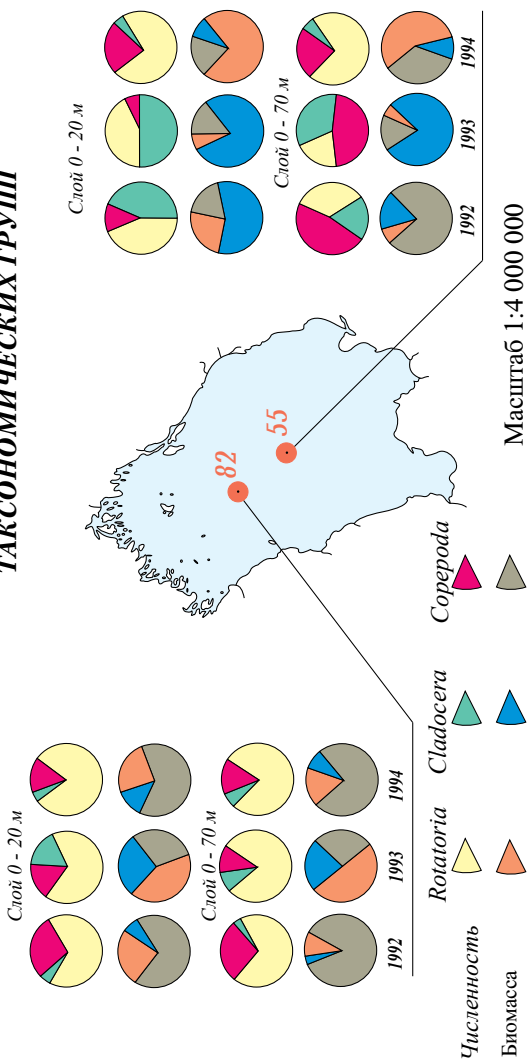
Тенденция эвтрофирования водоема наиболее отчетливо проявляется в эпилимниальном слое и литоральной зоне, где также более очевидно и процессы загрязнения (3, 6).

Зоопланктон Ладоги характеризуется большим разнообразием видов, среди которых в центральной зоне доминируют *Asplanchna priodonta* Gosse, *Conochilus unicornis* Rousselet, *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Notholca caudata* Carlin, *Keratella cochlearis* (Gosse), *Bosmina longispina* Leydig, *B. crassicornis* (P. E. Muller), *B. kessleri* (Uljanin), *Daphnia cristata* Sars, *Bythotrephes cederstroemi* Shoedler, *Eudiatomus gracilis* (Sars), *Mesocyclops leuckarti* Claus, *M. oithonoides* Sars, *Cyclops lacustris* Sars, *Limnocalanus macrurus* Sars. Эти же виды (за исключением *C. lacustris* и *Limnocalanus*) преобладают в открытой литорали западного и восточного побережий. В южных заливах озера среди доминант отмечаются такие виды как *Limnospida frontosa* Sars, *D. sicullata* Sars, *Eurytemora lacustris* (Poppe). В изолированных от основной акватории шхерах доминантами являются также *Trichocerca cylindrica* (Imhof), *Chydorus sphaericus* (O. F. Muller), *B. longirostris* (O. F. Muller).

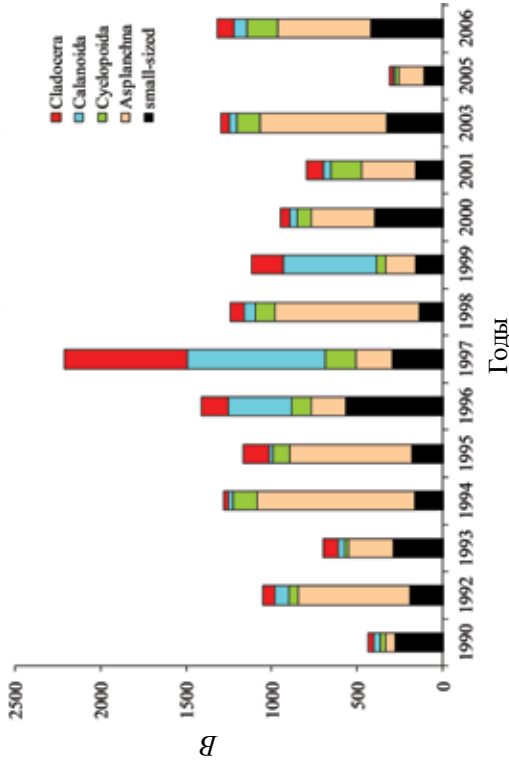
В период максимального развития зоопланктона в летний сезон наблюдается чрезвычайная неоднородность его пространственного распространения и большой диапазон количественных показателей (3). Минимальные величины характерны для пелагиали, максимальные — для изолированных заросших высшей водной растительностью заливов и шхер. Градиент сезонных изменений численности и биомассы также очень велик. В весенний период на ст. 55 и 82 отчетливо проявилось влияние термобара на количественные показатели зоопланктона (4). Структурные характеристики зоопланктона и его количественные показатели могут успешно использоваться в качестве индикатора при оценке трофического статуса различных районов столь огромного и разнообразного по своей морфометрии водоема. На этой основе центральная зона может быть отнесена к олиго — мезотрофному типу, зона открытой литорали и южные заливы — к мезотрофному, в шхерном районе, в зависимости от изоляции и степени загрязнения различных участков, представлены все трофические типы — от олиготрофного до высокоэвтрофного.



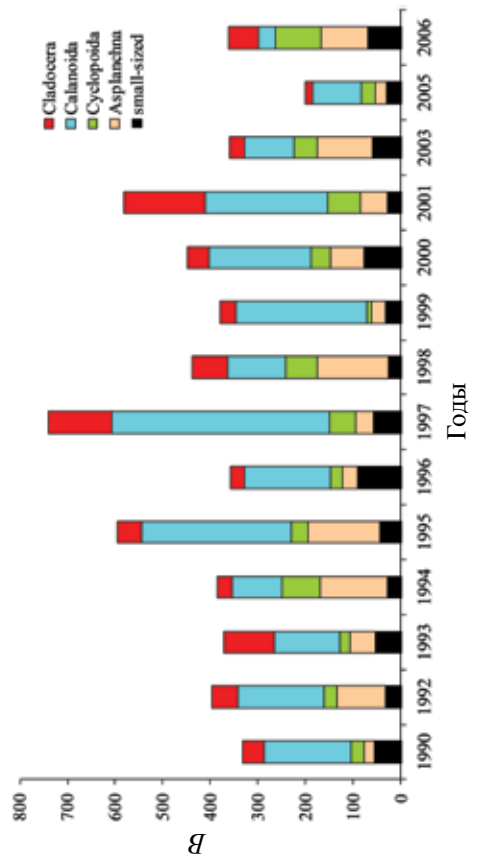
2 ОБЩЕЕ СООТНОШЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ГРУПП



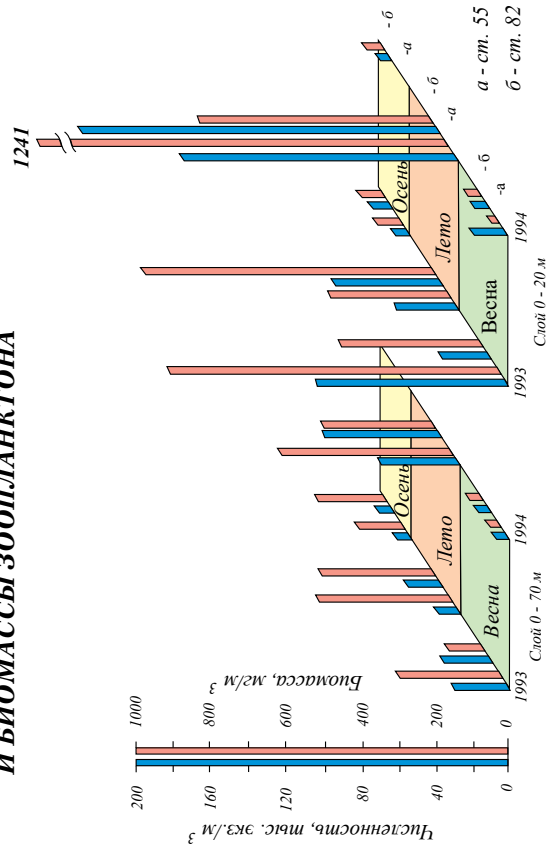
3 МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА БИОМАССЫ В, (мг/м³) ЗООПЛАНКТОНА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА (СЛОЙ 0-10 м)



4 МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА БИОМАССЫ В, (мг/м³) ЗООПЛАНКТОНА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА (0-ДНО)



5 СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ ЗООПЛАНКТОНА

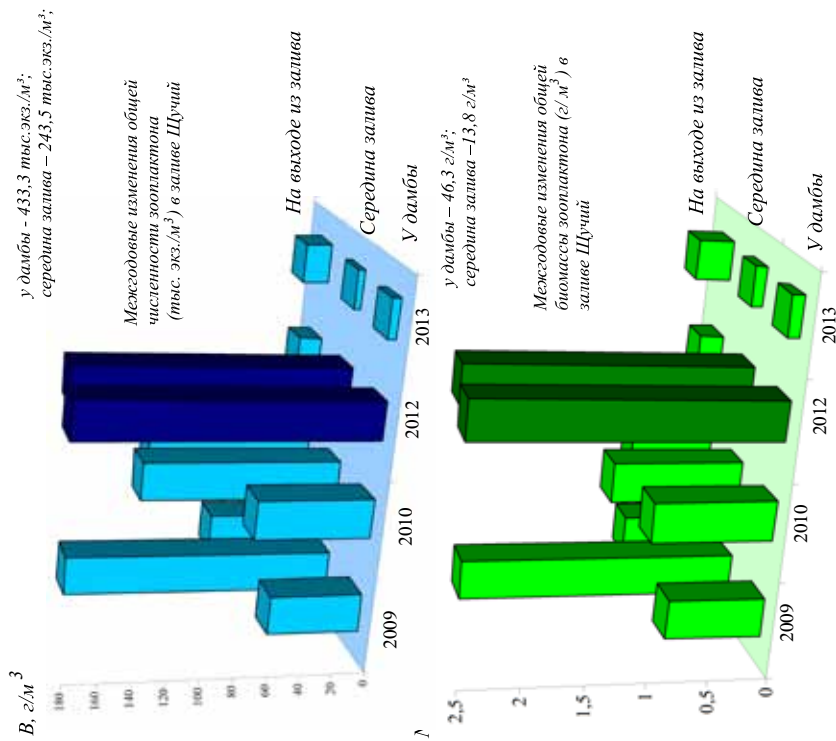




## ЩУЧИЙ ЗАЛИВ

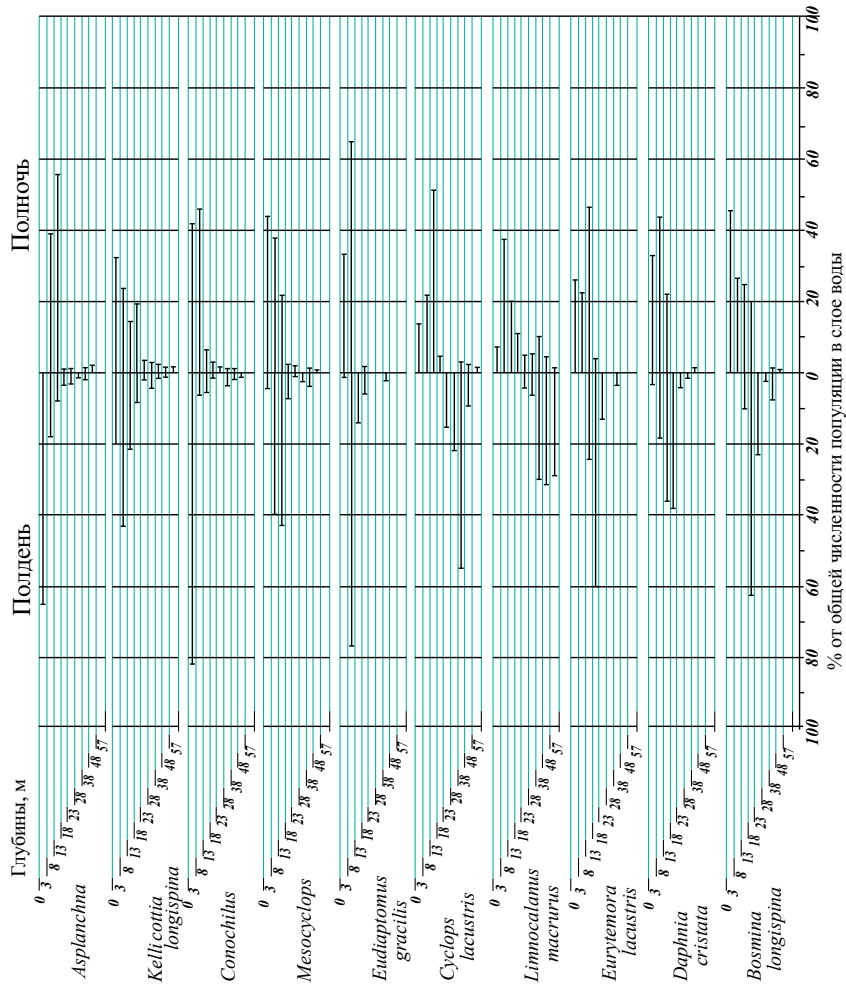
После закрытия в 1986 г. Приозерского ЦБК, стоки которого привели к образованию в Щучьем заливе «мертвой зоны», наблюдался интенсивный процесс формирования зоопланктона. Его видовой состав и количественные показатели характеризовали водоем как эвтрофный. В 1994 г. после сброса сточных вод с вновь созданного мебельного комбината произошла массовая гибель и механическое вымывание зоопланктона из залива [4]. В дальнейшем происходит медленное восстановление сообщества и к концу первого — началу второго десятилетия XXI века сообщество зоопланктона (его видовой состав и количественное развитие) полностью восстанавливается и достигает уровня, характерного для мезотрофных водоемов. В 2012 г в заливе от побережья до центральной части в колоссальном количестве развиваются две крупные хищные коловратки *Asplanchna priodonta* и *Asplanchna heptiki*. Остальной зоопланктон составлял 3% в общей численности и 0,5% в общей биомассе. Интенсивное развитие этих хищниц в 2012 г. возможно способствовало резкому падению численности и биомассы в 2013 г. (8).

В целом распределение зоопланктона неоднородное, имеет межгодовые колебания, иногда значительные, что связано с температурой воды, особенностями гидрологии Щучьего залива, подверженного сильному влиянию открытой части Ладожского озера.



### 9 СУТОЧНЫЕ МИГРАЦИИ ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ ЗООПЛАНКТОНА СЕВЕРНЕЕ ОСТРОВА ВАЛААМ

Исследования суточных вертикальных миграций зоопланктона, выполненные в Ладожском озере впервые, выявили четкие суточные вертикальные миграции в глубоководном районе с хорошо выраженной термической стратификацией водной массы: температура воды в эпилимнионе (0–12 м) составляла 16,4–15,4 С в металимнионе (12–18 м) — 14,6–7,0 С и в гипolimнионе (18–57 м) — 7,0–4,2 С. Наиболее показательны данные, относящиеся к противоположным периодам суток — в полдень и в полночь.



Авторы: И. Н. Андроникова, В. А. Авицкий, Н. В. Родионова

## МЕЙОБЕНТОС

Мейобентос является существенным компонентом бентосных биоценозов Ладожского озера. По происхождению в его составе выделяют постоянные компоненты мейобентоса (нематоды, остракоды, гарпактициды, донные циклопы, тардиграды и др.), младшие возрастные стадии организмов макробентоса (олигохеты, хирономиды, моллюски и др.) и донные стадии обитателей пелагиали, например копеподитные стадии планктонных циклопов. В связи с этим всю совокупность мейобентических животных целесообразно разделить на «эвмейобентос» и «псевдомейобентос». К эвмейобентосу принадлежат все организмы, которые в течение всего времени пребывания в донном биотопе остаются в размерно — весовых границах мейобентоса. В псевдомейобентос включаются младшие возрастные стадии организмов макробентоса.

В мейобентосе Ладоги встречаются животные следующих систематических групп: Nematoda, Oligochaeta, Turbellaria, Tardigrada, Bivalvia, Gastropoda, Rotatoria, Gastrotricha (классы), Ostracoda (подкласс), Cladocera, Cyclopoida, Harpacticoida, Acari, Ephemeroptera, Plecoptera (отряды), Chironomidae, Ceratopogonidae (семейства). Из этих групп массовыми и наиболее часто встречающимися являются Nematoda, Cyclopoida, Harpacticoida, Oligochaeta, Ostracoda, Cladocera, Chironomidae.

Всего выявлено 324 вида и формы беспозвоночных, из которых 13 относятся к Nematoda, 2 — к Turbellaria, 52 — к Acari, 51 — к Oligochaeta, 8 — к Tardigrada, 35 — к Cyclopoida, 15 — к Harpacticoida, 30 — к Ostracoda, 50 — к Cladocera, 68 — к Chironomidae. Реальное число видов мейобентоса озера, конечно же, значительно больше, так как некоторые группы донной мейофауны очень слабо изучены в фаунистическом отношении (например, нематоды, турбеллярии) или не изучены (например, коловратки, гастротрихии).

Мейобентос играет важную роль в процессах трансформации вещества и энергии в озере. Так, в экскреции фосфора организмы мейобентоса по сравнению с макробентосом имеют более существенное значение во всех зонах озера — на их долю приходится 54–88% суммарного количества фосфора, экскретируемого зообентосом. С ростом глубины происходит снижение роли мейобентоса в процессах регенерации фосфора всеми сообществами беспозвоночных озера (планктон и бентос) с 36,7% в прибрежной зоне до 1,3% в ультрапрофундальной. В целом за вегетационный сезон мейобентосом в Ладожском озере регенерируется 72% суммарного количества фосфора, выделяемого всем бентосом, что составляет 14% от количества фосфора, регенерируемого совместно зоопланктоном и зообентосом.

Мейобентос играет важную роль и в процессах создания зообентосом вторичной продукции в озере. Наибольшее значение в этом процессе имеют

организмы донной мейофауны в прибрежной зоне, где на их долю приходится более 60% всей продукции, создаваемой мирными компонентами зообентоса. В более глубоких зонах озера вклад мейобентоса в общую продукцию бентоса снижается до 28–32%.

Прибрежная зона характеризуется наибольшим участием мейобентоса и всего зообентоса в общих процессах трансформации вещества и энергии. Отношение продукции мейобентоса к первичной продукции планктона составило в этой зоне 2,64%, а для всего зообентоса 4,23%. С ростом глубины наблюдается закономерное снижение этих показателей до 0,07 и 0,23% соответственно.

Сообщество мейобентоса является хорошим экологическим индикатором и дает важную информацию о состоянии озера.

В результате подробных исследований [44] было показано, что в «норме» (олиготрофный период состояния экосистемы) для Ладожского озера совершенно не характерно образование в донных биотопах профундали скоплений диапаузирующих копеподитов планктонных циклопов.

В профундальных биотопах, подверженных антропогенному воздействию, диапаузирующие циклопы становятся доминирующим компонентом донной мейофауны (30–98% суммарных численности и биомассы мейобентоса). Такие заметные изменения мейобентоса наблюдались до середины 90-х годов на участках акватории, непосредственно примыкающих к источникам загрязнения (заливы и шхеры), но не отмечались в открытых районах Ладоги.

Особенностью результатов исследований последних лет XX-го столетия и начала XXI-го века (1998–2004 гг.) является то, что в пробах из центральной зоны Ладоги (глубины от 50 до 220 м) стали обнаруживаться большие количества диапаузирующих циклопов преимущественно р. *Cyclops*, чего в более ранние годы на этих станциях не отмечалось. В наиболее глубокой зоне озера (150–220 м) такие скопления диапаузирующих циклопов стали обнаруживаться, начиная с 1999 г. Исследования 2001–2004 гг. подтвердили стабильность произошедших изменений в структуре мейобентоса Ладоги.

В самой глубоководной части Ладоги (180–220 м) биомасса мейобентоса никогда не превышала 100–150 мг м<sup>-2</sup>. Однако в 1999 г. на глубине 220 м была зафиксирована общая биомасса 684 мг м<sup>-2</sup>, а к 2003 г. биомасса достигла почти 3 г м при численности свыше 50 тыс. экз. м<sup>-2</sup>.

Таким образом, в огромном Ладожском озере в конце 90-х и начале XXI века шли разнонаправленные процессы. В целом озеро достигло мезотрофного статуса и приобрело отдельные черты эвтрофного водоема. В то же время в более динамичной южной части озера в результате снижения антропогенной нагрузки наблюдались определенные и устойчивые признаки улучшения озерной



среды (снизились количественные показатели, появились не встречавшиеся ранее виды-индикаторы олиготрофных условий), т.е. протекал процесс олиготрофирования.

Начиная с 2007 г., наблюдается снижение количественных показателей развития мейобентоса и резкое сокращение или полное исчезновение скоплений диапаузирующих циклопов в открытых районах Ладожского озера (табл. 1). Структура сообщества стала близка к той, которая наблюдалась до 90-х годов, т.е. до периода резкой дестабилизации экосистемы озера.

Прекращение образования скоплений диапаузирующих циклопов и снижение количественных показателей мейобентоса может свидетельствовать о переходе экосистемы озера в более благоприятное состояние, отражать стабилизацию протекания

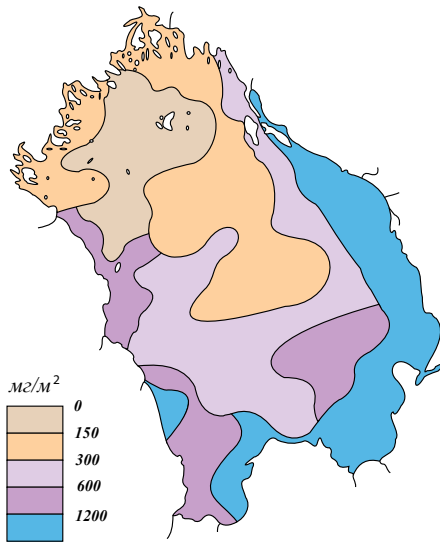
озерных процессов и уменьшение/прекращение разрушения основного пула РОВ, прежде всего гуминового комплекса.

Таблица 1

**СРЕДНЯЯ ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА МЕЙОБЕНТОСА НА СТАНЦИЯХ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ГЛУБОКОВОДНОЙ ЗОНАХ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**

Станция (координаты)	Глубина, м	Годы				
		1983	2003	2007	2008	2009
55 (60°47,2' с.ш.; 31°32,1' в.д.)	65	39,3 1,06	424,0 5,54	15,2 0,19	5,2 0,03	24,8 0,36
82 (60°59,0' с.ш.; 31°10,3' в.д.)	60	13,9 0,19	128,5 2,63	13,2 0,20	11,2 0,16	8,4 0,54
105 (61°21,4' с.ш.; 30°44,7' в.д.)	190	2,1 0,11	56,8 2,88	8,8 0,22	нет данных	2,4 0,16

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ МЕЙОБЕНТОСА**



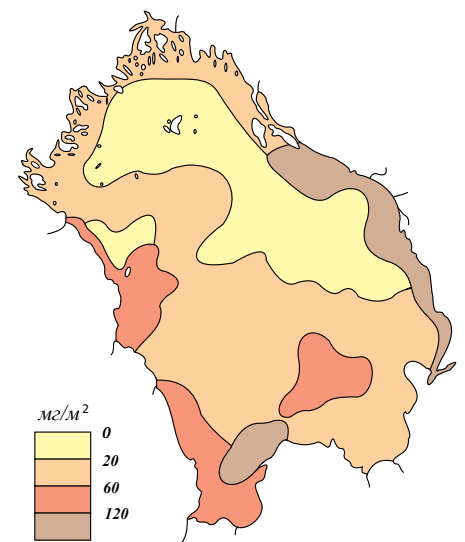
Масштаб 1:3 000 000

**ЗОНЫ МИНИМАЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТИ МЕЙОБЕНТОСА**

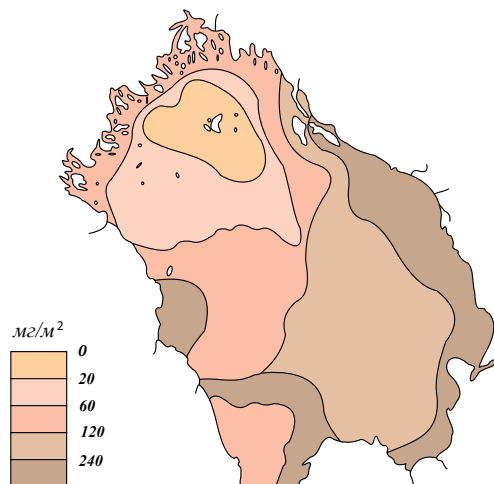


Зоны минимальной значимости мейобентоса в общей биомассе зообентоса (2-15 %) в открытой части озера

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ ГАРПАКТИЦИД**

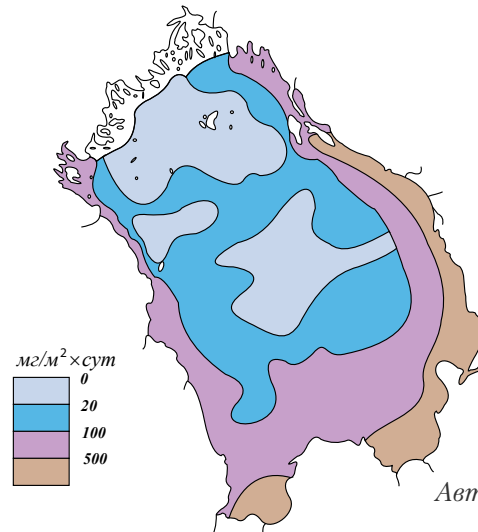


**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ НЕМАТОД**



Масштаб 1:3 000 000

**ЗОНЫ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ФОСФОРА МЕЙОБЕНТОСОМ**



## МАКРОБЕНТОС

В открытых районах озера донные беспозвоночные представлены в основном 4 таксономическими группами: *Oligochaeta*, *Chironomidae*, *Amphipoda* и *Mollusca*. Олигохеты (малощетинковые черви) — самая распространенная группа животных. Они обитают в озере на всех глубинах и типах грунтов. Среди олигохет обычны *Lamprodrilus isoporus* Svetlov, *Stylodrilus heringianus* Clap. и *Spirosperma ferox* Eisen. Хирономиды редко наблюдаются на глубинах более 50 м. Наиболее типичными представителями хирономид в центре озера являются *Trissocladius parataticus* (Tchern.) и *Paraclopedelma camptolabis* (Kieffer). Своеобразие фауны Ладожского озера придает наличие реликтовых ракообразных: амфипод — *Monoporeia affinis* (Lindstrom), *Pallasiola quadrispinosa* (Sars), *Relictocanthus lacustris* (Sars), мизид *Mysis oculata* var. *relicta* Loven и изопод *Saduria entomon* (L.). Моллюски встречаются в основном до глубин 30 м. Двустворчатые моллюски представлены мелкими видами сем. *Sphaeriidae*, *Pisidiidae* и *Euglesidae*. На глубинах более 50 м изредка попадаются моллюски *Conventus conventus* (Clessin). В прибрежье в приустьевых участках рек отмечаются также моллюски сем. *Unionidae*.

Среди брюхоногих моллюсков обычны затворки р. *Valvata*. В мелководных южных бухтах, вдоль западного и восточного побережий эпизодически встречаются турбеллярии, мермитиды, гидры, пиявки, гидрокарини, байкальская амфипода

*Gmelinoides fasciatus* Stebb., изопода *Asellus aquaticus* L., личинки поденок, ручейников и хелиид. Число таксонов сокращается по мере увеличения глубины. Для открытых районов озера характерен бедный видовой состав донной фауны, особенно ниже изобаты 50 м. Наибольшее видовое разнообразие отмечалось в Волховской губе (индекс Шеннона  $3,13 \pm 0,09$  бит экз.<sup>-1</sup>) и бухте Петрокрепость ( $2,9 \pm 0,12$  бит экз.<sup>-1</sup>).

Основными факторами, определяющими качественный состав и уровень развития макробентоса, являются структура донных отложений и глубина, с которой связаны температурный режим, освещенность, гидрохимический режим и количество поступающей из верхних слоев водоема органики. На глубинах более 100 м на илистых грунтах доминируют олигохеты. С уменьшением глубин возрастает роль амфипод, так в районе озерного уступа (глинисто-алевритовые осадки) эта группа уже составляет 59% численности и 62% биомассы макробентоса.

Наиболее высокий уровень количественного развития макробентоса наблюдается в переходном районе (алевриты, алевритовые пески), что связано с массовым развитием в этой зоне реликтовых амфипод (прежде всего *M. affinis*). Максимальное скопление *Monoporeia* ( $6400$  экз. м<sup>-2</sup>,  $28,56$  г м<sup>-2</sup>) отмечалось на глубине 29 м в 2000 г.

В мелководном районе с глубинами менее 18 м неоднородность морфометрических, гидродинамических и гидрохимических характеристик

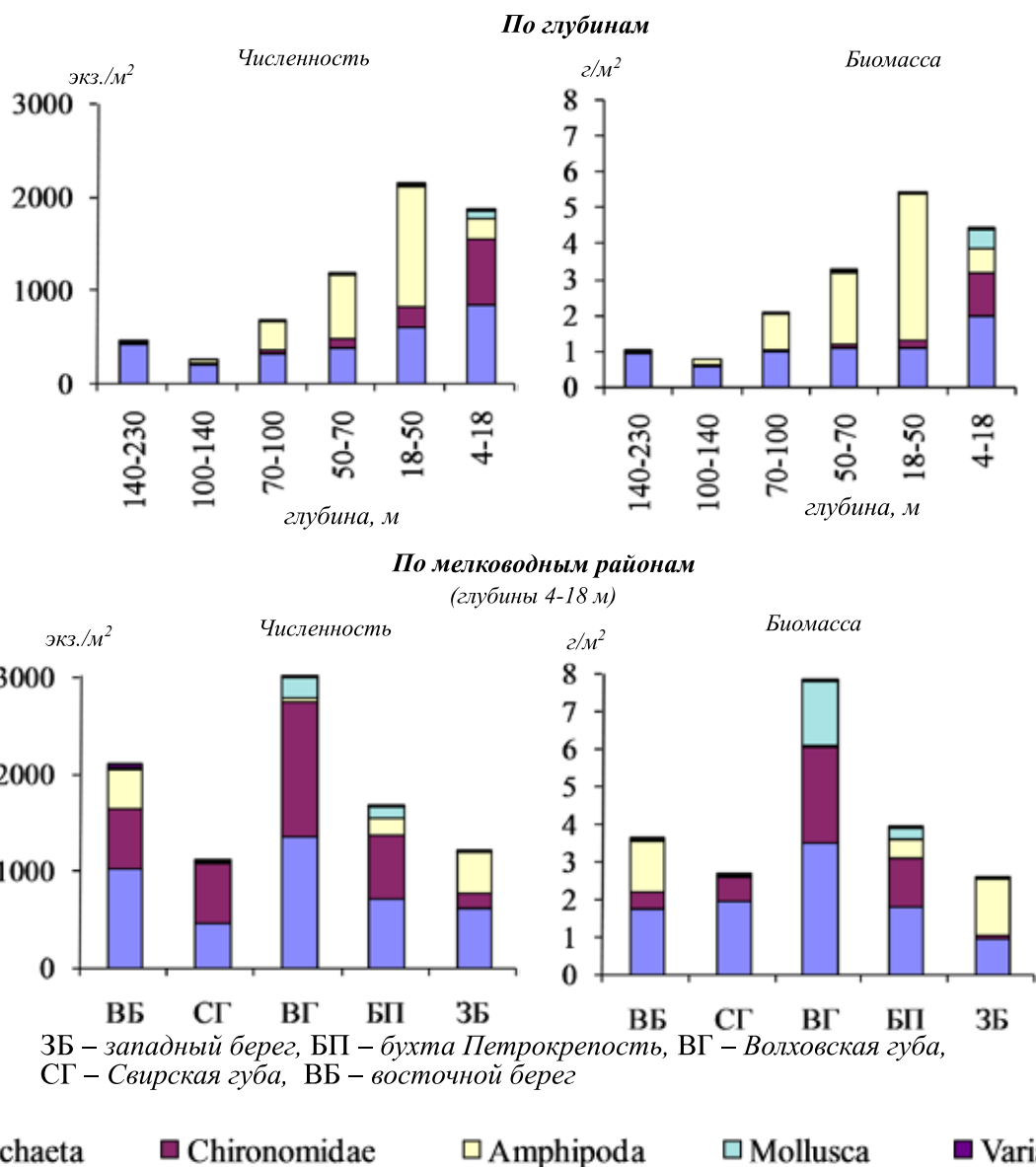


Малощетинковые черви: А — *Stylodrilus heringianus* (длина тела 20–47 мм, по В.И. Попченко, [45]); В — *Spirosperma ferox* (до 58 мм); С — *Lamprodrilus isoporus* (10–21 мм). Фото М.А. Барбашовой

обуславливает неравномерность распределения фауны по периметру озера. Наиболее богатая бентофауна развивается в Волховской губе. В нее впадают две крупные реки — Волхов и Сясь, что определяет природные особенности и значительную антропогенную

нагрузку этого участка озера. Уровень количественного развития бентоса в бухте Петрокрепость и Свирской губе соответствует продуктивности бентоса в олиготрофных и слабо мезотрофных водоемах, а в Волховской губе типично мезотрофных.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРОБЕНТОСА И ЕГО ОСНОВНЫХ ГРУПП**  
(Усредненные данные за 1994–2008 гг.)



## МНОГОЛЕТНЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАКРОБЕНТОСА В ОТКРЫТЫХ РАЙОНАХ ОЗЕРА

Многолетние изменения макробентоса, его количественное развитие, структурные и функциональные характеристики в различных районах озера отражают экологическое состояние водоема и могут быть основой для его прогноза.

В 1960-х годах на станциях с максимальными глубинами (до 230 м) встречались только олигохеты, виды олигосапробного и  $\beta$ -мезосапробного комплексов *L. isoporus*, *S. heringianus*, *S. ferox*. В 1990-е годы возрастает роль  $\alpha$ -мезосапробных видов олигохет *Potamothenis hammoniensis* (Mich.) и *Limnodrilus sp.*, типичных представителей эвтрофных водоемов и загрязненных биотопов. В настоящее время  $\alpha$ -мезосапробные олигохеты составляют уже от 50 до 80% количественных показателей. Произошла замена видов олигосапробного комплекса видами мезосапробными. Возможно, что изменение структуры макробентоса во впадинах, а также увеличение уровня развития донных сообществ свидетельствуют о постепенном накоплении здесь органического вещества в грунтах.

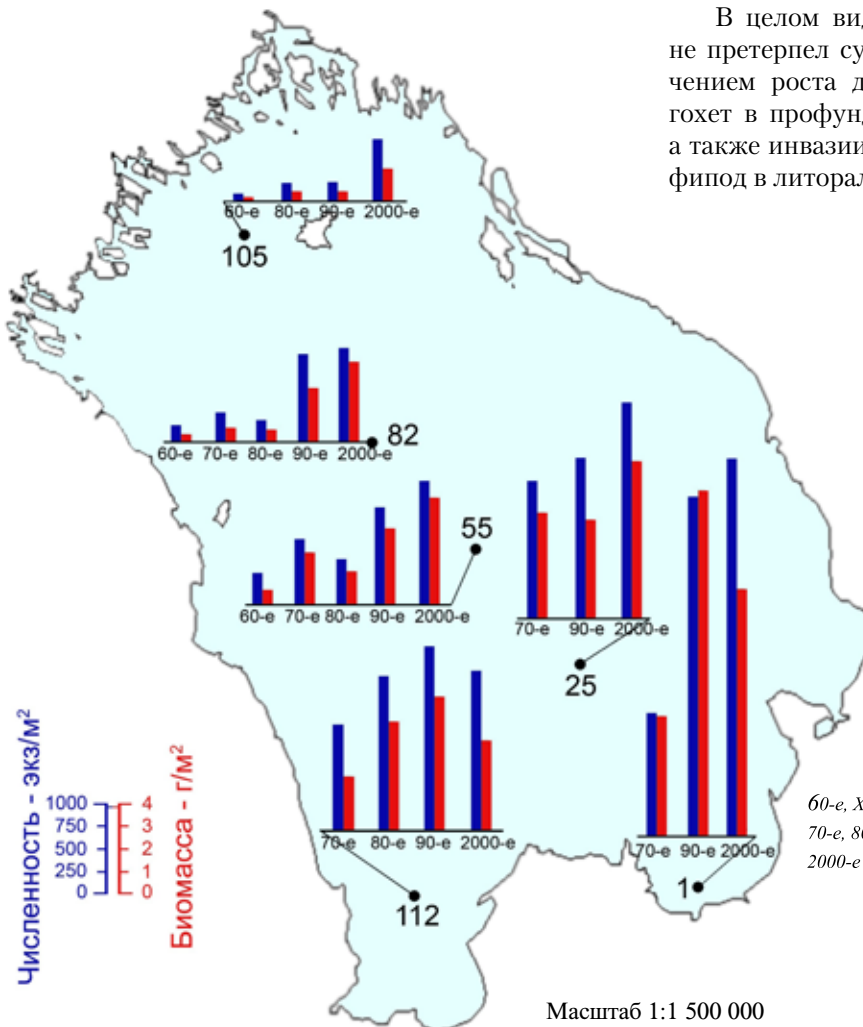
В то же время видовой состав и структура сообщества донных беспозвоночных в районах глубоководном, склоновом и озерного уступа меняются

незначительно. Относительная стабильность глубоководных биоценозов сохраняется благодаря большому объему водной массы и инерции всех лимнологических процессов. Однако значения численности и биомассы бентоса несколько выросли по сравнению с 60-ми годами XX столетия, что свидетельствует о повышении трофического статуса донных биоценозов.

В 1970-е, 1980-е годы сокращается численность наиболее чувствительных к эвтрофикации и загрязнению водной среды характерных для Ладоги реликтовых ракообразных *P. quadrispinosa* и *R. lacustris*. Эти виды переносят лишь слабую степень загрязнения органическими и токсическими веществами и служат показателями олиго- $\beta$ -мезосапротоксобной зоны. В начале 1990-х годов антропогенный пресс на озеро уменьшился, экологические условия улучшились, выпавшие и редкие виды снова стали появляться в донных биоценозах. В 1995 г. впервые после долгого перерыва был обнаружен *R. lacustris*, который в настоящее время встречается гораздо реже, чем *P. quadrispinosa*. В 2000-е годы у восточного и западного открытых берегов на глубинах 20–50 м все чаще отмечается ледниково-морской реликт изопода *S. entomon*.

В целом видовой состав с середины XX века не претерпел существенных изменений, за исключением роста доли  $\alpha$ -мезосапробных видов олигохет в профундали озера, особенно во впадинах, а также инвазии и развития чужеродных видов амфипод в литорали озера.

Автор М. А. Барбашова



60-е, XX в. – архивные материалы Стальмаковой Г.А.;  
70-е, 80-е – данные Слепухиной Т.Д.;  
2000-е – усредненные данные за 2000-2005 гг.

## ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ АМФИПОД В ЛАДОЖСКОМ ОЗЕРЕ И РАЗВИТИЕ ЛИТОРАЛЬНОГО МАКРОБЕНТОСА

Ладожское озеро в силу своей холодноводности и низкой минерализации воды до недавнего времени продолжало оставаться достаточно устойчивым в отношении вторжений чужеродных видов, обладающих высоким инвазивным потенциалом. В первой половине 80-х годов XX столетия из озер Карельского перешейка в Ладогу проникла байкальская амфипода *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) [46]. Вид стал доминирующим во всех типах литоральных биотопов и практически полностью вытеснил аборигенного *Gammarus lacustris* (G. O. Sars, 1863) [47].

Вселение *G. fasciatus* в озеро привело к увеличению продуктивности литорального бентоса и более эффективной утилизации энергии, поступающей в литоральную зону. Изучение особенностей питания *G. fasciatus* позволило прийти к заключению, что вид занял свободную экологическую нишу с использованием практически непотреблявшихся ранее трофических ресурсов в первую очередь макрофитов.

Это отразилось на количественных показателях литорального бентоса, резко возросших за счет развития популяции вселенца без уменьшения количественных показателей остального бентоса.

С вселением *G. fasciatus* произошло изменение структуры бентоса литорали, количественное развитие которого показано на рисунке, и в настоящее время вселенец играет очень важную роль в формировании донных биоценозов прибрежной зоны. Одним из последствий функционирования популяции

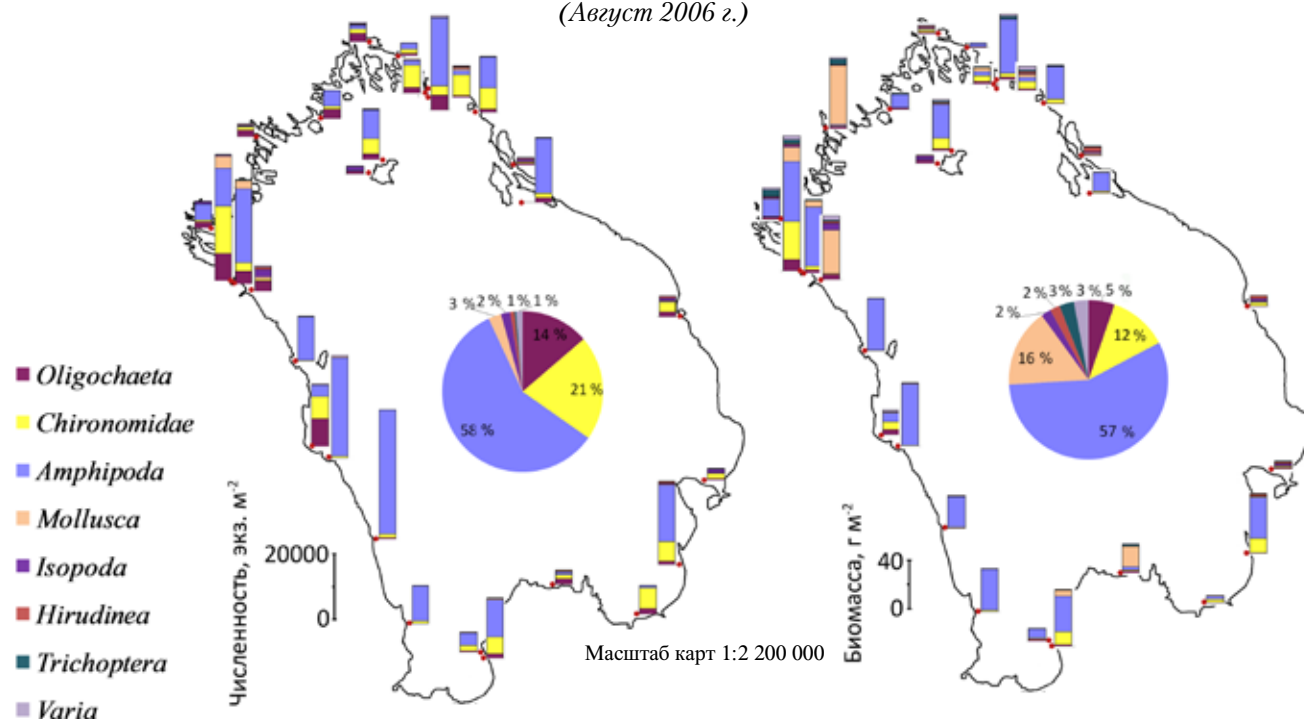
вида стал мелиоративный эффект, особенно выраженный в песчаных местообитаниях, во многих из которых до появления в озере *G. fasciatus* макробентос практически отсутствовал. Мелиоративный эффект прослеживается не только для макробентоса литорали, но и для мейобентоса. Так, суммарные численность и биомасса мейобентоса к 2006 г. увеличились примерно в 2 раза по сравнению с 1990 г. При этом произошли и структурные перестройки в мейобентосе, выразившиеся в снижении численности и биомассы более крупных форм, выдаваемых *G. fasciatus*, и общем снижении средней индивидуальной массы во многих группах донной мейофауны. Поскольку увеличение биомассы произошло за счет более мелких форм, то это еще больше увеличило продуктивность мейобентоса в литоральной зоне. Можно также говорить об увеличении кормовой базы рыб и водоплавающих птиц в озере. Отмеченные факты позволяют рассматривать вселение *G. fasciatus* в Ладогу как положительное явление.

В августе 2006 г. в Волховской губе в месте впадения р. Волхов был обнаружен новый чужеродный вид амфипод *Pontogammarus robustoides* G. O. Sars, 1894. В августе 2009 г. там же был найден еще один чужеродный для Ладоги вид — понто-каспийская инвазивная амфипода *Chelicorophium curvispinum* (G. O. Sars, 1895) [47].

Исследования 2006–13 гг. показали, что данные виды успешно натурализовались в биоценозах литоральной зоны Волховской губы, где отмечено

### ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА МАКРОБЕНТОСА И ЕГО ОСНОВНЫХ ГРУПП В ЗАРОСЛЯХ МАКРОФИТОВ

(Август 2006 г.)





**ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ( $N$ , экз./ $m^2$ ) И БИОМАССЫ ( $B$ , г/ $m^2$ ) МАКРОЗООБЕНТОСА  
РАЗНОТИПНЫХ ЛИТОРАЛЬНЫХ БИОТОПОВ**

Типы биотопов	1956–1963 гг. (Стальмакова, 1968)		1980–1987 гг. (Распопов и др., 1990; Слепухина, 1991)		2002–2006 гг. (данные авторов)	
	N	B	N	B	N/N (без <i>G. fasciatus</i> )	B/B (без <i>G. fasciatus</i> )
Скалы (с обрастаниями и без них)	20–55	0,5–1,0	–	–	125–17460 25–2320	0,32–75,26 0,01–3,14
Каменистая литораль	20–90	0,5–5,6	500–1040	0,7–2,2	360–16750 148–3362	25,09–85,88 4,01–26,78
Песчаная литораль	0–30	0–1	0–1890	0–5,8	2220–11890 62–818	5,93–53,88 0,63–9,73
С зарослями макрофитов	До 22000	До 12	1500–2100	5–12	460–39780 24–15900	2,01–73,82 1,09–57,60

Примечание: «–» — отсутствие данных

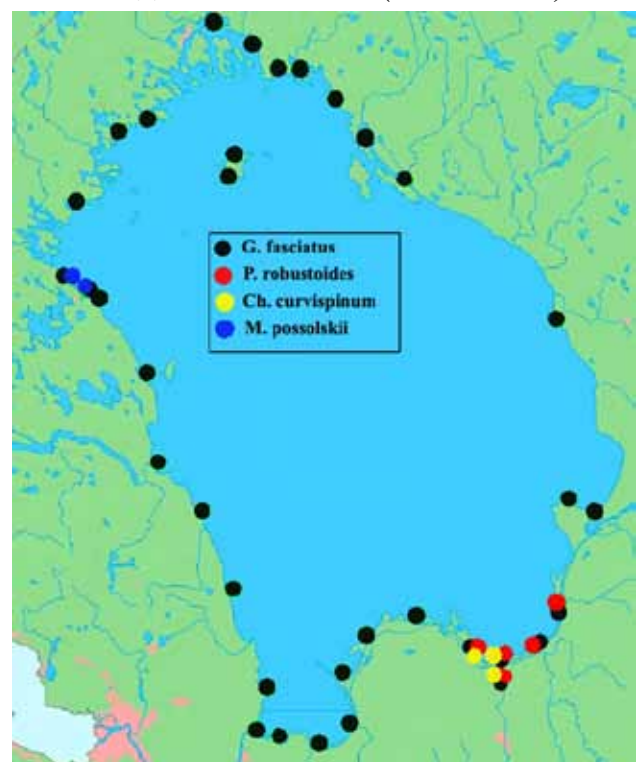


*Micruropus possolskii* (♂)

совместное обитание трех инвазивных видов амфипод. В некоторых местообитаниях новые виды существенно потеснили более раннего вселенца в озеро, байкальскую амфиподу *G. fasciatus*. Отмечены высокие значения численности и биомассы *P. robustoides* и *C. curvispinum* — 5176 и 6248 экз./м и 38,18 и 10,64 г/м соответственно. На долю *G. fasciatus* приходилось лишь 0,76% численности амфипод и 0,54% их биомассы. За пределами Волховской губы *P. robustoides* и *C. curvispinum* не обнаружены. Этому препятствует низкая минерализация вод Ладоги.

Новый для Ладожского озера байкальский вид амфипод *Micruropus possolskii* Sowinsky, 1915 был впервые встречен 6 августа 2012 г. [48] в заливе Щучий (61°05' с. ш., 30°05' в. д.), который находится в северо-западной части озера. Данные 2013 г. показали, что новый для Ладоги вид в заливе обитает совместно с другим чужеродным видом амфипод *G. fasciatus*. Биомасса нового вселенца в 2013 г. в различных биотопах составляла от 0,2 до 25,8 г/м<sup>2</sup>, биомасса же *G. fasciatus* от 0,1 до 61,6 г/м<sup>2</sup>. Микруропус за пределами Щучьего залива обнаружен также в устье Вуоксы в Приозерске. Скорее всего

**СОВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
ЧУЖЕРОДНЫХ АМФИПОД  
В ЛАДОЖСКОМ ОЗЕРЕ (2006–2013 гг.)**



этот вид был занесен в бассейн Ладожского озера вместе с *G. fasciatus* и в дальнейшем проник в озеро. В связи с последними инвазиями *P. robustoides*, *C. curvispinum* и *M. possolskii* реальна угроза новых серьезных экосистемных перестроек в литоральной зоне крупнейшего европейского озера.

Авторы: Е.А. Курашов, М.А. Барбашова,  
С.А. Малявин, М.С. Лаврова

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И БИОМАССА РЫБ (Среднесезонные данные за период открытой воды)

Ихтиофауну Ладжского озера составляют 53 вида и разновидности рыб, по происхождению относящихся к ледниково–морским (ладжская рогатка), ледниковым (лосось, форель, палия, сига, ряпушка, корюшка, миниги и др.) реликтам, южным формам (лепц, сырть, синец, густера, красноперка, жерех, сом, судак и др.) и видам с широким географическим распространением (плотва, окунь, щука, налим и др.).

Для озера — холодного северного водоема — наиболее характерны лососевые и сиговые рыбы, распространённые по всей акватории, в отличие от южных форм, обитающих преимущественно в мелководной южной части озера.

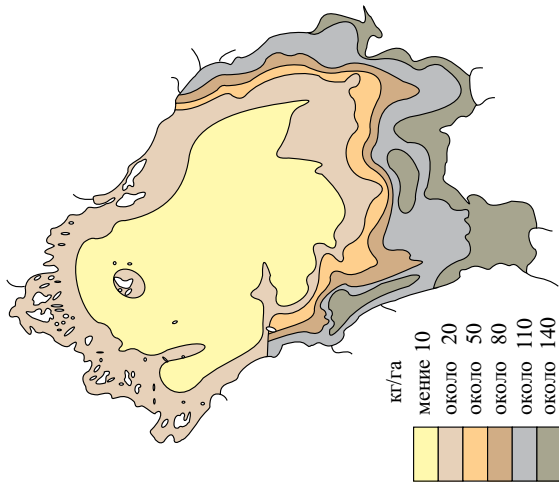
Антропогенное воздействие на водоем снижает численность ценных рыб — лосося, форели, палии, озерно–речных сигов и др., а атлантический осетр и волховский сиг занесены в «Красную книгу» России.

В промысле ведущее значение имеют около 10 видов рыб, среди которых наиболее массовыми являются ряпушка, рипус и корюшка. Достаточно многочисленны также судак и различные формы озерных сигов.

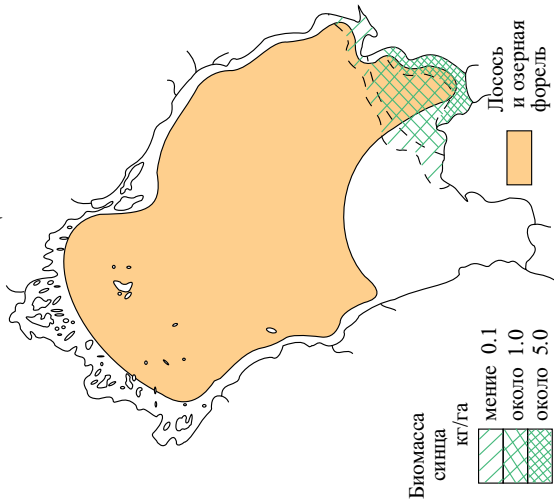
При уменьшении запасов ценных долгоживущих рыб и рыб, размножающихся в реках, в уловах повышается удельный вес скороспелых видов с коротким жизненным циклом, что снижает рыбопродуктивность и качество уловов.

К наиболее продуктивным районам относится мелководная южная часть озера с глубинами до 15–20 м, где и сосредоточен основной промысел рыбы, а к наименее продуктивным — северный шхерный район. В центральном районе озера от глубин 40–50 м до максимальных промысловое скопление рыбы отсутствует

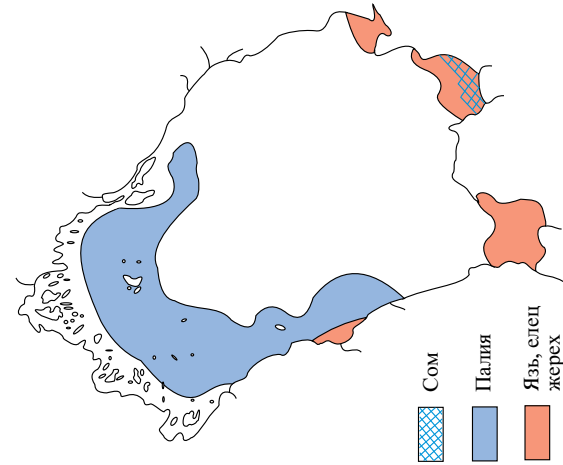
ОБЩАЯ БИОМАССА



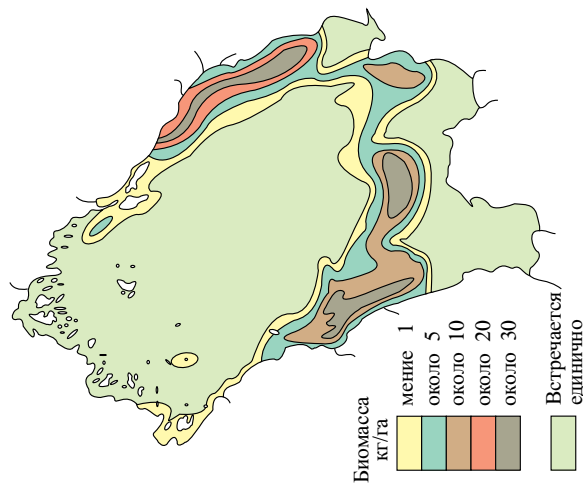
ЛОСОСЬ, ОЗЕРНАЯ ФОРЕЛЬ, СИНЕЦ



ПАЛИЯ, ЯЗЬ, ЖЕРЕХ, ЕЛЕЦ, СОМ



СИГИ

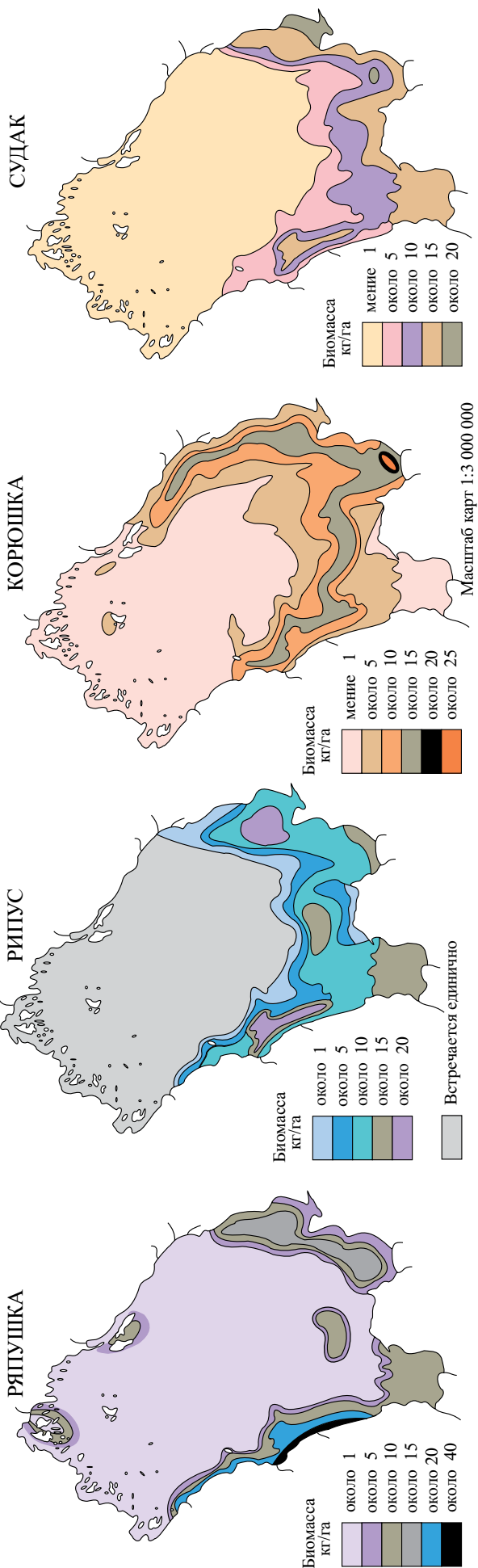


### РЯПУШКА

### РИПУС

### КОРЮШКА

### СУДАК

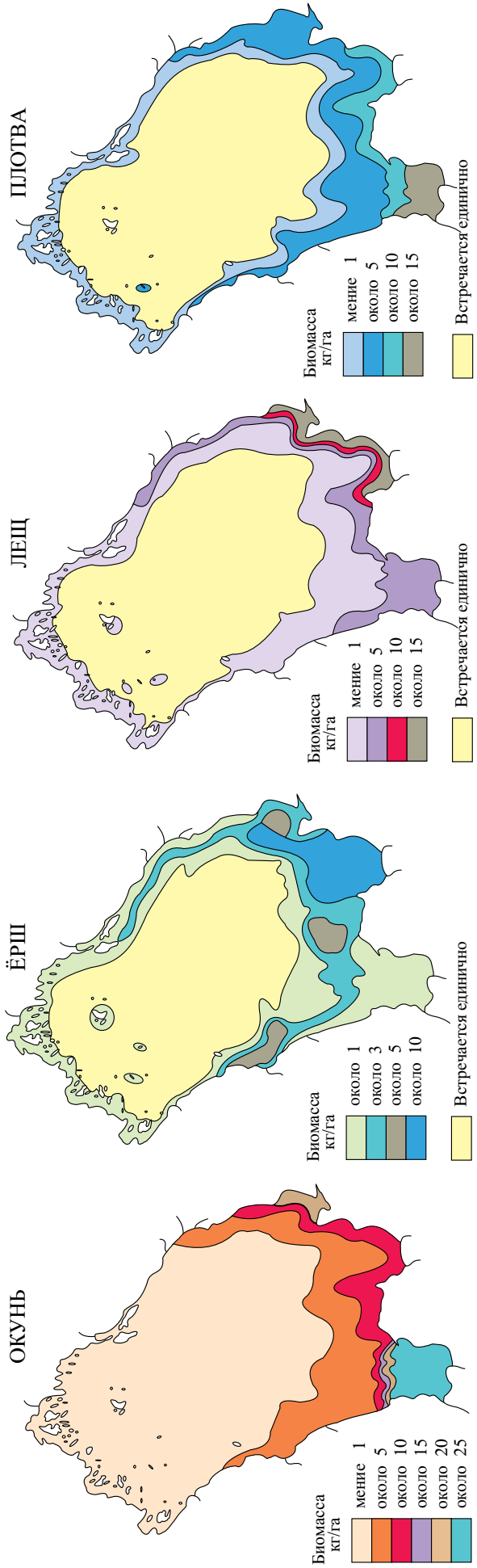


### ОКУНЬ

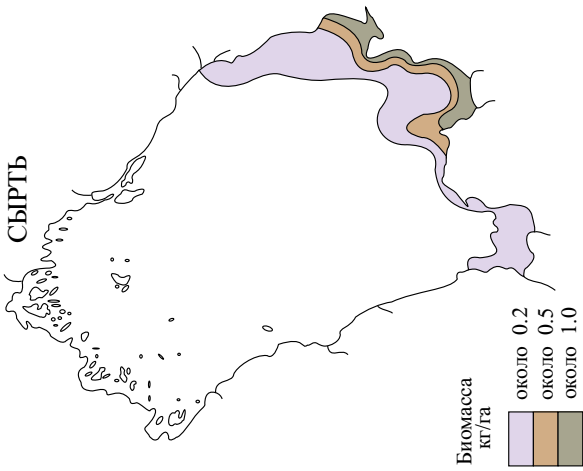
### ЁРШ

### ЛЁЩ

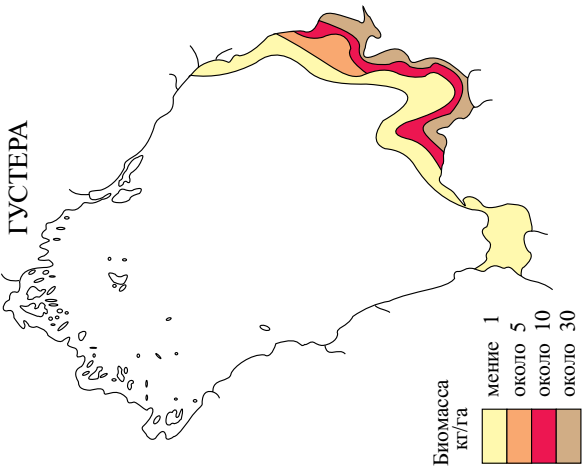
### ПЛОТВА



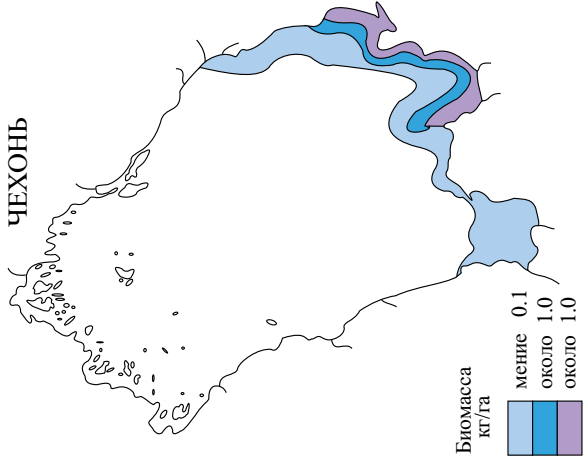
**СЫРТЬ**



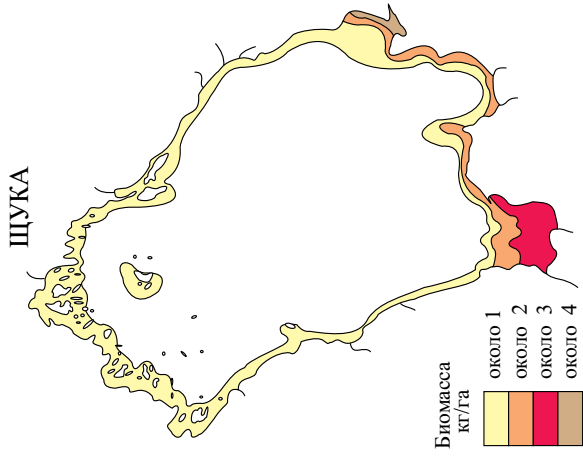
**ГУСТЕРА**



**ЧЕХОНЬ**

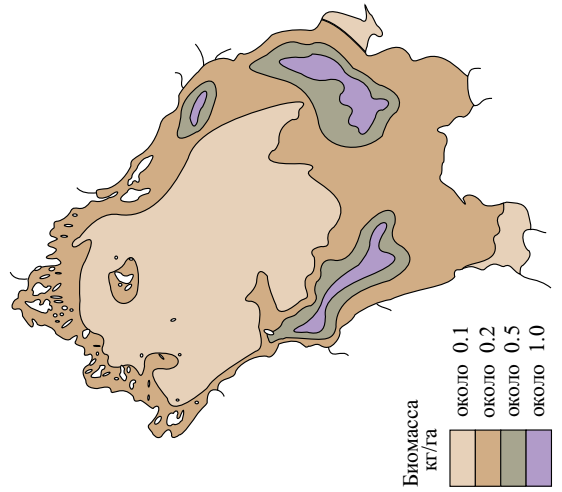


**ЩУКА**

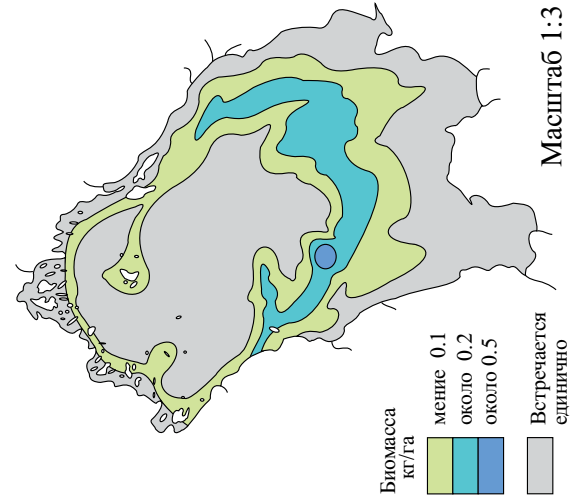


Масштаб карт 1:3 000 000

**НАЛИМ**



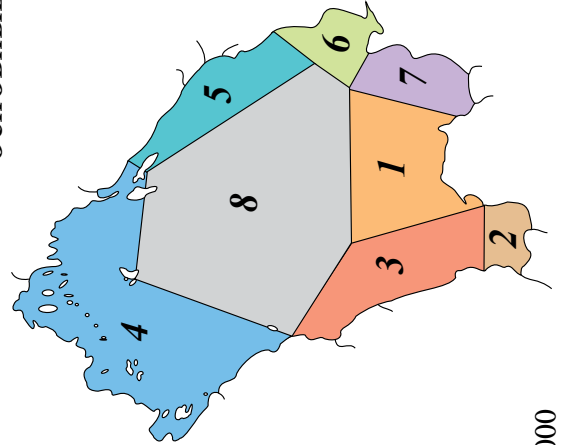
**БЫЧОК-РОГАТКА**



Масштаб 1:3 000 000

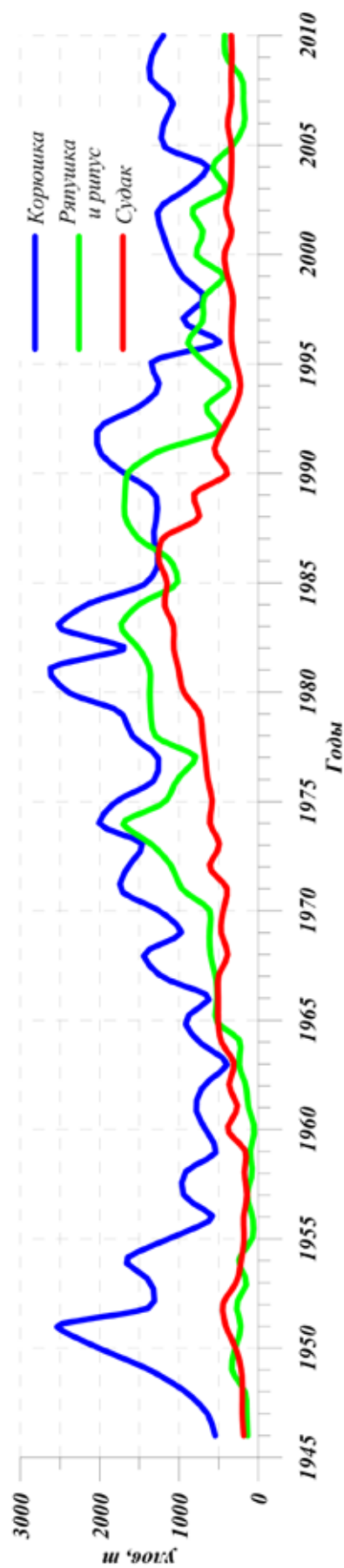
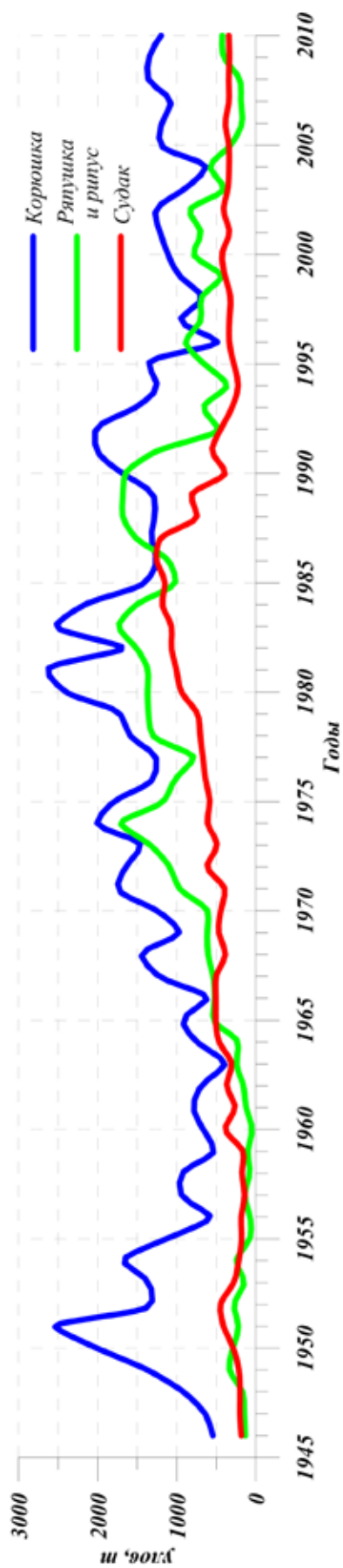
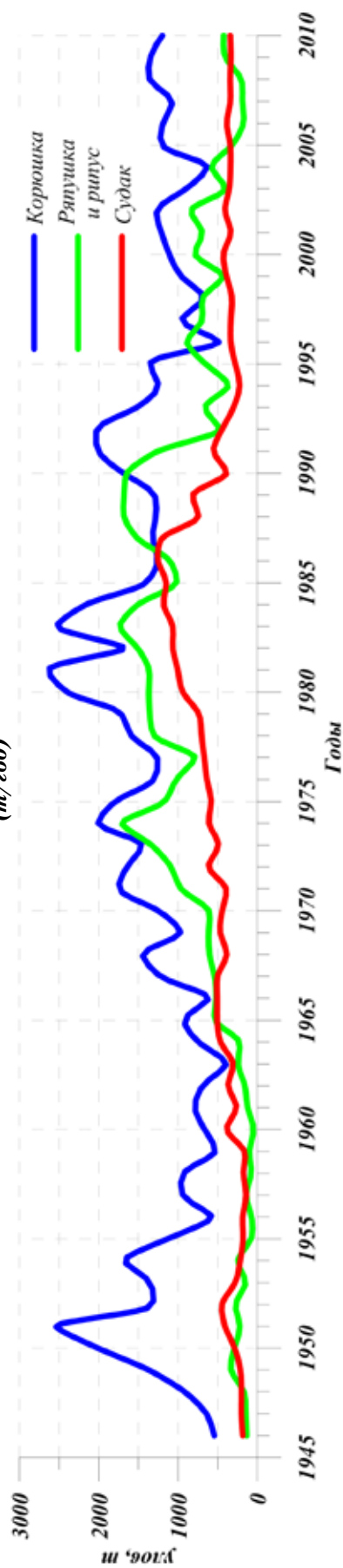
**ОСНОВНЫЕ РЫБОПРОМЫСЛОВЫЕ РАЙОНЫ**

- 1 Южное побережье бухта Петрокрепость
- 2 Западное побережье
- 3 Северная часть
- 4 Северо-восточное побережье
- 5 Сивирская губа
- 6 Волховская губа
- 7 Центральная часть
- 8



### ДИНАМИКА УЛОВА ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

(т/год)



Авторы: Л. А. Кудерский, А. С. Печников, А. Г. Леонов, А. Я. Тесля, Г. А. Головкова, Д. В. Богданов, А. С. Яковлев



## ЛАДОЖСКАЯ НЕРПА

Ладожская кольчатая нерпа (*Phoca hispida ladogensis* Nordquist 1899) — эндемичный подвид, с узким ареалом, занесенный в красные книги Российской Федерации, Балтийского региона и Восточной Фенноскандии.

Этот морской реликт, обитающий только в Ладожском озере, является самым мелким подвигом кольчатой нерпы. Длина тела достигает 120–130 см., а максимальный зарегистрированный вес — 98 кг при среднем весе животных 40–50 кг. Обычно ладожская нерпа имеет темную, часто черную окраску, но также встречаются довольно светлые (серые) экземпляры. Как правило, на шкуре заметны светлые кольца, наличие которых отражено в названии вида.

По оценкам промысловой статистики популяция в тридцатые годы XX века составляла около 20 000 животных. В дальнейшем, по данным периодически проводимых авиаучетов, численность начала резко снижаться. В 1975 году охота на ладожских нерп была запрещена, и подвид был занесен в Красную книгу России, Балтийского региона, Восточной Фенноскандии. Но, несмотря на эти меры, в настоящее время численность популяции находится на минимальном уровне и оценивается в 3500–5000 особей.

Распределение ладожской нерпы по озеру в значительной степени зависит от времени года. Нерпа — типично ледовая форма млекопитающих и в зимне-весенний период всегда залегает на льду. В зимний период наиболее крупные и стабильные скопления встречаются в южной и юго-восточной части Ладожского озера. В мягкие зимы, при незначительной площади поверхности льда и позднем ледоставе в южной части озера собирается до 80% популяции животных. В суровые зимы, когда все озеро покрыто льдом, нерпы распределяются по акватории более равномерно.

В местах торошения самки устраивают снежные убежища, где в феврале–марте рождаются детеныши. Большинство самок щенится на юге и юго-западе озера, однако часть популяции размножается

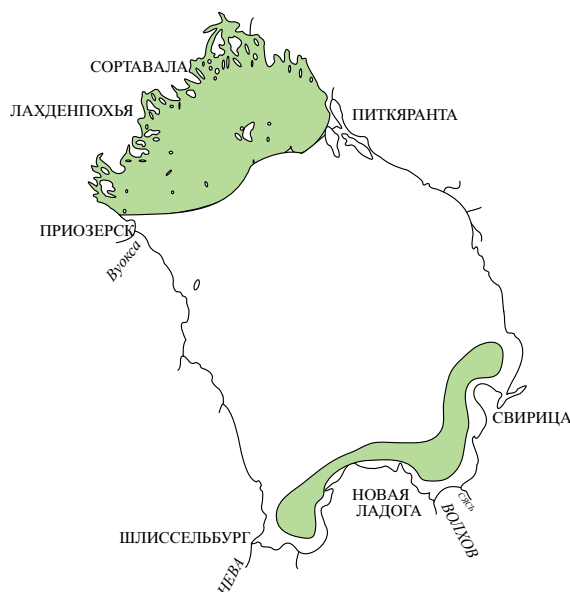
на севере в шхерной части озера, устраивая убежища в сугробах нанесенного ветром снега вдоль береговой линии островов.

Ладожская кольчатая нерпа преимущественно питается малоценными видами рыб, такими как ерш, налим, колюшка, корюшка, ряпушка и окунь. В незначительном количестве ладожские тюлени поедают сига, плотву, лещей, яззей и судаков.

Для ладожской кольчатой нерпы характерно образование летних релаксационных залежек. В целом отдыхающие на камнях нерпы наблюдаются на многих островах (как в шхерном районе, так и в открытой Ладоге), однако численность тюленей на залежках в большинстве районов сравнительно невысока. Районом массового залегания ладожской нерпы являются острова Валаамского архипелага.

Залегание ладожской кольчатой нерпы на островах Валаамского архипелага отмечено на протяжении практически всего периода, когда Ладога свободна ото льда. Максимальная численность залегающих

### МЕСТА ОБИТАНИЯ



Масштаб 1:3 000 000



Ладожская кольчатая нерпа



Детеныши нерпы на залежке

## РАЙОН МАССОВОГО ЗАЛЕГАНИЯ ЛАДОЖСКОЙ НЕРПЫ



животных в этом районе ежегодно регистрируется в конце мая – в июне и достигает 600–750 особей.

При благоприятных условиях тюлени предпочитают отдыхать на лудах и группах подводных камней (на глубине до 15–20 см), удаленных от побережья островов на расстояние от десяти до нескольких сотен метров. На больших по площади лудах или скоплениях подводных камней в некоторые годы количество отдыхающих животных может достигать 150–300 особей.

На всех островах в районе исследований наблюдаются также залежки, расположенные непосредственно на береговой линии островов, причем при штиле тюлени могут залегать практически на всех участках берега, где имеются полого уходящие под воду каменные плиты или группы камней.

Выходы тюленей на сушу служат прежде всего для отдыха животных, и наибольшую часть временного бюджета нерпы на залежках составляет сон или неподвижное лежание (от 60 до 90,3% у разных особей).

Основным фактором, оказывающим в наши дни влияние на популяцию, является постоянно



*Залежка на береговой линии*



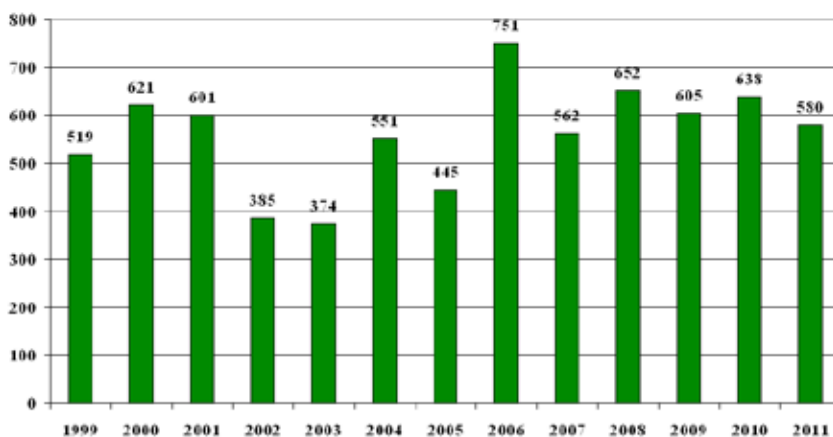
*Залежка на луде*

возрастающий уровень антропогенного воздействия на район обитания ладожской кольчатой нерпы.

Проход судов, лодок, катеров вблизи мест залегания, а также пролет вертолетов непосредственно над островами приводит к немедленному сходу животных в воду. При появлении людей на береговой линии в зоне видимости тюленей, при запахе дыма и звуках голоса в большинстве случаев все животные покидают места залежек.

Одной из основных причин резкого снижения численности является массовая гибель тюленей в рыболовных сетях.

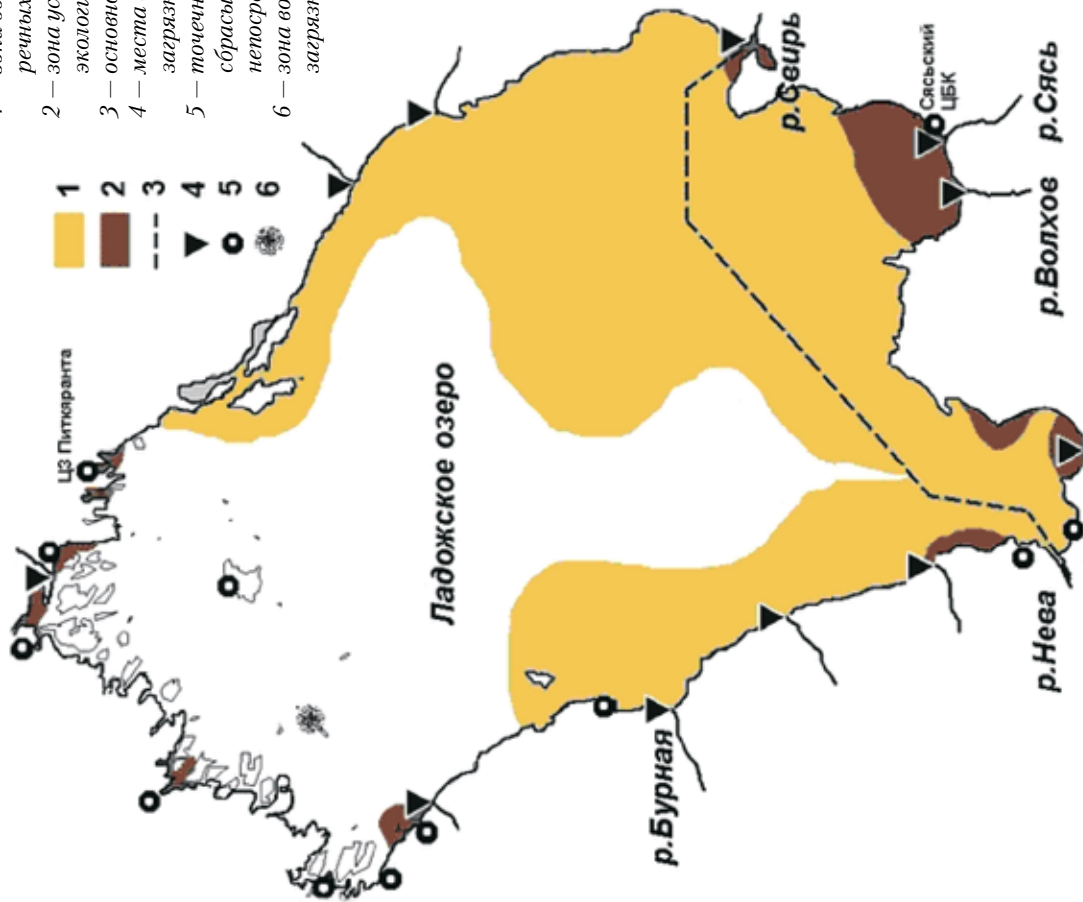
### МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ЛАДОЖСКИХ КОЛЬЧАТЫХ НЕРП, ОТМЕЧЕННЫХ НА ОСТРОВАХ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА



Авторы: Е.В. Агафонова, В.Ю. Шахназарова, Т. Сипила, М.В. Соколовская, М.В. Вережкин  
Фотографии М. Солдатенкова

## ФАКТОРЫ ВОЗМОЖНОГО НЕГАТИВНОГО ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

- 1 — зона возможного распространения речных вод в эпилимнионе,
- 2 — зона устойчивого загрязнения и экологического риска,
- 3 — основной судовой фарватер,
- 4 — места впадения крупных рек и малых загрязненных притоков,
- 5 — точечные источники загрязнения, сбрасывающие сточные воды непосредственно в Ладожское озеро,
- 6 — зона возможного радиоактивного загрязнения.



Масштаб 1:2 000 000

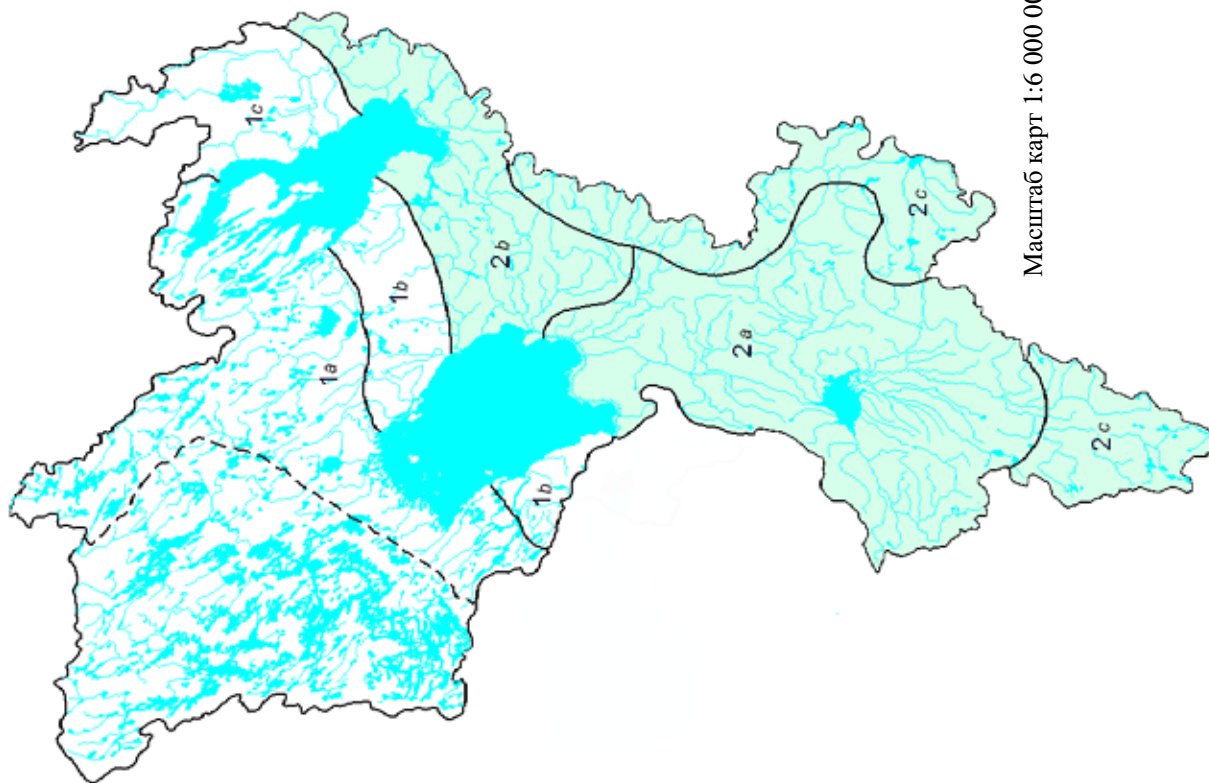
Авторы: С.А. Кондратьев,  
В.Г. Дробкова

## СХЕМА РАЙОНОВ ПОВЫШЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ МАСС ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА



Авторы: Л.А. Кудерский,  
В.А. Румянцева, В.Г. Дробкова

## МОДУЛИ ПРИРОДНОГО ВЫНОСА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ



Масштаб карт 1:6 000 000

Регионализация модулей природного (фонового) выноса органического вещества ( $C_{\text{орг}}$ ), общего фосфора ( $P_{\text{общ}}$ ) и общего азота ( $N_{\text{общ}}$ ) в областях Балтийского кристаллического щита (1) и Русской равнины (2), рассчитанных по данным наблюдений на водосборах, не затронутых хозяйственной деятельностью

Район	$C_{\text{орг}}$ , т км <sup>-2</sup> г <sup>-1</sup>	$P_{\text{общ}}$ , кг км <sup>-2</sup> г <sup>-1</sup>	$N_{\text{общ}}$ , кг км <sup>-2</sup> г <sup>-1</sup>	Характеристика подстилающей поверхности
1a	0,9–2,9	0,6–6,1	250–300	Сельовый ландшафт. Примитивно-аккумулятивные почвы, кариковые подзолы, глееподзолистые почвы, низинные болотные почвы, развитые на делювий кислых изверженных пород.
1b	4,3–5,0	8,0–10,6	330–550	Кристаллический фундамент, перекрытый малоомощной толщей четвертичных отложений. Подзолы и дерново-подзолистые глеевые почвы в сочетании с торфяно-болотными и болотными почвами низинного типа.
1c	5,3–8,6	13,0–14,4	300–500	Дерновые литогенные почвы, иллювиально – железогумусовые подзолы, торфяно-болотные почвы, развитые на делювий основных и ультраосновных изверженных пород.
2a	3,9–4,4	5,5–8,2	240–400	Водно-ледниковые и моренные равнины. Сочетание средне- и сильноподзолистых почв с дерново-подзолисто-глеевыми и торфяно-подзолисто-глеевыми почвами.
2b	5,4–5,8	13,2–13,8	230–450	Низменный моренный рельеф. Сочетание подзолистых почв, торфяно-подзолисто-глеевых и болотных почв верхового и переходного типов.
2c	2,0–3,3	2,2–2,5	160–300	Возвышенный холмисто-моренный рельеф. Преобладают развитые на промытых карбонатных и безкарбонатных сульфидных аутоморфных слабоподзолистых и дерново-подзолистых остаточно-карбонатных почвах.

Авторы: С. А. Кондратьев, И. Н. Сорокин, Г. А. Алябина, Е. Г. Маркова

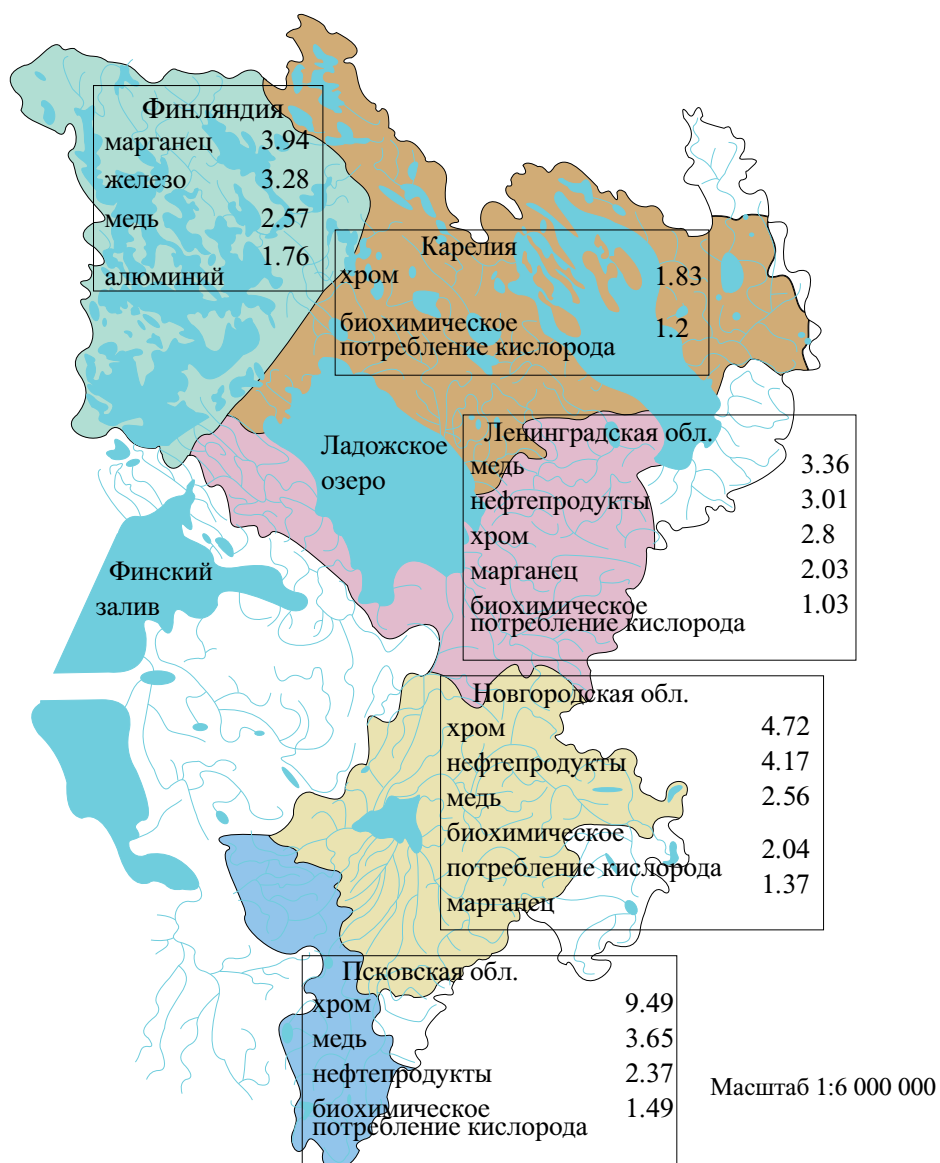


## КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Список основных загрязняющих веществ определен исходя из условия превышения концентрации вещества (С) значения ПДК. Расчеты среднего годового индекса превышения (ИП=С/ПДК) выполнены для административных территорий бассейна. Полученные данные свидетельствуют, что максимальный набор загрязняющих компонентов характерен для поверхностных вод Новгородской и Ленинградской областей. Ведущее положение занимает Новгородская область, имеющая наибольшие значения индексов превышения. Следующей по числу определенных основных загрязняющих веществ является Псковская область, характерной особенностью поверхностных вод которой является исключительно высокий уровень содержания хрома

(ИП=9,49). К числу наименее загрязненных российских регионов водосбора озера относятся Тверская область и Карелия. Ситуация в Карелии, поверхностные воды которой содержат минимальный набор загрязняющих компонентов, существенно отличается от остальной части водосбора. Основное отличие — отсутствие устойчивого загрязнения вод нефтепродуктами, являющимися приоритетным загрязняющим веществом для остальных российских областей. Финляндия отличается от остальных частей региона специфическим списком загрязняющих веществ. Помимо меди, обнаруживаемой в повышенных концентрациях практически на всей территории бассейна, кроме Карелии, в список вошли железо, марганец и алюминий.

### ИНДЕКС ПРЕВЫШЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПДК ПО ОСНОВНЫМ ЗАГРЯЗНЯЮЩИМ ВЕЩЕСТВАМ В РЕЧНЫХ ВОДАХ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ





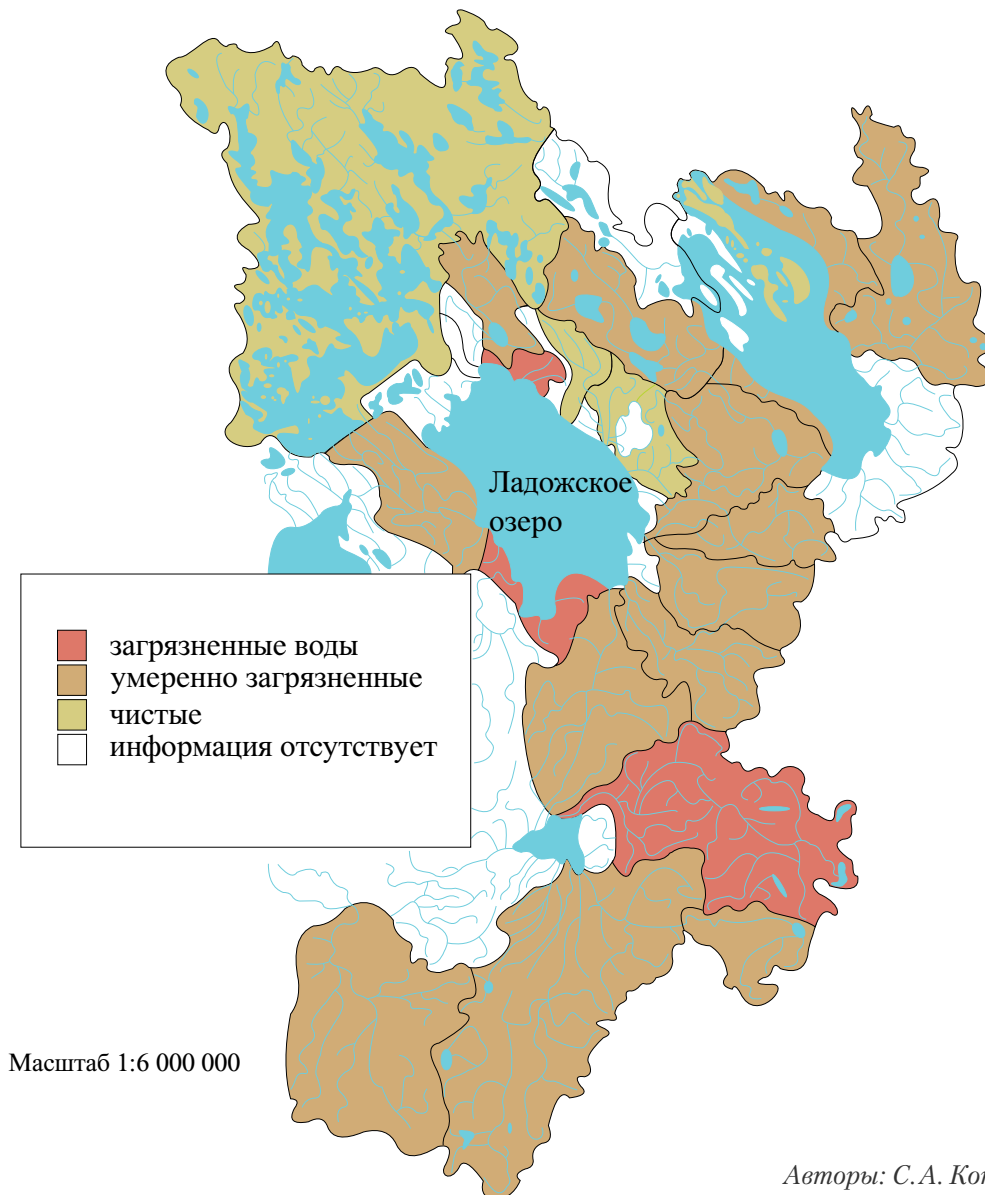
Качество воды определяется с помощью индекса загрязненности вод (ИЗВ), который рассчитывается по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}}{6}$$

где  $C$  — среднее за год значение концентрации загрязняющего вещества; ПДК — предельно допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества; 6 — лимитированное число учитываемых ингредиентов, включающее растворенный кислород, БПК — биохимическое потребление кислорода за 5 суток и четыре наихудших показателя качества воды. В качестве нормативных характеристик использованы значения ПДК вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. В пределах бассейна Ладожского озера выделены три основных

региона с чистыми поверхностными водами (ИЗВ = 0,2–1), умеренно загрязненными (ИЗВ = 1–2) и загрязненными (ИЗВ = 2–4). В первую группу вошли Финляндия, северо-восточная часть побережья Ладожского озера, а также северная часть водосбора Онежского озера. Регионы с умеренно загрязненными водными объектами занимают большую часть Российской территории водосбора Ладожского озера. Использование поверхностных вод для питьевого водоснабжения требует проведения их дополнительной очистки. Наибольшая степень загрязнения поверхностных вод отмечается в бассейне правобережных притоков озера Ильмень, а также на отдельных участках побережья Ладожского озера. Вопросы определения критических антропогенных нагрузок на водные объекты и систематического контроля состава и объемов сточных вод приобретают особую актуальность в этих регионах.

### ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАСЕЙНА ОЗЕРА



## ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

В оценке экологического состояния озерной экосистемы особую роль играют донные отложения как наиболее информативный компонент водоема, образующийся и непрерывно накапливающийся в результате взаимодействия комплекса разнообразных процессов, протекающих в пределах всей озерной геосистемы.

Распределение микроэлементов в донных отложениях в результате природных процессов и под воздействием антропогенных факторов происходит согласно закономерностям геохимической дифференциации веществ в процессе осадконакопления. На картах отображены особенности распределения микроэлементов.

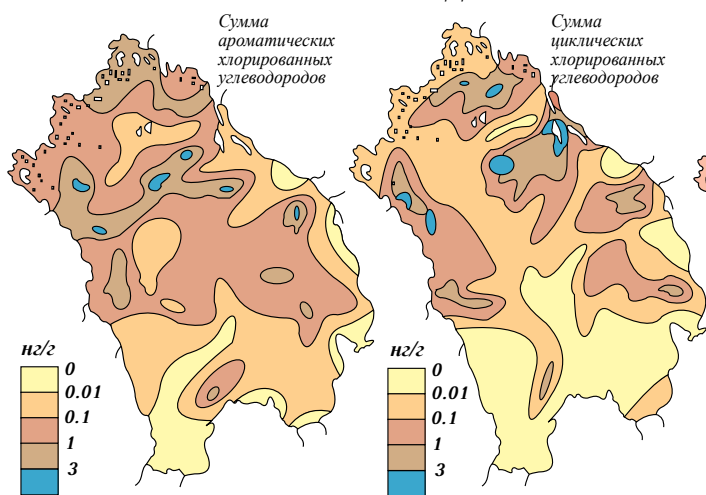
Концентрация органического вещества и микроэлементов находятся в тесной зависимости от типа осадков: минимальные величины приурочены к песчаным осадкам, а максимальные — к пелитовым илам.

Главенствующая роль в формировании химического состава осадков различных частей озера принадлежит механическому разносу седиментационного материала, поскольку терригенные компоненты преобладают в вещественном составе донных отложений. Формирование зон максимального накопления в открытой части озера тонкодисперсного органического материала и связанных с ним микроэлементов в значительной мере обусловлены спецификой гидродинамического фактора, определяющего особенности условий распространения и трансформации потоков седиментационного материала.

Повышенные концентрации железа, марганца, циркония, кобальта и свинца по сравнению с кларками этих элементов в осадочных породах Земли составляют особенность местного геохимического фона для открытой части озера.

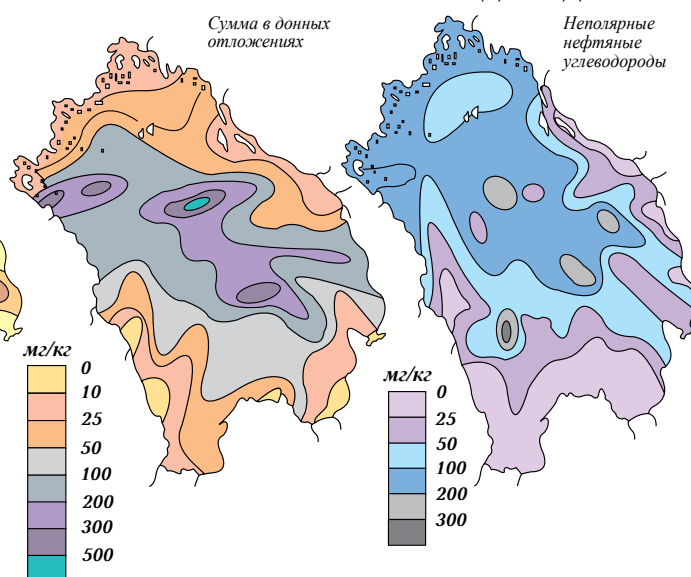
Заимствованы из: Куликов И.В., Яковлева Т.В., Михалюк Т.Ю., [6]

### ХЛОРООРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

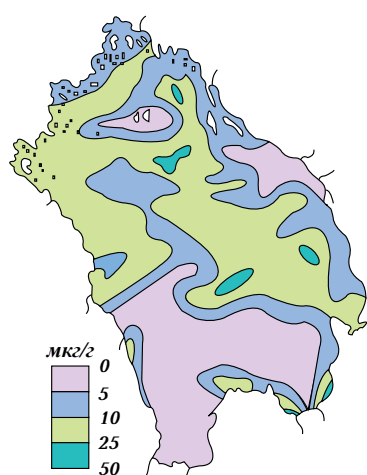


Масштаб 1: 3 500 000

### НЕФТЯНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

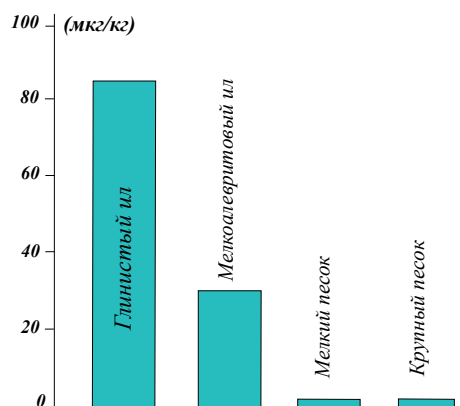


### ФЕНОЛЫ



Масштаб 1: 3 500 000

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ 3,4-БЕНЗПИРЕНА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ



3,4-Бензпирен — один из наиболее опасных канцерогенов, обладающих высокой биологической стабильностью. Загрязнение водных объектов бензпиреном обусловлено в основном поступлением со склоновым стоком и осадждением из атмосферы. Попадая в водоем, бензпирен быстро перераспределяется между водой и взвесью, а затем в процессе седиментации переходит в донные отложения. Поэтому донные отложения создают угрозу вторичного загрязнения водной массы. Концентрация 3,4-БП в донных осадках определяется их удаленностью от источника загрязнения. Наибольшей способностью поглощать и удерживать 3,4-БП характеризуются глинистые и алевритовые илы.

## ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Загрязняющие вещества образуются в результате активной антропогенной деятельности и поступают в озеро с промышленными, хозяйственно-бытовыми, рекреационными стоками, от наземного и водного транспорта, с речным притоком и из атмосферы. К приоритетным видам загрязняющих веществ относятся нефтяные углеводороды (НУВ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), фенолы, металлы, хлорорганические соединения, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и др. НУВ поступают в озеро от предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической, биохимической промышленности, органического синтеза, машиностроения, черной и цветной металлургии, теплоэнергетического комплекса, от водного и наземного транспорта, с речным стоком и из атмосферы.

Поступление НУВ в озеро возрастает в теплый период года в связи с увеличением выноса их притоками в период весеннего половодья, с интенсификацией судоходства и активизацией атмосферного переноса.

Из притоков озера основными источниками поступления НУВ являются реки Вуокса, Волхов и Свирь, доля выноса НУВ которыми достигает 94% в их суммарном речном притоке в озеро.

В поверхностном слое воды озера максимальные концентрации НУВ чаще всего отмечаются вблизи устьев рек и в районах сброса сточных вод и лишь отдельными пятнами на поверхности глубоководных частей озера, а в придонном слое воды — в прибрежных районах в местах сброса сточных вод. В донных отложениях они приурочены к зонам распространения тонкодисперсных осадков в северном районе в непосредственной близости от городов Питкяранта, Ляскеля, Сортавала.

Фенолы поступают в озеро с отходами деревообрабатывающего производства, со сточными водами целлюлозно-бумажных предприятий и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Природный фон создают фенолы, образующиеся в результате биохимической деструкции и трансформации аллохтонных и автохтонных органических соединений.

Содержание фенолов в воде озера изменяется по сезонам и регулируется двумя взаимно противоположными процессами: с одной стороны, увеличением скорости разложения их с повышением температуры воды,

с другой — образованием фенолов в озере в летний период в результате жизнедеятельности растительных и животных организмов. Наибольшие концентрации фенольных соединений, превышающие ПДК (1 мкг/л — для рыбохозяйственных водоемов), отмечали в поверхностном слое воды прибрежной зоны озера.

Повышение содержания фенолов в глубоководной части озера чаще всего было обусловлено образованием этих соединений при массовом цветении фитопланктона.

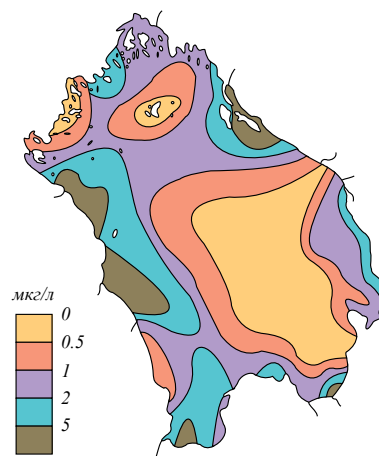
Наиболее высокие концентрации синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) приурочены в основном к стокам городских агломераций и выносам рек Волхов, Свирь, Сясь и Вуокса.

Хлорорганические соединения обнаруживаются практически на всей акватории озера.

Максимальные концентрации их отмечены в районах впадения рек Волхов, Свирь, Вуокса, Олонка, Видлица.

### СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

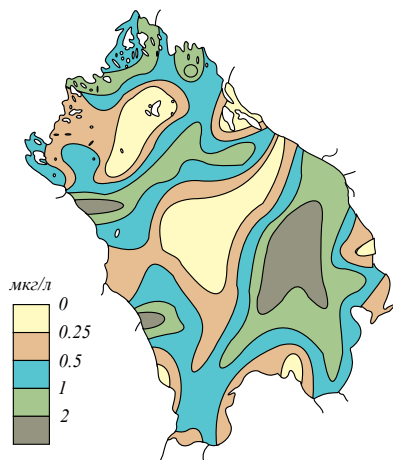
В придонном слое воды



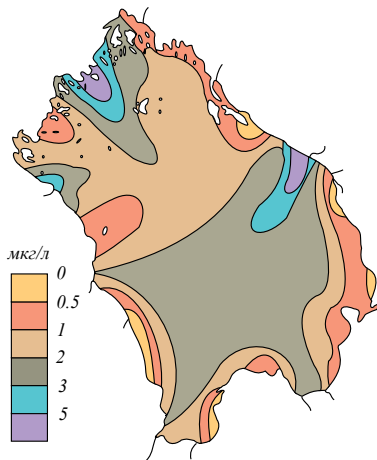
Масштаб 1:3 500 00

### ХЛОРООРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

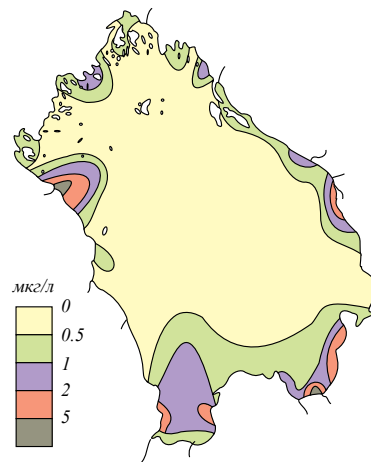
Сумма ароматических хлорированных углеводородов



Сумма циклических хлорированных углеводородов



Полихлорированные бифенилы

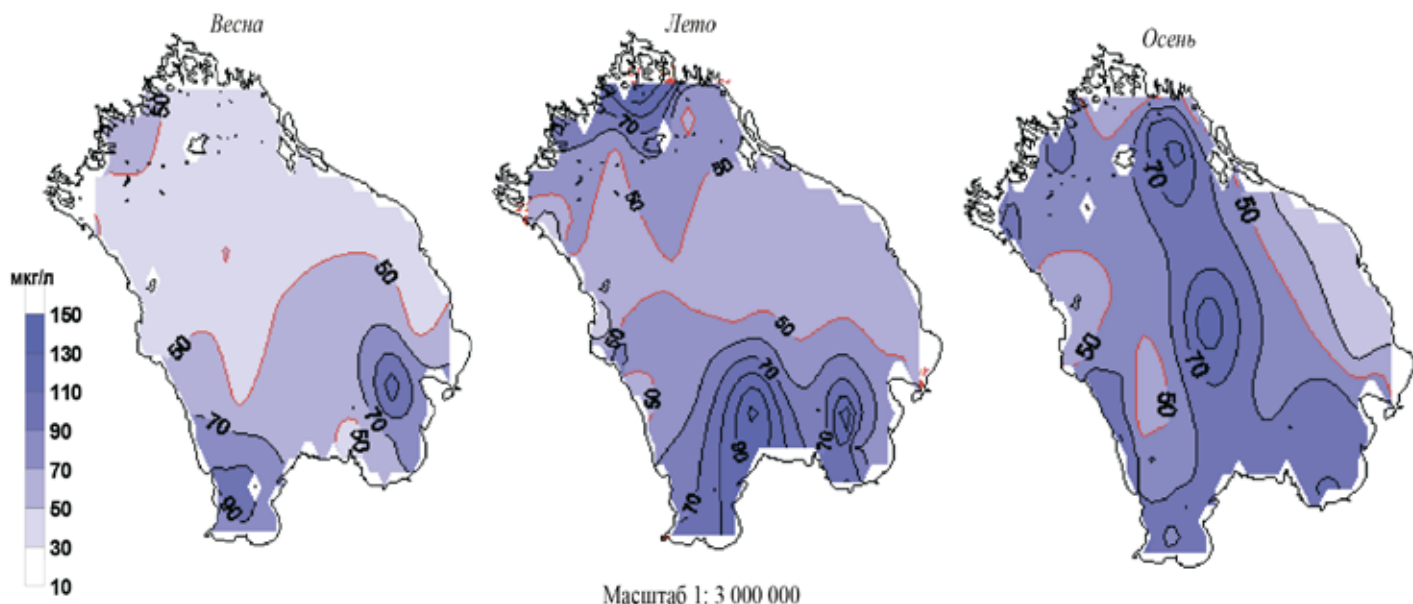


Масштаб 1:3 500 00

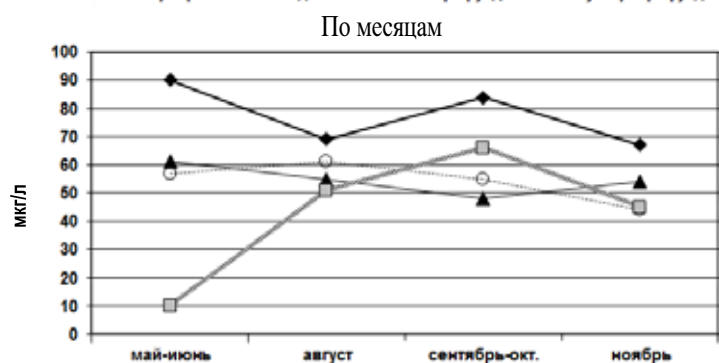
Карты и тексты к ним заимствованы из: И. В. Куликов, Т. В. Яковлева, Т. Ю. Михалюк, [10]

## НЕФТЯНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (НУВ)

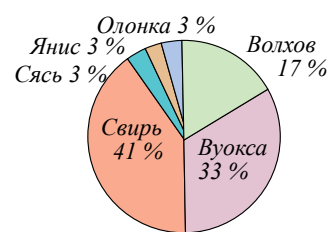
ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОДЫ



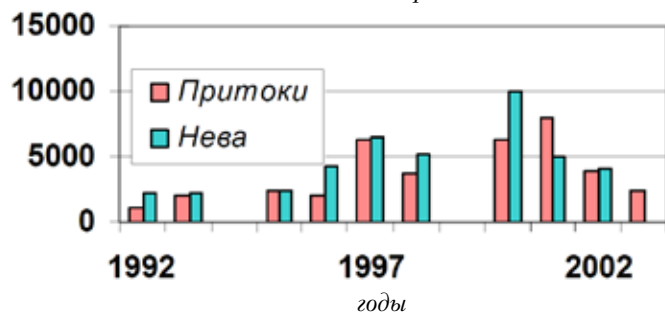
ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ  
В ЛИМНИЧЕСКИХ ЗОНАХ



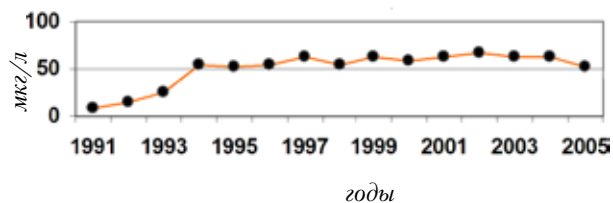
СООТНОШЕНИЕ ОБЪЕМОВ  
ВЫНОСА НУВ РЕКАМИ В ОЗЕРО  
В 1998 г.



ПОСТУПЛЕНИЕ НУВ С ВОДАМИ ОСНОВНЫХ  
ПРИТОКОВ (р. ВОЛХОВ, р. СВИРЬ, р. ВУОКСА)  
И ВЫНОС СО СТОКОМ рекой НЕВОЙ



СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ НУВ  
В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОДЫ



Автор В. А. Щербак

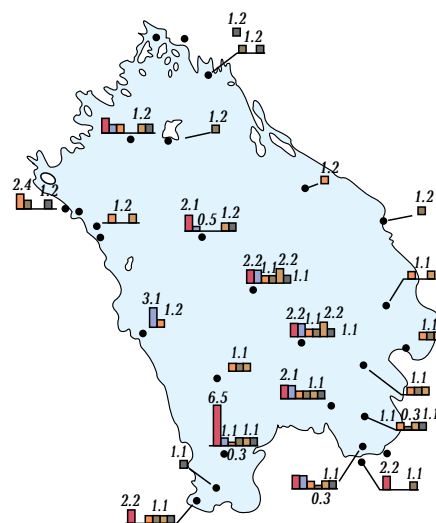
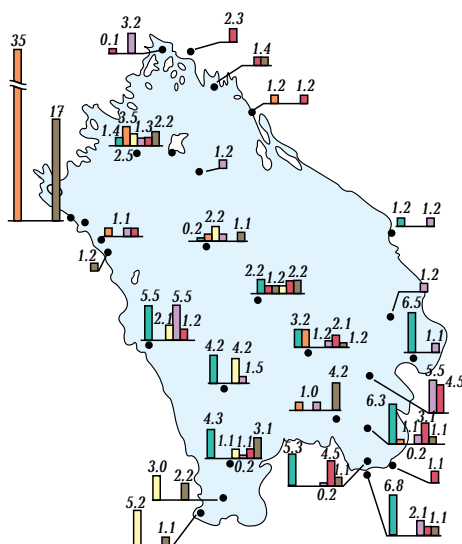
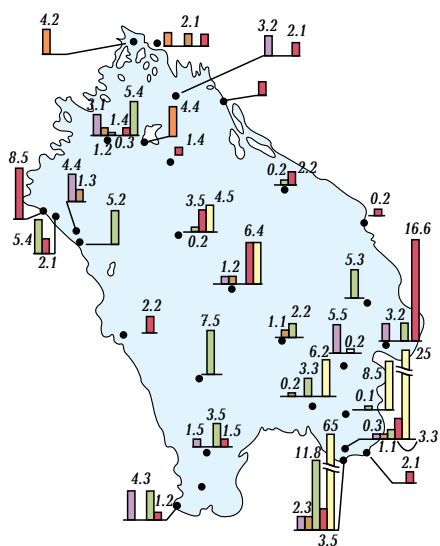
# ФЕНОЛЫ

## СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛОВ В ПОВЕРХНОМ СЛОЕ ВОДЫ ПО СЕЗОНАМ

1991–1993

1994–1995

1996–1998



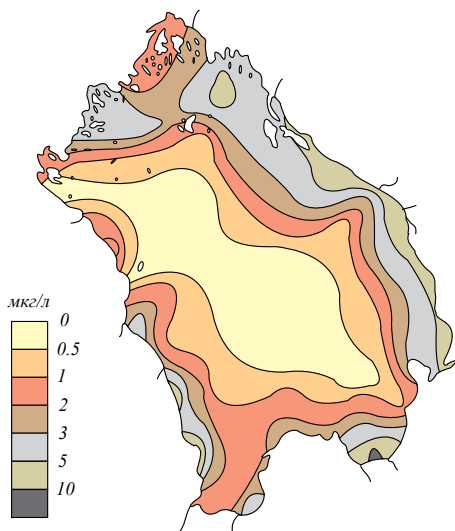
2.1 концентрация в мкг/л Масштаб 1: 3 000 000

	весна	лето	осень
1991	—	—	
1992	—		
1993			

	весна	лето	осень
1994			
1995			

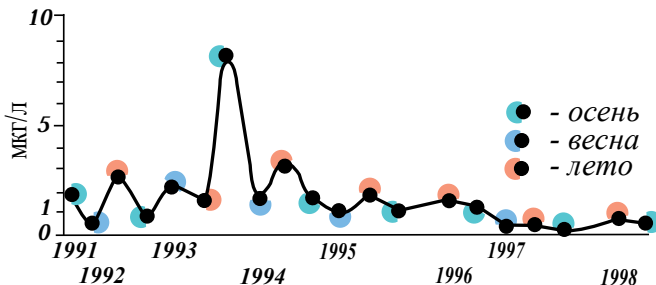
	лето	осень
1996		
1997		
1998		

## СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛОВ В ПРИДОННОМ СЛОЕ ВОДЫ

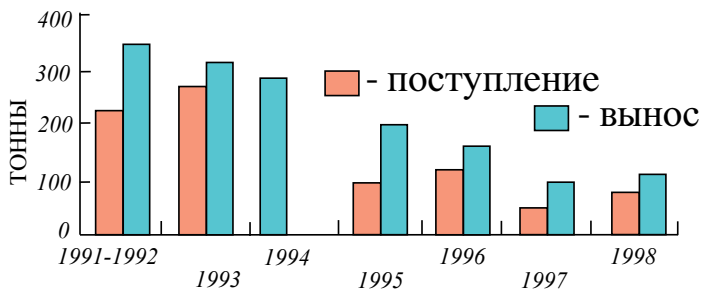


Масштаб 1: 3 000 000

## СРЕДНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ОБЩИХ ФЕНОЛОВ В ПОВЕРХНОМ СЛОЕ ВОДЫ

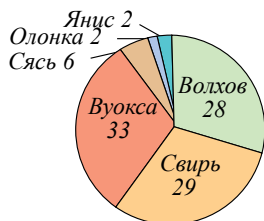


## ПОСТУПЛЕНИЕ ФЕНОЛОВ С ПРИТОКАМИ И ВЫНОС СО СТОКОМ РЕКОЙ НЕВОЙ



## ПОСТУПЛЕНИЕ ФЕНОЛОВ С ОСНОВНЫМИ ПРИТОКАМИ

(в %)



Автор Н.Л. Крыленкова



## РАЙОНЫ ОЗЕРА С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В МОЛЛЮСКАХ

Моллюски во взрослом состоянии малоподвижны, приурочены к определенным биотопам, поэтому отражают наиболее постоянные тенденции в изменении химического состава воды водоема.

Раковинное вещество моллюсков Ладожского озера анализировалось методом полуколичественного спектрального анализа.

Микроэлементы накапливаются в раковинном веществе моллюсков как продукты их жизнедеятель-

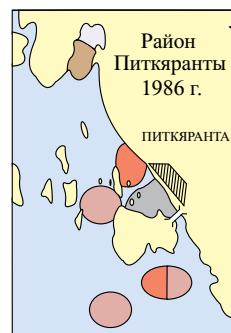
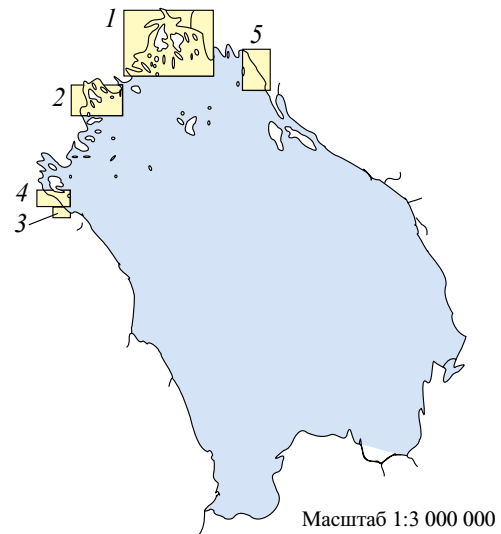
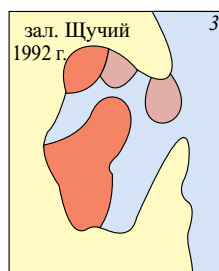
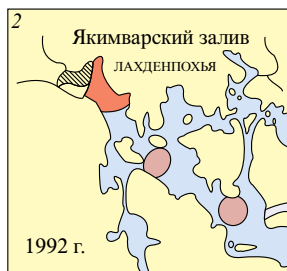
ности, причем концентрации их отражают различия как по систематической принадлежности организмов, так и по районам озера. Повышенное содержание микро-элементов зависит от концентрации соответствующего элемента в воде и в донных отложениях. Содержание микроэлементов в раковинах на 2–5 порядков выше, чем в окружающей среде. Двустворчатые моллюски лучше отражают накопление микроэлементов в илосодержащих осадках.



**ДИАПАЗОНЫ КОНЦЕНТРАЦИЙ (%) И УСЛОВНЫЕ  
ОБОЗНАЧЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ**

Уровень концентрации	Va	Ti	Pb	Si	Sr	Mn	Ni	Cr
Минимальные (фоновые)	0,006–0,008	0,0008–0,002	0,0001–0,0003	0,0003–0,0008	0,003–0,04	0,0005–0,05	0,0001–0,0003	0,0001–0,0005
Незначительно выше фона	0,008–0,01	0,002–0,007	0,0003–0,0004	0,0007–0,0012	0,04–0,08	0,05–0,08	0,0002–0,0005	0,0002–0,0005
Значительно выше фона	0,01–0,03	0,007–0,02	0,0004–0,0009	0,0011–0,0015	0,05–0,2	0,06–0,45	–	–

## ЗОНЫ САПРОБНОСТИ ПО МАКРОБЕНТОСУ В ШХЕРНЫХ РАЙОНАХ ОЗЕРА



Зоны сапробности (по макробентосу)

- b* – мезосапробная
- L* – мезосапробная
- Полисапробная
- Мертвая

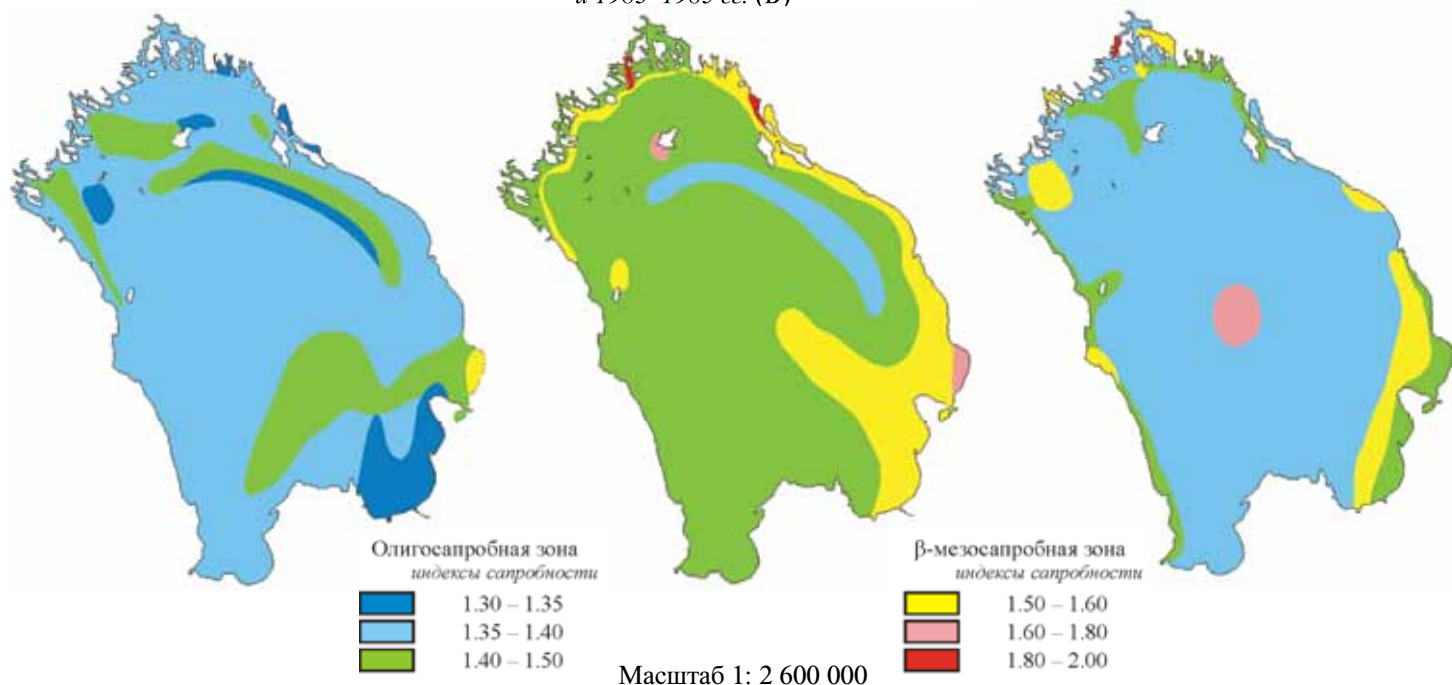
Автор Т.Д. Слепухина

# ЗОНЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗЕРА ПО СУММАРНЫМ ИНДЕКСАМ САПРОБНОСТИ КОМПЛЕКСОВ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Исследования 1957–1962 гг. (А)

Исследования 1978–1979  
и 1983–1985 гг. (Б)

Исследования 1991–1996 гг. (В)



На рисунках (А – В) показано состояние экосистемы Ладожского озера по суммарным индексам сапробности комплексов диатомовых водорослей в поверхностном слое донных отложений, куда панцири диатомей осаждаются после вегетации; выделены зоны преимущественного накопления диатомей различных групп сапробности: ксеносапробов, населяющих чистые слабоминерализованные воды (суммарный индекс сапробности менее 1,0); олигосапробов, живущих в чистых олиготрофных водах (1,0–1,5); β-мезосапробов, обитателей слабо загрязненных органикой мезотрофных вод (1,5–2,5);

α-мезосапробов, предпочитающих сильно загрязненные воды (2,5–3,5) и полисапробов, живущих в слабо разбавленных сточных водах (3,5–4); выявлено наличие олигосапробной и β-мезосапробной зон.

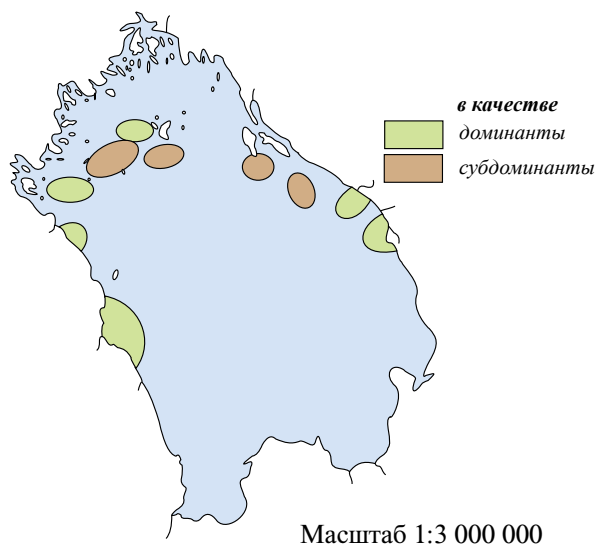
На рисунке (А) показано состояние экосистемы озера в 1957–62 гг. по материалам изучения комплексов диатомей в донных отложениях на 107 станциях в глубоководной области аккумуляции илов и в области распространения песков различной крупности на южном мелководье до начала массового поступления в озеро обогащенных минеральным фосфором вод реки Волхов.

Этот первый период совпал с природно-климатическим циклом повышенной водности Ладоги. Средневзвешенный индекс сапробности диатомовых комплексов был 1,38, озеро находилось в олигосапробной стадии.

Рисунок (Б) выполнен по материалам 1978–79 и 1984–85 гг. и характеризует максимальное загрязнение озера водами р. Волхов, стоками целлюлозно-бумажных комбинатов, стоками с полей, селитебных территорий, водным транспортом. Ситуация усугублялась теплой фазой климата и пониженной водностью озера, что привело к повышению средневзвешенного индекса сапробности до 1,45, приблизило Ладогу к верхней границе олигосапробной зоны, а экосистему озера – к состоянию мезотрофии.

Рисунок (В) – результат исследований 1991–96 гг. отражает ситуацию, когда сократилось поступление биогенов и органических веществ как по реке Волхов, так и из других источников, что совпало с повышением водности северо – западного региона и демонстрирует процесс восстановления условий олиготрофии.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ *DIATOMA TENUIS*



Автор Н.Н. Давыдова

Авторы: Н.Н. Давыдова, Д.А. Субетто, Т.В. Сапелко

Текст желательнo сократить  
примерно на 5–6 строк



# ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ ПРИЛАДОЖЬЯ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Ладожское озеро является уникальным природным комплексом, обладающим богатейшим туристско-рекреационным потенциалом. Формирование и развитие рекреационного природопользования и рекреационного водопользования происходило и происходит здесь под влиянием социально-экономических, культурно-исторических, природоведческих, медико-биологических и других факторов, которые, в свою очередь, менялись во времени и пространстве.

На протяжении веков Ладога была центром притяжения жителей нынешнего Северо-Запада России и ряда европейских государств. Здесь проходили торговые пути «Из варяг в греки». На берегах Ладожского озера строились крепости, монастыри, поселения. Постепенно Приладожье осваивалось в хозяйственном отношении, что влияло на динамику расселения и изменение общей численности населения на побережье Ладожского озера.

Совокупность природных, культурно-исторических и социально-экономических предпосылок для организации рекреационной деятельности на побережье и в акватории Ладожского озера свидетельствует о больших возможностях развития туризма, отдыха и других видов рекреационного природопользования, и прежде всего, рекреационного водопользования [49]. Это обусловливается уникальным географическим положением Ладожского озера и его водосборного бассейна, значительным природно-климатическим потенциалом для развития туризма, санаторного лечения и отдыха, наличием достопримечательностей, богатым историко-культурным наследием, сравнительно развитой транспортной инфраструктурой, возможностью использования сложившейся структуры экономики в интересах становления и развития туризма и рекреации.

Ладожское озеро и прилегающие к нему районы обладают богатым культурно-историческим наследием, здесь находится огромное число памятников федерального, регионального и местного значения. К ним относятся памятники археологии, крепости и фортификационные сооружения, многочисленные религиозные объекты, музеи, дворцы, усадьбы и т.д. Международную известность приобрели такие памятники истории и культуры, как крепости Корела, Орешек (Шлиссельбург), Старая Ладога, Спасо-Преображенский Валаамский и Рождество-Богородичный Коневский

монастыри, «Дорога жизни» и др. [51, 54,55, 56, 57, 59,60, 61].

На территории Приладожья можно встретить памятники археологии, относящиеся к разным периодам прошлого — от времени первичного заселения региона после завершения последнего оледенения до средневековья. Расположение археологических объектов связано с особенностями географической истории Ладожского озера.

Рассматриваемая территория стала доступна для освоения человеком после отхода ледника и освобождения от вод Балтийского ледникового озера во второй половине X тыс. до н.э.

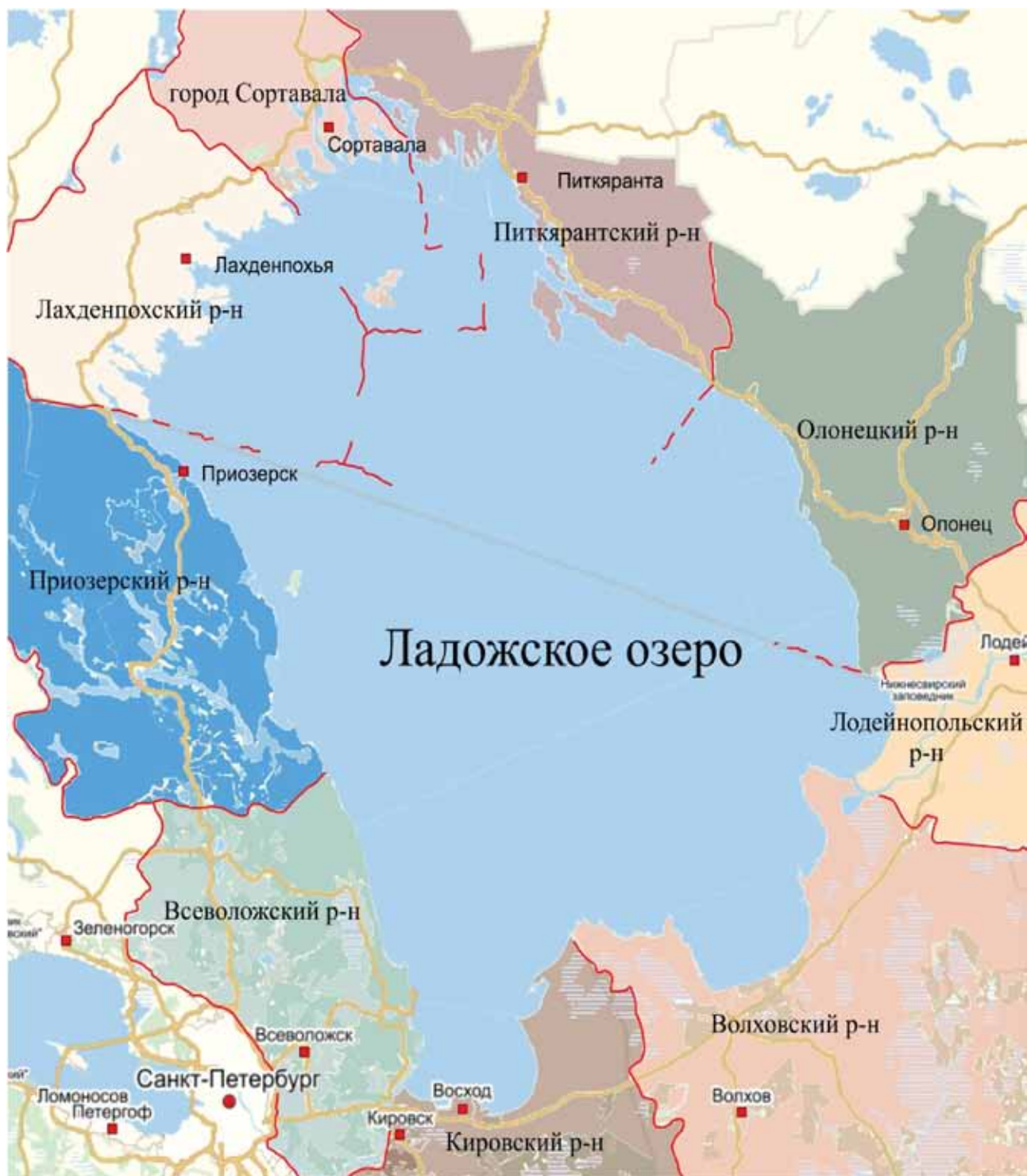
Первые археологические свидетельства присутствия здесь человека фиксируются только в середине IX тыс. до н.э. со времени распространения boreальных лесов, совпадающим с максимумом анциловой трансгрессии, которая завершилась не позднее 8 200 лет до н.э.

Наибольшая концентрация археологических объектов от древности до средневековья приходится на северо-западное Приладожье. Именно здесь проходила основная коммуникационная артерия, связывающая Балтийское море с внутренними территориями Карелии и Финляндии — Хейнийокский пролив, соединявший до образования р. Невы Финский залив с Ладогой. Далее р. Вуокса соединяет Ладогу с оз. Саймаа во внутренней части Финляндии. Даже после образования р. Невы Хейнийокский путь сохранял своё транспортное значение вплоть до нового времени. Движение водного транспорта с Балтики в Ладогу осуществлялось через систему волоков.

С появлением железа и развитием сельского хозяйства на территории Приладожья осложняется социально-политическая ситуация — свидетельством тому являются многочисленные городища-убежища. Большинство их датируется XIII-XIV вв., однако не исключено появление этого типа археологических объектов, датируемых более ранним временем.

Ладожское озеро омывает своими водами территории девяти районов Республики Карелия и Ленинградской области с населением, превышающим 0,5 млн человек. Каждый из районов, окружающих Ладожское озеро, обладает многообразным и в значительной мере уникальным природно-ресурсным потенциалом развития рекреации и туризма [52, 60]





Карта-схема 1

На карте-схеме 1 представлены административные районы Ленинградской области и Республики Карелии, примыкающие к Ладожскому озеру.

В данном разделе атласа под понятием «Приладожье» подразумеваются территории этих административных районов.

Основная часть населения приозерных районов Ленинградской области и Республики Карелии проживает непосредственно на берегах Ладоги или вблизи побережья, где расположены шесть городов (Петрокрепость, Приозерск, Лахденпохья, Сортавала,

Питкяранта, Новая Ладога), девять поселков городского типа (Свирица, Сясьстрой, им. Морозова, Кузнечное, Валаам, Ляскеля, Импилахти, Салми, Ильинский) и свыше 80 сельских населенных пунктов. Значительная часть населения может принять участие в развитии индустрии туризма и отдыха, обслуживании рекреационной деятельности.

В этом разделе атласа описываются сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ), геологические, археологические и культурно-исторические памятники Приладожья.



Для удобства пользования атласом путешественниками и туристами описание проводится последовательно начиная с юго-западного угла озера на север и, соответственно, по районам: Всеволожский, Приозерский, Ланденпохский, город Сортавала, Питкярантский, Олонецкий, Лодейнопольский, Волховский, Кировский.

**Всеволожский район** (площадь 3 тыс. км<sup>2</sup>) примыкает к западному берегу Ладожского озера на протяжении 85 км. На территории района расположены юго-восточная и восточная части центральной возвышенности Карельского перешейка, часть Приладожской низменности и правобережья, часть Приневской низины. С востока и юга центральную возвышенность Карельского перешейка окаймляют камовые холмы — Токсовские и Лемболовские — с высотами 50–100 метров, между которыми располагаются котловины, заполненные озерами.

Живописные окрестности станций Токсово и Кавголово с холмами и озерами — любимые места туристов, лыжников и отдыхающих. Здесь, на Кавголовских холмах, сооружены трамплины, проводятся соревнования горнолыжников, слаломистов и биатлонистов.

Приневская и Приладожская низины представляют собой песчаные озерно-ледниковые и озерные террасы с абсолютными высотами до 30 метров. Параллельно берегу Ладожского озера тянутся невысокие моренные гряды (Борисова Грива) с относительной высотой 10–20 м, а вдоль прибрежной низменности — береговые дюны высотой 3–5 м. Берег озера местами крутой, с оползнями; нагромождения валунов, слагающие мысы Осиновец, Сосновец и Морьин Нос, образовались в результате размыва морены.

Лесом (в основном сосна, в меньшей степени — ель) в районе занято более половины площади. На побережье Ладожского озера преобладают заросли ивы, серой ольхи, елово-мелколиственных лесов.

Плоская поверхность низменностей, слабый дренаж, близкое залегание водоупорных пород-морены и ленточных глин обуславливают значительную заболоченность территории в Приладожье (до 20%). Здесь преобладают торфяники верхового типа, но нередко встречаются переходные и низменные болота, особенно ближе к Ладожскому озеру.

Достаточно разнообразен и богат животный мир, ихтиофауна и орнитофауна.

Всеволожский район — одно из любимых мест отдыха жителей Санкт-Петербурга. Здесь расположены дома отдыха, детские оздоровительные учреждения, в том числе и на побережье или вблизи него (п. Морье, городской п. им. Морозова и др.). Значителен неорганизованный отдых и на песчаных пляжах Ладожского озера.

**Приозерский район** Ленинградской области (площадь 3,6 тыс. км<sup>2</sup>) расположен в северо-вос-

точной части Карельского перешейка. Вдоль побережья Ладожского озера он протянулся более чем на 150 км. Это один из самых популярных туристско-рекреационных районов Приладожья. Около 63% территории района занято сосновыми и смешанными лесами, 3,5% — болотами. Вуокса-Суходольская озерно-речная система, охватывающая практически всю территорию района (по разным оценкам от 12 до 20% всей его площади), связана внутренними водными путями с озерной системой юга Финляндии и Выборгским районом Ленинградской области. В состав данной системы входит множество озер (Вуокса, Отрадное, Балахановское, Судаковское, Суходольское, Красное, Борисовское, Мичуринское, Островистое и др.) и рек (Вуокса, Бурная, Смородинка и др.). Эти водоемы очень богаты рыбой. Ихтиофауна района представлена 54 видами рыб, в том числе такими ценными для любительского и спортивного рыболовства, как сиг, форель, лосось, судак, омуль, лещ, налим и т.д. Кроме того, на реках и озерах района наблюдается большое разнообразие птиц (кряква, чирок, гоголь, луток, средний крохоль и т.д.) — около 280 видов (это почти полный состав орнитофауны Ленинградской области). Не менее уникален животный мир. Кроме представителей среднетаежной фауны, здесь обитает канадский бобр, рысь, барсук. На территории района зарегистрировано множество баз рыболовов и охотников. Ежегодно на знаменитых лосевских порогах, где скорость течения реки Вуокса достигает 40 км/ч (здесь вода не замерзает даже в самые лютые морозы), проходит Международный водный фестиваль «Вуокса», который привлекает тысячи поклонников водных видов спорта. Любителям экстремальных видов спорта и туризма предоставляются услуги по сплаву на рафтинге, катамаранах или байдарках [50].

**Лахденпохский район** Республики Карелии (площадь 2,2 тыс. км<sup>2</sup>, длина извилистой береговой линии 275 км) находится в наиболее благоприятной климатической зоне Карелии.

В XVIII веке большая часть Лахденпохьи была в собственности Валаамского монастыря. С начала XIX века вплоть до окончания Великой Отечественной войны край был в составе Финляндии, что определило архитектурный облик построек в районе.

**К городу Сортавала** Республики Карелии (площадь 2,1 тыс. км<sup>2</sup>, длина извилистой береговой линии 280 км) относится и знаменитый Валаамский архипелаг, состоящий из 50 небольших островов. Обширный островной архипелаг Сортавала, простирающийся от северного берега Ладоги на юго-восток, замыкает полуостров Хунукка.

Рельеф **Питкярантского района** Республики Карелии (площадь 2,3 тыс. км<sup>2</sup>, протяженность извилистой береговой линии около 295 км) чрезвычайно изрезан, изобилует грядами и каньонообразными

понижениями, которые часто служат долинами порожистых рек и ручьев, впадающих в Ладожское озеро [53].

В г. Питкяранте (в переводе с финского «длинный берег») живописные ландшафты Ладожских шхер заканчиваются, берег поворачивает к югу, гранитные утесы уступают место песчаным пляжам. Южнее поселка Салми на побережье встречаются сосновые боры и эоловые формы рельефа — дюны. Вблизи этого крупного транспортного узла находятся привлекательные с точки зрения рекреационного потенциала большие острова Ладожского озера Мантсинсаари и Лункулансаари.

**Олонецкий район** Республики Карелии (площадь 4 тыс. км<sup>2</sup>) выходит к Ладожскому озеру значительной протяженностью береговой линии (более 100 км). В естественно-историческом плане район представляет собой довольно обширную равнину с редкими возвышенностями.

В Олонецком районе лучше, чем в других местах сохранились традиции карельского народа, своеобразная архитектура жилищных и хозяйственных построек.

Лодейнопольский район Ленинградской области (площадь 4,9 тыс. км<sup>2</sup>) примыкает к Свирской губе на небольшом участке береговой линии Ладожского озера (около 30 км).

На территории Лодейнопольского района расположены такие памятники русской духовной жизни, как Свято-Троицкий Александра Свирского мужской монастырь, основанный в 1487 г. преподобным Александром Свирским, Покрово-Тервенический женский монастырь — самый древний монастырь на Северо-Западе — известный по упоминаниям с 1137 г., Введено-Оятский женский монастырь (XV в.), деревенские церкви, в том числе сохранившиеся до нашего времени деревянные. В городе Лодейное Поле в 1702 году Петр I заложил Олонецкую судостроительную верфь, на которой за 130 лет ее существования было построено 450 кораблей для Балтийского флота.

**Волховский район** Ленинградской области (площадь 5 тыс. км<sup>2</sup>) расположен в бассейне нижнего течения рек Волхов, Сясь, Паша, Свирь и небольших речек, впадающих в Ладожское озеро. Его территория вытянута с запада на восток вдоль южного и юго-восточного берегов озера. Длина береговой линии превышает 160 км. Вдоль нее продолжают Староладожский и Новоладожский каналы.

Земли **Кировского района** Ленинградской области имеют древнюю и славную историю. Здесь расположены интересные объекты: музей Шлиссельбургская крепость «Орешек», целый ряд памятников



*Ладожские шхеры*

истории и архитектуры. От истоков Невы начинаются Староладожский (Петровский) и Новоладожский (Александровский) обводные каналы.

Шхеры, пляжные зоны, базы и лагеря отдыха, острова Коневец, Валаам и другие, омываемые водами Ладожского озера, вместе с прилегающей акваторией предоставляют особые возможности для развития рекреации и туризма, связанные

с водными ресурсами. Внимание отдыхающих привлекает не только величественная природа ладожских берегов, неповторимая красота шхер, но и яхтенно-катерный туризм, лодочные и байдарочные походы, рыболовные и охотничьи туры, сбор грибов и ягод на островах. Зимой можно покататься на лыжах и снегоходах, организовать сафари.

## ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ (ООПТ)

Исключительно высокий уровень разнообразия природы Приладожья до сего времени обеспечивал ее равновесие и устойчивое развитие даже несмотря на близость многомиллионного города, каким является Санкт-Петербург. Однако происходящее в последнее время интенсивное хозяйственное освоение региона, изъятие земель под промышленное, сельскохозяйственное и жилищное строительство, организация садоводств и огородничеств, а также усиление рекреационной нагрузки ведет к деградации заповедной природы Приладожья и постепенной гибели ценных природных экосистем. Поэтому сохранение необходимого минимума «дикой природы» становится главной задачей природоохранной деятельности общества.

Основной метод сохранения биоразнообразия заключается в создании сети особо охраняемых

природных территорий (ООПТ). Организация ООПТ – всемирная задача и она решается в большинстве стран мира [68]. По своей форме ООПТ могут быть разного типа. Это национальные парки, заповедники, заказники, памятники природы. Они имеют разные режимы использования и охраны природных комплексов и решают не только природоохранные, но и другие задачи: становятся местами научных исследований, внедрения редких видов, их направленного разведения, а также местами рекреации и повышения экологической грамотности населения. Создание такой системы охраняемых территорий имеет решающее значение не только для сохранения биологического разнообразия и экологической стабильности в регионе, но и обеспечивает базу для развития туризма (особенно экологического) как приоритетной отрасли

Карта-схема 2

1. Заказник «Олонецкий»
2. Водно-болотное угодье Свирская губа Ладожского озера
3. Заказник «Болото Сегежское»
4. Заказник «Андрусово»
5. Заказник лекарственных растений – толокнянки обыкновенной
6. Заказник «Важозерский»
7. Заказник «Сортавальский»
8. Заказник «Северо-Приладожский»
9. Заказник «Западный Архипелаг»
10. Заказник «Исо-Ийярви»
11. Дендрологический парк «Отрадное»
12. Заказник «Гряда Вярямяселькя»
13. Заказник «Бухта Петрокрепость»
14. Заказник «Синявинские карьеры»
15. Нижнесвирский заповедник



социально-экономического развития региона [64, 65, 67, 71].

В настоящее время на территории Приладожья (карта–схема 2) насчитывается 17 ООПТ, из них государственный природный заповедник — 1, природный парк — 1, водно-болотное угодье — 1, дендрологический парк — 1, заказников — 13, а также более 30 памятников природы (по литературным и Интернет — источникам). Площадь ООПТ, находящихся на территории девяти административных районов, прилегающих к Ладожскому озеру, составляет около 2 тыс. км<sup>2</sup> (примерно 7% от общей площади районов). Такое количество охраняемых природных территорий нельзя считать достаточным для обеспечения сохранения всего биоразнообразия региона, так как считается, что для устойчивого развития экономики и сохранения экологического равновесия требуется наличие не менее 15–20% охраняемых территорий [62].

**Заказник «Олонецкий»** — природный Государственный заказник федерального подчинения, был основан 20 февраля 1986 г. Площадь заказника 270 км<sup>2</sup>. Находится на восточном берегу Ладожского озера в Олонецком районе и прилегает к границе Республики Карелия с Ленинградской областью. Граничит с Нижнесвирским заповедником. Вместе составляют охраняемые территории, охватывающей 605 км<sup>2</sup> водно-болотных угодий Свирской губы.

Олонецкий заказник — важная остановка отдыха мигрирующих водоплавающих птиц. К основным объектам охраны заказника относятся орлан-белохвост, скопа, ладожская нерпа.

**Заказник «Болото Сегежское»** находится в 11 км на ЮВ от пос. Обжа. В 1989 г. он вошел в границы Олонецкого федерального зоологического заказника. Болото — уникальный ягодник крупноплодных форм клюквы.

Комплексный **заказник «Андрусово»** расположен на восточном побережье Ладожского озера, в 20 км к З от г. Олонец, вблизи нежилой деревни Андрусово. Он включает Андрусовскую бухту с 200-метровой полосой прибрежных лесов и лугов, а также острова Большой Яков, Сало и несколько мелких островков.

Заказник (площадь 890 гектаров) создан в 1981 году для охраны участка большей частью мелководного, богатого водно-болотной растительностью, с благоприятными условиями для водоплавающих и околоводных птиц. В водной флоре много видов растений, занесённых в красные книги Карелии и России. Допускается организованный туризм.

**Заказник лекарственных растений — толокнянки обыкновенной.** Создан в 1981 г. для сохранения ценного вида толокнянки, 1359 га, на побережье Ладожского озера, у деревни Видлица, в 18 км к СЗ от г. Олонец.

**Региональный ландшафтный заказник «Важозерский»** создан в 1994 г. Площадь 9492 га, в 41 км к СВ от г. Олонец.

**Сортавальский ботанический заказник** (100 га) находится на северо-западном побережье Ладожского озера, на п-ове Таруниemi, в 8 км к югу от г. Сортавала.

Заказник был создан в целях сохранения и восстановления редких и исчезающих видов растений, а также поддержания экологического баланса эталонного участка Ладожских шхер.

Уникальность ботанического заказника «Сортавальский» заключается в том, что на его территории зарегистрировано более 250 видов растений, произрастающих в естественном состоянии, в том числе вяз, липа мелколистная, клен остролистный, ель европейская плетевидной формы. На территории заказника зарегистрировано более 329 видов сосудистых растений. в том числе вяз, липа мелколистная, клен остролистный, старые экземпляры березы карельской; в составе травяного покрова много обитателей южных дубравных лесов. В границы заказника входит также старый дендропарк (12 га), заложенный еще в начале XX века.

Сокровищем Ладоги является **природный парк «Валаамский архипелаг»**, относящийся к г. Сортавала. Этот историко-архитектурный и природный музей-заповедник с ансамблем Валаамского Спасо-Преображенского монастыря основан в XIV в. За один год святыни этого памятника республиканского значения посещают до 80–100 тыс. паломников и туристов.

В 35 км к ЮЗ от о-ва Валаам находится **комплексный заказник «Западный Архипелаг»**, который включает острова Ладожского озера — Рахмансаари, Верккосаари, Воссинансаари, Ялаянсаари, Ситтулуото и более мелкие, с прилегающей акваторией шириной 2 км.

Заказник служит для охраны колоний чайковых птиц и лежек ладожской нерпы. В заказнике разрешено рыболовство, туризм, сбор грибов и ягод.

**Региональный ландшафтный государственный заказник «Исо-Ийярви»** площадью 5778 га, у границы с Финляндией, создан в 1995 г., является эталонным резерватом для Северного Приладожья. Находится в 17,5 км к СЗ от г. Лахденпохья [71].

**Заказник «Северо-Приладожский»** располагается на территории Лахденпохского района и Сортавальского горсовета в 18 км к юго-западу от г. Сортавала на северном берегу Ладожского озера, между заливами Якимваарским и Рауталаhti (Опольское и Ладожское лесничества).

Заказник является эталонным для Северного Приладожья. Имеет особое значение для охраны водоплавающих птиц, выдр, лосей, приходящих сюда в зимний период.

**Дендрологический парк «Отрадное»** создан в 1999 г. путем придания научно-опытной станции «Отрадное» Ботанического института Российской академии наук имени акад. В.Л. Комарова статуса особо охраняемой природной территории регионального значения [67].





*Заказник «Западный Архителаг»*

Дендропарк «Отрадное» расположен в Приозерском районе на берегу озера Отрадное, в 8 километрах к В от шоссе Санкт-Петербург — Приозерск. Дендропарк занимает земельный участок площадью 68,87 га. Вдоль северной границы дендропарка на землях Государственного лесного фонда образована охранная зона шириной 200 метров.

Заказник **Гряда Вярмянселькя** расположен в Приозерском районе вдоль южного побережья озера Вуокса (находится недалеко от поселков Ягодное и Петровское). В 1996 году постановлением Правительства Ленинградской области был переведен в категорию государственного природного заказника площадью 7279 гектаров, из них 556 гектаров составляет площадь озер.

Этот участок моренного ландшафта является классическим наглядным пособием для изучения различных типов ледниковых, ледниково-водных и водно-ледниковых отложений, для расшифровки геологической истории региона в четвертичное время. Сложена гряда песчано-гравийным материалом с валунами гранитов и гнейсов. Поверхность гряды местами сплошь покрыта валунами размером в несколько кубических метров.

Гряда Вярмянселькя крупнейшая на северо-западе России протяженностью почти 50 км и шириной 2,0–2,5 км представляет собой камово-озовый комплекс, сложенный песчаным

и песчано-гравийным материалом, с бессточными котловинами глубиной до 35 м и диаметром до 400–500 м. Максимальные высоты достигают 80 м. В заказнике представлен практически весь спектр сосновых лесов, встречающихся в Ленинградской области. На территории заказника произрастает ряд редких для области видов растений: астрагал приполярный, остролодочник грязноватый, три вида прострелов — луговой, раскрытый и весенний, качим пучковатый, гвоздика песчаная, лобелия Дортманна, полушник озерный.

Животный мир заказника типичен для боров центральной части Карельского перешейка. Помимо широко распространенных лесных видов птиц, здесь гнездятся многие дневные хищники (осоед, ястреб-тетеревятник, чеглок, дербник), несколько видов сов (бородатая и длиннохвостая неясыти, ушастая сова, мохноногий сыч).

**Заказник «Бухта Петрокрепость».** Государственный зоологический (охотничий) заказник регионального значения, площадью 6,5 га расположен на территории Кировского и Всеволожского районов, предназначен для охраны водоплавающей дичи.

Региональный зоологический **заказник «Синявинские карьеры»** создан в 1989 г. Расположен в Кировском районе Ленинградской области. Площадь 12000 га.



**Водно-болотное угодье Свирская губа Ладожского озера** создано в 1994 г. Расположено в Волховском и Лодейнопольском районах Ленинградской области в 60 км северо-восточнее г. Волхова и 15 км западнее города Лодейное Поле. Угодье включает в себя территорию Нижнесвирского государственного природного заповедника, а также часть территории государственного охотничьего заказника регионального значения «Загубье» с егерской службой охраны.

Водно-болотное угодье — место массовой концентрации водоплавающих птиц. На пролете и гнездовании здесь отмечены 44 вида птиц, занесенных в красные книги Балтийского региона и России. Свирская губа Ладожского озера имеет большое значение для лебедей, гусей и уток как жизненно важное место стоянки на весеннем пролете.

Этот район Ладожского озера служит местом нереста и нагула щуки, леща, язя, судака, налима, окуня, рипуса, молодой сырты, сига, плотвы и некоторых других видов рыб. В Свирской губе проходят пути нерестовых миграций озерного лосося и форели.

Ладожская нерпа, совершая сезонные миграции по озеру, встречается иногда на реке Свирь. В заповеднике водится бурый медведь, барсук, белка-летяга, выдра, бобр, рысь и другие звери.

**Нижнесвирский заповедник** образован в 1980 году. На этой особо охраняемой природной территории высшего ранга охраняется и изучается все многообразие природных сообществ уникального водоема Ладоги: экосистема, флора и фауна, места стоянок перелетных птиц на трассе беломоро-балтийского пролетного пути.

Его флора включает 476 видов высших растений, из которых 140 приходится на лесные, 133 — на луговые, 52 — на болотные [65]. Леса представлены разными типами растений.

На территории заповедника зарегистрировано 256 видов птиц, из них 34 вида водных. На обшир-

ных просторах низовых болот обитают и гнездятся многие виды птиц — крякva, чирок-свиистунок, выпь, кулик-травник и др. На верховых болотах селятся серые журавли. Достаточно высока в заповеднике численность боровой дичи: глухаря, рябчика, тетерева, белой куропатки. Есть в нем и редкие, занесенные в Красную книгу, птицы: орлан-белохвост, рыбацкий хищник — скопа, черный аист [64, 65, 66, 69].

## ПРИРОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

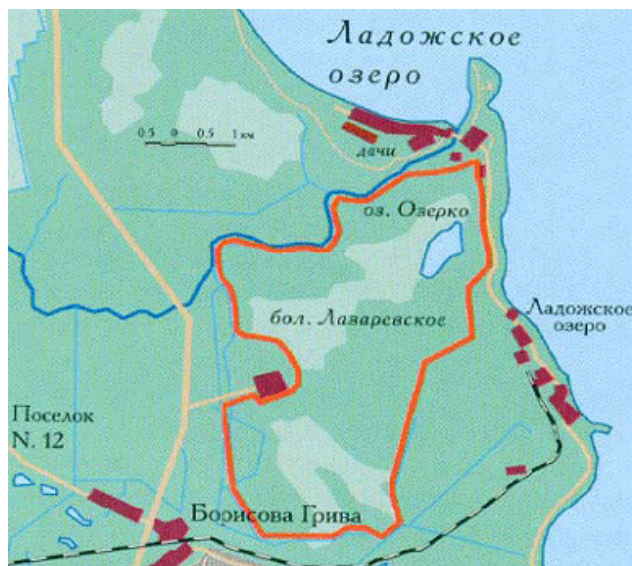
Ценным природным объектом, подлежащим охране, является **Лазаревское болото**, расположенное во Всеволожском районе, между рекой Морье и железной дорогой Борисова Грива — Ладожское озеро.

Это типичный для юго-западного Приладожья верховой болотный массив с прилегающими к нему преимущественно сосновыми лесами. Здесь находится местообитание редких видов растений — ситника стигийского, очеретника бурого, ятрышника Траунштейнера.

Из птиц представляют ценность кроншнеп, белая куропатка, серый журавль, тетерев.

К северу от реки Морье располагается **Гонтовое болото**. К основным объектам охраны здесь относятся редкие природные комплексы аапа-болот, места произрастания редких видов растений (очеретник свинцово-зеленый, ситник стигийский, ятрышник Траунштейнера), места обитания редких видов животных: гадюки, веретенницы ломкой, кобчика, пустельги, большого кроншнепа, дупеля, белой куропатки, серого сорокопуста, овсянки-ремеза), места стоянок пролетных гусей и журавлей во время сезонных миграций.

Большую ценность во Всеволожском районе представляет **Коккоревская бухта** Ладожского озера. Это место массового гнездования птиц, стоянки перелетных птиц во время сезонных миграций, а также нерестовая акватория для промысловых видов рыб





*Ситник стигийский*



*Очеретник бурый*



*Ятрышник  
Траунштейнера*



*Пухонос альпийский*



*Рослянка*

Между поселками им. Морозова и Коккорево предполагается создать Коккоревский заказник, представляющий собой типичную лесоболотную территорию, где сохранились крупные массивы заболоченных хвойных и лиственных деревьев.

Коккоревское верховое болото является местом произрастания пухоноса альпийского, рослянки, очеретника бурого. Здесь находятся места гнездования редких видов птиц — кроншнеп, большой улит, белая куропатка, серый журавль, скопа.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ И ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ

**Гряда Вярмянселькя** является также региональным памятником природы, уникальным геологическим (геоморфологическим) объектом — самой большой в России грядой водно-ледникового происхождения. Она представляет собой один из видов краевых образований материковых ледниковых

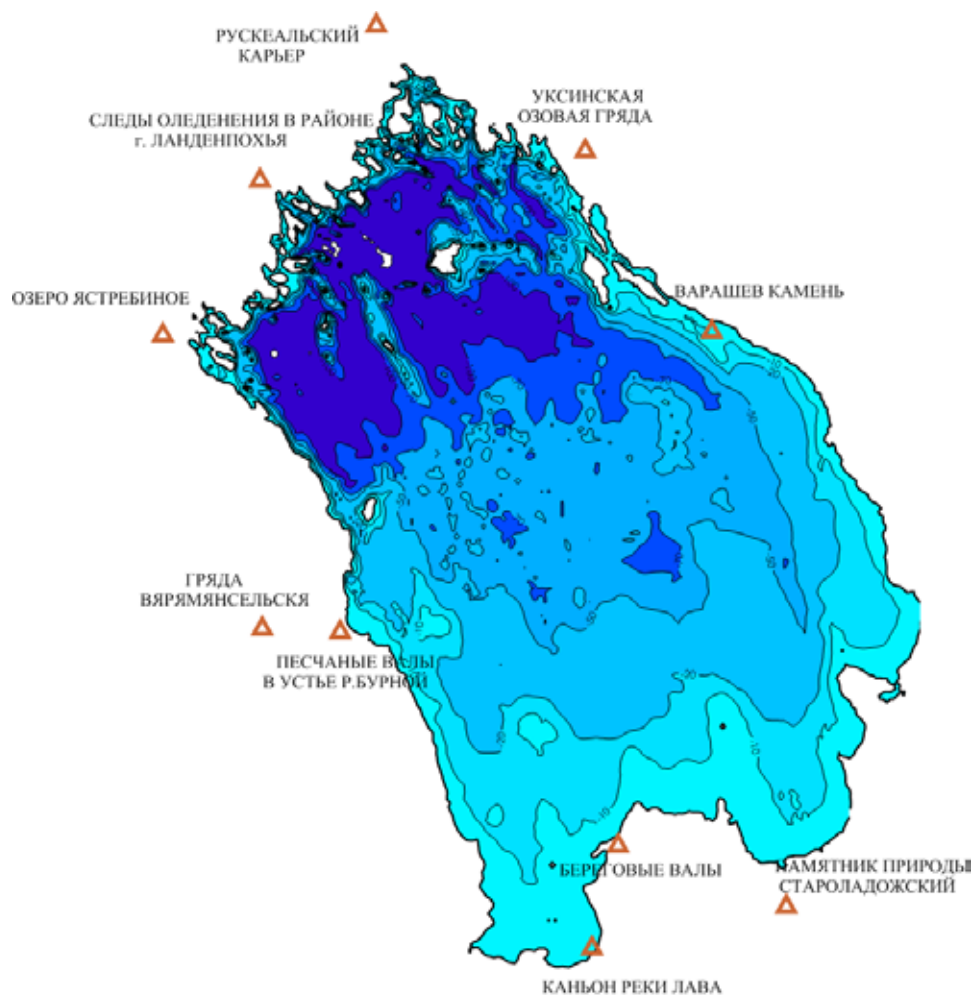
надвигов, сформированных на заключительных стадиях существования ледниковых покровов.

**Песчаные валы в устье реки Бурной** — песчаные валы суббореального времени, долина прорыва реки Бурной в 1818 г. Уникальный геологический (геоморфологический) объект.



*В районе устья реки Бурной*





Карта-схема 3

Около 4 тыс. лет назад уровень Ладоги начал подниматься и 3,7 тыс. лет назад достиг максимальной отметки 21–22 м над уровнем моря. Во время этого повышения уровня, называемого Ладожской трансгрессией, образовалась песчаная пересыпь, отделившая низину Суванто (где располагался бывший пролив) от Ладоги. Так возникло озеро Суванто с отметками 16–17 м над уровнем моря, отделенное от Ладоги песчаными береговыми валами, которые и сейчас хорошо видны южнее реки Бурной.

**Памятник природы «Озеро Красное»** находится в центральной части Карельского перешейка,



Озеро Красное

в Приозерском районе, между поселками Красноозерное и Мичуринским в 58 км к ЮЗ от г. Приозерск. Озеро Красное примечательно наличием на его дне так называемых озерных железных руд. Чаще всего эти руды залегают на большой глубине, но иногда руду можно найти и вблизи берега. В озере много щук, лещей, налимов, ряпушки, бычков и пескарей. Есть и снетки, не уступающие по размерам своим знаменитым собратьям — ильменским снеткам. В ручьях, впадающих в озеро, водятся миноги и форель. Здесь запрещено интенсивное рыболовство, проектирование объектов, связанных с нарушением водного режима в пределах водосборной площади озера.

На берегу озера в пос. Красноозерное находится озерная станция Института озераведения Российской академии наук.

**Памятник природы «Озеро Ястребиное»** находится в северной части Республики Карелия в Приозерском районе вблизи границы с Лахденпохским районом. Ближайшая к озеру железнодорожная станция — Кузнечное — в 10 км к ЮВ. Озеро располагается во впадине между крутыми гранитными уступами оконечности Балтийского щита высотой до 50 м и имеет сильно вытянутую форму. Длина его — около 2 км. Окружающие Ястребиное сельговые гряды, камы, озы и разделяющие их

ложбины создают контрастный и живописный рельеф окрестностей озера. Своеобразный рельеф берегов и окрестностей Ястребиного озера обусловил особый тип растительности, характерный для северной части Карельского перешейка.

Озеро Ястребиное широко известно благодаря находящимся в его окрестностях скалам, весьма популярным среди альпинистов и скалолазов, в течение многих лет проводящих здесь свои сборы и тренировки.

Озеро и его окрестности, включая расположенное рядом озеро Пестово, являются охраняемым природным памятником Ленинградской области. В районе озера водятся 10 видов редких животных, включенных в Красную книгу.

**Остров Коневец** — уникальный геологический объект расположен в западной части Ладожского озера в Приозерском районе, в 27 км к ЮВ от г. Приозерск. От материка остров отделяет Коневецкий пролив. Расстояние от Владимирской бухты (бывшая Чертова бухта) до острова около 7 км. У юго-восточного побережья острова есть несколько мелких островков из гранитных валунов. Каменистые отмели тянутся на сотни метров от берега.

Самый крупный валун из серого гранита — Конь-Камень — весом 750 тонн, высотой 7 м и длиной



*Озеро Ястребиное*

13 м. Конь-Камень, расположенный в западной части острова, согласно легенде служил местом языческих жертвоприношений: жители побережья, использовавшие остров как пастбище, на этом камне ежегодно приносили в жертву коня. В результате деяний основателя Коневского монастыря Арсения в 1393 г. Конь-Камень оказался оседлан часовней. Приглядевшись, можно различить на нем и петроглифы.



*Коневец, Конь-Камень с часовней*





*Северный берег острова Коневец с высокими береговыми обрывами*



*Следы оледенения в районе г. Лахденпохья*

### **Следы оледенения в районе г. Лахденпохья.**

В районе г. Лахденпохья, районном центре Республики Карелия отмечается большое количество выходов на поверхность скальных пород различного состава, хорошо видны следы деятельности последнего оледенения. В целом рельеф сильно расчлененный (грядово-ложбинный), его характерной чертой являются узкие длинные гряды (сельги), сложенные кристаллическими породами разного состава и разделяющие их долинообразные понижения с моренными или озерными отложениями, иногда заболоченные, а также заливы, проливы, озера.

В Лахденпохском районе много природных достопримечательностей. Помимо живописной части шхер, можно отметить наличие внутренних озер на островах с перепадом уровней до 70 м.

**Горный парк «Рускеала»**, относящийся к городу Сортавала, расположенный в 19 км к С от него, создан в 2005 году на базе уникального памятника индустриального наследия России Рускеальского мраморного карьера.

Горный парк включает в себя Рускеальский карьер (широко известный туристический геологический пункт), метеоритный карьер оз. Янисъярви и реку Янисйоки — очень молодое образование с невыработанной речной долиной, сформировавшейся менее 10 500 лет назад. Представляют большой интерес старые каменоломни — памятник истории горных разработок Карелии. Мрамор среднезернистый, кальцитовый и доломитовый, белый, серый и полосчатый. Он применялся для облицовки Исаакиевского собора и Мраморного дворца. Месторождение сформировалось в раннем протерозое, представляет





*Рускеальский мраморный карьер*

собой крутопадающую линзу мощностью до 50 м. Рускеальские мраморные каменоломни — это уникальный памятник истории горного дела России и популярнейший туристический комплекс.

Горный парк «Рускеала» представляет собой в настоящее время блестящий пример грамотного и успешного развития эколого-географического, научного и познавательного туризма

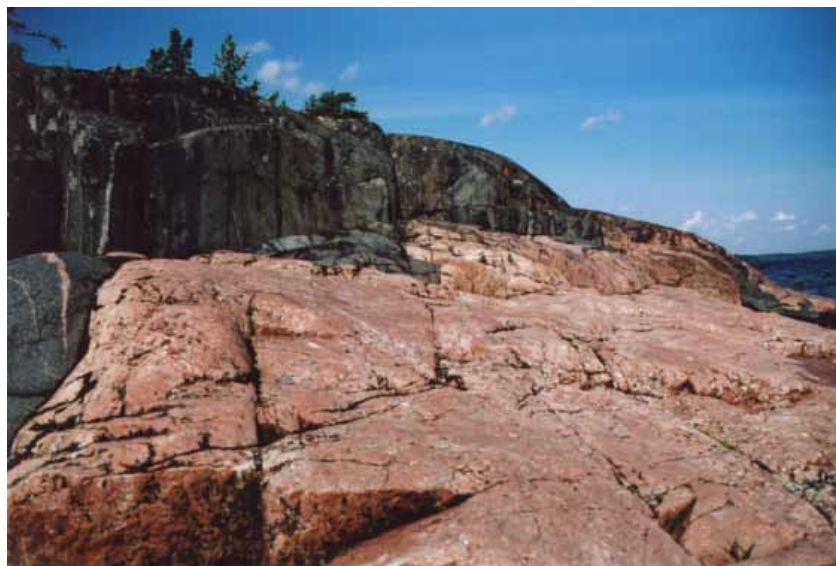
Подобного памятника, представляющего собой рукотворную «чашу» в сплошном массиве мрамора, прорезанного системой шахт, штолен и штреков, в Европе больше нет. На территории Горного парка сохранились памятники промышленной архитектуры XIX века, старое административное здание, построенное полностью из рускеальского мрамора.

Неподалеку от горного парка «Рускеала» (17 км от автодороги А-130, на шоссе Сортавала — Вяртсиля) **на реке Тохмайоки расположены водопады–пороги**. Перепад уровней около 2 метров, длина стока около 5–7 метров. У моста через р. Тохмайоки в ее русле расположены скальные выходы в виде протяженных плоскостей с крутыми ступенями, которые и формируют водопад. По ступеням вода спускается пенными потоками. Между ступенями расположены понижения, образующие мини-бассейны. В разные годы количество воды в понижениях меняется. Самый нижний бассейн наиболее глубокий. Перед ним расположена смотровая площадка, которая в настоящее время оборудована для стоянки и отдыха.



*Водопады–пороги на реке Тохмайоки*





*Гранитная стенка Импилахти*



*Полуостров Хунукка*



*Уксинская озовая гряда*

Около водопадов проложены пешеходные тропы, оборудована парковка, построены беседки для отдыха, работает сувенирный киоск.

Обширный островной архипелаг Сортавала, простирающийся от северного берега Ладogi на юго-восток (в 19 км на ЮВ от г. Сортавала) замыкает **полуостров Хунукка**, Питкярантский район, с южной оконечности которого в хорошую

погоду виден Валаам. Здесь, в районе поселка Импилахти, расположенного в вершине узкого одноименного залива, пользуется известностью высокая нависающая гранитная стенка, на которой периодически проводят соревнования скалолазы. Популярен также старый гранатовый **карьер Мурсула**, Питкярантский район, где добывали полудрагоценные камни. В 18 км от Сортавала бурением выведены на поверхность радоновые минеральные воды. Сортавала известна и как климатический курорт с санаториями, домами отдыха и турбазами.

Уникальный геологический (геоморфологический) объект в Питкярантском районе **Уксинская озовая гряда** — региональный геологический памятник природы, классический пример развития ледникового ландшафта, пример деятельности талых ледниковых вод во время деградации последнего ледникового покрова 15 тыс. лет назад. Представляет собой систему озовых гряд, центральная часть которой сложена исключительно валунным материалом. Серия параллельных двух-трех озовых гряд высотой 10–20 м, которая прослеживается с небольшими перерывами от государственной границы с Финляндией до р. Новзема, Олонецкий район, на расстояние около 150 км. Это одна из наиболее протяженных в Карелии озовых систем. У р. Новзема озовая система завершается флювиогляциальной дельтой в месте впадения системы в Балтийское ледниковое озеро.

**Погранкондуши** — краевая моренная гряда невиской стадии оледенения, эратический валун Варашев камень. Уникальный природный (геоморфологический) объект, Питкярантский район.

В районе деревни Погранкондуши четко выражены краевые морены невиской стадии последнего оледенения, сформированные у края ледника, надвигавшегося в юго-восточном направлении со стороны ладожской котловины и частично перемытые водами древнего Ладожского озера. Здесь можно





*Варашев камень*

видеть величественные «каменные сады» — скопления валунов и глыб гранитов рапакиви, вымытых из конечно-моренной гряды, аккумулятивные и эрозионные террасы, береговые валы и дюны.

В районе находятся карьеры гранитных и мраморных ломок, три красивейших водопада (один из них на р. Коулисмайоки отстоит от трассы «Голубая дорога» на расстояние около 10 км).

Для севера и северо-востока района (Приладожская равнина) характерны низменные ландшафты (озерно-ледниковые и озерные), для юга-моренные и озерно-ледниковые глинистые. Приладожская низина состоит из плоских террас, поднимающихся от озера, уступами высотой 10–30 м. Верхние озерно-ледниковые песчаные и супесчаные террасы образуют котловины, заполненные озерами и болотами. Нижние озерные песчаные террасы отличаются дюнами и береговыми валами, среди которых

выделяются Коровий Вал — граница Ладожского озера 4,5 тысячи лет назад. На северо-востоке в пределах верхних террас хорошо выражены долины Свири, Ояти и Паши, которые ближе к озеру вместе образуют обширную сильно заболоченную дельту. Здесь пойменные луга сочетаются с болотами и зарослями ивняка. При впадении в Ладожское озеро Свирь сильно разливается, превращаясь в Загубскую губу. Река Паша у устья соединена коротким каналом с Новолadoжским, а со Свирью — Новосвирским каналами.

**Комплексный памятник природы регионального значения Староладожский.** Стены Староладожской крепости сложены из местного палеозойского известняка. Недалеко от крепости, по обоим берегам Волхова, между деревней Плеханово и Старой Ладогой, эти светло-серые известняки образуют массивные утесы, Обнажения палеозойских



*Стены Староладожской крепости сложены из местного палеозойского известняка*





*Староладожская пещера*

пород у пос. Старая Ладога являются классическими. С начала XX в. ученые занимались их описанием и собирали заключенную в них многочисленную окаменевшую фауну.

На территории памятника находятся три искусственные пещеры — результат выработки пласта белых кварцевых песчаников, который добывался здесь в XIX в. Выработка проводилась камерно-столбовым методом, вследствие чего образовались так называемые колонники — обширные полости, своды которых поддерживаются целиками — колоннами.

**Староладожская пещера** — расположена в левобережном склоне р. Волхов, напротив церкви Иоанна Предтечи. Ее длина составляет около 400 м, возможно, что она продолжается и за завалами. Вход в пещеру находится в нижней части склона



*Ландшафты в районе г. Новая Ладога*

Мальшевой горы, в 64 м к юго-востоку от церкви. Часть пещерных полостей уничтожена провалами, на что указывают крупные воронки, расположенные на поверхности земли. Староладожские пещеры известны как одно из основных мест зимовок летучих мышей на Северо-Западе России.

**Ландшафты в районе г. Новая Ладога.** Береговые валы, идущие параллельно береговой линии Ладожского озера и запечатлевшие историю регрессии этого водоема, формируют уникальные ландшафты. Наиболее развитый и высокий (8–12 м над уровнем окружающих болот) береговой вал, получивший название Коровий Хребет, тянется через всю территорию с запада на восток.

**Каньон реки Лава** (уникальный стратиграфический объект). Река Лава, общая длина которой достигает 50 км, формирует каньон протяженностью 7 км. Начинается каньон около деревни Троицкое, а заканчивается в Приладожской низменности. На участке от впадения притока — реки Ковра до деревни Подолье (в 5 км к Ю от д. Лаврово) река Лава прорезает склон Ордовикского уступа (глинта). Долина здесь представляет собой каньон с V-образным поперечным профилем. Известняки



*Каньон р. Лава и найденные в нем окаменелости*



каньона сформировались в ордовикском периоде палеозойской эры (460–470 млн. лет назад). В них в большом количестве встречаются окаменевшие отпечатки и слепки древних морских беспозвоночных животных — трилобитов, головоногих моллюсков эндоцерасов, раковины брахиопод и гастропод.

**Береговые валы.** Возле деревни Троицкое на обоих берегах реки Лава обнажаются палеозойские породы. Внизу у самой воды выходят оболовые песчаники, окрашенные в светло-серый цвет, над ними лежит тонкий слой почти черных диктионемовых сланцев, а еще выше — известняки. Нижняя часть известняков носит название глауконитовых. Это прочные, массивные породы, представляющие собой превосходный строительный материал. Известняки, получившие название дикарей, широко используются еще с основания Петербурга для кладки фундаментов, изготовления ступеней, цокольных плит, в качестве облицовочного камня, наполнителя бетона и т.д.

**Жихаревская карстовая пещера.** Вход в Жихаревскую пещеру находится на обрывистом берегу реки Лава, на высоте 15 м от уровня воды, примерно в центре деревни Городище (в 40 км к З от г. Волхова). Пещера имеет форму ниши глубиной



Каньон р. Лава

около 2 м, переходящей в узкую щель. Вход в пещеру расположен среди мощной толщи ордовикских известняков. Они разбиты системой трещин, что подтверждает предположение о карстовом происхождении пещеры. Ниже входа в пещеру лежит песчаная толща.

За деревней Городище среди поля находится несколько карстовых воронок, имеющих правильную округлую форму. Не исключено, что они соединяются подземными каналами с пещерой.

## АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИЛАДОЖЬЯ

На карте-схеме 4 обозначены цифрами:

### **ВСЕВОЛОЖСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**42. п. Васкелово** — в 42 км к С от г. Всеволожск: стоянка Лемболовское-5, местонахождения Лемболовское-4 и Васкелово (Васкелово-1).

**43. местонахождения Лемболовское-1, 2, 3** — в 4 км к СЗ от г. Всеволожск;

**44. п. Токсово** — в 15 км от г. Всеволожск. Стоянки: Токсово, Курголово-1; местонахождения: Хепоярви, Кавголово.

**45. стоянка Хепоярви** (в районе п. Токсово).

**46. п. Морье:** селище Морье — в 25 км к СВ от г. Всеволожск.

**47. район п. Щеглово** местонахождение бронзовых предметов (разрушенный могильник) — в 3 км к СВ от г. Всеволожск.

**48. г. Всеволожск.**

### **ПРИОЗЕРСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**1. д. Березово.** Могильник с поселением Березово — в 19 км к СЗ от г. Приозерск.

**2. п. Кузнечное** — в 15 км к СЗ от г. Приозерск. Стоянки: Проточное-1, 2, 3, 4, 5; грунтовые могильники: Кулхамяки, Кекомьяки; местонахождения: Кузнечное-1, 2, 3, 4, Богатыри-2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, Богатырское-1, 2, 3, Подосиновское-1, 2, 3, 4, 5.

**3. г. Приозерск.** Комплекс крепостных сооружений: крепость «Корела», культурный слой

и основание каменной башни посадника Якова, Новая крепость и культурный слой посада; культурный слой древнего Кексгольма; каменные круги (одионые и группы).

Важная достопримечательность и культурно — исторический памятник Приладожья **Крепость Корела** одновременно является и важным археологическим памятником. Впервые крепость упоминается в летописи в 1143 г. Основали крепость карелы, давшие ей название — Какисалми. В Новгородских летописях город упоминается под названием Корела. В 1295 г. была захвачена шведами, затем вновь отбита новгородскими войсками.

В 1364 г. в Корельском городке возвели первое каменное сооружение — каменную башню, которая значительно укрепила существовавшие тогда деревоземляные сооружения.

Через Корелу осуществлялась торговля карельских земель с Новгородом. В 1479 г. Корела присоединена к Московскому государству. В середине XVI в. с началом Ливонской войны была захвачена шведами. После заключенного в 1617 г. Столбовского мира часть принадлежавших России земель, прилегающих к Финскому заливу, была потеряна для России. Корела с уездом была в течение почти ста лет под властью Швеции. Вновь была отвоёвана Петром I в ходе Северной войны. В настоящее время в крепости размещён краеведческий музей.

**4. т/б «Яркое»** (в 6 км к З от г. Приозерск). Грунтовый могильник Суотниemi (Яркое-1); культурные камни: № 1 (Яркое-2), № 2 (Яркое-3).



**5. п. Севастьяново** (в 17,5 км к З от г.Приозерск), д. **Степанянское**. Стоянки: Узловое-1, Степанянское-1, 2, Риукъярви-1, 2 (Канканмяки-1, 2), Риукъярви-8, 9, Невское-3, 6, 7, 16, Нокопельто, Киосталанхарью-1; местонахождения: Степанянское, Риукъярви-3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12.

**6. п. Заветное** (в 24,5 км к З от г.Приозерск). Стоянки: Заветное-3, 4, Большое Заветное-1, 2, 3, 4, 4а, Любимовское-1, 2, 4, 5, Лейпалахти-2, 3, 4, Питкяярви; местонахождения: Заветное, Заветное-1, 2, Любимовское-3.

**7. п. Горы** (в 15 км к ЮЗ от г.Приозерск). Стоянка Подгрядовое (Селкосенярви); селище и каменный курган Горы I; селища Горы IX, Мельниково-6; каменный курган и случайные находки — орудия Горы X.

**8. п. Мельниково** (в 22,5 км к ЮЗ от г.Приозерск). Стоянки: Мельниково-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, Папинкангас, Студеное-1; грунтовые могильники: Ивасканмяки, Калмистомяки; селище Мельниково-4; три местонахождения культурного слоя (Мельниково-5); местонахождения: Мельниково-3, Синее-1, 2, 3, Студеное-2, Рудаковское-1.

**9. Урочище Щебнево** (в 16,5 км к ЮЗ от г.Приозерск). Местонахождение Щебнево-1.

**10. п. Крогово** (в 14,5 км к ЮЗ от г.Приозерск), **п-ов Героев (Ховинсаари)**. Грунтовый могильник Тонтинмяки (Ховинсаари-1); селище Ховинсаари-2; культовые камни: № 1 (Ховинсаари-3), № 2 (Ховинсаари-4), № 3 (Ховинсаари-5), № 4 (Ховинсаари-6); каменные кучи Ховинсаари-7.



*Крепость Корела*

**11. д. Плодовое** (в 23 км к Ю от г.Приозерск). Местонахождения Отрадное-1, 2.

**12. п. Солнечное** (в 20 км к Ю от г.Приозерск). Грунтовый могильник Солнечное-1; поселение Солнечное-2.

**13. д. Борисово у оз. Отрадное** (в 25 км на ЮВ от г.Приозерск). Местонахождение Отрадное-3

**14. п. Приладожское** (в 30 км к ЮВ от г.Приозерск). Каменные кучи Приладожское (могильник Гусиное-1); местонахождение Отрадное-4.

**15. оз. Гусиное, Ю дер. (урочища) Смородинное** (в 33,5 км к ЮВ от г.Приозерск). Поселения: Гусиное-2, 3; местонахождение Гусиное-4.

**16. о. Коневец** (в 33,5 км к ЮВ от г.Приозерск). Основание каменной церкви.

**17. Местонахождение Гусиное-5** (в 36,5 км к ЮВ от г.Приозерск)

**18. Поселение Гусиное-6** (там же)

**19. оз. Нарядное.** Поселение Нарядное-1 (в 35 км к ЮВ от г.Приозерск).

**20. д. Яблоновка.** Местонахождение Отрадное-5 (в 35 км к Ю от г.Приозерск).

**21. д. Краснополье.** Местонахождение Отрадное-6 (в 31,5 км к Ю от г.Приозерск).

**22. Поселение Комсомольское-4.** Поселения: Комсомольское-4, 5, 9, 10; местонахождения: Комсомольское-6, 7, 8, 11 (в 27,5 км к ЮЗ от г.Приозерск).

**23. д. Мельничные Ручьи.** Местонахождение Мельничные Ручьи (в 26 км к Ю от г.Приозерск)

**24. Многослойное поселение Комсомольское-3** (в 26,5 км к ЮЗ от г.Приозерск)

**25. п. Торфяное.** Поселение Комсомольское-1; местонахождения: Комсомольское-2, Торфяное, Торфяное-1 (в 23,8 км к ЮЗ от г.Приозерск).

**26. п. Васильево.** «Тверский городок»; стоянки: Васильево-1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, Тиуримьяки, Теперинахо, Новоселки-5, 7; местонахождение культурного слоя Васильево; местонахождения: Новоселки-1, 2, 3, 4, 6 (в 23,5 км к ЮЗ от г.Приозерск).

**27. Местонахождение Стрельцова1** (в 66,5 км к ЮЗ от г.Приозерск)

**28. п. Ромашки.** Стоянка Ромашки; укрепление «Русский остров» (в 39 км к ЮЗ от г.Приозерск).

**29. д. Колокольцево.** Грунтовый могильник Уосуккала (в 47 км к ЮЗ от г.Приозерск).

**30. ст. Лосево.** Стоянка Лосево (в 39 км к Ю от г.Приозерск).

**31. д. Овраги (б.Рейуюле), терраса южного берега оз. Суходольское.** Курганный могильник Овраги-1; грунтовый могильник Овраги-2 (в 39,5 км к Ю от г.Приозерск).

**Кивиниемский шанец и курганный могильник Овраги.** В Окладных книгах Водской Пятины упоминается большое количество мелких деревень, расположившихся на «Каменке». Кивиниеми (ныне Лосево) в переводе с финского означает Каменный мыс. В 1565 году здесь уже существуют деревни Киселево на Каменке у озера у Сванского [Суванто, ныне Суходольское], дер. Каменка у Сванского озера под порогом, деревня на Каменном, у реки у Вуоксы.

В начале XVIII в. на южном берегу протоки для укрепления российско-шведской границы было построено укрепление — Кивиниемский



шанец — сохранившееся до наших дней. Объект расположен на южном берегу оз. Суходольское, с восточной стороны от шоссеной дороги Петербург — Приозерск в черте современного пос. Лосево.

**Овраги-1.** Курганный могильник в 1,3 км к северо-западу от д. Овраги (бывш. д. Рейкюля), на первой террасе южного берега оз. Суходольское, в основном бору. Общая протяженность могильника вдоль берега озера 0,5 км, учтено 103 курганных насыпи.

**32. п. Портовое.** Грунтовое погребение Портовое-1; поселение Портовое-2; местонахождение Портовое (в 44 км к Ю от г. Приозерск).

**33. п. Соловьево (Рыбацкое).** Селище Рыбацкое (в 50 км к ЮВ от г. Приозерск).

**34. п. Пятиречье.** Стоянки Вьон-1, 2 (в 60 км к ЮВ от г. Приозерск).

**35. п. Запорожское.** Могильник Луговое-1; грунтовые могильники: Ласимяки (Коукунниemi-1), Коукунниemi-2, 3; каменные кучи Коукунниemi-4 (в 57 км к ЮВ от г. Приозерск).

**36. Ульяново (Удальцово).** Селище Ульяново; грунтовый могильник Светлана (в 53 км к ЮВ от г. Приозерск).

**37. д. Ольховка.** Селища Ольховка-2, 3, 4; могила Хенмяки-1 (Ольховка-8), могильник Хенмяки-2 (Ольховка-9); грунтовые могильники: Ольховка-1, Паямяки-1, 2 (Ольховка-6), Ольховка-7, Хенномяки-3 (Ольховка-10), Патъя (Ольховка-12); курганный насыпь Ольховка-11; каменные кучи Ольховка-14, 15; культовые камни: Ольховка-16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 (в 45 км к Ю от г. Приозерск).

**38. п. Борисово, 30 м от северного берега оз. Борисовское.** Местонахождение культурного слоя Борисово (в 48 км к Ю от г. Приозерск).

**39. оз. Морозовское, Мичуринское СП.** Стоянка Озеро Морозовское (в 52 км к Ю от г. Приозерск).

**40. Силино, СВ берег оз. Правдинское.** Стоянка Силино-2; месторождение культурного слоя Силино-1 (в 61,5 км к ЮЗ от г. Приозерск).

**41. д. Бережок.** Стоянка Вьлкарви (в 57 км к Ю от г. Приозерск).

### **ЛАХДЕНПОХСКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**

**112. Микли.** Городище-убежище Суур-Микли (в 8,6 км к В от г. Лахденпохья).

**113. г. Лахденпохья**

**114. Харвиа.** Стоянка Лумиваара (в 9 км к Ю от г. Лахденпохья).

**115. оз. Тервоярви.** Стоянки: Тервоярви-1, 2, 3 (в 12,8 км к Ю от г. Лахденпохья).

**116. Терву.** Стоянки: Терву-1, 2, Ихоярви-1 (в 24 км к Ю от г. Лахденпохья).

**117. п. Вятиккя.** Стоянки: Вятиккя-1, 2, 3, 4, 5 (в 25,5 км к ЮЗ от г. Лахденпохья).

**Поселения каменного века Куркиёки Вятиккя.** Расположены вблизи деревни Вятиккя на берегу древнего залива Ладожского озера, и разделены

мысом. Оба расположены на террасе 25 м над уровнем моря. На обоих памятниках в основании культурных слоёв выявлены материалы, относящиеся к позднему мезолиту. Терраса была обитаема и на протяжении раннего неолита (в материалах выявлена керамика типа сперрингс). На поверхности поселений отчётливо видны остатки древних жилищ и хозяйственных сооружений — «жилищных западин» и «ловчих ям». Ловчие ямы — подокруглые углубления, имеющие на поверхности диаметр около 4 м и глубину 0,5–0,8 м. Эти структуры традиционно связывают с известными по этнографическим данным ямами-ловушками схожих размеров для загонной охоты на оленя или лося.

**118. п. Куркиёки.** Городища: Куркиёки-Лопотти, Хямеэнлахти, могильник Кууппала (в 28,5 км к ЮЗ от г. Лахденпохья).

**Городище Куркиёки Линнамяки Лопотти.** Расположено в черте современного посёлка Куркиёки Лахденпохского района, напротив Куркиёкского краеведческого центра. Здесь были выявлены археологические материалы XIII–XIV вв., относящиеся к древнекарельской культуре. У подножья городища при строительстве дороги в начале XX в. были обнаружены погребения с оружием (копья, мечи) эпохи викингов. С городища открывается прекрасный вид на посёлок Куркиёки, в том числе на памятник архитектуры в стиле северный модерн — усадьбу брата знаменитого финского архитектора Ларса Сонка, построенную под его руководством.

**119. Ласанен.** Селище Руйссаари (в 33,8 км к ЮЗ от г. Лахденпохья).

**120. Тиурула.** Стоянки: Тиурула-1, 2 (в 39 км к ЮЗ от г. Лахденпохья).

**Комплекс археологических памятников Кюллялахти Калмистомяки.** Могильник XIV–XV вв., погребальные комплексы эпохи викингов (XI в.), средневековое селище (XVI–XVII вв.). Упоминается в Новгородских летописях с конца XIV в.

Расположен на западном берегу залива Лехмалахти Ладожского озера напротив д. Тиурула. В настоящее время могильник полностью исследован археологическими раскопками. Место расположения комплекса чрезвычайно живописно — на скалистой возвышенности непосредственно на берегу Ладожской шхеры. Посещение объекта позволяет получить представление об исторических ландшафтах Северного Приладожья.

### **ГОРОД СОРТАВАЛА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**

**106. д. Каннас на о-ве Тулолансаари.** Городище-убежище Анттиляниemi (в 12 км к ЮВ от г. Сортавала).

**107. п. Ламбер.** Городища-убежища: Линнасаари, Линнавуори (в 5,4 км к ЮВ от г. Сортавала).

**108. г. Сортавала.** Городище Паасо.

**Городище Паасо.** Расположено на горе Паасонвуори (83,2 м над уровнем Ладожского озера)



неподалеку от слияния рек Тохмайоки и Хелюляйки, вблизи п. Хелюля (в 5,5 км к С от г. Сортавала).

Поселение существовало в XII–XIII веках, его площадь составляла около 1 тыс. кв. м. В 1978–1980 и в 2006 гг. на городище проводились раскопки, в результате которых получили очень интересные материалы. Находки представлены предметами железодельного производства, сельского хозяйства, промыслов, гончарного и ювелирного ремесел. В XIII в. городище внезапно погибло (предполагается, что оно было разрушено шведами).

**109. о. Валаам.** Селище Куканлахти (в 38 км к Ю от г. Сортавала).

**110. Мейери.** Стоянки: Мейери-1, 2, 3.

**Группа стоянок каменного века Мейери.** Расположена в 10 км к юго-западу от г. Сортавала, в 1,8 км к западу от Ладожского озера, между озёрами Лавиярви и Мейери. В ходе археологических работ, ведущихся с 1980 г. по настоящее время, здесь выявлены материалы разных периодов каменного века — от позднего мезолита (VII тыс. до н.э.) и до эпохи раннего металла (III тыс. до н.э.).

**111. Реускула.** Стоянки: Реускула-1, 2.

**Киркколахти 1 (г. Сортавала).** Поселение эпохи раннего мезолита. Располагается в 0,5 км от западного берега залива Киркколахти оз. Большое Янисъярви — крупнейшего водоёма бассейна Ладожского озера (в 35 км к северо-востоку от г. Сортавала).

Площадь распространения культурных отложений была определена в 6 тыс. кв.м. Поселение Киркколахти I сегодня является одним из самых ранних археологических объектов Карелии и Финляндии. На основании радиоуглеродного анализа оно датировано серединой IX тыс. до н.э. По наличию в коллекции редких находок отходов производства и изделий из лидита, кремня и «онежского» сланца можно предполагать существование контактов с территориями, находящимися восточнее и юго-восточнее оз. Янисъярви (Западное Обонежье, Юго-Восточное Приладожье).

### **ПИТКЯРАНТСКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**

**100 — д. Погранкондуши.** Следовик-камень у д. Погранкондуши (в 52,5 км к ЮВ от г. Питкяранта).

**101 — о-в Мантсинсаари** (в 24,5 км к ЮВ от г. Питкяранта). Могильник Мантсинсаари, селища: Мантсинсаари-1, 2.

**102 — д. Уксу** (в 11 км к ЮВ от г. Питкяранта). Стоянки: Укса-1, 3, 4, 5, 6, 7, Саранкоски-1; селище Укса.

**103 — г. Питкяранта**

**104 — Стоянка Кителя-1** (в 12 км к СЗ от г. Питкяранта)

**105 — о-в. Мякисало.** Городища-убежища: Мякисало (первое), Мякисало (второе) (в 12 км к В от г. Сортавала).



*Раскопки в районе городища Паасо*

### **ОЛОНЕЦКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**

**89. Пустынь «Андрусова».** Пустынь «Андрусова», следовик-камень у Андрусовой Пустыни (в 7 км к ЮЗ от п. Ильинский).

**90. д. Еройла.** Селище «Ильинский погост» (в 23 км к ЮВ от п. Ильинский).

**91. д. Тукса.** Стоянка «Рышкола-1» (в 6 км к СЗ от г. Олонец).

**92. г. Олонец.** Место, где находилась Олонецкая крепость; селища Олонец-1, 2.

**93. Симоннаволоок.** Могильник «Симоннаволоок».

**94. Гиттойла.** Стоянка "Гиттойла-1.

**95. Торосозеро.** Стоянки: Торосозеро-1, 2, 3 (в 25 км к СВ от г. Олонец).

**96. д. Утозеро.** Стоянки: Утозеро-1, 3, 4 (в 40,5 км к ССВ от г. Олонец).

**97. д. Сяндеба.** Пустынь «Сяндебская» (в 22 км к СЗ от г. Олонец).

**98. Кукшегоры.** Стоянки: Пейзиярви-1, 2 (в 28 км к СЗ от г. Олонец).

**99. Большие горы.** Стоянки: Новземское-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, селище Новземское (в 54 км к СЗ от г. Олонец).

### **ЛОДЕЙНОПОЛЬСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**84. д. Доможирово.** Стоянка (местонахождение) Доможирово; курган Кузнецы-Чалых-2 (в 40 км к ЮЗ от г. Лодейное Поле).

**85. Карлуха.** Курганные группы: Каменка, Карлуха-9, 12; курганы: Карлуха-5, 6, 7, 8, 10, 13 (в 8,5 км к В от д. Доможирово).

**86. д. Новинка.** Курганные группы: Новинка-1, 4, 5, 6 (в 7 км к СВ от д. Доможирово).

**87. г. Лодейное Поле.** Стоянка Каномка-1.

**88. п. Старая Слобода.** Культурный слой Александровского монастыря (в 12 км к СЗ от г. Лодейное Поле).



*Курганы на р. Свирь*

**Курганы на р. Свирь** (вблизи г. Лодейное Поле). Древнерусские курганы XII–XIII в. на обрывистом левом берегу р. Свирь. Курганы находятся непосредственно на площади неолитических поселений IV тыс. до н.э. с гребенчато-ямочной керамикой.

### **ВОЛХОВСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**56. Вындин остров.** Сопка и два поселения в районе д. Вындин Остров (в 12,5 км к Ю от г. Волхов).

**57. д. Гостинополье.** Руины каменной Никольской церкви в районе д. Гостинополье (в 11,5 км к Ю от г. Волхов).

**58. д. Вельца.** Городище в районе д. Вельца (в 10 км к Ю от г. Волхов).

**59. д. Пороги.** Селище Пороги-1, многослойное поселение Пороги-2 (в 3,6 км к Ю от г. Волхов).

**60. г. Волхов.** Стоянка у д. Шкурина Горка; селища: на правом берегу р. Волхов, Бережки-2, 3; 4 поселения, многослойное поселение; 7 сопок, 3 основания сопок; жальничный могильник Бережки-1.

**Шкурина Горка.** Расположена на южной окраине г. Волхова, на левом берегу р. Волхов. Относится к эпохе раннего металла, Волховской культуре (рубеж II–I тыс. до н.э.). Является одним из самых ранних свидетельств освоения



*Шкурина Горка*

производящего хозяйства на территории Приладожья. Среди находок — кости мелкого рогатого скота, свидетельства раннего металлургического производства. По археологическим материалам прослеживаются контакты с культурами Северного Приладожья.

**61. д. Извоз.** Селище у д. Извоз (в 7 км к С от г. Волхов).

**62. п. Старая Ладога** (в 10 км к С от г. Волхов). 2 стоянки и 5 селищ в районе с. Старая Ладога; городище и селище «Старая Ладога»; крепость «Старая Ладога», культурный слой в крепости и основание каменной крепостной стены; культурные слои: Ладожского посада, монастыря «Рождество Иоанна Предтечи», Богородицкого конца, Никольского конца; основания каменных церквей: Климента, Спаса Всемилоостивого, Воскресенья Христова, Успенской; 6 грунтовых и 2 курганных могильника в районе с. Старая Ладога; сопка «Олегова могила», сопка в парке б. усадьбы Томилова, группы из 4 и 6 сопок, Княщинская группа сопок в районе с. Старая Ладога.

**Комплекс археологических памятников** расположен на территории и вблизи пос. Старая Ладога. Один из самых известных археологических комплексов Северо-Запада России. Впервые упоминается 862 годом в летописи по поводу призыва на Русь трех варяжских братьев Рюриков. Поселение здесь существовало и до 862 года. По результатам исследований и археологических раскопок называют время основания города — не позднее 753 года. В конце IX в. возведены первые каменные стены. Сложенные из местного известнякового плитняка, они имели толщину 1,5–2 м. Внутри обвода стен стояла каменная дозорная башня. В 1114 г. была построена новая каменная крепость. В 1584–85 гг. к южной напольной стороне пристроены дерево-земляные укрепления (Земляной Город).

В крепости расположен музей, в котором экспонируются находки каменного века, собранные в конце XIX в. проф. А. А. Иностранцевым при строительстве Новоладожского канала.

Вблизи посёлка расположен ряд археологических объектов: многочисленные сопки (древние погребальные насыпи), стоянки селища, древнерусские погребения, древнерусские поселения, древнерусские могильники и т.п.

**63. д. Чернавино** (на правом берегу р. Волхов, напротив Старой Ладоги). Селища: в устье р. Любша, у д. Лопино, в урочище «Захолмье» («Наволоок»); культурный слой Васильевского погоста; 2 курганных могильника; группа сопок в урочище «Захолмье» («Наволоок») на берегу р. Волхов, группа сопок над урочищем, одиночные сопки в урочище «Захолмье» («Наволоок») и над берегом р. Волхов, сопкообразное сооружение у д. Чернавино; группа каменных насыпей на берегу р. Любша.

**64. д. Горчаковщина, Сельцо-горка** (в 6 км к С от г. Волхов, на правом берегу р. Волхов). Городище и селище в устье р. Любша, многослойное поселение, селище у д. Горчаковщина; группа сопок у д. Горчаковщина.

**65. д. Подол.** Селище и группа сопок у д. Подол (в 8,5 км к С от г. Волхов, на левом берегу р. Волхов).

**66. д. Иссад.** Стоянка Иссад-2, многослойное поселение, селище близ д. Юшково, поселение Юшково-2; деревянные барки: типа «мариинка», типа «тихвинка», типа «берлина» (в 12,5 км к С от г. Волхов, на правом берегу р. Волхов).

**67. г. Новая Ладога.** Стоянки: Нов. Ладога-1, 2, Березье; селище Нов. Ладога, валы земляной крепости (в 16,5 км к С от г. Волхов).

**68. Приладожские стоянки.**

**69. с. Рогожа.** Стоянка у д. Рогожа (в 3 км от устья р. Сясь, на левом берегу).

**70. г. Сяьстрой.** Стоянка Валгома (в 27,5 км к СВ от г. Волхов).

**71. д. Пульница.** Селище у д. Пульница (в 5,5 км к ЮВ от г. Сяьстрой).

**72. д. Великое Село.** Сопкообразная насыпь Великое Село-1, курганная группа (группа сопок) Великое Село-2 (2 насыпи) — в 15,5 км к СВ от г. Волхов).

**73. д. Морозово.** Сопка у д. Морозово (в 19 км к СВ от г. Волхов, на левом берегу р. Сясь).

**74. д. Кулаково.** Курганы Кулаково-1, 2 (в 22,5 км к СВ от г. Волхов, на правом берегу р. Сясь).

**75. д. Лъзи.** Жальничный могильник Лъзи (в 21,5 км к В от г. Волхов).

**76. Заднево.** Грунтовый могильник Заднево (в 13 км к В от г. Волхов).

**77. Столбово.** Жальничный могильник Столбово (в 30 км к В от г. Волхов, на правом берегу р. Сясь).

**78. Шахново.** Селище Шахново-2, курганная группа (25 насыпей), погребальное сооружение Шахново-3 (в 43,5 км к СВ от г. Волхов).

**79. Сязнега.** Курган Сязнега-2, курганные группы Сязнега-3, 6 (в 65 км к СВ от г. Волхов).

**80. Николаевщина.** Стоянка Новая-5, Селища: Новая-6, Николаевщина-1, 2, Балдино-2, Сязнега-1, 2, местонахождение кремневых орудий Балдино-3; курганные группы: Сязнега-Б, 3, К, В, Новая-1, 2, 3, 4; курган Сязнега-Л (в 64 км к СВ от г. Волхов, на р. Паша).

**81. Рыбежно.** Стоянки: Усть-Рыбежно-2, 3; многослойное поселение; группа сопок «Волховского типа»; две курганные группы; погребальная насыпь Усть-Рыбежно-2 (в 64 км к СВ от г. Волхов).

**Неолитические поселения Усть-Рыбежно 1 и 2.** Памятник Усть-Рыбежно 1, расположенный близ д. Усть-Рыбежно, у впадения р. Рыбежки в р. Пашу, имеет высотную отметку около 10 м

над уровнем моря. Археологическая коллекция, полученная в результате исследования стоянки Усть-Рыбежно 1, насчитывает несколько тысяч артефактов и является одной из самых представительных для всего Северо-Запада России. Культурный слой, содержащий материалы раннего (культура сперрингс) и среднего (культура Прибалтийской гребенчато-ямочной керамики) неолита, заторфован и погребён аллювиальными отложениями мощностью около 1 м, соотносимыми со временем Ладожской трансгрессии. По углю из очага была получена радиоуглеродная дата 5560–5060 лет до н.э., хорошо соответствующая хронологии керамики сперрингс. Перекрывающий слой торфа был датирован 3346–3046 лет до н.э.

Усть-Рыбежно II расположена на более высокой террасе, около 15 м над ур. м., соответствующей уровню максимума Ладожской трансгрессии. Археологические материалы, относящиеся к эпохе раннего металла (II тыс. до н.э.), залегают непосредственно под дёрном, следов переживания слоя не выявлено.

**82. Октябрьская слобода.** Селище, курганная группа Октябрьская Слобода-1 (3 насыпи).

**83. Якшино.** Курганная группа (11 насыпей).

### **КИРОВСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**49. г. Шлиссельбург.** Ансамбль крепости «Орешек» (Шлиссельбургская крепость-тюрьма); культурный слой г. Шлиссельбурга (Орешка) и предшествующих поселений.

**50. г. Кировск**

**51. д. Кирсино.** Курганы (погребальные насыпи): Кирсино-2, 4, 5; могильник Кирсино, грунтовый могильник (жальник) Кирсино-3.

**52. Земляная крепость «Апраксин городок»**

**53. Селища Назия-1, 2**

**54. д. Подолье.** Стоянка в районе д. Подолье.

**Стоянка Подолье** — многослойный археологический памятник, содержащий материалы позднего неолита — эпохи раннего металла (IV–III тыс. до н.э.). Топографическое положение памятника соответствует максимуму Ладожской трансгрессии, культурный слой частично перекрыт Ладожскими наносами. На памятнике выявлены погребения с янтарём, в слое торфа сохранились деревянные конструкции.

**55. д. Городище.** Городище, селище в районе д. Городище.

При составлении раздела Археологические памятники Приладожья использовалась литература, указанная в [73–93]. (информация представлена Музеем Антропологии и Этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН).



## ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ И КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ

### **ВСЕВОЛОЖСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

На территории Всеволожского района находятся более 60 памятников садово-паркового искусства и архитектуры, более 100 памятников военной истории и большое количество храмов (их местоположение отмечено на карте-схеме 5 цифрами).

Значительная часть культурно-исторического наследия района сосредоточена во **Всеволожске** и его окрестностях (19). На территории современного города в районе Румболовских высот в XVIII–XIX вв. находилась **мыза Рябово** (в сев. части Всеволожска). В 1818 г. её приобрел один из богатейших людей того времени в России В. А. Всеволожский,





создавший здесь большое садово-парковое хозяйство. В Рябово бывали композиторы М. И. Глинка и А. А. Алябьев, скульптор Ф. П. Толстой.

Во Всеволожске объектами туристского интереса являются **церковь Спаса Нерукотворного образа, Свято-Троицкая церковь, историко-краеведческий музей, национальный автомобильный музей.**

В ЮЗ части Всеволожска, в **усадьбе Приютино**, принадлежавшей в начале XIX века первому директору Петербургской публичной библиотеки и президенту Академии художеств А. Н. Оленину, сейчас открыт литературно-художественный музей. В усадьбе Оленина бывали многие известные деятели русской культуры первой половины XIX

века: поэты и писатели А. С. Пушкин, А. С. Грибоедов, И. А. Крылов, К. Н. Батюшков, П. А. Вяземский, В. А. Жуковский, историк Н. М. Карамзин, художники К. П. Брюллов, А. Г. Венецианов, О. А. Кипренский, С. Ф. Щедрин, композитор А. А. Алябьев и многие другие. Здесь гостил известный польский поэт Адам Мицкевич.

На территории Всеволожского района располагаются **памятники Зеленого пояса Славы, мемориалы и обелиски «Дороги жизни», комплекс Осиновецкого маяка (1910–1011 гг.) (11)**, включая **мыс Осиновец** (в 25,5 км к СВ от г. Всеволожска), где во время Великой Отечественной войны был создан порт, через который осуществлялась связь Ленинграда со страной. Здесь же, на **ст. Ладожское озеро** находится **музей «Дорога Жизни».**

**«Безымянная высотá» («Холм славы») (25)** — памятник на правом берегу Невы у Ивановских порогов, напротив устья реки Госны. Мемориал входит в состав «Зелёного пояса славы». Сооружён в 1965–1968 гг. Это один из наиболее величественных памятников «Зеленого пояса Славы». Склоны 20-метрового насыпного холма, похожего на пирамиду, покрыты дёрном; есть смотровые площадки, выполненные в виде остроугольных выступов, к которым ведут лестницы. На верхней площадке находятся бронзовые скульптуры, на выступах площадок помещены мемориальные надписи.



*Усадьба «Приютино»*



*Памятник основателю города, князю В. А. Всеволожскому*



*Церковь Спаса Нерукотворного Образа*



*Пос. Коккореве. Мемориал в память обороны города в 1941–1944 гг. «Разорванное кольцо» (12)*



Мемориал в память обороны города в 1941–1944 гг.  
«Безымянная высота»



Мемориал в память обороны города в 1941–1944 гг.  
«Переправа» в пос. им. Морозова (28)



Мемориал в память обороны города в 1941–1944 гг.  
«Стальной путь» на ст. Петрокрепость (30)

Несомненный интерес вызывают:

26. Руины замка князя Г. А. Потемкина (XVIII в.) в д. Островки (правый берег Невы к сев. от п. Отрадное);

10. Мемориальный музей академика Павлова в пос. Морье (в 5 км к сев. от ж.д. станции Ладжское Озеро).

На территории района имеется большое количество храмов, представляющих культурно-историческую ценность:

10. пос. Морье. Церковь святого Петра Афонского и святой княгини Ольги (1905 г.).

17. пос. Токсово. Церковь святого Архистратига Божия Михаила (в 11 км к Сев. от ст. метро Деветкино).



Ст. Ладжское озеро. Осиновецкий маяк

18. пос. Кузьмолловский. Церковь иконы Божией Матери «Скоропослушница».

23- Невский лесопарк. Покровская церковь.

27. пос. Невская Дубровка. Церковь иконы Божией Матери «Взыскание погибших» (правый берег Невы, напротив Невского пятачка).

22- деревня Озерки. Церковь святого Николая Чудотворца.

29. пос. им. Морозова, Церковь святых апостолов Петра и Павла.

20. пос. Ковалево. Церковь святых Геннадия и Евфимия, архиепископов Новгородских.

21. пос. Колтуши. Церковь святого Иоанна Кронштадтского.

13. пос. Борисова Грива. Часовня иконы Божией Матери «Умиление».

14. пос. Рахья. Церковь святой Варвары.

24. пос. Свердлова. Церковь святого Николая архиепископа Мир Ликийских Чудотворца.

### ПРИОЗЕРСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

На территории Приозерского района насчитывается более 160 памятников истории и культуры федерального, регионального и местного значения. Большая часть культурно-исторического наследия района сконцентрирована в Приозерске, одном из древнейших поселений России.



### **Достопримечательности и культурно — исторические памятники в г. Приозерске**

**Приозерск** — это один из древнейших городов России, впервые упоминающийся в летописи под 1143 годом как город Корела.

Город сохранил в своем облике следы разных исторических эпох, национальных культур и религий. Он был важным торгово-военным и религиозно-культурным центром на территории, где обитало летописное племя корела, на Карельском перешейке, в месте впадения северного рукава реки Вуоксы в Ладожское озеро.

Некоторые исследователи отыскивают начало города в XI, XII и XIII веках, другие доверяют летописному свидетельству, согласно которому именно здесь, в карельском поселении, именуемом карелами Какисалми (Кукушкин пролив), а новгородцами — Корелой, в 879 году был похоронен князь Рюрик, родоначальник царской династии Рюриковичей. На рубеже XIII- XIV веков для защиты северо-западных земель республики от шведов здесь была заложена новгородцами крепость Корела. В дальнейшем поселение входило в состав различных государств под разными названиями: Корела (в составе Новгородской республики и Московского царства), Кексгольм (в составе шведского королевства, Российской империи и Великого Княжества Финляндского), Какисалми (в составе Финляндии).

С историей города связаны имена выдающихся государственных деятелей, военачальников,

представителей культуры, искусства: царей Бориса Годунова и Василия Шуйского, императоров Петра I и Александра I, полководцев А. В. Суворова и М. И. Кутузова, поэтов В. А. Жуковского и А. П. Барятинского, писателей Н. С. Лескова и Александра Дюма-отца, архитекторов Якоба Аренберга и Армаса Линдгрена, композитора Эрkki Мелартина и скульптора Албина Касинена.

Основные памятники истории и культуры в г. Приозерске: **Старая крепость Корела** (XIV–XV в.в.), **Новая крепость** (XVI–XVIII в.в.), **Собор Рождества Пресвятой Богородицы** (1847г.), **Храм всех святых (Андреевская церковь)** (1892 г.), кирха (**Евангелическо-лютеранская церковь**) (1930 г.), **Банковский комплекс** (кон. XIX — нач. XX в.), **здание железнодорожного вокзала** (нач. XX в.).

Старая крепость — выдающийся памятник древнерусского военно-оборонительного искусства. Ныне здесь действует удивительный музей — единственная земляная крепость, сохранившаяся с XIV века и до наших дней. Здесь проводятся интереснейшие исторические, краеведческие экскурсии, повествующие о жизни крепости с древнейших времен и до наших дней, о Петровском времени ее существования, о страшном тюремном периоде. Туристы могут получить истинное удовольствие от уникальной природы Карельского перешейка, наслаждаясь красотами памятников военной архитектуры.



*Старая крепость Корела*





*Собор Рождества Пресвятой Богородицы*



*Евангелическо-лютеранская церковь*





*Железнодорожный вокзал*



*Коневский Рождество-Богородичный мужской монастырь*

Центр духовной жизни Приозерского района — **Коневский Рождество-Богородичный православный мужской монастырь**, основанный в XIV веке. Коневский Рождество-Богородичный монастырь расположен на **острове Коневец** в западной части Ладожского озера. Основан преподобным Арсением Коневским. Часто рассматривается как двойник Валаамского монастыря, так же расположенного на острове в Ладожском озере. В разное время в монастыре бывали император Александр II, писатели Н. С. Лесков, В. И. Немирович-Данченко и А. Дюма, поэт Ф. И. Тютчев, трудился архитектор А. М. Горностаев. Неоднократно здесь молился архимандрит Игнатий (Брянчанинов, 1807–1867 гг.), известный духовный писатель и подвижник, канонизированный в 1988 году.

Эти и другие достопримечательности и культурно — исторические памятники отмечены на **карте-схеме 5** и обозначены цифрами:

1. **г. Приозерск.**
2. **пос. Бригадное:** комплекс редутов XVIII в. (сев. окраины Приозерска).



*Собор Рождества Пресвятой Богородицы*



*Успенская часовня*

3. **пос. Севастьяново:** кирха начала XX в. (в 7 км к ЮЗ от ж.д.ст. Кузнечное).

4. **пос. Мельниково:** кирха начала XX в. (в 18 км к зап. от ж.д.ст. Марьино).

5. **пос. Васильево:** церковь Андрея Первозванного на Вуоксе (в 17 км к ЮЗ от ж.д.ст. Марьино).

6. **о. Коневец:** Коневский Рождество-Богородичный мужской монастырь (в 25 км к вост. от ж.д.ст. Отрадное).

7. **пос. Саперное:** церковь Коневской иконы Божией Матери (в 6 км к зап. от ж.д.ст. Громово).



*Часовня Георгия Победоносца*

8. **пос. Красноозерное:** церковь Рождества Христова (в 31 км к зап. от ж.д.ст. Сосново).

9. **пос. Сосново:** церковь Всех Русских Святых.

### **ЛАХДЕНПОХСКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**

В районе расположено более 50 культурно-исторических памятников. В XVIII веке большая часть г. Лахденпохья была в собственности Валаамского монастыря. С начала XIX века вплоть до окончания Великой Отечественной войны край был в составе Финляндии, что определило архитектурный облик построек в районе. В городе Лахденпохья сохранились жилые и административные здания, магазины, школы, кирхи, двухэтажная загородная усадьба Раухала (1911 г.) с типичной для северного приладожья архитектурой югендстиля (немецкого модерна).

В районе сохранились лютеранские кирхи: в Лумиваара, Ильме и Яккима

На острове Путсаари в своё время располагался Сергиевский скит Валаамского монастыря, от которого сегодня осталось здание церкви в память святым Сергию и Герману. Сохранился семиметровый гранитный поклонный крест, служивший одновременно маяком для судов. На острове также находятся останки финских маяков и оборонительных сооружений времён Второй мировой войны.

**Достопримечательности и культурно-исторические памятники** (отмечены цифрами на карте — схеме 5):

111. г. Лахденпохья. **Жилые и административные здания** (нач. XX в.), **загородная усадьба Раухала** (кон. XIX в.), **загородная усадьба Койвумяки** (нач. XX в.), **церковь пророка Илии**.

109. о. Путсаари ( ) (в 20 км к вост. от г. Лахденпохья). **Сергиевский скит Валаамского монастыря, церковь в память святым Сергию и Герману (1899 г.), гранитный поклонный крест, останки финских маяков и финских оборонительных сооружений времён Второй мировой войны.**

пос. Яккима. **Лютеранская кирха (1850 г.), железнодорожный вокзал** (в 1,8 км к зап. от ж.д. ст. Лахденпохья);

пос. Ильма. **Лютеранская кирха св. Анны (1777 г.);**

110. пос. Хуухканмяки: **военный городок** (в 5 км к сев. от ж.д. ст. Лахденпохья).

112. пос. Лумиваара: **лютеранская кирха**. (1935 г.) (в 8 км к Ю от г. Лахденпохья);

113. пос. Вятиккя: **часовня во имя преподобных Сергия и Германа Вааламских.**

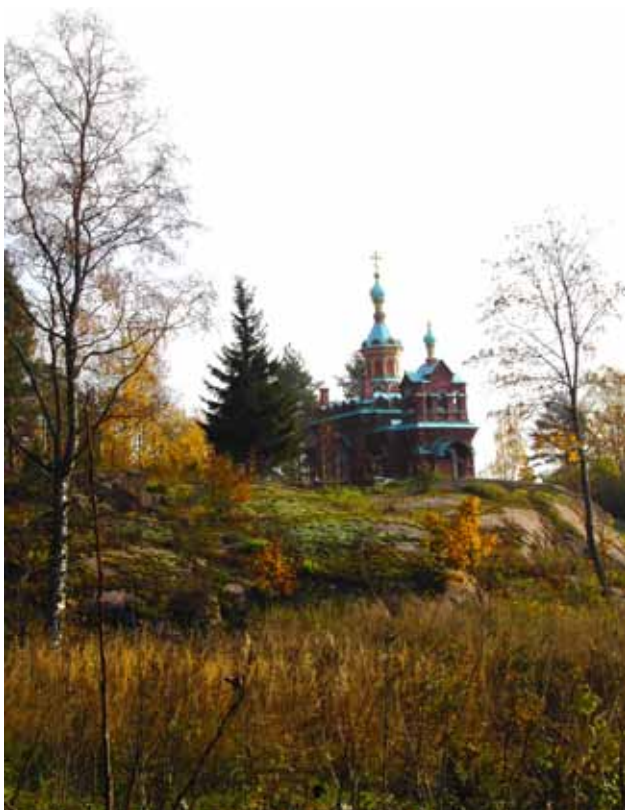
114. пос. Куркиёки: **храм Рождества Богородицы. Краеведческий центр Лахденпохского района, финская маслобойня.**

115. пос. Хийтола: **Тиурульская церковь, храм преподобного Серафима Саровского, сельская усадьба.**





*Загородная усадьба Раухала*



*О. Путсаари. Церковь Сергия Валаамского*



*Крест на о. Путсаари, установленный в честь передачи острова Александром II Валаамскому монастырю*



*Железнодорожный вокзал в пос. Якимаа*



*Здание Краеведческого центра*

### **ТЕРРИТОРИЯ Г. СОРТАВАЛА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**

Всего на территории зарегистрировано 245 памятников истории и культуры.

**105. г. Сортавала**, известный как погост уже в XII веке, обладает самобытным архитектурным обликом. Около 90 зданий города имеют историко-культурную ценность, среди которых — церкви Николая Чудотворца (1873 г.) и Иоанна Богослова (1932 г.), здание деревянной ратуши (1885 г.), железнодорожный вокзал (1895 г.), жилые и административные здания XIX — начала XX в., Краеведческий музей Северного Приладожья, Музей резьбы по дереву. Здесь можно познакомиться с архитектурными стилями разных периодов:

западноевропейского модерна, классицизма и неоклассицизма, национального романтизма, псевдоготтики и народного деревянного зодчества.

Сейчас в доме доктора Винтера расположен Краеведческий музей Северного Приладожья.

Значительный интерес представляет **дача доктора Винтера в Таруниemi** (в 4,5 км к ЮЗ ж.д. вокзала г. Сортавала), построенная в 1909 году знаменитым финским архитектором Элиэлем Сариненом в финском национально-романтическом стиле, а также разбитый вокруг нее дендропарк. Этот дом в 1916–1919 гг. любила посещать семья Рерихов.

Самые знаменитые достопримечательности окрестностей Сортавала располагаются





*Церковь Николая Чудотворца*



*Церковь Иоанна Богослова*



*Здание ратуши*



*В выставочном зале музея*





*Бывшее издательство духовной литературы*



*Здание женской гимназии*



*Здание банка*

на **острове Валаам (108)**, где находится **Валаамский Спасо-Преображенский монастырь**. Современные историки пришли к выводу, что основание монастыря произошло примерно в 1388–1393 гг. Наивысшего расцвета монастырь достиг

при игумене Дамаскине (1839–1881 г.г). Остров неоднократно посещали императоры Александр I и Александр II, другие члены императорской фамилии, художники: И. И.Шишкин, Ф.А.Васильев, А. И. Куинджи, Н.К.Рерих, поэт Ф.И.Тютчев,

писатель Н. С. Лесков и многие другие известные люди. Среди памятников архитектуры на Валаамском архипелаге есть немало объектов культурного наследия федерального значения, таких как **Спасо-Преображенский собор 1887–1896 г.г.**, корпуса внутреннего каре монастыря с церквями **Успения Богоматери и Николая Чудотворца 1785–1801 г.г.**, корпуса внешнего каре монастыря с церквями **Петра и Павла и Живоносного источника и Живоначальной Троицы 1801–1837 г.г.**, и т.д.

Поклонный крест на перекрёстке у главной монастырской дороги.

Валаам — самый крупный остров в составе Валаамско — саяминской островной дуги. Её протяжённость около 120 км и ширина — 30 км. В состав этой группы входят до 90 островов различных по площади. Площадь о-ва Валаам — 27,8 кв. км.



*Карта- схема острова Валаам*



*Валаамский Спасо-Преображенский монастырь*



*Церковь Николая Чудотворца и крест на островке в Монастырской бухте. Изготовлен на Соловецких островах в память пребывания на Валааме преподобного Савватия — основателя Соловецкого монастыря*





*Дача Винтера*



*Дача Винтера. Памятник дереву*

**Другие достопримечательности окрестностей г. Сортавала:**

102. дача аптекаря Яскеляйнена (1935 г.) в пос. Кирьявалахти (в 12 км к СВ от ж.д. вокзала г. Сортавала);

103. железнодорожный вокзал (кон. XIX в.) на ст. Вяртсиля (в 53 км к сев от г. Сортавала, на границе с Финляндией);

104. пристанционный склад-пакгауз (нач. XX в.) в пос. Кааламо (в 26 км к сев от г. Сортавала);

107. церковь Николая Чудотворца (XIX в.в.) на о. Риеккалансаари (в 3 км к вост. от г. Сортавала);

101. каменные фундаменты шведских, финских и русских домов, хозяйственные постройки, оборонные сооружения времен Второй мировой войны, кварцевые каменоломни, заброшенный финский хутор на о. Пеллотсаари (в 20 км к ЮВ от г. Сортавала).

106. п. Таруниemi. Дача доктора Винтера.

**ПИТКЯРАНТСКИЙ РАЙОН  
РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**

Территория Питкярантского района, как и другие районы Приладожья, за свою многолетнюю историю входила в состав Новгородской республики, Московского царства, Швеции, Финляндии и лишь в 1945 году окончательно отошла к России.

Свидетельством этих событий являются два пограничных камня близ деревни Погранкондуши.





*Воскресенская церковь*

Варашев камень, установленный в 1618 году, обозначал начало границы между Россией и Швецией от берега Ладожского озера на север в период с 1618 г. до заключения Ништадского мира после окончания Северной войны в 1721 г. Еще один пограничный камень, являющийся редким экземпляром пограничного знака, обозначал старую государственную границу между СССР и Финляндией 1917–1940 гг.

В Питкярантском районе много исторических объектов, связанных с военными событиями



*Пограничный камень — пограничный знак, обозначавший государственную границу между СССР и Финляндией 1917–1940 годов*

XX века. Неподалеку от Питкяранты расположены два мемориально-исторических комплекса. «Долина героев» — местность, где во время Советско-финляндской войны 1939–1940 гг. шли наиболее ожесточенные бои. «Ньетъярви» — участок «линии Маннергейма», где шли упорнейшие бои уже во время Великой Отечественной войны.

**Культурно — исторические памятники и объекты культурно-исторического наследия** (отмечены на карте-схеме 5):

95. г. Питкяранта. **Воскресенская церковь, Питкярантский краеведческий музей.**

90. д. Погранкондуши. **Бетонные оборонительные сооружения** (конца 1930-х гг.), **Пограничный камень** (1917–1940 гг.).



*Здание бумагоделательной фабрики Ляскеля — Харлу*

91. **Варашев камень** (1618г) — также бывшая пограничная отметка.

96. **Историко-мемориальный комплекс «Нигетьярви»** (в 5 км к СВ от г. Питкяранта) в июле 1944г. здесь героически сражался 763 полк Советской Армии.

97. **Мемориальная военно-историческая зона «Долина Героев»** (в 9 км к сев. от г. Питкяранта) другое название «Долина смерти». Здесь с 28,12,1939 г. по 28,02,1940 г. шли ожесточённые бои (погибло более 13000 чел.). На этом месте поставлен памятник «Крест скорби».

93. пос. Орусъярви. **Скорбященская церковь** (1910 г.) - в 33 км к ЮВ от г.

92. пос. Салми. **Церковь Николая Чудотворца** (1826 г.) в 31 км к ЮВ от г. Питкяранта).

99. пос. Ляскеля. **Здание бумагоделательной фабрики** (1899 г.) в 32 км к СЗ от г. Питкяранта.

100. пос. Харлу. **Дом священника** (кон. XIX — нач. XX в.в.) — в 37,5 км к СЗ от г. Питкяранта;

98. пос. Импилахти. **Банк, дом священника и его летняя резиденция, исторические жилые дома** (в 18 км к СЗ от г. Питкяранта);

94. д. Ууксу. **Памятник в честь столетия последней войны между Швецией и Россией** (в 11 км к ЮВ от г. Питкяранта).

### **ОЛОНЕЦКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ.**

В Олонецком районе лучше, чем в других местах сохранились традиции карельского народа, своеобразная архитектура жилищных и хозяйственных построек. Олонец, старейший город

Карелии, расположен на реке Олонка, впервые упоминается в документах 1137 года. Город сохранил планировку XVIII века, в нем имеются постройки XIX — нач. XX вв.: бывшие купеческие дома, здания общественного и административного назначения, церкви. Сохранился целый ряд деревянных мостов: висячие и ряжевые, рубленные из брёвен.

К историческим местам района также относится Сяндебская пустынь (XVI–XIX вв.) у деревни Сяндеба, действующая и в настоящее время. Живописны и богаты достопримечательностями деревни Олонецкого района, где сохранились церкви и деревянные часовни. Церковь Флора и Лавра (1613 г.) в деревне Мегрега — старейшая деревянная церковь Карелии. Большая Сельга — пример традиционной карельской деревни, её застройку составляют крупномасштабные дома — комплексы периода XIX-начала XX вв., характерные для олонецких карел. Некоторые из них, как, например, дом Дубровина являются памятниками народной архитектуры XX в.

**Достопримечательности и культурно — исторические памятники Олонецкого района** (отмечены на карте — схеме 5):

77. г. Олонец. **Собор Смоленской иконы Божьей Матери** (1824–1830 гг.) — на островке у левого берега Олонки, **Олонецкий национальный музей карелов-ливвиков** — в доме купца Кутгуева (этнографический музей под открытым небом), **Успенская церковь, придорожный поклонный крест.**

д. Татчелица. **Деревянный придорожный поклонный крест** (нач. XIX в.) (в 1,7 км к СЗ от Смоленского собора, правый берег Олонки);



*Собор Смоленской иконы Божьей Матери*



д. Кунелица. **Успенская церковь** (XVIII в.) с сохранившимся иконостасом XVIII в. (в 2,5 км к ЮЗ от Смоленского собора, левый берег Олонки, на старом кладбище);

**Важеозерский Спасо-Преображенский мужской монастырь** (1520 г.) — в 47 км к СВ от г. Олонец;

75. **Пустынь «Андрусова» (следовик-камень у Андрусовой Пустыни)** (в 7 км к ЮЗ от п. Ильинского).

76. д. Еройла. **Церковь Спаса Нерукотворного образа** (1750 г.) — в 11 км к зап. от г. Олонец;

78. д. Мегрега. Деревянная **Церковь Флора и Лавра** (1613 г.), самый старый храм Олонецкой земли, стоит в лесу на кладбище, в 8 км от г. Олонец.

79. д. **Большая Сельга** — в 12,5 км к СВ от г. Олонец.

80. д. Новинка. **Деревянная часовня** (1800 г.) — в 17 км к С от г. Олонец;

81. д. Пертисельга. **Георгиевская часовня** (XVIII в.).

82. д. Нурмолицы. **Памятники деревянного зодчества карелов-ливвиков**, — в 12 км к СЗ от г. Олонец.

83. д. Сяндеба. **Сяндебская пустынь** (XVI–XIX вв.), в 25 км к СЗ от г. Олонец.

д. Верхняя Видлица. **Деревянная часовня** (XIX в.), в 38 км к СЗ от г. Олонец.



*Деревянная Церковь Флора и Лавра*

84. д. Утозеро. **Деревянная часовня** (XVIII в.), в 39 км к С от г. Олонец.

85. д. Лисья Сельга. **Памятники деревянного зодчества карелов-ливвиков.**

86. дер. Сяпяваара: **памятники деревянного зодчества карелов-ливвиков**, в 43 км к С от г. Олонец.



*Успенская церковь*



*Традиционная карельская деревня*



*Большая Сельга. Пример деревянного зодчества карелов-ливвиков*



*Новинка. Часовня Михаила Архангела, Петра и Павла*

87. дер. **Магчезеро**: памятники деревянного зодчества карелов-ливвиков, в 49 км к С от г. Олонец.

88. д. Гавриловка. **Деревянная часовня Вознесения Господня** (1750–1800 гг.)

89. д. Видлица. **Церковь Святого Креста**, в 41 км к СЗ от г. Олонец.

### **ЛОДЕЙНОПОЛЬСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

На территории Лодейнопольского района расположены такие памятники русской духовной жизни, как Свято-Троицкий Александра Свирского мужской монастырь, основанный в 1487 г. Преподобным Александром Свирским, Покрово-Тервенический женский монастырь — самый древний монастырь на Северо-Западе — известный по упоминаниям с 1137г., Введено-Оятский женский монастырь (XV в.), деревенские церкви, в том числе сохранившиеся до нашего времени деревянные.

С Лодейнопольским районом связано имя известного русского художника В.Д. Поленова. В усадьбу Имоченицы, в 27 км на ЮЗ от г. Лодейное Поле, где художник жил и работал с 1855 по 1881г. приезжали И.Е. Репин, И.И. Шишкин, Н.К. Рерих.

**Культурно-исторические памятники и достопримечательности района** (отмечены на карте-схеме 5):

73. г. Лодейное поле. **Памятный знак на месте домика Петра Великого (1832)**, **памятник на месте спуска судна «Штандарт»**, **историко-краеведческий музей**;

74. пос. Старая Слобода. **Свято-Троицкий Александра Свирского мужской монастырь** (XV в.), в 14 км на СЗ от г. Лодейное Поле.

71- ст. Оять. **Введено-Оятский женский монастырь** (XV в.), в 37,5 км к ЮЗ от г. Лодейное Поле, около пос. Оять.





*Г. Лодейное Поле.  
Памятный знак на месте домика Петра Великого*



*Г. Лодейное Поле. Место спуска судна «Штандарт»*



*Свято-Троицкий Александра Свирского мужской монастырь*

пос. Тервеничи. **Покрово-Тервенический женский монастырь** (XII в.), в 55 км к ЮВ от г. Лодейное Поле

72. д. Турыгино. **Церковь Иконы Божией Матери «Знамение»** (1839 г.), в 37,5 км к ЮЗ от г. Лодейное Поле, правый берег р. Оять.

70. д. Доможирово. **Деревянная Никольская церковь** (1799 г.), в 38,5 км к ЮЗ от г. Лодейное Поле, левый берег р. Оять.

с. Алёховщина. **Церковь Михаила Архангела** (XVII в.), **музей керамики и современного гончарного производства**, в 38,5 км к ЮВ от г. Лодейное Поле, правый берег р. Оять.

д. Имоченицы (Акулова Гора). **Церковь Свт. Василия Великого**, в 26,5 км к Ю от г. Лодейное Поле, правый берег р. Оять.

д. Хмелезеро. **Деревянная церковь Свв. Ап. Петра и Павла** (1899 г.), в 68 км к ЮВ от г. Лодейное Поле.



*Введенско-Оятский женский монастырь*

69. д. Яровщина. **Церковь Николая Чудотворца**, в 27,5 км к Ю от г. Лодейное Поле, правый берег р. Оять.

### **ВОЛХОВСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Жемчужиной Волховского района является Старая Ладога — один из древнейших населенных пунктов на Северо-Западе России. Поселение было основано в VIII веке и входило в состав Киевской Руси. Согласно Ипатьевскому списку Повести Временных Лет, именно сюда, а не в Новгород в 862 году прибыл варяжский князь Рюрик. Здесь он княжил 2 года, в связи с этим многие историки считают Старую Ладогу первой столицей Руси. По преданию, здесь умер от укуса змеи и похоронен «вещий» Олег. В X–XII вв. Ладога была известна как крупный торгово-ремесленный центр и укрепленное поселение на древнем торговом пути «из варяг в греки». В это время здесь была построена первая в Древней Руси каменная крепость. Из Ладоги в 1240 году Александр Невский повел своих дружинников на шведов, сюда же, по преданию, вернулся с победой. За стенами Староладожской крепости находятся выдающиеся памятники древнерусского зодчества: храм Святого Георгия XII века с уникальными фресками, Успенская церковь XII века и деревянная церковь Дмитрия Солунского XVIII века.

В устье Волхова расположен город Новая Ладога. Он основан Петром I в 1704 г. вблизи существовавшего еще с XV в. Никольско-Медведского мужского монастыря. Развитие города в XVIII–XIX вв. было связано с судостроительной верфью и с прокладкой Ладожских обводных каналов. Здесь находится целый ряд памятников истории, сохранились места, связанные с деятельностью А. В. Суворова.

К другим культурно-историческим памятникам Волховского района относятся широко известный

Троицко-Зеленецкий монастырь XVI века (пос. Зеленец), ГЭС на р. Волхов — 1-я ГЭС в России (1918–1927гг.) — исторический памятник науки и техники, действующий Стороженский маяк постройки начала XX века, один из самых высоких маяков в Европе (71 м), седьмой в мире и второй в России, а также большое количество сохранившихся церквей и часовен.

**Достопримечательности и культурно — исторические памятники** (отмечены на карте — схеме 5):

59. пос. Старая Ладога. (XII–XV в.в.), Храм Святого вмч. Георгия Победоносца (XII в.), деревянная церковь Св. вмч. Дмитрия Солунского (1731), Успенский (XIX в.) и Никольский (XV–XVII вв.) монастыри, Успенская церковь (XII в.), церкви Рождества Иоанна Предтечи (1695), Алексия человека Божия (1833), Василия Кесарийского (1686), часовня на Варяжской улице (1913), усадьба «Успенское» (1780-е гг.), дома купца Калязина (XIX в.).

57. г. Новая Ладога, в 22,5 км к С от г. Волхова. Никольский собор (XV в.), Собор Рождества Пресвятой Богородицы (XVIII–XIX вв.), Николо-Медведский монастырь, церкви: Климентовская (1743), Спаса Нерукотворного (1758), Георгиевская («Суворовская») (1863), здание Гостиного двора (1831), шлюзы Петровского устья старого канала (1730), казармы Суздальского полка (XVIII в.), деревянный дом бывшего офицерского собрания, историко-краеведческий музей.

60. г. Волхов. Здание железнодорожного вокзала, церковь Архангела Михаила (1820 г.), церковь святого пророка Илии (1847 г.), ГЭС на р. Волхов (1918–1927г.г.);

**Другие достопримечательности и культурно-исторические памятники:**

68. д. Надкопанье. Церковь Рождества Христова (1828), в 6,6 км к СВ от г. Волхов, левый берег реки Паша.



65. д. Сторожно (в 68,5 км к СВ от г. Волхов, ЮЗ мыс Свирской губы) **Никольская церковь** (XVI в.), **Стороженский маяк** (нач. XX в.).

61. пос. Зеленец. **Троицко-Зеленецкий мужской монастырь** (1564), в 28 км к ЮВ от г. Волхов.

д. Хотово (в 25 км к ЮЗ от г. Волхов). **Церковь введения во храм Пресвятой Богородицы** (1863–1867 гг.).

д. Плеханово. **Ильинская церковь** (1847) — в 3,6 км к С от г. Волхов.

д. Поддубье. **Деревянная церковь Спаса Преображения** (1897) — в 34 км к В от г. Волхов.

д. Кисельня. **Церковь Федора Стратилата** (1906) — в 8 км к З от пос. Старая Ладога.

д. Нямятово. **Деревянная церковь Николая Чудотворца** (1849) — в пос. Новая Ладога, правый берег р. Волхов, за Новосаяским каналом.

56. д. Креницы. **Церковь Петра и Павла** (1758) — на С г. Новая Ладога, левый берег р. Волхов.

58. д. Иссад. **Церковь Святой Живоначальной Троицы** (1866 г.) — в 16 км к С от г. Волхов, правый берег р. Волхов.

62. дер. Горка Хваловская. **Свято-Троицкая церковь** (1826) — в 21 км к В от г. Волхов.

63. с. Рогожа. **Церковь в честь Собора Пресвятой Богородицы** (1838) — г. Сясьстрой, у моста через р. Сясь, левый берег.

64. г. Сясьстрой. **Церковь Успения Пресвятой Богородицы** (1751).

66. пос. Свирица. **Памятник Александру II, часовня святого Луки** — в 68 км к СВ от г. Волхов.



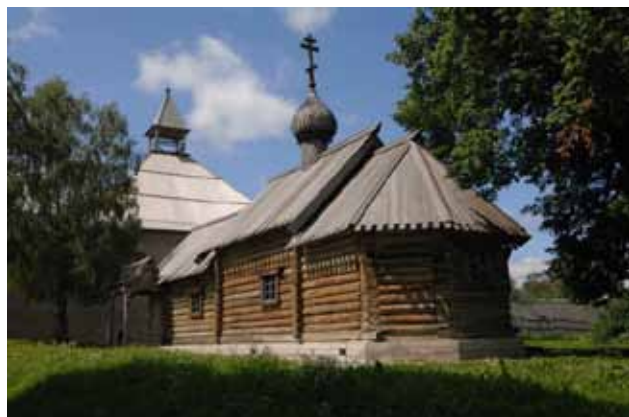
*Староладожская крепость*



*Пос. Старая Ладога. Храм Святого Георгия*



*Пос. Старая Ладога. Святые врата Успенского Староладожского девичьего монастыря*



Пос. Старая Ладога. Деревянная церковь Дмитрия Солунского



Пос. Старая Ладога. Никольский монастырь.



Г. Новая Ладога. Собор Рождества Пресвятой Богородицы

67. д. Карпино. **Троицкая церковь** (кон. XVIII в.) — в 7 км к ЮВ от пос. Свирица.

с. Чернавино. **Церковь Спаса Преображения** (1869–1871 гг.), **церковь Свт. Василия Кесарийского** (1686г.).

д. Бабино. **Церковь Покрова Пресвятой Богородицы** (1739) — в 5 км к СВ от пос. Старая Ладога, на правом берегу р. Волхов.



Памятник А. В. Суворову



Стороженский маяк

### **КИРОВСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Земли Кировского района имеют древнюю и славную историю. Шлиссельбург, который на протяжении своей истории входил в состав разных государств и назывался Орешком, Нотебургом, Петрокрепостью. Здесь расположены интересные объекты: музей Шлиссельбургская крепость «Орешек», целый ряд памятников истории и архитектуры.

Крепость «Орешек» была заложена князем Юрием Даниловичем, внуком Александра Невского, в 1323 году на острове Ореховый. В XVII веке крепость почти на 100 лет отошла во владение Швеции, была возвращена России Петром Первым и с начала XVIII века стала использоваться как политическая тюрьма. Знаменитыми узниками крепости были: сестра Петра I М. А. Романова, его первая жена Е. Ф. Лопухина, князь Д. М. Голицын, князь В. В. Долгоруков, граф Э. И. Бирон, император Иоанн (Иван VI), декабристы И. И. Пущин, и В. К. Кюхельбекер, М. А. Бакунин, А. И. Ульянов и другие.

От истоков Невы начинаются Староладожский (Петровский) и Новолодожский (Александровский) обводные каналы, которые предназначались для движения судов в обход Ладожского озера.

Неизгладимый след на территории района оставила Великая Отечественная война. Рядом с городом Кировск в 1991 году был создан Музей-заповедник «Прорыв блокады Ленинграда», объединивший музей-диораму «Прорыв блокады Ленинграда» в деревне Марьино, 39 братских захоронений, памятные знаки и монументы на местах боев, а также мемориальные зоны «Синявинские высоты», «Невский пятачок», «Место встречи двух фронтов».





*Г. Волхов. ГЭС на р. Волхов*



*Мемориал в Новой Ладобе, посвящённый морякам Краснознамённой Ладужской военной флотилии и Северо-западного речного пароходства*

**Достопримечательности и культурно-исторические памятники** (отмечены цифрами на карте — схеме 5):

31. г. Шлиссельбург. **Музей Шлиссельбургская крепость «Орешек» (1323), Благовещенский собор (1764), Никольская церковь (1770), часовня Казанской Божьей Матери (1864), руины Собора Рождества Иоанна Предтечи (1831), Гостиный двор (сер. 1890-х гг.).**

Крепость Орешек (в русских летописях город Орехов; швед. Nöteborg — Нотебург) — древняя русская крепость на Ореховом острове в истоке реки Невы, напротив города Шлиссельбург в Ленинградской области. Основана в 1323 году, с 1612 по 1702г. принадлежала шведам. Ранее крепость была соединена со Шлиссельбургом паромной переправой

**Новоладожский (Александровский) обводный канал.** Первый Староладожский канал был открыт в 1731 году, но в связи с появлением парового флота он оказался непригодным, и параллельно ему, ближе к южному берегу, был прорыт Новоладожский канал (1866–1883 гг.), который использовался до реконструкции Волго-Балтийского водного пути в 1960-х гг.

32. д. Марьино. **Музей-диорама «Прорыв блокады Ленинграда» (1985)** — левый берег Невы, СВ окраина г. Кировска.

**Мемориальные зоны** — «Синявинские высоты» (38) в 4 км к В от г. Кировска, «Невский пятачок», «Место встречи двух фронтов» (33).

40. **Невский пятачок** — условное обозначение плацдарма на левом (восточном) берегу Невы напротив Невской Дубровки, захваченного

и удерживаемого советскими войсками Ленинградского фронта в ходе битвы за Ленинград.

54. д. **Кобона** в 4 км к В от г. Кировска. Памятник «Легендарная полуторка», церковь Николая Чудотворца (1821 г.).

За рекой Сарьей виднеется монумент: белый грузовик, вылетающий из белых же треугольников. Установлен он в 1970-х в память о военных автомобилях Дороги жизни.

#### **Другие достопримечательности.**

Непосредственно в районном центре г. **Кировске** наибольший интерес представляет живописная церковь **Усекновения главы Иоанна Предтечи** с деревянной колокольней.

Немало церквей находится и в других населенных пунктах района: церковь **Тихвинской иконы Божией Матери** в пос. Назия, в 33 км к В от г. Кировск (51), церковь **Святого Николая Чудотворца** (ныне руины) в д. Верола, в 8 км к В от д. Кобона (55), церковь **Николая Чудотворца** в д. Кобона, в 35 км к СВ от г. Кировск (54), церковь **Тихвинской иконы Божьей Матери** в д. Путилово, в 25 км к В от г. Кировск (49), церковь **Успения Божией Матери** в с. Лезье, в 25 км к Ю от г. Кировск (47),

церковь **Святых Царственных Страстотерпцев** на ст. Сологубовка, в 22 км к Ю от г. Кировск (48), церковь **Святой блаженной Ксении Петербургской** в пос. Приладожский, в 17 км к В от г. Кировск (37), Единоверческий приход **часовни Тихвинской иконы Божией Матери** в пос. Павлово-на-Неве, в 10 км к ЮЗ от г. Кировск (42), церковь **Покрова Пресвятой Богородицы** в пос. Шум, в 43 км к В от г. Кировск (52), церковь **Святого Николая Чудотворца** в пос. Мга, в 15 км к Ю от г. Кировск (46), **Свято-Троицкая церковь** в д. Лаврово, в 32 км к В от г. Кировск (53), церковь **святителя Иоанна Милостивого** в пос. Ивановское, в 20 км к ЮЗ от г. Кировск (45), **Успенская церковь** в д. Лукинское, в 6 км к В от д. Путилово (50), а также придорожные часовни.

55. д. Верола. Церковь Святого Николая Чудотворца (1838 г.).

47. с. Лезье. Церковь Успения Божией Матери (1851 г.). Храм Успения Божией Матери, оказавшийся в годы войны в прифронтовой полосе осажденного Ленинграда, отныне храм-памятник примирения русских и немцев.

34. **Новоладожский (Александровский) обводный канал.**



*Крепость Орешек*



*Шлиссельбург. Никольская церковь и Благовещенский собор*





*Шлиссельбург. Часовня Казанской Божьей Матери*



*Четырехкамерный шлюз Староладожского канала в Шлиссельбурге*





*Площадка перед музеем-диорамой «Прорыв блокады Ленинграда»*



*Мемориальный комплекс «Невский пяточок»*



*Диорама «Прорыв блокады Ленинграда»*



*Памятник «Легендарная полуторка»*



*Обелиск «Место встречи двух фронтов» на месте встречи войск Ленинградского и Волховского фронтов*

35. **Староладожский (Петровский) обводный канал.**

36. м. Бугры, в 13 км к СВ от г. Кировск . **Ансамбль Бугровского маяка.** Маяк был уничтожен во время войны.

41. **мемориал «Рубежный камень».** В районе «Невского пяточка» — на левом берегу Невы возле г. Кировска — отметка южной границы Невско-го плацдарма.

43. **пос. Отрадное,** в 18 км к ЮЗ от г. Кировск, на левом берегу Невы. Здание конюшен почтовой станции Пелла XVIII в.

44. **мемориал «Невский порог»** — в 3 км к З от пос. Отрадное, на левом берегу Невы в районе Ивановских порогов.



## СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

**Аллохтонное** — органическое вещество, поступающее в водоем извне.

**Альbedo** — отношение потока радиации, отражаемой поверхностью, к потоку падающей радиации (в %).

**Амфиподы** — высшие ракообразные.

**Анаэробный** — протекающий (о процессе) при недостатке или отсутствии кислорода.

**Антропогенный** — созданный или значительно измененный в результате хозяйственной деятельности человека.

**Бактериопланктон** — совокупность бактерий, населяющих толщу воды.

**Бентос** — совокупность беспозвоночных организмов, обитающих на дне и в донных отложениях.

**Биогенный** — состоящий из продуктов жизнедеятельности животных и растений или их остатков.

**Биологическое лето** (для водоема) — период со значениями температуры поверхности воды более 10°.

**Биомасса** — общая масса живого вещества организмов, приходящаяся на единицу объема или площади местообитания.

**Биота** — совокупность животных и растительных организмов, обитающих в данном водоеме.

**Биотоп** — жизненное пространство совокупности популяций различных видов растений, животных и микроорганизмов.

**БПК** — биологическое потребление кислорода.

**В** — восток.

**Взвешенный органический углерод** — содержание органического углерода, находящегося во взвесах.

**г.** — город.

**Гидробионты** — все живые организмы (животные, растения и микроорганизмы), обитающие в водной массе и донных отложениях.

**Гиполимнион** — толща воды ниже слоя температурного скачка.

**Гомотермия** — явление постоянства температуры по всей толще водоема.

**д.** — деревня.

**Диатомеи** — водоросли с кремневыми створками.

**Диоксины** — особо токсичные вещества, образующиеся при сжигании хлороорганических продуктов производства.

**Диск Секки** — белый диск, опускаемый в воду, для определения ее прозрачности и цвета.

**З** — запад.

**Зообентос** — донная фауна; совокупность животных организмов, обитающих на дне и в донных отложениях.

**Зоопланктон** — совокупность мелких беспозвоночных животных, населяющих толщу воды.

**ИЗВ** — индекс загрязненности вод.

**Изотермия** — явление постоянства температуры по глубине водоема.

**Ихтиофауна** — рыбное население водоемов.

**Кларк** — среднее содержание химического элемента в различных природных средах

**Ксенобиотики** — чужеродные для организмов, чаще ядовитые, вещества (пестициды, препараты бытовой химии, тяжелые металлы и др.).

**Лигносальфонаты** — вещества, образующиеся как побочный продукт целлюлозно-бумажного производства.

**Лимнический** — относящийся к озерным экосистемам.

**Литораль** (в озерах) — зона, занятая водной растительностью.

**Макробентос** — донные беспозвоночные крупных размеров (более 3 мм).

**Макрофиты** — высшая водная растительность.

**Микроэлементы** — химические элементы, присутствующие в веществе в низких концентрациях: Cu, Co, Mn, Ni и др.

**Мезотрофное озеро** — занимающее промежуточное положение между олиготрофным и эвтрофным.

**Мейобентос** — донные беспозвоночные размером от 0,3 до 3 мм.

**Микофлора** — водные грибы.

**Нематоды** — круглые черви.

**НУВ** — нефтяные углеводороды.

**о.** — остров.

**Общий органический углерод** — суммарное содержание органического углерода, находящегося в растворенном виде и во взвесах.

**оз.** — озеро.

**Олиготрофное озеро** — озеро, бедное питательными веществами и фитопланктоном.

**Олигохеты** — малощетинковые черви.

**ООПТ** — особо охраняемые природные территории.

**п.** — посёлок.

**ПАУ** — полициклические ароматические углеводороды.

**ПДК** — предельно допустимая концентрация вещества.

**Пелагиаль** — масса воды, заполняющая котловину водоема.

**Перифитон** — водоросли, прикрепленные к субстрату (растения, камни и др.).

**п — ов.** — полуостров.

**Полисапробный** — обитающий в водах, сильно загрязненных органическими веществами.

**Популяция** — организмы, принадлежащие к одному виду.

**Профундаль** — глубокая часть озера, куда не проникает солнечный свет, волновые движения и ветровое перемешивание.

**р.** — река.

**Рекреационный** — связанный с организацией курортно-оздоровительной, спортивной и экскурсионно-туристской деятельностью.

**РОС** — взвешенный органический углерод.

**РПА: 10** — рыбо-пептонный агар, разбавленный в 10 раз.

**С** — север.

**Сапробный** — обитающий в водах, загрязненных органическими веществами.

**СВ** — северо — восток.

**СЗ** — северо — запад.

**Сообщество** — совокупность видов животных и растений, длительное время существующих в определенном пространстве и образующих экологическое единство.

**Темновая ассимиляция** — поглощение бактериями радиоактивного углерода в темноте, определяемое для оценки бактериальной продукции.

**ТОС** — общий органический углерод.

**Термобар** — граница раздела водной толщи, определяемая температурой наибольшей плотности пресной воды (+ 4°C).

**Техногенный** — созданный или значительно измененный в результате технической деятельности человека.

**Трофический уровень** — совокупность организмов, занимающих определенное положение в пищевой цепи; наличие биогенных веществ и других экологических параметров, необходимых для первичной продукции в озере.

**Трофогенный** — продуктивный слой в водоеме.

**Тяжелые металлы** — Cu, Fe, Ni, Co, Pb, Sn, Cd, Bi, Sb, Hg, Zn.

**Ультрапрофундаль** — глубокая часть озера с глубинами от 90 м и выше.

**Фенолы** — токсические вещества, органические соединения ароматического ряда.

**Фитопланктон** — совокупность свободно плавающих микроскопических водорослей, населяющих толщу воды.

**Хирономиды** — личиночные стадии двукрылых насекомых (комаров).

**Хлорофилл "а"** — наиболее распространенный растительный пигмент.

**Эвтрофирование** — процесс обогащения водоемов питательными веществами.

**Эвтрофное озеро** — озеро с большим содержанием питательных веществ и высокой биологической продуктивностью.

**Экосистема** — природный комплекс, представляющий совокупность живых организмов и окружающей их среды, взаимосвязанных обменом веществ и энергией.

**Эпилимнион** — верхний слой воды, расположенный выше слоя температурного скачка.

**Ю** — юг.

**ЮВ** — юго — восток.

**ЮЗ** — юго — запад

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hutchinson G. E., Löffler The thermal classification of lakes. Proc. Nat. Acad. Sci. 1956. 42: 84–86.
2. Черняева Ф. А. Морфометрическая характеристика Ладожского озера // Гидрологический режим и водный баланс Ладожского озера. Л.: Изд-во ЛГУ, 1966. С. 58–80.
3. Молчанов И. В. Ладожское озеро. М.; Л., 1945. 557 с.
4. Семенович Н. И. Донные отложения Ладожского озера, М.; Л., 1966. 124 с.
5. Тарновский А. А. Геохимия донных отложений современных озер (Карельский перешеек). Л., 1981. 177 с.
6. Куликов И. В., Яковлева Т. В., Михалюк Т. Ю. Площадное распространение основных техногенных компонентов в Ладожском озере // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера. Под ред. Давыдовой Н. Н., Кошечкина Б. И. СПб.; Изд-во РГО, 1993. С. 36–48.
7. Гидрологический режим и водный баланс Ладожского озера. Л.: Изд-во ЛГУ, 1966. 323 с.
8. Шнитников А. В. Внутривековая изменчивость общей увлажненности бассейна Ладожского озера // Гидрологический режим и водный баланс Ладожского озера. Л.; Наука, 1966. С. 5–57.
9. Андреев А. П. Ладожское озеро. Ч. 1–2. СПб. 1875
10. Witting Rolf. Beobachtungen in Ladogasee in den Jahren 1898–1903. Inst. Meeresforschung, Sch. Nr. 60, Helsinki, 1929.
11. Охлопкова А. Н. Течения Ладожского озера // Гидрологический режим и водный баланс Ладожского озера. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1966. С. 247–265.
12. Филатов Н. Н. Динамика озер. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 166 с.
13. Тихомиров А. И. Термика крупных озер. Л., 1982. — 232 с.
14. Науменко, М. А., Каретников С. Г. О скорости движения весенней термической фронтальной зоны в Ладожском озере // Метеорология и гидрология. 1998. С. 107–115.
15. Луховицкий О. Л., Титов В. С., Филатов Н. Н. Изменчивость циркуляции вод Ладожского озера // Изменчивость гидрофизических полей в озерах. Л. Наука. 1978. С. 147–162.
16. Квон В. И., Ротатова Т. В., Филатова Т. Н. Численное моделирование баротропных течений Ладожского озера // Гидрофизика и гидрология озер и водохранилищ / Под ред. М. Н. Шимараева. Новосибирск. Наука 1991. С. 80–89.
17. Beletsky D. Modeling wind-driven circulation in Lake Ladoga // Journal of Boreal Env. Research 2001. N. 6 pp. 307–316.
18. Мюрти С. Р., Филатов Н. Н. Изменчивость течений и коэффициенты горизонтального турбулентного обмена в озерах Гурон, Онтарио и Ладожском // Океанология, 1981. № 3. — С. 45–51.
19. Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера / Под ред. Н. Н. Давыдовой, Б. И. Кошечкина. СПб.: РГО, 1993. 118 с.
20. В. А. Иванов, Г. Н. Утин. Атлас Ладожское озеро, 2002
21. Богословский Б. Б. Схема гидрологической классификации озер и районирование озер СССР // Вестн. МГУ. Сер. география, 1960, № 2. С. 17–24.
22. Смирнова Н. П. Радиационный баланс Ладожского озера // Тепловой режим Ладожского озера. Л., 1968. С. 5–72.
23. Изотова А. Ф. Турбулентный тепло- и влагообмен больших озер. Л.: Наука, 1982. 144 с.
24. Медрес П. Л. Ледовый режим Ладожского озера по материалам авиаразведок // Труды ГГИ, вып. 66, Л.: Гидрометеиздат, 1957.
25. Тихомиров А. И. Основные черты термического режима Ладожского озера // Изв. ВГО. № 5. т. 96, 1964.
26. Чижов А. Н., В. В. Бородулин. О номенклатуре ледовых образований для ледовых авиаразведок на крупных озерах // Труды ГГИ. 1982. Вып. 299. С. 25–60.
27. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
28. Гидрохимия и гидрооптика Ладожского озера. Л.: Наука, 1967. 216 с.
29. Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера. / Отв. ред. Н. А. Петрова. Л.: Наука, 1982. 304 с.
30. Ладожское озеро. Критерии состояния экосистемы / Отв. ред. Н. А. Петрова, А. Ю. Тержевик. СПб.: Наука, 1992. 325 с.
31. Ладожское озеро. Атлас / Ред. В. А. Румянцева. СПб., 2002. 129 с.
32. Проблемы геоэкологии акваторий и побережий. СПб. НПО «Севморгеология». 1991.
33. Растительные ресурсы Ладожского озера. СПб.: Изд-во ЛГУ, 1968. 231 с.
34. Биологические ресурсы Ладожского озера (зоология). Л.: Изд-во ЛГУ, 1968. 227 с.
35. Расплетина Г. Ф., Сусарева О. М. Биогенные элементы // Ладожское озеро — прошлое, настоящее, будущее. СПб.: Наука, 2002. С. 77–85.
36. Viljanen M., Holopainen A.-L., Silvennoinen R. Fluorometer measurements and transmission of light in different parts of Lake Ladoga // Boreal. Env. Res. 1999. N 4. P. 239–244.
37. Letanskaya G. I. Phytoplankton monitoring of Lake Ladoga // Proceedings of the Third Intern. Lake Ladoga Symposium 1999. Joensuu, 2000. P. 114–121.

38. Gray C. B., Neilson M., Johannsson O., Fitzsimmons J., Millard S., Dermott R. Lake Ontario // The book of Canadian Lakes / Canadian Association on Water quality // Monograph. series. 1994. N 3. P. 14–36.
39. Stewart A. J. Wetzel R. G. Cryptophytes and other microflagellates as couplers of planktonic community dynamics // Arch. Hydrobiol. 1986. N 106. P. 1–19.
40. Proceedings of the Third International Lake Ladoga Symposium 1999. Joensuu: Univ. Joensuu, 2000. 507 p.
41. Proceed of the Second International Lake Ladoga Symposium 1996. Heikki Simola. Markku Viljanen & Tatyana Slepukhina (eds). Joensuu. 1997. 445 p.
42. Proceed of the First International Lake Ladoga Symposium: Ecological Problems of Lake Ladoga. St. Petersburg, Russia, 22–26 November 1993. Ed. by Tatyana Slepukhina & Raj Murthy, Hydrobiologia, vol.322. Dordrecht/Boston/London. Kluwer Academic Publisher, 1996. 328 p.
43. Proceed of the Second International Lake Ladoga Symposium 1996. Heikki Simola. Markku Viljanen & Tatyana Slepukhina (eds). Joensuu. 1997. 445 p.
44. Курашов Е. А. Мейобентос озерных экосистем: экология и реакция на антропогенные воздействия. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб. 1997., 52 с.
45. Попченко В. И. Водные малоцетинковые черви (*Oligochaeta limicola*) Севера Европы. Л.: Наука, 1988. 287 с.
46. Панов В. Е. Байкальская эндемичная амфипода *Gmelinoides fasciatus* Stebb. в Ладожском озере // ДАН России, 1994, Т. 336 (2). С. 279–282.
47. Литоральная зона Ладожского озера / Под ред. Курашова Е. А. СПб, Нестор-История, 2011, с. 416.
48. Барбашова М. А., Малявин С. А., Курашов Е. А. Находка байкальской амфиподы *Micrurorus posolskii* Sowinsky, 1915 (Amphipoda, Crustacea) в Ладожском озере // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2013, № 3. С. 16–23.
49. Алхименко А. П. Состояние и перспективы становления и развития рекреационной и туристской деятельности на побережье и акватории Ладожского озера // Проблемы биологии, экологии, географии, образования: история и современность. М — лы 2 Междунар. науч. — практ. конф. СПб.: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2008. С. 312–331.
50. Бондырева С. В. Перспективы развития водных видов туризма на территории муниципального образования «Приозерский район» Ленинградской области // Проблемы развития водного туризма: М — лы Междунар. науч. — практ. конф. СПб.: Балтийский институт туризма, 2005. С.123–126.
51. Власова Т. И., Байков Е. А., Брускене Т. В. Региональный туристско-рекреационный комплекс: проблемы и пути совершенствования. СПб.: Д. А. Р. К., 2004. 164 с.
52. Горелова Э. М., Кириллова В. А., Распопов И. М. Ладога. Л.: Лениздат, 1974. 140 с.
53. Грибушин А. И. Карелия: загадочная красота Русского Севера // Туристский справочник. Петрозаводск, 2002. 198 с.
54. Даринский А. В. Ленинградская область. Л.: Лениздат, 1975. 384с.
55. Даринский А. В. Невский край. СПб.: Глагол, 2000. 256 с.
56. Медведев П. П., Реут О. Ч. Архитектурно-природная среда и рекреационные ресурсы Северного Приладожья // Региональная экология. 1996, №3–4. С.47–52.
57. Панов Н. И., Чибинёв А. М. Проблемы развития туристского потенциала Ленинградской области: методология, экономика, инвестиции. СПб.: СПбГУ, 2004. 128с.
58. Природные парки в территориальной организации южной Карелии // Сб. науч. тр. СПб.: РГО, 1995. 147 с.
59. Реестр туристских ресурсов Ленинградской области. СПб.: Невский Фонд, 2001. 20 с.
60. Сорокин П. Е., Козырев А. И. Подводные исследования в акваториях Валаама // Изучение памятников морской археологии. СПб.: 2000, № 4. С. 183–194.
61. Шорохов Е. А., Кучко А. А. Туристский потенциал городов и районов Республики Карелия. Петрозаводск, 2001. 72 с.
62. Алхименко А. П., Цветков В. Ю. Рекреационные ресурсы Ладожского озера // Сб. науч. тр. «Геоэкологические проблемы Ладожского озера». СПб.: ИПК «Прикладная экология», 2010. С. 15–45.
63. Геологические памятники природы России. М.: Лориен, 1998. 200 с.
64. Заповедная природа Карельского перешейка. СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. 312 с.
65. Заповедники СССР. Заповедники европейской части РСФСР. Ч.1. М.: Мысль, 1988. 287 с.
66. Красная книга природы Ленинградской области. Т. I. Особо охраняемые природные территории. СПб.: Акционер и К°, 1999. 352 с.
67. Природные парки в территориальной организации Южной Карелии // Сб. науч. тр. СПб.: РГО, 1995. 147 с.
68. Реймерс Н. Ф., Штильмарк Ф. Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 168 с.
69. Свицерская М. Д., Храбрый В. М. Сохраним для потомков: Особо охраняемые природные территории Ленинградской области. Л.: Лениздат, 1985. 141 с.
70. Хазанович К. К. Геологические памятники Ленинградской области. Л.: Лениздат, 1982. 77 с.
71. Хохлова Т. Ю., Токарев П. М., Антипин В. К. Особо охраняемые природные территории Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 312 с.
72. Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера. / Отв. ред. Н. А. Петрова. — Л.: Наука, 1982. 304 с.
73. Бельский С. В., Лааксо В.. Археологическое изучение могильника Кюлялахти Калмистомяки в Северо-Западном Приладожье (погребальные комплексы центральной части могильника) // Свод археологических источников Кунсткамеры. Вып 2. СПб.: Наука, 2009.



74. Бранденбург Н. Е. Старая Ладога. СПб., 1896.
75. Герасимов Д. В., Лисицын С. Н., Тимофеев В. И. Материалы к археологической карте Карельского перешейка (Ленинградская область). Памятники каменного века и периода раннего металла. СПб., 2003.
76. Гурина Н. Н. Древняя история Северо-Запада Европейской части СССР. — Материалы и исследования по археологии СССР. М.-Л., 1961. С. 450–453.
77. Исаченко Г. А. Вуоксинская эпопея // Вуокса (Приозерский краеведческий альманах). Вып. 2. Т. 1, СПб., 2001. С. 7–33.
78. Кочкуркина С. И. Археологические памятники карелы (V–XV вв.). Л., 1981.
79. Кочкуркина С. И. Древние карелы. Петрозаводск, 1987.
80. Кочкуркина С. И. Древняя Карела, Л.: Наука, 1982.
81. Кочкуркина С. И. Карела и Русь. Л.: Наука, 1986.
82. Кочкуркина С. И. Письменные известия о карелах (X–XVI вв). Петрозаводск, 1996.
83. Кочкуркина С. И., Спиридонов А. М., Джаксон Т. Н. Письменные известия о карелах (X–XVI вв). Петрозаводск, 1996.
84. Лапшин В. А. Археологическая карта Ленинградской области. Ч. 2. Восточные и северные районы. СПб., 1995, 232 с.
85. Лебедев Г. С. Археологические памятники Ленинградской области. Л., 1977, С. 181–183.
86. Назаренко В. А. О работах Волховского отряда. Археологические открытия 1970 г. М., 1971. С. 4.
87. Назаренко К. Б., Смирнов В. И. Полевые укрепления первой половины XVIII в. на Карельском перешейке // Цитадель. 1998. №1(6).
88. Петренко В. П. Погребальный обряд населения Северной Руси VIII–X вв. Сопки северного Поволжья. СПб., 1994
89. Седов В. В. Новгородские сопки. Свод археологических источников Е1–8, М., 1970.
90. Forsberg, O. 2006. Jänisjoen reitin varhaisin asutus — inventointituloksia Laatokan pohjaispuolelta. — Muinastutkija, 1, 2–15.
91. Saksa A. Rautakautinen Karjala. Joensuu, 1998.
92. Uino P. Ancient Karelia. Archaeological studies. Helsinki, 1997.
93. Uino P. Ancient Karelia. Jyvaskula, 1988

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	4
<b>ВВОДНЫЙ РАЗДЕЛ</b> .....	5
История исследований .....	5
Ладога — «Дорога Жизни» .....	8
Распределение озер по площади, объему воды и средней глубине .....	12
Соотношение площадей воды и суши на поверхности Земли .....	12
Запасы воды на земле .....	12
Источники пресной воды на Земле .....	12
Ладожское озеро среди крупнейших пресноводных озер мира .....	13
Крупнейшие озера бассейна Ладожского озера .....	13
Соотношение площади и объема воды Ладожского озера .....	13
<b>ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕРА</b> .....	15
Продольный разрез озера .....	19
Схема районов Ладожского озера .....	19
Морфометрические характеристики озера .....	20
Гипсометрическая и объемная кривые .....	20
Лимнические зоны (районирование озера по глубинам) .....	21
Климатическая характеристика .....	22
Среднее многолетнее распределение температуры воздуха над поверхностью озера .....	25
Среднее многолетнее распределение влажности воздуха над поверхностью озера .....	27
Водосборный бассейн Ладожского озера .....	28
Политико-административное деление водосборного бассейна Ладожского озера .....	29
Рельеф общего водосбора Ладожского озера .....	30
Статистические характеристики общего и частных водосборов Ладожского озера .....	31
Этапы развития Ладожского озера в поздне- и послеледниковый периоды .....	32
<b>КОТЛОВИНА ОЗЕРА</b> .....	35
Геология и геоморфология озерной котловины .....	35
Трехмерное изображение рельефа дна Ладожского озера .....	37
Рельеф дна .....	38
Тектоническая схема района Ладожского озера .....	40
Геологическая карта .....	42
Четвертичные отложения .....	43
Структурно—геоморфологическое районирование котловины Ладожского озера .....	44
Донные отложения .....	46
Распределение донных отложений .....	47
Пелитовая фракция .....	47
Органическое вещество .....	47
Процентное содержание мелкофракционных частиц донных отложений Ладожского озера (расширенный диапазон частиц, включающий микро- и нанодиапазоны) .....	48
Микроэлементы .....	49
<b>ВОДНАЯ МАССА</b> .....	50
Гидрология и гидрофизика .....	50
Водный баланс .....	50
Водный баланс для различных циклов и фаз водности .....	51
Изменчивость годовых величин элементов водного баланса .....	51
Распределение суммарного притока .....	52
Многолетние колебания уровня Ладожского озера .....	53
Гистограмма годовой амплитуды уровня .....	53
Статистические характеристики изменений уровня .....	53
Течения .....	54
Повторяемость течений по скорости и направлению .....	54
Спектры течений .....	55
Прогрессивно-векторные диаграммы течений .....	55
Схема интегральной циркуляции вод для различных сезонов года (по данным многолетних наблюдений со спутников, самолета и моделирования на диагностической модели) .....	56
Зависимость скорости поверхностных течений от скорости ветра для районов с различными глубинами .....	56
Интерпретация космической информации для распознавания явлений на поверхности озера .....	57

Волнение	58
Распределение наибольших высот волн при скорости ветра 12–14 м/с различных направлений	58
Наибольшие высоты волн в различных районах озера при средних месячных значениях скорости ветра в различные периоды навигации	58
Наибольшие высоты и длины волн за период навигации в различных районах озера при различных скоростях ветра	59
Параметры волн	59
Элементы теплового баланса	61
Суммарная радиация	61
Альбедо водной поверхности	61
Радиационный баланс	61
Затраты тепла на испарение с поверхности воды	63
Эффективное излучение	63
Затраты тепла на турбулентный теплообмен	63
Термический режим озера	64
Характеристика термической информации	64
Среднее многолетнее положение весеннего фронтального раздела (термобара) изотермы 4 °С на поверхности озера	65
Среднее многолетнее пространственное распределение температуры поверхности воды озера	66
Максимальные температуры поверхности воды	68
Даты наступления максимальных температур поверхности воды	68
Даты начала «биологического лета» на поверхности воды Ладожского озера	69
Продолжительность «биологического лета» (в сутках) на поверхности воды Ладожского озера	69
Годовой ход температуры воды для шести лимнических районов Ладожского озера	70
Годовой ход дисперсии температуры поверхности воды для шести лимнических районов Ладожского озера	71
Вертикальное распределение среднемесячной температуры воды для периода нагревания и охлаждения	72
Вертикальное распределение среднемесячной дисперсии температуры воды для периода нагревания и охлаждения	72
Статистические характеристики пространственного распределения температуры воздуха, температуры воды на горизонтах 0, 20, 50 м в Ладожском озере	73
Температура поверхности воды по спутниковым данным	74
Ледовый режим	75
Изображения ледяного покрова со спутника Modis с пространственным разрешением 250 м (видимый диапазон)	75
Статистические характеристики сроков наступления основных фаз ледового режима	76
Статистические характеристики продолжительности фаз ледового режима	76
Характерные сроки наступления ледостава	76
Ледовитость озера в зависимости от сумм отрицательных температур воздуха в период замерзания	76
Ледовитость озера в различные по суровости зимы	77
Статистические характеристики покрытости озера льдом по многолетним данным	77
Районирование озера по ледовой обстановке и толщине ледяного покрова	77
Толщина и заснеженность льда	77
Характерные сроки вскрытия озера	78
Многолетние изменения сроков и продолжительности ледовых явлений	78
Освобождение озера от льда в зависимости от сумм положительных средних суточных температур воздуха и характера весны	78
Многолетние изменения ледовитости озера	79
Взвеси	80
Среднее распределение суммарной взвеси в поверхностном слое воды	80
Среднее распределение органической взвеси в поверхностном слое воды	80
Концентрация взвесей за период открытой воды	81
Распределение суммарной взвеси в поверхностном слое воды весной и летом в 2003 и 2007 г.	81
Распределение органической взвеси в поверхностном слое воды весной и летом в 2003 и 2007 г.	82
Среднемесячное распределение прозрачности воды Ладожского озера (глубина исчезновения белого диска, м)	83
Удельная электрическая проводимость воды Ладожского озера	84
Электропроводность ареалов распространения речных водных масс в озере	84
Изменение средних годовых значений электропроводности основной (озёрной) водной массы, за период с 1968 по 2011 г. (Расчитаны по результатам наблюдений на продольном разрезе озера)	84
Внутригодовое распределение электропроводности воды в истоке реки Невы	85
Гидрохимия	86
Минерализация и ионный состав основной водной массы Ладожского озера	87
Среднее содержание основных ионов (период 1981–2013 гг.)	87
Общая минерализация (средняя за период открытой воды)	87
Концентрации основных ионов в воде	87

Фосфор .....	88
Поступление общего фосфора с речным стоком .....	88
Среднегодовой уровень озера и внешняя фосфорная нагрузка .....	88
Средняя за период открытой воды концентрация общего фосфора в воде озера .....	88
Распределение общего фосфора в толще воды (среднее за 2003–2013 гг.) .....	89
Азот .....	90
Среднее распределение общего азота в толще воды .....	90
Поступление общего азота с речным стоком .....	91
Средняя за период открытой воды концентрация общего азота в воде Ладожского озера .....	91
Органический углерод .....	92
Общий органический углерод (среднее за 2003–2013 гг.) .....	92
Сезонные изменения средневзвешенных концентраций общего органического углерода в пелагиали озера .....	94
Средние за период открытой воды концентрации общего органического углерода .....	94
Средние за период открытой воды концентрации лабильного углерода .....	94
Кислородный режим .....	95
Относительное содержание растворенного кислорода (среднее значения в 2003–2013 гг.) .....	95
Распределение pH в поверхностном слое .....	96
Распределение металлов в поверхностном слое воды .....	97
Поступление в озеро металлов с речным стоком .....	97
Металлы .....	97
Распределение металлов в придонном слое воды .....	98
Распределение металлов во взвешенном веществе придонного слоя воды .....	99

<b>ГИДРОБИОЛОГИЯ .....</b>	<b>100</b>
Высшие водные растения .....	102
Геоботаническое районирование и соотношение продукции высших водных растений по геоботаническим районам .....	102
Количество ассоциаций, площадь зарослей, продукция высших растений .....	102
Максимальные значения фотосинтеза группировок обрастаний .....	103
Перифитон .....	103
Фитопланктон .....	104
Поступление в озеро фосфора и изменение средней численности фитопланктона .....	104
Систематический состав фитопланктона (%) .....	104
Пространственное распределение фитопланктона .....	104
Основные сезонные комплексы .....	105
Активность флюоресценции хлорофилла и митохондриальных пигментов при интоксикации фитопланктона солями металлов .....	106
Изменения соотношения ассимиляции углерода и фосфора на разных стадиях развития сезонных комплексов водорослей планктона Ладожского озера .....	106
Суточная продукция .....	107
Толерантность массовых видов водорослей и водных грибов Ладожского озера к интоксикации ионами металлов и вероятность смены доминантов в процессе эволюции озерной экосистемы .....	107
Хлорофилл .....	107
Фитопланктон 1992–2003 гг. ....	108
Сезонные вариации концентрации хлорофилла (схл) и растворенного органического вещества (сров) на поверхности Ладожского озера (среднее за 1998–2004 гг., Спутник Seawifs) .....	110
Водная микрофлора .....	111
Распределение в поверхностном слое воды водных грибов (максимальные величины) .....	111
Изменение численности водных грибов в процессе эволюции экосистемы Ладожского озера .....	111
Бактериопланктон .....	112
Среднее многолетнее распределение бактериопланктона в поверхностном слое воды .....	113
Распределение бактерий, растущих на рыбобептонном агаре (РПА:10) .....	113
Среднее многолетнее вертикальное распределение общей численности бактерий и бактерий, растущих на РПА:10 .....	114
Динамика общей численности бактериопланктона (среднелетние величины) в эпи- и гипolimнионе Ладожского озера .....	114
Зоопланктон .....	115
Общая численность и биомасса зоопланктона .....	115
Многолетняя динамика биомассы зоопланктона центральной части Ладожского озера (0 — дно) .....	116
Общее соотношение основных таксономических групп .....	116
Сезонные изменения общей численности и биомассы зоопланктона .....	116
Многолетняя динамика биомассы зоопланктона центральной части Ладожского озера (слой 0–10 м) .....	116
Численность и биомасса зоопланктона в Волховской губе и прилегающей акватории .....	117
Вертикальное распределение зоопланктона и соотношение доминирующих групп в пелагиали .....	117
Щучий залив .....	118
Суточные миграции доминирующих видов зоопланктона севернее острова валаам .....	118
Мейобентос .....	119
Распределение биомассы мейобентоса .....	120
Зоны минимальной значимости мейобентоса .....	120



Распределение биомассы нематод . . . . .	120
Распределение биомассы гарпактицид . . . . .	120
Зоны различной интенсивности выделения фосфора мейобентосом . . . . .	120
Макробентос . . . . .	121
Распределение макробентоса и его основных групп (усредненные данные за 1994–2008 гг.) . . . . .	122
Многолетнее изменение количественных характеристик макробентоса в открытых районах озера . . . . .	123
Чужеродные виды амфипод в Ладожском озере и развитие литорального макробентоса . . . . .	124
Распределение и биомасса рыб (среднесезонные данные за период открытой воды) . . . . .	126
Основные рыбопромысловые районы . . . . .	128
Динамика улова основных промысловых рыб . . . . .	129
Ладожская нерпа . . . . .	130
Места обитания . . . . .	130
Район массового залегания Ладожской нерпы . . . . .	131
Максимальное число Ладожских кольчатых нерп, отмеченных на островах валаамского архипелага . . . . .	131
Схема районов повышенного загрязнения водных масс Ладожского озера . . . . .	132
Факторы возможного негативного внешнего воздействия на качество воды Ладожского озера . . . . .	132
Модули природного выноса органического вещества и биологических элементов . . . . .	133
Качество поверхностных вод водосборного бассейна Ладожского озера . . . . .	134
Индекс превышения значений пдк по основным загрязняющим веществам в речных водах для различных административных районов . . . . .	134
Характеристика качества поверхностных вод бассейна озера . . . . .	135
Загрязняющие вещества в донных отложениях . . . . .	136
Хлорорганические соединения . . . . .	136
Нефтяные углеводороды . . . . .	136
Фенолы . . . . .	136
Распределение концентрации 3,4-бензпирена в донных отложениях . . . . .	136
Загрязняющие вещества в воде Ладожского озера . . . . .	137
Хлорорганические соединения . . . . .	137
Синтетические поверхностно-активные вещества . . . . .	137
Нефтяные углеводороды (нуг) . . . . .	138
Фенолы . . . . .	139
Районы озера с повышенным содержанием микроэлементов в моллюсках . . . . .	140
Зоны сапробности по макробентосу в шхерных районах озера . . . . .	140
Зоны загрязнения озера по суммарным индексам сапробности комплексов диатомовых водорослей в донных отложениях . . . . .	141
Распространение в донных отложениях <i>diatoma tenuis</i> . . . . .	141
<b>ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ ПРИЛАДОЖЬЯ . . . . .</b>	<b>143</b>
Общие сведения . . . . .	143
Особо охраняемые природные территории (ООПТ) . . . . .	147
Природные объекты . . . . .	150
Геологические памятники и памятники природы . . . . .	151
Археологические памятники ПриЛадожья . . . . .	159
Всеволожский район Ленинградской области . . . . .	159
Приозерский район Ленинградской области . . . . .	159
Лахденпохский район Республики Карелия . . . . .	162
Город Сортавала Республики Карелия . . . . .	162
Питкярантский район Республики Карелия . . . . .	163
Олонецкий район Республики Карелия . . . . .	163
Лодейнопольский район Ленинградской области . . . . .	163
Волховский район Ленинградской области . . . . .	164
Кировский район Ленинградской области . . . . .	165
Достопримечательности и культурно-исторические памятники . . . . .	166
Всеволожский район Ленинградской области . . . . .	166
Приозерский район Ленинградской области . . . . .	168
Лахденпохский район республики Карелия . . . . .	172
Территория г. Сортавала Республики Карелия . . . . .	174
Питкярантский район Республики Карелия . . . . .	178
Олонецкий район Республики Карелия . . . . .	180
Лодейнопольский район Ленинградской области . . . . .	182
Волховский район Ленинградской области . . . . .	184
Кировский район Ленинградской области . . . . .	186
<b>СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ . . . . .</b>	<b>191</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА . . . . .</b>	<b>193</b>

### Специальное содержание карт и текстов к ним разработали:

В. А. Авинский (114–115), Е. В. Агафонова (126–127), А. П. Алхименко (39), Г. А. Алябина (129), А. В. Амонтов (44–45, 46), И. Н. Андронникова (114–115), М. А. Барбашова (118–121), Д. В. Богданов (122–125), С. А. Бондаренко (97), Ю. К. Бордуков (97), М. В. Веревкин (126–127), Ф. Ф. Воронцов (60–61), Г. А. Головова (122–125), В. В. Гузиватый (16, 38, 66–75, 99), В. И. Гуревич (97), М. А. Гусева (94–95), Н. Н. Давыдова (136–137), В. Г. Драбкова (128), Л. В. Ефремова (130–131), В. А. Иванов (42–43), И. В. Иофина (109), Л. Л. Капустина (110–111), С. Г. Каретников (28–31, 34–35, 66–79), С. А. Кондратьев (128–131), А. А. Коросов (108), Б. И. Кошечкин (36–37, 48–49), Н. Л. Крыленкова (132, 135), А. М. Крючков (84–85), Л. А. Кудерский (122–125), В. И. Куликов (97–98), И. В. Куликов (97, 132–133), Г. П. Кулиш (92–93), Е. А. Курашов (116–117, 120–121), М. С. Лаврова (120–121), А. Г. Леонов (122–125), Г. И. Летанская (106–107), С. А. Малявин (120–121), Е. Г. Маркова (129), Т. Ю. Михалюк (97–98, 132–133), М. А. Науменко (22–24, 28–31, 34–35, 40–41, 55–57, 66–79, 83), Н. А. Нестеров (141–190), Н. А. Петрова (103–105, 108), Т. Н. Петрова (81–82, 88–93, 136), А. С. Печников (122–125), Д. В. Поздняков (108), Ш. Р. Поздняков (52), Е. В. Протопопова (106–107), Г. Ф. Расплетина (86), И. М. Распопов (101), Н. В. Родионова (114–115), М. А. Рычкова (102), Т. В. Сапелко (136–137), Л. В. Сергеева (51, 53), Т. Сипила (126–127), Т. Д. Слепухина (137), Н. П. Смирнова (62–65), М. В. Соколовская (126–127), М. Солдатенков (126–127), А. И. Сорокин (14–15), И. Н. Сорокин (129), Д. А. Субетто (47, 51, 132, 136–137), О. М. Сусарева (87), А. Я. Тесля (122–125), Г. Н. Утин (42–43), Н. Н. Филатов (58–59), О. А. Черных (96–97), В. Ю. Шахназарова (126–127), В. Ф. Шувалов (46), В. А. Щенрбак (134), Е. А. Юдин (80–82), А. С. Яковлев (122–125), Т. В. Яковлева (97–98, 132–133)

### Текст составили:

«История исследований» — Б. Г. Попов, Л. В. Сергеева, А. П. Алхименко, Н. А. Нестеров;  
«Ладога — «Дорога жизни» — Б. Г. Попов;  
«Общая характеристика» — А. П. Алхименко, М. А. Науменко, Г. Ф. Расплетина, Н. А. Нестеров;  
«Достопримечательности приладожья» — Н. А. Нестеров (стр. 139–245),  
А. Н. Егоров (148–159), В. Б. Игнатенко (стр. 194–245)

### Разработка картографической основы тематических карт:

А. И. Сорокин, В. А. Иванов

### Редактор:

Р. Н. Беркутов

### Оформление:

В. В. Гузиватый

### Фотографии представлены:

В. В. Гузиватый, Н. В. Румянцева

## ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО И ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ ЕГО ПОБЕРЕЖЬЯ Атлас

Текст настоящего издания приводится в авторской редакции

Оригинал-макет *Л. Е. Голод*  
Дизайн обложки *И. А. Тимофеев*

Подписано в печать 00.00.2015. Формат 70×100<sup>1/86</sup>  
Бумага офсетная. Печать офсетная  
Усл.-печ. л. 32,25  
Тираж 000 экз. Заказ № 0000

Издательство «Нестор-История»  
197110 СПб., Петрозаводская ул., д. 7  
Тел. (812)235-15-86  
e-mail: nestor\_historia@list.ru  
www.nestorbook.ru

Отпечатано в типографии издательства «Нестор-История»  
197110 СПб., Петрозаводская ул., д. 7  
Тел. (812)622-01-23