



## РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЗЕР НА ТЕРРИТОРИИ ОТ ЮГА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ДО ВОСТОКА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

✉ Левкова Д.Н.<sup>1</sup>, Пронина А.В.<sup>2</sup>, Рубцов П.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия

✉ velajrad@gmail.com

Летом 2025 г. коллективом авторов были проведены работы по сбору данных о температурном режиме, pH, гранулометрического состава донных отложений и концентрации CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> в поверхностном и придонном слоях 9 озер Северо-Запада Европейской части России от 66°с.ш. до 59°с.ш. При проведении работ также были отобраны пробы поверхностных донных отложений для изучения концентрации общего органического углерода. В настоящей работе представлены данные по изменению температуры и pH придонного слоя воды в исследованных водоемах на литорали, в профундали и на промежуточной глубине в водоемах, расположенных по градиенту широт. Результаты позволяют проанализировать зависимость между исследованными параметрами, глубиной водоема и среднегодовой температурой (климатической зоной), в которой находится водоем. Полученные данные позволяют найти корреляции между исследованными параметрами и среднегодовыми температурами, среднеиюльской и среднеянварской температурой, а также сравнить вариабельность исследованных факторов на градиенте широт в зависимости от глубины.

Ключевые слова: лимнология, гидрохимия, озера, Кольско-Карельский регион, Ленинградская область, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

**Введение.** Развитие и изменение озер зависят от сложного взаимодействия с окружающей территорией. На морфологию, гидрологию, гидрофизические и гидрохимические характеристики водоема влияют как зональные факторы (температура, солнечная радиация, объем осадков и испарений, модуль стока), так и азональные (типы подстилающих горных пород, рельеф, свойства почв и их химический состав, соотношение подземных и поверхностных источников питания, проточность) [Драбкова, Сорокин, 1979].

Наибольшей озерностью характеризуются северные территории Европейской части России - Кольско-Карельский сегмент Балтийского кристаллического щита (средняя озерность – 13,6%) и северо-запад Русской плиты (6%) [Измайлова, 2019]. Наиболее изученными являются крупные озера, такие как Имандря, Ладожское и Онежское, в то время как менее изученные малые озера представляют особый интерес для исследований. Водная масса озера содержит информацию о современном экологическом состоянии озерной экосистемы, а в донных отложениях зафиксированы фоновые природные условия, которые менялись с течением времени и сопутствовали эволюции озера.

Цель данной работы — проследить, как изменяются температура и pH в литорали, профундали и на промежуточной глубине, и оценить корреляцию между исследованными факторами и среднегодовой, среднеиюльской и среднеянварской температурой воздуха. В дальнейшем возможно продолжение изучения этих озер для решения различных задач.

**Материалы и методы.** Летом 2025 г. состоялась экспедиция, в результате которой проведены комплексные исследования на 9 озерах (рис. 1), расположенных на территории от 66°с.ш. до 59°с.ш. Экспедиция имела рекогносцировочный характер, поэтому критерием выбора некоторых озер являлась транспортная доступность. В основном выбирались непроточные озера с небольшой площадью водной поверхности.

Сбор проб поверхностных донных отложений производился дночерпателем Экмана-Берджи в трех лимнологических зонах — профундали, литорали и с промежуточной

глубины. Во всех точках отбирались пробы с целью определения гранулометрического состава. В самой глубокой точке отбирались пробы для определения концентраций общего органического углерода (ТОС – total organic carbon).

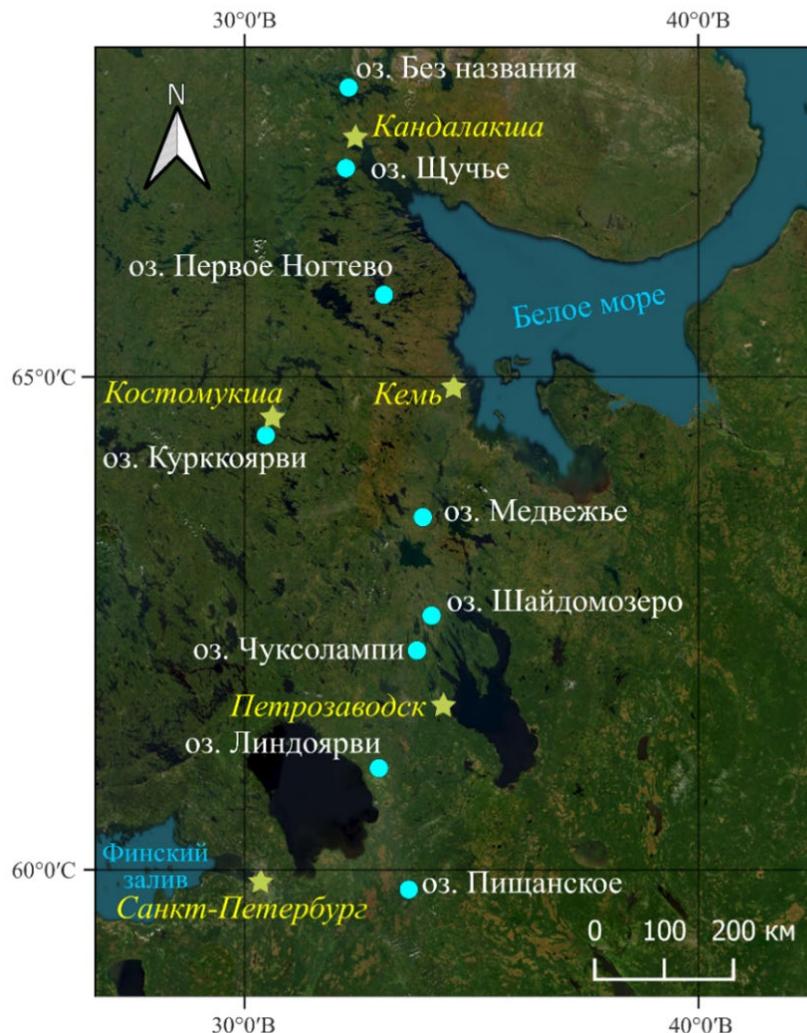


Рис. 1. Расположение исследованных озёр (помечены голубыми кружками).

Для сбора и анализа температуры и рН применялся многопараметрический зонд Aqua Troll 500 (InSitu, USA).

Для поверхностного и придонного слоев озер определены концентрации растворенного углекислого газа титриметрическим методом  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в присутствии фенолфталеина [РД 52.24.515-2019] и сопоставлены с концентрациями  $\text{O}_2$ , полученными с зонда Aqua Troll 500.

Получены данные по морфометрии озер. Глубины определялись с помощью портативного эхолота, длина, ширина и площадь водной поверхности измерялись на основе оцифрованных снимков земной поверхности с помощью картографического сервиса Яндекс.Карты [Яндекс.Карты, 2025]. Данные для оз. Шайдомозеро взяты из публикации [Озера Карелии, 2013]. Температуры июля, января и средние для территории рассчитывались с применением веб-сервиса ClimateData [ClimateData, 2025] на основании ближайших к озеру населенных пунктов, по которым имеются данные. Кратко описывалась прибрежно-водная и водная растительность, известные данные также были получены из публикации [Озера Карелии, 2013].

**Результаты.** В таблице 1 представлены данные по температурам для территорий, морфометрические данные исследованных озер и координаты точек отбора.

Табл. 1. Температуры на исследуемой территории, морфометрия озер, координаты и глубины точек отбора.

	Без названия	Щучье	Первое Ногтево	Курккоярви	Медвежье	Шайдомозеро	Чуксоламни	Линноярви	Пишанское
tср. год., °C	-1,1	2,0	2,1	2,3	3,0	3,6	3,6	4,7	4,9
t июля, °C	14,7	14,9	16,2	16,3	17,6	17,9	17,9	18,8	18,8
t янв., °C	-11,6	-8,5	-10,0	-10,1	-9,5	-9,2	-9,1	-8,0	-7,8
ср. гл., м	1	1,5	1	2	1	4,1	4	3	4
макс. гл., м	1,2	2,5	2	5	2	13,4	2	5	7
Длина и ширина, м	220 45	2300 800	5000 1500	2340 800	500 220	5600 4200	2000 680	1200 600	450 300
S, км <sup>2</sup>	0,01	0,9	4	0,8	0,1	10,2	0,85	0,6	0,12
т.1. с.ш., в.д.	67°32.146' 32°18.545'	66°54.795' 32°16.078'	65°45.080' 33°02.184'	64°31.812' 30°41.636'	63°43.931' 34°02.875'	62°43.231' 34°13.111'	62°24.936' 33°51.945'	62°24.936' 33°51.945'	59°47.206' 33°29.673'
т.2. с.ш., в.д.	67°32.158' 32°18.522'	66°54.818' 32°16.085'	65°45.108' 33°02.097'	64°31.851' 30°41.463'	63°43.942' 34°02.847'	62°43.276' 34°13.246'	62°24.872' 33°51.857'	61°03.629' 32°58.926'	59°47.200' 33°29.686'
т.3. с.ш., в.д.	—	66°54.829' 32°16.002'	65°45.113' 33°02.060'	64°31.845' 30°41.389'	63°43.949' 34°02.769'	62°43.294' 34°13.282'	62°24.857' 33°51.848'	61°03.617' 32°58.991'	59°47.231' 33°29.655'
т.1, гл., м	1,2	2,1	1,7	4	2	3,5	3,5	4	7
т.2, гл., м	0,4	1,4	1,1	1,7	1	2	1,5	2	4,5
т.3, гл., м	—	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	1

**1. Безымянное озеро** расположено в южной части Мурманской области в 40 км к северу от Кандалакши. Изолировано от Княжей губы оз. Имандра, предположительно, в результате строительства трассы. Форма вытянутая с востока на запад, берега заболоченные. Озеро окружено сосновыми редкостоями с бересой и ивой. Прибрежно-водная и водная растительность представлена *Carex sp.*, *Equisetum sp.*, *Potamogeton sp.*, *Myriophyllum sp.* Определены только две лимнологические зоны, в которых проводились измерения и отбор проб — профундаль и литораль.

**2. Озеро Щучье** находится в части южной Мурманской области в 30 км к югу от Кандалакши. Форма озера вытянутая с запада на восток, берега каменистые, береговая линия изрезанная. Озеро окружено сосновым лесом с елью и бересой, макрофиты представлены *Equisetum sp.*, *Nuphar sp.* и *Phragmites australis*

**3. Озеро Первое Ногтево** расположено в северной части Карелии в 100 км на северо-запад от Кеми. Форма вытянутая с северо-запада на юго-восток, берега каменистые, покрыты сосновым лесом с примесью бересы, осины и ели, частично заболочены. В западной части озера есть небольшие острова, покрытые лесом. Среди макрофитов представлены *Carex sp.*, *Equisetum sp.*, *Potamogeton natans*, *Nuphar sp.* и *Scirpus sp.*

**4. Озеро Курккоярви** расположено в западной части Карелии в 7 км северо-востоку от Костомукши. Имеет вытянутую форму с запада на восток. Каменистые холмистые берега покрыты сосновым лесом с бересой и елью, южный берег заболочен. Озеро поделено на две части своеобразной косой, покрытой лесом. Среди водных определены *Equisetum sp.*, *Myriophyllum sp.*, *Nymphaea sp.* и, предположительно, *Isoetes sp.* и *Lobelia dortmanna* (внесена в красную книгу РФ и Республики Карелии).

**5. Озеро Медвежье** - типичная ламба в центральной части Карелии в 12 км к западу от Сегежи. Овальной формы, вытянуто с запада на восток. На восточном и южном берегах

расположено СНТ «Медвежье», на северном и западном — болото с осоково-сфагновой сплавиной. Сильно заторфовано, на дне бьют ключи. Макрофиты представлены *Comarum sp.*, *Nymphaea sp.* и *Menyanthes trifoliata*.

**6. Озеро Шайдомозеро** расположено в южной части Карелии в 21 км к юго-западу от Медвежьегорска. Вокруг озера сосновый лес с примесью осины и ели. Макрофиты представлены 17 видами, среди которых преобладают *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Potamogeton natans*, *P. Perfoliatus*, *P. obtusifolius*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Equisetum fluviatile* [Озера Карелии, 2013].

**7. Озеро Чуксолампи** находится в южной части Карелии в 30 км к северо-западу от Кондопоги. В окружении березово-сосновый лес с ольхой в подросте. Среди макрофитов *Carex sp.*, *Phragmites australis*, *Equisetum sp.*, *Myriophyllum sp.*, *Nuphar sp.*, *Nymphaea sp.*, *Persicaria sp.*, *Menyanthes trifoliata*, *Potamogeton perfoliatus* и, предположительно, *Lobelia dortmanna*.

**8. Озеро Линдоярви** расположено на юге Карелии в 8 км к северу от Олонца. Озеро вытянуто с северо-запада на юго-восток. Берега каменисто-песчаные, с юго-запада обрывистые. Окружено сосновым лесом с примесью березы, среди макрофитов *Carex sp.*, *Nuphar sp.*, *Nymphaea sp.*, *Potamogeton natans*, *Phragmites australis*, *Equisetum sp.*, *Comarum sp.*, *Sagittaria sagittifolia*. Примечательно, в пробах на глубине около 2 м встретились окатанные буро-черные зерна размером до 5 мм, легко разрушающиеся при механическом воздействии.

**9. Озеро Пищанское** на востоке Ленинградской области в 15 км к северу от Тихвина. С западного и южного берега окружено сосновым лесом, с севера и востока — болотом. На западном берегу есть небольшой общественный песчаный пляж. Водная растительность не обнаружена.

В целях получения сведений о вертикальной структуре и функционировании водных экосистем для всех озер был получен набор гидрологических данных для каждой лимнологической зоны (профундали, сублиторали и литорали). В таблице 2 представлены градиенты температур и pH в зависимости от глубины.

Табл. 2. Данные для озер, распределенные по лимнологическим зонам.

Озеро	T.1, профундаль			T.2, промежуточная глубина			T.3, литораль		
	Глубина, м	t, °C	pH	Глубина, м	t, °C	pH	Глубина, м	t, °C	pH
Без названия	0,6	18,9	8,07	не выделяется			0,3	24,5	7,08
Щучье	1,9	22,3	7,62	1,2	1,41	6,94	0,3	21,81	7,82
Первое Ногтево	1,7	22,7	7,61	1,0	22,7	7,03	0,3	23,8	7,28
Курккоярви	2,8	19,6	7,24	1,5	26,2	7,52	0,5	26,5	7,96
Медвежье	1,2	27,1	6,76	0,9	23,2	6,81	0,4	26,4	6,72
Шайдомозеро	3,1	23,1	7,81	1,9	24,6	7,659	0,4	25,2	8,14
Чуксолампи	2,8	22,2	7,68	1,5	25,1	7,645	0,6	26,2	8,055
Линдоярви	3,5	20,6	7,342	2,0	24,3	7,502	0,5	29,4	9,33
Пищанское	5,8	14,33	5,858	3,1	19,1	5,624	0,7	27	5,223

Судя по полученным данным, исследованные озера являются по значению pH преимущественно нейтральными, исключение — оз. Пищанское, которое является кислым. Возможно, такое значение связано с активным заболачиванием водосборного бассейна. Температура во всех озерах, кроме оз. Медвежье, у дна ниже, на поверхности выше.

Получены концентрации растворенных углекислого газа и кислорода в поверхностном и придонном водных слоях озер (Рисунок 2). Наблюдается общая закономерность — в поверхностном слое концентрация CO<sub>2</sub> ниже, чем в придонном, а концентрация O<sub>2</sub> выше в поверхностном слое, чем в придонном. Исключение составляют оз. Медвежье, безымянное озеро в заливе озера Имандра и оз. Щучье. В поверхностном слое воды оз. Медвежье концентрация CO<sub>2</sub> превышает концентрацию O<sub>2</sub> (8,25 и 4,4 мг/л соответственно), но следует отметить, что в придонном слое концентрация O<sub>2</sub> крайне мала (0,2 мг/л). В безымянном озере и оз. Щучьем, наоборот, наблюдаем в придонном слое воды концентрации O<sub>2</sub> больше, чем CO<sub>2</sub> (6,5 и 5,6 мг/л в безымянном; 7,9 и 3 в оз. Щучьем). Эти особенности могут быть связаны с локальными особенностями озер и их водосборов, которые необходимо исследовать дополнительно.

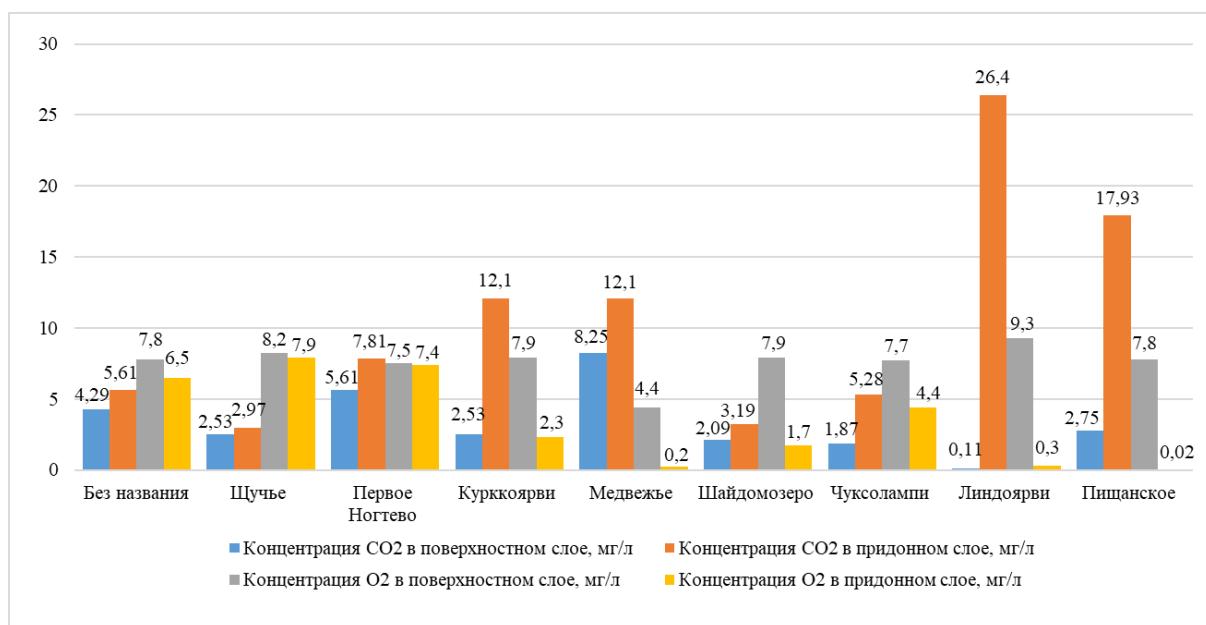


Рис. 2. Концентрации растворенного углекислого газа в поверхностном и придонном водных слоях озер.

**Выводы.** Таким образом, для 9 озер представлены данные по градиентам температур и pH на разных глубинах и данные о концентрации CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> в поверхностном и придонном слоях. Полученные результаты позволяют нам сопоставлять водоемы в зависимости от их широтного распределения, морфометрических параметров и условий самих водоёмов. Разброс температур и pH говорит о потенциально высокой вариабельности гидрохимических показателей (эвтрофикация, содержание хлорофилла и т.д.), что делает перспективным дальнейшее исследование озер.

## ЛИТЕРАТУРА

Драбкова В.Г., Сорокин И.Н. Озеро и его водосбор – единая природная система. Л.: Наука, 1979. 195 с.

Измайлова А.В. Озерный фонд Российской Федерации и тенденции его изменения / А. В. Измайлова // Озера Евразии: проблемы и пути их решения: Материалы II Международной конференции, Казань, 19–24 мая 2019 года. С. 93-97.

Озера Карелии (Справочник). Русское географическое общество. Электронный ресурс. URL: <https://elib.rgo.ru/handle/123456789/213657> (Дата обращения 21.11.2025).

РД 52.24.515-2019 Массовая концентрация диоксида углерода в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений титриметрическим и расчетным методами. Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2005. 23 с.

Яндекс Карты. Электронный ресурс. URL: <https://yandex.ru/maps/> (Дата обращения 20.11.2025).

ClimateData. Электронный ресурс. URL: <https://ru.climate-data.org/> (Дата обращения 20.11.2025).

## **RESULTS OF FIELD STUDIES OF LAKES FROM SOUTH OF THE MURMANSK REGION TO EAST OF THE LENINGRAD REGION**

*Levkova D.N.<sup>1</sup>, Pronina A.V.<sup>2</sup>, Rubtsov P.G.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Petrozavodsk, Russia

In the summer of 2025, we conducted comprehensive studies at 9 lakes in North-West European Russia, located in the area from 66°N to 59°N. Samples of surface bottom sediments were collected to study particle size distribution and total organic carbon concentrations, and hydrochemical and hydrodynamic measurements were conducted at various depths. Data on temperature and pH gradients at three points within each lake at different depths, as well as CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations in the surface and bottom layers, are presented. The results enable comparisons between water bodies based on zonal and azonal factors and the conditions of the water bodies themselves. The wide range of temperatures and pH indicates potentially high variability in hydrochemical parameters, making the lakes perspective for future research.

Keywords: *limnology, hydrochemistry, lakes, Kola-Karelian region, Leningrad region, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>*

### **REFERENCES:**

- Drabkova V.G. Sorokin I.N. The lake and its catchment area – a single natural system. L.: Nauka, 1979. 195 p. (in Russian).*
- Izmailova A.V. The lake fund of the Russian Federation and the tendencies of its change // Lakes of Eurasia: problems and solutions: proceeding II international conference, Kazan, May 19–24 2019. P. 93-97. (in Russian).*
- Lakes of Karelia (Reference book). Russian Geographical Society. Electronic resource. URL: <https://elib.rgo.ru/handle/123456789/213657> (Date of treatment 21.11.2025).*
- RD 52.24.515-2019 Mass concentration of carbon dioxide in the surface land waters. The method of measurement using titrimetric and calculation methods. Rostov-on-Don: Roshydromet, 2005. 23 p. (in Russian).*
- Yandex Maps. Electronic resource. URL: <https://yandex.ru/maps/> (Date of treatment 20.11.2025).*
- ClimateData. Electronic resource. URL: <https://ru.climate-data.org/> (Date of treatment 20.11.2025).*