

## Гидрология

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

## ГИДРОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 556.55+911.2

doi: 10.17072/2079-7877-2024-2-109-123

**ОЦЕНКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЗЕР БОЛОТНЫХ КОТЛОВИН  
СЕВЕРА ПЕРМСКОГО ПРИКАМЬЯ**

Павел Юрьевич Санников<sup>1</sup>, Сергей Владимирович Копытов<sup>2</sup>, Екатерина Андреевна Игошева<sup>3</sup>,  
Елизавета Алексеевна Мехоношина<sup>4</sup>, Екатерина Алексеевна Новикова<sup>5</sup>, Мария Константиновна Пехтерева<sup>6</sup>,  
Елизавета Евгеньевна Соловьева<sup>7</sup>, Александра Андреевна Самаркина<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

<sup>1</sup>sol1430@gmail.com

<sup>2</sup>kopytov@psu.ru

<sup>3</sup>igosevae@gmail.com

<sup>4</sup>elizamkh@mail.ru

<sup>5</sup>novikeea@gmail.com

<sup>6</sup>pehterewa.maria@yandex.ru

<sup>7</sup>solovyva\_liza@bk.ru

<sup>8</sup>alya.samarkina.01@mail.ru

**Аннотация.** Озера болотных котловин севера Пермского Прикамья относительно труднодоступны и сравнительно мало изучены. Интерес к их исследованию обусловлен реликтовым характером их формирования в чашах приледниковых озер, а также современной климатической нестабильностью. На основе прямых полевых исследований (батиметрические съемки 2021 и 2023 гг.) и обработки данных дистанционного зондирования изучены 12 озер болотных котловин. Впервые рассчитан комплекс морфометрических показателей водоемов: длина, максимальная и средняя ширина, площадь, протяженность, коэффициент извилистости береговой линии и другие. Для озер Адово, Челвинское и Нюхти также определены максимальные и средние глубины, общий объем водоема. Отмечено, что выраженные климатические особенности 2023 г. (жаркий и сухой год) могли привести к заметному снижению уровня воды, особенно в оз. Нюхти. В этом случае полученные значения глубин и объема водоема оказываются сниженными относительно нормы. Также зафиксировано, что в данных государственного водного реестра, используемых в качестве справочных, площадь акватории для оз. Большой Кумикуш существенно занижена (на 3,2 %), а у озер Чусовское и Тундра – значительно завышена (на 22,2 и 34,2 % соответственно). Установлено место изученных водоемов в рядах классификации озер по площади, глубинам, показателю удлиненности, степени извилистости береговой линии.

**Ключевые слова:** приледниковая зона, морфометрия, батиметрическая съемка, данные дистанционного зондирования, государственный водный реестр, изменения климата, Камско-Кельтминская низменность, озеро Адово, Чусовское озеро, Челвинское озеро

**Финансирование.** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-77-00086, <https://rscf.ru/project/22-77-00086/>

**Для цитирования:** Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А., Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А. Оценка морфометрических параметров озер болотных котловин севера пермского Прикамья // Географический вестник = Geographical bulletin. 2024. № 2(69). С. 109–123. doi: 10.17072/2079-7877-2024-2-109-123

## HYDROLOGY

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2024-2-109-123

**MORPHOMETRIC PARAMETERS ESTIMATION FOR BOG DEPRESSION LAKES IN  
THE NORTH OF THE PERM KAMA REGION**

Pavel Yu. Sannikov<sup>1</sup>, Sergey V. Kopytov<sup>2</sup>, Ekaterina A. Igosheva<sup>3</sup>, Elizaveta A. Mekhonoshina<sup>4</sup>, Ekaterina A. Novikova<sup>5</sup>,  
Maria K. Pekhtereva<sup>6</sup>, Elizaveta E. Solovyova<sup>7</sup>, Alexandra A. Samarkina<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8</sup> Perm State University, Perm, Russia

<sup>1</sup>sol1430@gmail.com

<sup>2</sup>kopytov@psu.ru

<sup>3</sup>igosevae@gmail.com

<sup>4</sup>elizamkh@mail.ru

<sup>5</sup>novikeea@gmail.com

<sup>6</sup>pehterewa.maria@yandex.ru



## Гидрология

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

<sup>7</sup> solovyva\_liza@bk.ru

<sup>8</sup> alya.samarkina.01@mail.ru

**Abstract.** The lakes of bog depressions in the north of the Perm Kama region are relatively inaccessible and insufficiently studied. The interest in studying these lakes is due to the relict character of their formation in the bowls of glacial lakes as well as the modern climatic instability. On the basis of direct field studies (bathymetric surveys in 2021 and 2023) and remote sensing data processing, we studied 12 lakes of bog depressions. This paper is the first to provide a calculation of a set of morphometric data of the water bodies: length, maximum and average width, area, extent, shoreline sinuosity coefficient and others. For lakes Adovo, Chelvinskoye and Nyukhti, the maximum and average depths and the total volume of the water body were also determined. It is noted that the pronounced climatic features of 2023 (hot and dry year) could lead to a noticeable decrease in water level, especially in Lake Nyukhti. In this case, the obtained values of the water body depths and volume are reduced relative to the norm. It was also found that in the data of the State Water Register, used as reference, the water area for Lake Bolshoi Kumikush is significantly underestimated (by 3.2%), while for lakes Chusovskoye and Tundra – significantly overestimated (by 22.2% and 34.2%, respectively). The study has established the place of the water bodies in question in the rows of lake classification by area, depths, elongation index, and the shoreline sinuosity.

**Keywords:** glacial zone, morphometry, bathymetric survey, remote sensing data, State Water Register, climate change, Kama-Keltma Lowland, Lake Adovo, Lake Chusovskoye, Lake Chelvinskoye

**Funding.** The study was funded by the Russian Science Foundation, project No. 22-77-00086, <https://rscf.ru/project/22-77-00086/>

**For citation:** Sannikov, P.Yu., Kopytov, S.V., Igosheva, E.A., Mekhonoshina, E.A., Novikova, E.A., Pekhtereva, M.K., Solovyova, E.E., Samarkina, A.A. (2024). Morphometric parameters estimation for bog depression lakes in the north of the Perm Kama region. *Geographical Bulletin*. No. 2(69). Pp. 109–123 doi: 10.17072/2079-7877-2024-2-109-123

## Введение

Крупные озера, расположенные на севере Пермского края преимущественно в административных границах Гайнского и Чердынского округов, при всей своей уникальности для территории региона довольно редко оказываются объектами специальных исследований. Во многом это связано с их труднодоступностью для проведения широких полевых и стационарных работ. Также необходимо отметить, что на остальной территории Прикамья озера в болотных депрессиях практически отсутствуют, зато преобладают водоемы карстового и старичного происхождения.

Повышенная концентрация подобных образований на севере (рис. 1), в пределах Камско-Кельтминской (Кумикушский водно-болотный комплекс), Веслянской (Адово-Чугрумский водно-болотный комплекс), Язьвинско-Вишерской (Дорышский водно-болотный комплекс) низменностей, обуславливает необходимость проведения дополнительных исследований их как реликтовых геосистем в морфологической структуре ландшафтов приледниковой зоны московского оледенения [19, 11].

Повышенный интерес к морфологии болотных ландшафтов вызван разнонаправленностью тенденций развития большинства ее элементов [2]. С одной стороны, это расширение озер или появление новых небольших водоемов, а с другой – спуск озер эрозионными процессами с превращением в хасыреи (заторфованные понижения, представляющие собой чаши осушенных озер). В условиях климатических изменений скорость и направление эволюционных изменений ландшафтов могут значительно меняться. Представляется крайне важным на основе морфометрических параметров оценить изменчивость этих реликтов, чувствительных к климатическим флуктуациям.

Хронологически первой обнаруженной нами работой, в которой приведены сводные данные по большей части крупных озер бассейна Верхней Камы, стала опубликованная в 1947 г. монография гидробиолога А.О. Таусон «Водные ресурсы Молотовской области» [26]. В книге, помимо морфометрических показателей (площадь, длина, ширина, глубины), даны обширные сведения о химических (рН, содержание кислорода и др.) и биологических (количественный и качественный состав планктона, бентоса, ихтиофауны, показатели биомассы и др.) параметрах водоемов, указан характер донных отложений. Отметим, что часть морфометрических параметров, имевшихся в распоряжении автора монографии, содержит значительные искажения. Так, озера Большой Кумикуш и Челвинское рассматриваются как единый водоем, имеющий два равноправных названия. Площади ряда озер искажены в большую или меньшую стороны – от двух до восьми раз. Средние глубины некоторых водоемов также представляются весьма сомнительными.

Основным используемым на сегодняшний день источником морфометрических показателей и параметров по крупнейшим озерам региона следует считать справочник «Ресурсы поверхностных

*Гидрология*

*Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.*

вод СССР. Гидрологическая изученность. Том 11. Средний Урал и Приуралье. Выпуск 1. Кама» за 1966 г. [22]. В этом издании, за исключением отдельных водных объектов, опубликованы площади озёр и высотные отметки урезов воды. Эти сведения полностью совпадают с актуальными данными государственного водного реестра [23].

По уровню внимания исследователей среди изучаемого ряда водоемов заметно выделяется оз. Нюхти. В природоохранном сообщении Е.П. Дорофеева [5] впервые приводятся сведения о средней глубине водоема. Последующие работы в основном повторяют морфометрические показатели и параметры [22], дополняя их профильными данными о геологическом строении прилегающих участков [3, 12], ихтиофауне [27], гидрохимии и нефтепромысловом загрязнении [28]. Новые оригинальные данные о морфометрии озера опубликованы в статье А.П. Лепихина и соавторов [13]. Прямое обследование озера позволило уточнить площадь, ширину, длину, среднюю глубину озера и впервые рассчитать средний уклон дна, длину и коэффициент извилистости (изрезанности) береговой линии. Также в работе [13] приведены графики колебания уровня озера за несколько лет наблюдений.

По другим озерам болотных котловин севера Пермского Прикамья нам удалось обнаружить лишь одну публикацию, в которой содержатся новые морфометрические параметры. Это краткое сообщение о предварительных итогах палеолимнологического исследования оз. Новожилово [10], в котором указаны результаты измерения глубин по двум поперечным профилям.

В целом, уровень изученности морфометрии озёр болотных котловин севера Пермского края мы оцениваем как относительно низкий. Во-первых, набор таких данных включает лишь площадь и высоту уреза воды (не по всем озерам). Во-вторых, сами эти данные опубликованы в 1966 г. и с тех пор не подвергались проверке, корректировке. За более чем полвека размеры и конфигурация глубин озёр могли измениться. Более-менее полные альтернативные сведения, полученные современными средствами измерений, имеются лишь для оз. Нюхти [13]. В этой связи обновление имеющихся данных представляется вполне актуальным.

Озерные отложения, кроме того, часто становятся объектами изучения динамики палеогеографической обстановки. Скорость накопления донных отложений отражает изменения гидрологического режима в результате смены геоботанических и климатических условий. Озерные отложения изучаются различными методами: палинологическим, карпологическим, хирономидным, диатомовым анализом, радиоуглеродным датированием, потерь при прокаливании и рядом других. В совокупности это позволяет получить подробную непрерывную летопись гидрологических, ландшафтных и климатических событий локального и регионального уровней.

Согласно сведениям из базы данных палеоархивов позднего плейстоцена и голоцена Пермского Прикамья – PaleoPerm [15], среди изученных палеоархивов региона 2 % представляют собой озерный осадок [15]. Это отложения озёр Круглое [29, 31], Вяткинское [29, 32] и Осинное [29]. В настоящее время в процессе обработки находятся отложения озёр Новожилово и Чёлвинское. В целом, дальнейшее изучение озерных седиментов Пермского Прикамья представляется весьма перспективным. Учитывая это, обновленные морфометрические параметры озёр болотных котловин определенно будут иметь большую ценность в качестве вспомогательных данных.

Цель работы: рассчитать комплекс морфометрических показателей для озёр болотных котловин севера Пермского Прикамья.

Поставленные задачи:

- провести батиметрическую съемку озёр Адово, Чёлвинское и Нюхти;
- на основе ДДЗ и результатов батиметрии рассчитать основные морфометрические показатели озёр болотных котловин севера Пермского Прикамья;
- сравнить полученные данные со сведениями, имеющимися в литературе и государственном водном реестре.

## Гидрология

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

## Материал и методика

Исследуемые водоемы (рис. 1) расположены на слабоволнистых субгоризонтальных поверхностях с преобладанием различной болотной растительности, в которую вкраплены озера или озёрки. В пределах склонов болотных котловин также могут встречаться небольшие водоемы («лаги») – они приурочены к местам изменения уклона поверхности болота, где приток воды со склонов вышерасположенных участков болота не компенсируется оттоком из нижних горизонтов. Также местами развита нечастая эрозионная сеть и линии стекания болотных вод. Озера имеют чаще всего изометричную, округлую форму и беспорядочно разбросаны по болотным депрессиям. Встречаются также озера вытянутой формы, представляющие, по-видимому, участки русел древних прарек (например, озеро Нахты) [18].

Фондовые данные инженерных изысканий, проведенных под строительство Верхне-Камского водохранилища третьей партией Камской экспедиции ВСЕГЕИ (1938–1939 гг.), Камской и Вишерской партией Всесоюзного гидрогеологического треста (1958 г.), свидетельствуют о геолого-геоморфологических особенностях болотных массивов Камско-Кельтминской и Язьвинско-Вишерской низменностей [7]. В геоморфологическом отношении болота и озера расположены в пределах первой надпойменной террасы верхнечетвертичного возраста (времени молого-шекснинского и осташковского стадиялов). Абсолютные отметки воды в озерах Камско-Кельтминской низменности изменяются в интервале 128–131 м, Язьвинско-Вишерской низменности – 120–130 м (табл. 1). Превышение над урезом р. Камы – 5–8 м, р. Вишеры – 24 м.

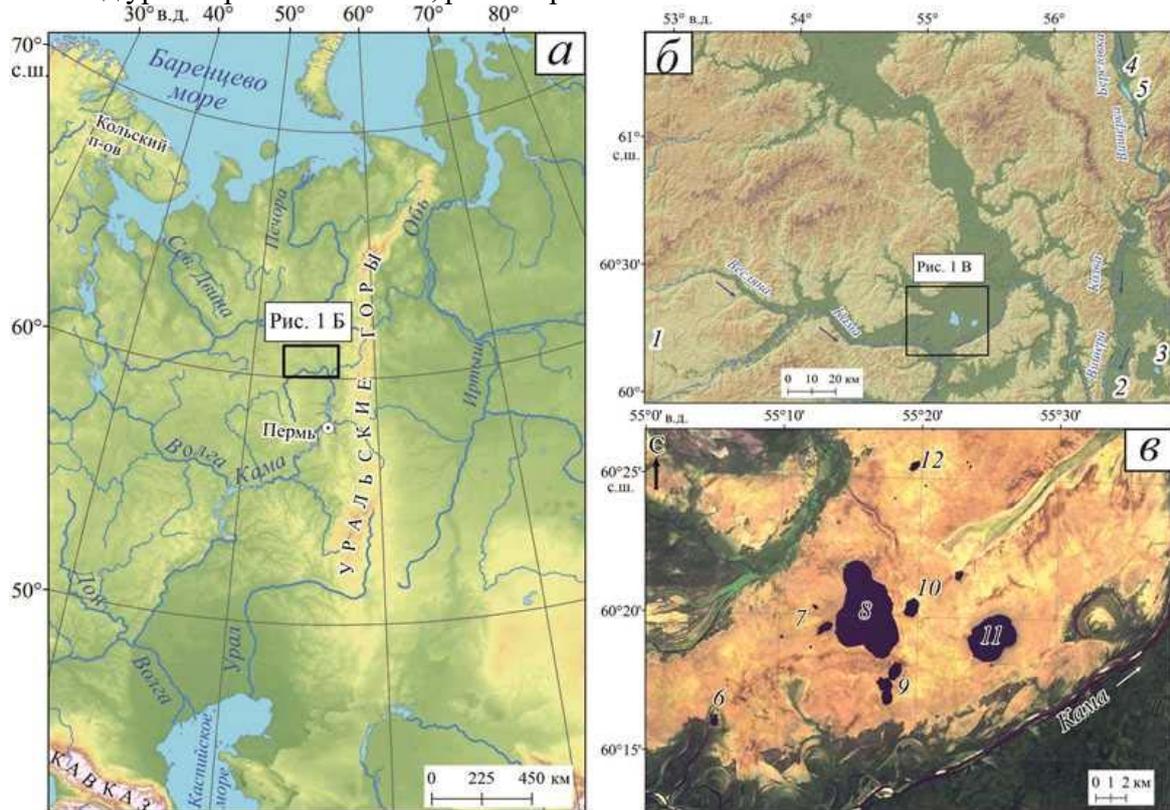


Рис. 1. Географическое положение объектов исследования.

А – севера Пермского Прикамья на Восточно-Европейской равнине; Б – изученных озер болотных котловин;

В – изученных озер в пределах Кумикушского водно-болотного комплекса

Fig. 1. Geographical location of the study objects.

A – north of the Perm Kama region on the East European Plain; Б – studied bog depression lakes;

B – studied lakes within the Kumikush Wetland.

С.Г. Дубейковский [6] относит поверхность Адово-Чугрумского водно-болотного комплекса и оз. Адово к флювиогляциальной равнине времени днепровского оледенения, в которую вложены

## Гидрология

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

голоценовые болотные массивы. Абсолютная отметка уреза в оз. Адово – 160 м, превышение над уровнем воды в р. Весляне – 28 м.

Озера Чусовское и Березовское расположены в Колво-Вишерской депрессии. Эта котловина дренируется впадающей в Чусовское озеро р. Берёзовкой и ее многочисленными притоками. В южной части озера берет начало р. Вишерка, впадающая в р. Колву. Борты депрессии пологие и сглаженные. Абсолютные отметки урезом Чусовского озера и озера Березовское – 127 и 129 м соответственно.

*Материал.* Для расчета морфометрических показателей и параметров озер (исключая объем и глубины) использовались космические снимки сверхвысокого разрешения из открытых картографических сервисов ESRI, Google, Bing, Yandex [24]. Пиксельное разрешение снимков – 1,0–2,5 м.

Для определения средней и максимальной глубины использованы данные собственных батиметрических съемок трех озёр, проведенных в августе 2021 г. (оз. Чёлвинское) и в июле 2023 г. (оз. Адово и Нюхти).

*Методика.* Батиметрическая съемка проводилась в летнее время на лодке с мотором при помощи эхолота LOWRANCE FISHHUNTER PRO. Во время съемки лодка двигалась по маршруту в виде концентрических кругов в направлении от берега к центру озера. Движение лодки контролировалось при помощи заранее записанного на GPS-приемник маршрута. Запись координат каждого измерения глубины также проводилась при помощи GPS-приемника.

Пространственный анализ данных проведен в программе ArcGIS (ESRI) с использованием космических снимков сверхвысокого разрешения [24]. Анализируемые морфометрические параметры включали в себя: длину береговой линии, площадь, длину и максимальную ширину, малую и большую оси, объем озера.

Векторизация контура озера проведена по космическим снимкам в масштабе 1: 10 000.

Расчет морфометрических показателей и параметров проводился согласно Н.А. Соломенцеву [25].

*Площадь озера  $A$  ( $m^2$ )* – площадь водной поверхности (акватории) без островов.

*Длина озера  $L$  (м)* – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками берегов, считая по водной поверхности. При неправильном очертании водоема длина рассчитывается путем суммирования длин отдельных отрезков, идущих по воде.

*Ширина озера  $B$  (м)*. Различают максимальную ширину  $B_{\max}$ , определяемую как расстояние между наиболее удаленными точками в перпендикулярном направлении к линии его длины, и среднюю ширину  $B_{\text{ср}}$  – отношение площади озера ( $A$ ) к его длине ( $L$ ).

*Большая ось озера  $l_{\text{бол}}$  (м)* представляет собой прямую, соединяющую наиболее удаленные точки берегов. При ее проведении можно пересекать береговую линию озера.

*Малая ось озера  $l_{\text{мал}}$  (м)* проводится в месте наибольшей ширины озера перпендикулярно к большой оси.

*Коэффициент извилистости береговой линии  $t$*  определяется как отношение длины береговой линии  $S$  к длине окружности круга, площадь которого равна площади озера  $w$ .

Расчет объема воды  $V$  ( $m^3$ ) выполнен в два этапа. Первый этап заключается в подготовке двух растров: водной поверхности с нулевыми значениями и глубин дна озера по данным батиметрической съемки. При построении растровых поверхностей использовался алгоритм «интерполяция по методу обратно взвешенных расстояний» [30, 33]. Второй этап – расчет объема воды в озере путем сравнения друг с другом заранее подготовленных растров поверхности водоема и его дна.

*Средняя глубина озера  $h_{\text{ср}}$  (м)* определяется отношением объема воды ( $V$ ) к площади акватории ( $A$ ). *Максимальная глубина озера  $h_{\max}$*  определяется путем выборки из данных промеров глубин.

*Показатель открытости  $A/h_{\text{ср}}$*  определяется отношением площади озера  $A$  к его средней глубине  $h_{\text{ср}}$  [25].

*Коэффициент удлиненности  $K_{\text{удл}}$*  рассчитывается как отношение длины к средней ширине [4].

*Гидрология*

*Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.*

**Результаты**

Фотографии береговой линии, спутниковые изображения и карты глубин озер Адово, Челвинское и Нюхти показаны на рис. 2.



## Гидрология

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

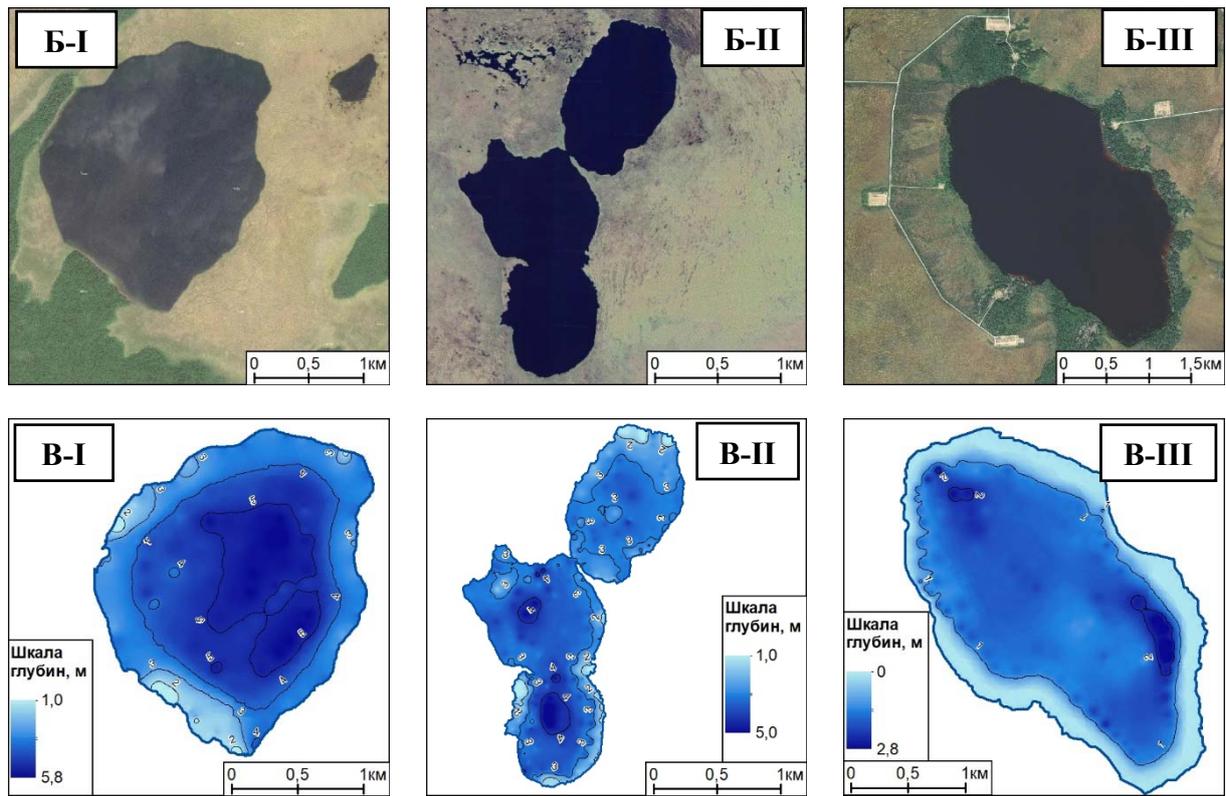


Рис. 2. Озера Адово (I), Челвинское (II), Нюхти (III).

А – фото береговой линии; Б – космический снимок; В – карта глубин,  
полученная на основе данных батиметрической съемки

Fig. 2. Lakes Adovo (I), Chelvinskoye (II), and Nyukhti (III).

A – a shoreline photo; Б – a satellite image; В – a depth map based on bathymetric survey data

Результаты расчета морфометрических параметров изученных водоемов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Морфометрические параметры озер болотных котловин севера Пермского Прикамья  
Morphometric parameters of bog depression lakes in the north of the Perm Kraia region

Морфометрические параметры	Адово	Тундра	Малый Кумикуш	Большой Кумикуш	Восточный Малый Кумикуш	Северный Кумикуш	Челвинское	Новожилово	Чусовское	Березовское	Дикое	Нюхти
Абсолютная высота уреза, м	160	124,5	131,5	130,2	131	128,6	130,1	131	127	129	121	133
Площадь, м <sup>2</sup>	3 639 821	417 312	533 577	18 393 146	942 798	326 312	2 120 434	7 235 310	15 880 807	2 143 131	1 126 533	5 413 873
Длина, м	2 512	1 238	1 329	6 809	1 330	894	3 064	3 508	9 791	2 613	1 779	3 696
Максимальная ширина, м	2 055	616	584	3 988	920	500	1 108	2 590	2 575	1 046	857	1 996
Средняя ширина, м	1 449	337	401	2 701	709	365	692	2 062	1 622	820	633	1 465
Большая ось, м	2 512	1 187	1 329	6 809	1 330	894	2 949	3 508	9 752	2 613	1 779	3 696
Малая ось, м	2 055	608	584	3 988	920	500	1 162	2 590	2 575	1 046	857	1 996
Длина береговой линии, м	8 012	4 499	3 514	19 566	3 973	2 343	10 293	10 663	25 982	7 297	4 559	10 242
Коэффициент извилистости береговой линии	1,18	1,96	1,36	1,29	1,15	1,16	1,99	1,12	1,84	1,41	1,21	1,24
Объем воды, м <sup>3</sup>	15 283 925	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	6 687 520	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	5 956 873
Максимальная глубина, м	5,80	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	5,00	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	2,80
Средняя глубина, м	4,20	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	3,15	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	1,10
Показатель открытости	0,87	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	0,67	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	4,92
Коэффициент удлиненности	1,73	3,6	3,3	2,5	1,8	2,4	4,4	1,7	6,03	3,1	2,8	2,5

\* Примечание. н.д. – нет данных

## Гидрология

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

Проведенные расчеты показали, что наибольшей площадью акватории обладает оз. Большой Кумикуш. Оно же является и самым широким из представленных. Чусовское озеро имеет максимальную протяженность береговой линии и длину. Среди трех озер, на которых выполнялись батиметрические измерения, оз. Адово заметно превосходит остальные по глубине (средней и максимальной) и объему. Классификация по средним и максимальным глубинам [8] делит озера на 6 групп: с очень малой глубиной (меньше 3,12 м), с малой (3,12–6,25 м), со средней (6,25–12,5 м), с повышенной (12,5–25 м), с большой (25–50 м) и с очень большой глубиной (более 50 м). Из рассматриваемых озер Адово и Челвинское, как и большинство водоемов Кумикушского водно-болотного комплекса, относятся к озерам с малой максимальной глубиной. Нюхти в этой классификации попадает в группу с очень малой глубиной.

Разделение озер С.П. Китаевым по показателям средней глубины следующее: очень малые (меньше 2 м), малые (2–4 м), средние (4–8 м), большие (8–16 м) и очень большие (больше 16 м). Значения средних глубин в рассматриваемых озерах меняются от 1,1 до 4,2 м. По средней глубине Адово относится к категории средних водоемов, Челвинское – к группе малых, а Нюхти – очень малых озер.

По показателю удлиненности выделяют следующие группы озер: округлой формы (<1,5), близкие к округлой форме (1,5–3), близкие к овальной форме (3–5), овально-удлиненные (5–7), удлиненные (7–10), вытянутые в виде борозды (>10). Для исследуемых озер коэффициент удлиненности котловины озер менялся в широких пределах (от 1,7 до 6,03 при среднем значении 2,9). Преобладают водоемы близкие к округлой форме. Тундра, Малый Кумикуш, Челвинское относятся к близким к овальной форме. Чусовское озеро благодаря высокому значению коэффициента оказалось в группе овально-удлиненной формы.

По степени извилистости береговой линии С.В. Григорьев [4] выделяет слабоизрезанные (2,0–6,0), среднеизрезанные (6,1–9,0), сильноизрезанные (>9,1) водоемы. Рассчитанные величины коэффициента у изученных озер колеблются от 1,12 до 1,99, все они относятся к категории слабоизрезанных водоемов.

## Обсуждение

Из рассматриваемых в работе морфометрических параметров в государственном водном реестре (далее – ГВР) имеются сведения [23] о площади водного зеркала всех, кроме озер Северный Кумикуш и Челвинское. Эти значения полностью совпадают с данными Справочника гидрологической изученности 1966 г. [22] и используются в качестве официальной справочной информации. Сравнение официальных значений и данных, полученных в ходе настоящего исследования, показано в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение площади озер болотных котловин севера Пермского Прикамья  
Areas of bog depression lakes in the north of the Perm Kama region

Озера	Площадь акватории, км <sup>2</sup> *	
	по данным [22; 23]	по собственным данным
Адово	3,68	3,64
Большой Кумикуш	17,80	18,39
Малый Кумикуш	0,48	0,53
Тундра	0,56	0,42
Восточный Малый Кумикуш	0,92	0,94
Северный Кумикуш	н.д.	0,33
Челвинское	н.д.	2,12
Новожилово	7,12	7,24
Нюхти	5,40	5,41
Дикое	1,12	1,13
Чусовское	19,40	15,88
Березовское	2,08	2,14

\* Примечание. н.д. – нет данных

## Гидрология

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

По большей части водоемов значения площади водного зеркала получились очень близкими к официальным данным ГВР. Расхождения составили в среднем около 0,04 км<sup>2</sup> и 2,7 % от реальной площади.

Сравнительно большие расхождения отмечены для озер Большой Кумикуш, Чусовское, Тундра.

В данных ГВР реальная площадь оз. Большой Кумикуш занижена на 0,59 км<sup>2</sup>. Учитывая достаточно большую общую площадь этого водоема, такая ошибка вполне могла быть вызвана погрешностью исходного метода измерения (картометрический: палеткой с разбивкой на квадраты по 0,04 км<sup>2</sup> или планиметром [22]) и/или базовой топографической карты.

Обратная ситуация характерна для площади озер Чусовское и Тундра. В данных ГВР реальная площадь этих водоемов значительно завышена – на 3,52 и 0,14 км<sup>2</sup> соответственно. Для каждого озера такая ошибка представляется весьма существенной, поскольку соответствует отклонению в 22,2 и 34,2 % от реальной площади. Вероятными причинами столь значительных расхождений могут быть погрешность при измерении картометрическим способом, неточность базовой топографической карты, естественное снижение площади озера, вызванное его постепенным обмелением, зарастанием сплавиной (за более чем 50 лет) или же сочетание этих причин.

Утверждение, что оз. Чусовское – крупнейшее по площади в регионе, довольно широко распространено в учебной и научной литературе [21, 20, 17, 16, 9]. Наши данные однозначно указывают на ошибочность этого тезиса. По площади водного зеркала оз. Большой Кумикуш заметно больше Чусовского озера – 18,39 и 15,88 км<sup>2</sup>.

По озерам Северный Кумикуш и Челвинское данные о площади акватории в ГВР отсутствуют.

Полученные нами значения очень близки к морфометрическим параметрам оз. Нюхти, зафиксированным в исследовании А.П. Лепихина с соавторами [13]. Имеются некоторые отличия в площади акватории, максимальной ширины и длины береговой линии озера. Вероятно, это обусловлено различиями в исходных данных. Наши измерения основаны на ДДЗ, в то время как измерения [13] проводились по крупномасштабной электронной карте.

Следует учесть метеорологические особенности 2021 и 2023 гг. (рис. 3), когда проводились батиметрические съемки озер. По данным метеостанции Чердынь [1], 2021 г. по средним температурам и сумме осадков был близок к климатической норме за период 1991–2020 гг. Напротив, 2023 г. был необычно жарким и засушливым.

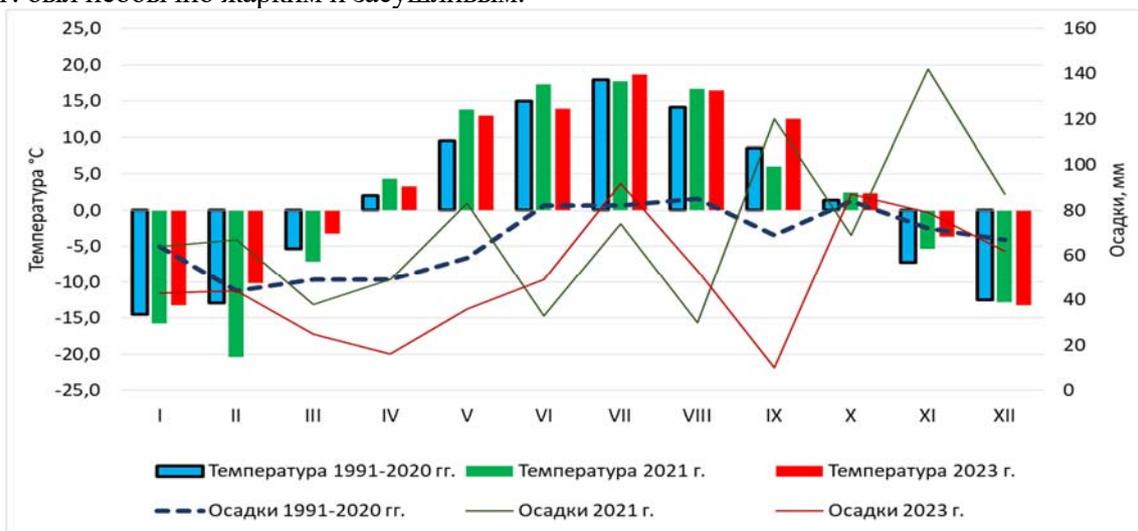


Рис. 3. Климатические особенности района исследований 2021 и 2023 гг. в сравнении с нормой 1991–2020 гг.

Fig. 3. Climatic features of the study area in 2021 and 2023 in comparison with the 1991–2020

*Гидрология*

*Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.*

Вероятно, зафиксированные в августе 2023 г. в озерах Адово и Нюхти глубины могли быть несколько меньше, чем глубины, характерные для среднемноголетнего уровня воды в озере. В большей степени жаркий и сухой 2023 г. мог повлиять на результаты измерений для более мелководного оз. Нюхти. Так, по данным [13], амплитуда колебаний летних уровней за период 1998–2006 гг. составляла 0,2–0,6 м.

В развитии озера выделяют стадии юности, зрелости, старости и угасания [14]. В зрелом возрасте на дне озер накапливаются минеральные и органические осадки, которые перекрывают мелкие неровности дна. Под воздействием волн берега становятся пологими, формируются отмели, глубины нарастают постепенно. В прибрежной части хорошо выражены зоны воздушно-водных плавающих и подводных растений. Цвет воды изменяется от зеленого до светло-желтого. Обилие микроскопических водорослей уменьшает ее прозрачность.

Водоемы, достигшие стадии старости, отличаются мелководностью. Котловины их заполнены большой толщей озерных осадков. Дно и берега плоские. Водная растительность занимает большую часть или всю площадь озера. Вода имеет коричневатый оттенок. Заключительный этап развития водоемов – угасание, когда они зарастают и превращаются в болота. На стадии угасания озеро заполняется торфом, превращается в непроходимое болото.

На основании исследований рельефа дна можно сделать следующие выводы. В случае относительно плоского дна (озеро Нюхти) мы имеем, по-видимому, дело со стадией старости. Ровному рельефу дна в значительной степени способствуют иловые отложения, медленно осаждаясь, они нивелируют рельеф и со временем заполняют всю котловину озера. Рельеф дна с небольшими воронкообразными впадинами (Адово, Челвинское) характеризует стадию относительной зрелости.

**Заключение**

Морфометрия озер болотных котловин севера Пермского Прикамья сравнительно слабо изучена. В качестве официальных справочных данных государственного водного реестра используются сведения, полученные картометрическим методом в середине прошлого столетия. В этот набор входят лишь сведения о площади акватории и высоте уреза воды, для части водоемов неизвестные.

На основе данных дистанционного зондирования субметрового разрешения, а также при помощи прямых полевых обследований водоемов (батиметрическая съемка) рассчитан ряд морфометрических показателей: площадь, длина, максимальная и средняя ширина, большая и малая оси, длина береговой линии, коэффициент извилистости береговой линии, объем воды, максимальная и средняя глубины, показатель открытости водоема.

Сравнением сведений из государственного водного реестра и данных настоящей работы установлено, что справочная площадь акватории существенно занижена для оз. Большой Кумикуш (на 3,2 %) и значительно завышена для озер Чусовское и Тундра (на 22,2 и 34,2 % соответственно).

По геоморфологическому положению все изученные водоемы можно отнести к районам распространения так называемых приледниковых озер различных стадий. К более древнему (днепровскому) возрасту примыкает водноледниковая равнина, на которой расположено оз. Адово. Абсолютная отметка уреза и превышение над уровнем ближайшей реки (Весляны) имеет самые большие значения. Котловины озер Кумикушского водно-болотного комплекса характеризуются наименьшим превышением над урезом реки (Камы) – всего 5–8 м. Озера Дикое и Нюхти, расположенные в Язьвинско-Вишерской низменности, имеют относительную высоту 24 м.

Значительная часть озер причислена к категориям «малых» и «небольших» с величиной водной поверхности от 0,4 до 7 км<sup>2</sup>. Озера Чусовское и Большой Кумикуш характеризуются как средние озера, озера Адово и Челвинское с максимальными глубинами 5,8 и 5,0 м – как водоемы с малой максимальной глубиной. Значительная часть исследуемых озер имеет показатель удлиненности 1,7–3,1 и по форме очертаний водной поверхности близка к кругу или овалу.

## Гидрология

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

## Список источников

1. Булыгина О.Н., Веселов В.М., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России: Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620549. URL: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных> (дата обращения: 15.12.2023).
2. Викторов А.С., Орлов Т.В., Трапезникова О.Н., Капралова В.Н., Архипова М.В. Закономерности распределения площадей озер эрозионно-термокарстовых равнин // Доклады РАН. Науки о Земле. 2020. Т. 491, № 2. С. 108–111. <https://doi.org/10.31857/S2686739720040192>
3. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во Пермского университета, 1992. 200 с.
4. Григорьев С.В. О некоторых определениях и показателях в озероведении // Труды Карельского филиала АН СССР. 1959. № 18. С. 29–45.
5. Дорофеев Е.П. Озеро Нюхти // Бережь природу Прикамья. 1971. № 2. С. 121–122.
6. Дубейковский С.Г. Геологическая карта СССР (карта четвертичных отложений). Пермская серия – Лист Р-39-XXXV. Масштаб 1:200 000. М: МинГео СССР, 1979.
7. Зилинг Д.Г., Капитанова К.В., Кулагин С.И., Галушкин Ю.А., Симонов А.Н., Корганова Л.С. Отчет о результатах инженерно-геологических исследований, проведенных Камской партией в зоне проектируемого Верхне-Камского водохранилища (на участке от с. Бондог до с. Гайны) в 1958–59 гг. М.: Мингео СССР, 1960. 830 с.
8. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 395 с.
9. Копылов И.С. Геоэкология, гидрогеология и инженерная геология Пермского края. Пермь: ПГНИУ, 2021. 501 с.
10. Копытов С.В., Санников П.Ю., Мехоношина Е.А. Предварительные результаты палеолимнологических исследований на озере Новожилово (Камско-Кельтминская низменность, бассейн Верхней Камы) // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Пермь: ПГНИУ, 2023. С. 113–117.
11. Лавров А.С., Потапенко Л.М. Неоплейстоцен северо-востока Русской равнины. М.: Аэрогеология, 2005. 348 с.
12. Лаврова Н.В., Галинова О.В., Богомаз М.В. К вопросу об образовании озера Нюхти в северной части Соликамской депрессии // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2021. Т. 4, № 41. С. 80–82.
13. Летихин А.П., Мирошниченко С.А., Богомолов А.В. Особенности влияния объектов нефтедобычи на экологическое состояние озера Нюхти // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2009. № 5. С. 76–98.
14. Лесенко В.К. Псковские озера. Л.: Лениздат, 1988. 112 с.
15. Мехоношина Е.А., Копытов С.В., Санников П.Ю., Шумиловских Л.С. База данных палеоархивов позднего плейстоцена и голоцена Пермского Прикамья – PaleoPerm // Антропогенная трансформация природной среды. 2022. Т. 8, № 1. С. 58–77. <https://doi.org/10.17072/2410-8553-2022-1-58-77>
16. Мышлявцева С.Э. Туризм в Пермском крае: учебно-методическое пособие. Пермь: ПГНИУ, 2012. 140 с.
17. Назаров Н.Н. География Пермского края: учебное пособие. Часть I. Природная (физическая) география. Пермь: Изд-во Пермского университета, 2006. 139 с.
18. Назаров Н.Н., Копытов С.В. Этапы формирования речной сети бассейна верхней Камы в плейстоцене // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2020. Т. 162, № 1. С. 180–200.
19. Назаров Н.Н., Фролова И.В. Возраст и современное развитие ландшафтов Камско-Кельтминской низменности (бассейн верхней Камы) // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2022. № 5. С. 41–51.
20. Назаров Н.Н., Шарыгин М.Д. География. Пермская область: учебное пособие. Пермь: Книжный мир, 1999. 248 с.
21. Николаев С.Ф., Степанов М.Н., Чепкасов П.Н. География Пермской области: учебное пособие для учащихся восьмилетней и средней школы. Пермь: Пермское книжное издательство, 1973. 136 с.
22. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Том 11. Средний Урал и Приуралье. Вып. 1. Кама / ред. В.В. Николаенко. Главное управление гидрометеорологической службы при совете министров СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1966. 324 с.
23. Сведения из государственного водного реестра по озерам Адово, Тундра, Малый Кумикуш, Большой Кумикуш, Челвинское, Восточный Малый Кумикуш, Северный Кумикуш, Новожилово, Дикое, Нюхти, Чусовское, Березовское. Предоставлены Камским БВУ 16.11.2023.
24. Снимки сверхвысокого разрешения из открытых картографических сервисов ESRI, Google, Bing, Yandex.
25. Соломенцев Н.А., Львов А.М., Симиренко С.Л., Чекмарев В.А. Гидрология суши. Л.: Гидрометеоздат, 1976. С. 38–40.
26. Таусон А.О. Водные ресурсы Молотовской области. Молотов: МолотовГИЗ, 1947. 326 с.
27. Федорова А.А., Леонгарт А.О. Ихтиофауна озера Нюхти // Фундаментальные и прикладные исследования в биологии и экологии: материалы региональной с международным участием студенческой научной конференции / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. С. 103–106.
28. Чайкин С.А. Экогеохимическое состояние поверхностных вод для оценки трансформации экосистем на территории староосвоенных месторождений Пермского края // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 1. С. 12–18.
29. Шумиловских Л.С., Санников П.Ю. История Кунгурской лесостепи в голоцене: проблематика, подходы и первые результаты // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2018. Т. 42, № 4. С. 487–496.
30. Philip G.M., Watson D.F. A Precise Method for Determining Contoured Surfaces // Australian Petroleum Exploration Association Journal. 1982. Vol. 22, Iss. 1. P. 205–212. URL: <https://doi.org/10.1071/AJ81016>
31. Shumilovskikh L.S., Sannikov P. Yu., Efimik E. G., Shestakov I. E., Mingalev V. V. Long-term ecology and conservation of the Kungur forest-steppe (pre-Urals, Russia): case study Spasskaya Gora // Biodiversity and Conservation. 2021. Vol. 30, Iss. 13. P. 4061–4087. URL: <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02292-7>

## Гидрология

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

32. Shumilovskikh L.S., Schlütz F., Lorenz M., Tomaselli B. Non-pollen palynomorphs notes: 3. Phototrophic loricate euglenoids in palaeoecology and the effect of acetolysis on *Trachelomonas loricata*. Review of Palaeobotany and Palynology. 2019. Vol. 270. P. 1–7. URL: <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2019.06.017>

33. Watson D.F., Philip G.M. A Refinement of Inverse Distance Weighted Interpolation // Geoprocessing. 1985. Vol. 2, Iss. 4. P. 315–327.

## References

1. Buly`gina O.N., Veselov V.M., Razuvaev V.N., Aleksandrova T.M. Description of the array of urgent data on the main meteorological parameters at the stations of Russia: Certificate of state registration of the database No. 2014620549. Available from: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных> (Accessed: 15 December 2023).
2. Viktorov A.S., Orlov T.V., Trapeznikova O.N., Kapralova V.N., Arxipova M.V. (2020) Distribution laws for lake areas within thermokarst plains with fluvial erosion. *Reports of the Russian Academy of Sciences. Earth Sciences*. 491(2). P. 108–111. <https://doi.org/10.31857/S2686739720040192>
3. Gorbunova K.A., Andrejchuk V.N., Kostarev V.P., Maksimovich N.G. (1992) *Karst i peshery` Permskoj oblasti* [Karst and caves of the Perm region]. Perm, Publishing house of Perm University. 200 p. (in Russian)
4. Grigor`ev S.V. (1959) *O nekotory`x opredeleniyax i pokazatelyax v ozerovedenii* [On some definitions and indicators in lake science]. *Trudy` Karel`skogo filiala AN SSSR*. (18). P. 29–45.
5. Dorofeev E.P. (1971) *Ozero Nyukhti* [Lake Nyukhti]. *Berech` prirodu Prikam`ya*. (2). P. 121–122.
6. Dubejkovskij S.G. (1979) Geological map of the USSR (map of Quaternary deposits). Permian series - Sheet P-39-XXXV. Scale 1:200 000. Moscow, MinGeo SSSR.
7. Ziling D.G., Kapitanova K.V., Kulagin S.I., Galushkin Yu.A., Simonov A.N., Korganova L.S. (1960) Report on the results of engineering and geological research conducted by the Kama party in the area of the projected Upper Kama reservoir (in the section from Bondyug village to Gainy village) in 1958–59. Moscow, MinGeo SSSR. 830 p.
8. Kitaev S.P. (2007) *Osnovy` limnologii dlya gidrobiologov i ixtiologov* [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk, KarRC RAS. 395 p.
9. Kopy`lov I.S. (2021) *Geoe`kologiya, gidrogeologiya i inzhenernaya geologiya Permskogo kraja*. [Geoecology, hydrogeology and engineering geology of Perm Krai]. Perm, PSU. 501 p.
10. Kopy`tov S.V., Sannikov P.Yu., Mexonoshina E.A. (2023) Preliminary results of palaeolimnological studies at Lake Novozhilovo (Kamsko-Keltma lowland, Upper Kama basin). Modern problems of reservoirs and their catchments: Proceedings of IX All-Russian scientific-practical conference with international participation. Perm, PSU. P. 113–117.
11. Lavrov A.S., Potapenko L.M. (2005) *Neoplejstocen severo-vostoka Russkoj ravniny`*. [Neopleistocene of the north-eastern Russian Plain]. Moscow, Ae`rogeologiya. 348 p.
12. Lavrova N.V., Galinova O.V., Bogomaz M.V. (2021) On the formation of Lake Nyukhti in the northern part of the Solikamsk Depression. *Geology and Mineral Resources of the Western Urals*. 4(41). P. 80–82.
13. Lepixin A.P., Miroshnichenko S.A., Bogomolov A.V. (2009) Specific features of oil production plant`s impact on the Lake Nyukhti ecological condition. *Water economy of Russia: problems, technologies, management*. 5. P. 76–98.
14. Lesnenko V.K. (1988) *Pskovskie ozera*. [Lakes of Pskov]. Leningrad, Lenizdat. 112 p.
15. Mekhonoshina E., Kopytov S., Sannikov P., Shumilovskikh L. (2022) The database of Late Pleistocene and Holocene paleoarchives in the Perm Kama region – PaleoPerm. *Anthropogenic Transformation of Nature*, 8(1), pp. 58–77. <https://doi.org/10.17072/2410-8553-2022-1-58-77>
16. My`shlyavceva S.E. (2012) Tourism in Perm Krai: educational and methodological manual. Perm, PSU. 140 p.
17. Nazarov N.N. (2006) *Geografiya Permskogo kraja: uchebnoe posobie. Chast` I. Prirodnaya (fizicheskaya) geografiya*. [Geography of Perm Krai: textbook. Part I. Natural (physical) geography]. Perm, Perm University Publishing House. 139 p.
18. Nazarov N.N., Kopy`tov S.V. (2020) Stages of river network formation in the upper Kama basin in the Pleistocene. *Scientific Notes of Kazan University. Series: Natural Sciences*. 162(1). P. 180–200.
19. Nazarov N.N., Frolova I.V. (2022) Age and modern development of landscapes of the Kamsko-Keltminskaya lowland (upper Kama basin). *Vestnik of the Moscow State University. Moscow Univ. Ser. 5. Geography*. 5. P. 41–51.
20. Nazarov N.N., Shary`gin M.D. (1999) *Geografiya. Permskaya oblast` : uchebnoe posobie*. [Geography. Perm region: textbook]. Perm, Knizhny`j mir. 248 p.
21. Nikolaev S.F., Stepanov M.N., Chepkasov P.N. (1973) *Geografiya Permskoj oblasti: uchebnoe posobie dlya uchashhixsya vos`mi-letnej i srednej shkoly`*. [Geography of the Perm Oblast: textbook for eight-year and secondary school students]. Perm, Knizhny`j mir. 136 p.
22. Nikolaenko V.V. (ed.). Surface water resources of the USSR. Hydrological study. Middle Urals and Urals. Kama. 11(1). Main Directorate of Hydrometeorological Service under the Council of Ministers of the USSR. Leningrad, Gidrometeorologicheskoe izdatel`stvo. 324 p.
23. Information from the State Water Register on lakes Adovo, Tundra, Maly Kumikush, Bolshoy Kumikush, Chelvinskoye, Vostochny Maly Kumikush, Severny Kumikush, Novozhilovo, Dikoye, Nyukhti, Chusovskoye, Berezovskoye. Provided by Kamskiy BWMO on 16.11.2023.
24. Super-resolution images from open map services ESRI, Google, Bing, Yandex.
25. Solomencev N.A., L`vov A.M., Simirenko S.L., Chekmarev V.A. (1976) *Gidrologiya sushy*. [Terrestrial hydrology]. Leningrad, Gidrometeoizdat. P. 38–40.
26. Tauson A.O. (1947) *Vodny`e resursy` Molotovskoj oblasti*. [Water resources of the Molotov region]. Molotov, MolotovGIZ. 326 p.
27. Fedorova A.A., Leongart A.O. (2016) Ichthyofauna of Lake Nyukhti // Fundamental and applied research in biology and ecology: Materials of the regional student scientific conference with international participation. Perm, PSU. P. 103–106.
28. Chajkin S.A. (2013) Ecogeochemical state of surface waters for assessment of ecosystem transformation in the territory of old-developed fields of Perm Krai. *Environmental protection in oil and gas sector*. 1. P. 12–18.

## Гидрология

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

29. Shumilovskikh L., Sannikov P. (2018) *Istoriya Kungurskoj lesostepi v golocene: problematika, podhody i pervye rezul'taty* [The history of the Kungur foreststeppe in the Holocene: problems, approaches and first results]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennyye nauki*. 42(4), pp. 487–496.

30. Philip G.M., Watson D.F. (1982) A Precise Method for Determining Contoured Surfaces. *Australian Petroleum Exploration Association Journal*. 22(1). P. 205–212. <https://doi.org/10.1071/AJ81016>

31. Shumilovskikh L., Sannikov P., Efimik E., Shestakov I., Mingalev V. (2021) Long-term ecology and conservation of the Kungur forest-steppe (pre-Urals, Russia): case study Spasskaya Gora. *Biodiversity and Conservation*, 30 (13), pp. 4061–4087. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02292-7>

32. Shumilovskikh L., Schlütz F., Lorenz M., Tomaselli M. (2019) Non-pollen palynomorphs notes: 3. Phototrophic loricated euglenoids in paleoecology and the effect of acetolysis on Trachelomonas loricae. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 270, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2019.06.017>

33. Watson D.F., Philip G.M. (1985) A Refinement of Inverse Distance *Weighted Interpolation*. *Geoprocessing*. 2(4). P. 315–327.

Статья поступила в редакцию: 23.02.24, одобрена после рецензирования: 03.04.24, принята к опубликованию: 13.05.24

The article was submitted: 23 February 2024; approved after review: 3 April 2024; accepted for publication: 13 May 2024.

## Информация об авторах

**Павел Юрьевич Санников**

кандидат географических наук, доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, заведующий лабораторией эколого-геоинформационных систем, Пермский государственный национальный исследовательский университет; 614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: sol1430@gmail.com

**Сергей Владимирович Копытов**

кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтной экологии, доцент кафедры картографии и геоинформатики, Пермский государственный национальный исследовательский университет; 614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: kopytov@psu.ru

**Екатерина Андреевна Игошева**

соискатель географического факультета, Пермский государственный национальный исследовательский университет; 614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: igosevae@gmail.com

**Елизавета Алексеевна Мехоношина**

студент географического факультета, Пермский государственный национальный исследовательский университет; 614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: elizamkh@mail.ru

**Екатерина Алексеевна Новикова**

студент географического факультета, Пермский государственный национальный исследовательский университет; 614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: novikeea@gmail.com

**Мария Константиновна Пехтерева**

студент географического факультета, Пермский государственный национальный исследовательский университет; 614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: pehterewa.maria@yandex.ru

## Information about the authors

**Pavel Yu. Sannikov**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Biogeocenology and Nature Protection, Head of the Laboratory of Ecological and Geoinformation Systems, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia

**Sergey V. Kopytov**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Physical Geography and Landscape Ecology; Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia

**Ekaterina A. Igosheva**

Postgraduate Student, Faculty of Geography, Perm State University;

15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia

**Elizaveta A. Mekhonoshina**

Student, Faculty of Geography, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia;

**Ekaterina A. Novikova**

Student, Faculty of Geography, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia;

**Maria K. Pekhtereva**

Student, Faculty of Geography, Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia;

*Гидрология*

Санников П.Ю., Копытов С.В., Игошева Е.А., Мехоношина Е.А.,  
Новикова Е.А., Пехтерева М.К., Соловьева Е.Е., Самаркина А.А.

**Елизавета Евгеньевна Соловьева**

студент географического факультета,  
Пермский государственный национальный  
исследовательский университет;  
614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: solovyva\_liza@bk.ru

**Elizaveta E. Solovyova**

Student, Faculty of Geography, Perm State University;  
15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia;

**Александра Андреевна Самаркина**

студент географического факультета,  
Пермский государственный национальный  
исследовательский университет;  
614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: alya.samarkina.01@mail.ru

**Alexandra A. Samarkina**

Student, Faculty of Geography, Perm State University;  
15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia;

**Вклад авторов**

Санников П.Ю. – подготовка первого варианта рукописи и рисунков, проверка расчетных данных, вычитка финального варианта статьи.

Копытов С.В. – организация полевых работ (2021, 2023), постановка задач исследования, подготовка первого варианта рукописи и рисунков, вычитка финального варианта статьи.

Игошева Е.А. – расчет морфометрических параметров озер Новожилово и Северный Кумикуш, пространственный анализ данных (обработка данных батиметрической съемки), вычитка финального варианта статьи.

Мехоношина Е.А. – расчет морфометрических параметров озер Адово и Большой Кумикуш, вычитка и оформление финального варианта статьи.

Новикова Е.А. – расчет морфометрических параметров озер Челвинское и Восточный Малый Кумикуш, вычитка финального варианта статьи.

Пехтерева М.К. – расчет морфометрических параметров озер Чусовское и Березовское, вычитка финального варианта статьи.

Соловьева Е.Е. – расчет морфометрических параметров озер Нюхти и Дикое, вычитка финального варианта статьи.

Самаркина А.А. – расчет морфометрических параметров озер Тундра и Малый Кумикуш, вычитка финального варианта статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors**

Pavel Yu. Sannikov – preparation of the first draft of the manuscript and figures; calculated data verification; proofreading of the final version of the manuscript;

Sergey V. Kopytov – field work arrangement (2021, 2023); setting the research objectives; preparation of the first draft of the manuscript and figures; proofreading of the final version of the manuscript;

Ekaterina A. Igosheva – calculation of the morphometric parameters of Novozhilovo and Severnyi Kumikush lakes; spatial analysis (bathymetric survey data processing); proofreading of the final version of the manuscript;

Elizaveta A. Mekhonoshina – calculation of the morphometric parameters of Adovo and Bolshoi Kumirush lakes; arrangement and proofreading of the final version of the manuscript;

Ekaterina A. Novikova – calculation of the morphometric parameters of Chelvinskoe and Vostochnyi Malyi Kumikush lakes; proofreading of the final version of the manuscript;

Maria K. Pekhtereva – calculation of the morphometric parameters of Chusovskoe and Berezovskoe lakes; proofreading of the final version of the manuscript;

Elizaveta E. Solovyova – calculation of the morphometric parameters of Nyukhti and Dikoe lakes; proofreading of the final version of the manuscript;

Alexandra A. Samarkina – calculation of the morphometric parameters of Tundra and Malyi Kumikush lakes; proofreading of the final version of the manuscript.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.