

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ ♦ SCIENTIFIC REPORTS

Раздел 1

ГЕОГРАФИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Section 1

GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

УДК 556.55:57.044 (571.15)

**СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ О МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИКАХ ШЕСТИ ПРЕДГОРНЫХ ОЗЕР
РУССКОГО АЛТАЯ**

М.С. Губарев, Д.М. Безматерных, Р.К. Свиридов

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул,

E-mail: maik1980@bk.ru, bezmater@mail.ru, roman-sviridov@outlook.com

В 2022 г. проведены экспедиционные исследования морфометрических характеристик (относительный уровень воды и глубины – 364 промера) шести предгорных озер Русского Алтая: Киреево Красногорского района, Ая (Айское) Алтайского района, Кокша и Светлое Советского района, Колыванское Змеиногорского района, Белое Курьинского района Алтайского края. Для измерения глубин применяли гидрометрический лот. Измеренные глубины привязывали к координатам при помощи GPS-приемника. Полученные данные (глубины и координаты) были внесены в ГИС-проект. Проведённые исследования позволили уточнить, а в некоторых случаях впервые установить основные гидрологические характеристики (максимальная длина, средняя ширина, площадь, средняя глубина, максимальная глубина, объем, относительный уровень) изученных озер. На основе полученных натурных данных составлены батиметрические карты озер.

Ключевые слова: батиметрия; морфометрия; озера; Алтай; лимнология.

DOI: 10.24412/2410-1192-2023-16801

Дата поступления: 3.01.2023. Принята к печати: 23.01.2023

Алтай – самая высокая горная область Южной Сибири; хребты его центральных и восточных районов поднимаются выше 3–4 км и покрыты вечными

снегами и ледниками. На Русском (Горном) Алтае насчитывается более 3500 озер, но только 75 из них имеют площадь свыше 1 км² [Гвоздецкий, Михайлов,

1978]. В настоящее время на многие из этих водоемов, особенно на предгорные (низкогорные) значительно возросла рекреационная нагрузка. Особенности экосистем озер, их устойчивость, потенциал самоочищения во многом зависят от их размерных (морфометрических характеристик) [Вдовина, Безматерных, 2022].

Гидрологические характеристики большинства озер Алтая не изучены или малоизучены. Наиболее изученным озером этого региона является Телецкое [Селегей, Селегей, 1978]. Сведения о морфометрических характеристиках предгорных озер Алтайского края в справочниках и научной литературе отрывочны, как правило указываются площадь, длина и максимальная или средняя глубина [Ресурсы..., 1966]. В связи с проведенными геологическими и геоморфологическими исследованиями более подробно изучены котловины озер Ая [Малолетко и др., 2004; Русанов, Важов, 2017] и Колыванское [Русанов и др., 2016]. Батиметрические карты озер Ая, Белое, Киреево, Кокша, Колыванское и Светлое ранее отсутствовали.

Материалы и методы

В 2022 г. проведены исследования морфометрических характеристик (относительный уровень воды и глубины –

364 промера) шести предгорных озер Русского Алтая: Киреево Красногорского района, Ая (Айское) Алтайского района, Кокша и Светлое Советского района, Колыванское Змеиногорского района, Белое Курьинского района Алтайского края (рис. 1). Эти озера были обследованы трижды, в разные гидрологические сезоны: 27.05–2.06.2022 г., 20–28.07.2022 г., 05–11.09.2022 г.

Озера характеризовались обильными зарослями макрофитов, которые затрудняли использование эхолота, поэтому для измерения глубин применяли гидрометрический лот [Наставление..., 1972; Быков, Васильев, 1977]. Измеренные глубины привязывали к координатам при помощи GPS-приемника Garmin Montana 700. Полученные данные (глубины и координаты) были внесены в ГИС-проект в программе QGIS-2.18.

Для отрисовывания береговой линии с помощью программы SAS Планета были скачены и привязаны космоснимки. На привязанных космоснимках в ГИС-проекте, в виде точек с нулевой глубиной, были оцифрованы береговые линии на всех изученных озерах. После объединения измеренных и оцифрованных данных, при помощи программы QGIS и инструмента Contour, были построены изобаты по каждому озеру.

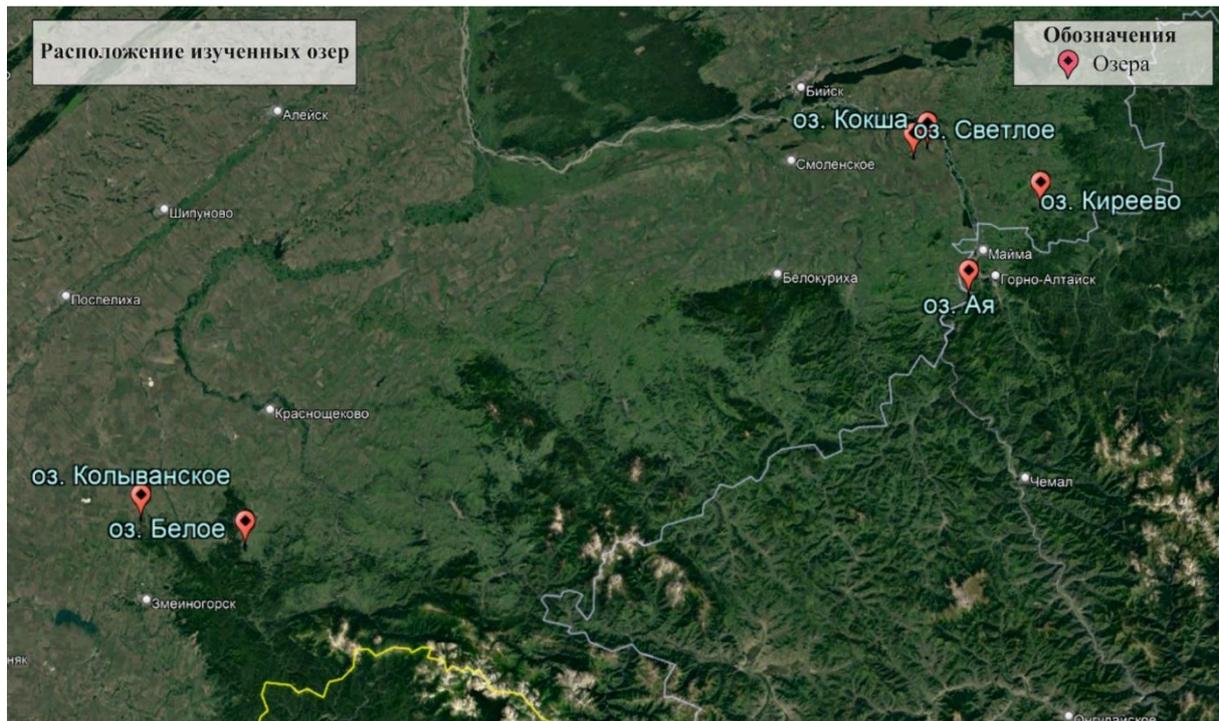


Рис. 1. Расположение изученных озер
Fig. 1. Location of the studied lakes

Результаты и обсуждение

Согласно ГОСТ Р 59054-2020 [2022] все изученные озера по площади водного зеркала относятся к категории малых – менее 10 км²: от 86 тыс. м² у оз. Ая до 4.7 млн м² у оз. Колыванское. По максимальной глубине озера относились к средним (Ая – 21.34 м), малым (Белое – 6.87 м и Киреево – 5.22 м) и очень малым (остальные: 1.38–2.76 м). По объему воды все они относятся к категории малых – менее 0.5 км³, от 0.2 млн м³ (Кокша) до 13 млн м³ (Белое) (табл. 1). Естественные колебания уровня воды в озерах в 2022 г. были небольшие – от 2.5 (Кокша) до 18.5 см (Белое), в искусственно зарегулированном оз. Киреево – до 54 см (табл. 2). Батиметрические

карты изученных озер представлены на рис. 2–7.

Основные морфометрические характеристики оз. Колыванское (длина, ширина, глубина, площадь), приводимые разными исследователями, существенно различаются [Русанов и др., 2016]. По одним данным оз. Колыванское имело среднюю глубину 1.7 м, площадь 4.8 тыс. или 4.4 тыс. м², длина 4.067 км, максимальная глубина (3 м) отмечена у восточного берега [Красная книга..., 2009]; по другим – площадь оз. Колыванское составляла 4.2 тыс. м², а оз. Белое – 2.9 тыс. м² [Ресурсы..., 1966].

Наиболее изучена озерная котловина оз. Ая, которая имеет воронкообразную форму с более крутыми северными и западными подводными склонами и более

отлогими восточными и южными. Крутизна подводных склонов в непосредственной близости от берега достигает 50–60° и более, исключая северо-восточную часть, где крутизна несколько меньше. По разным данным максимальная глубина озера составляла 24 или 25 м [Русанов, Важов, 2017]. В монографии А.М. Малолетко с соавт. [2004] указано, что размеры котловины оз. Ая составляют 400х390 м а, максимальная глубина – 21.7 м.

Заключение

Таким образом, проведённые в 2022 г. исследования позволили уточнить (для озер Ая, Белое и Колыванское), а в некоторых случаях впервые установить основные гидрологические характеристики (максимальную длину, среднюю ширину, площадь, среднюю глубину, максимальную глубину, объем озер Киреево, Кокша и Светлое). На основе полученных натуральных данных составлены батиметрические карты изученных озер.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declares that he has no conflict of interest.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (проекты «Исследование разнообразия и структурно-функциональной организации водных экосистем для сохранения и рационального использования водных и биологических ресурсов Западной Сибири» и «Изучение механизмов природных и антропогенных изменений количества и качества водных ресурсов Сибири с использованием гидрологических моделей и информационных технологий»).

Таблица 1

Основные морфометрические характеристики изученных озер (2022 г.)

Table 1

The main morphometric characteristics of the studied lakes (2022)

Озеро	Максимальная длина, м	Средняя ширина, м	Площадь, тыс, м ²	Средняя глубина, м	Максимальная глубина, м	Объем, млн. м ³
Ая	362	238	86.00	12.6	21.34	1.08
Белое	2382	1226	2990.72	4.6	6.87	13.76
Киреево	919	427	395.26	2.1	5.22	0.83
Колыванское	4124	1144	4716.46	2.2	2.76	10.38
Кокша	2050	111	226.77	0.9	1.38	0.20
Светлое	1550	169	262.08	1.06	1.48	0.28

Таблица 2

Отметки уровней воды в озерах и их изменения в 2022 г.

Table 2

Water level markers in lakes and their changes in 2022

Озеро	Отметка 0 репера временного водомерного поста. см			Изменение уровня воды относительно 1 выезда		Примечание
	Выезд №1/дата	Выезд №2/дата	Выезд №3/дата	Выезд №2	Выезд №3	
Ая	-39/28.05	-40/26.07	-44/10.09	-1	-5	(бессточное)
Белое	-54/31.05	-64/20.07	-72.5/05.09	-10	-18.5	(сточное) Уровень может регулироваться шандорами
Киреево	-179/27.05	-125/24.07	-136/08.09	+54	+43	Уровень воды подняли за счет регулирования шандоров на плотине (сточное)
Кокша	-29/05	-30/25.07	-32.5/09.09	0	-2.5	Относительно второго выезда (сточное)
Кольванское	-25/01.06	-22/07	-06/09.09	-	-	Разрушен водомерный пост (бессточное)
Светлое	-19/29.05	-21/25.07	-26.6/09.09	-2	-7.6	(сточное) Уровень может регулироваться шандорами

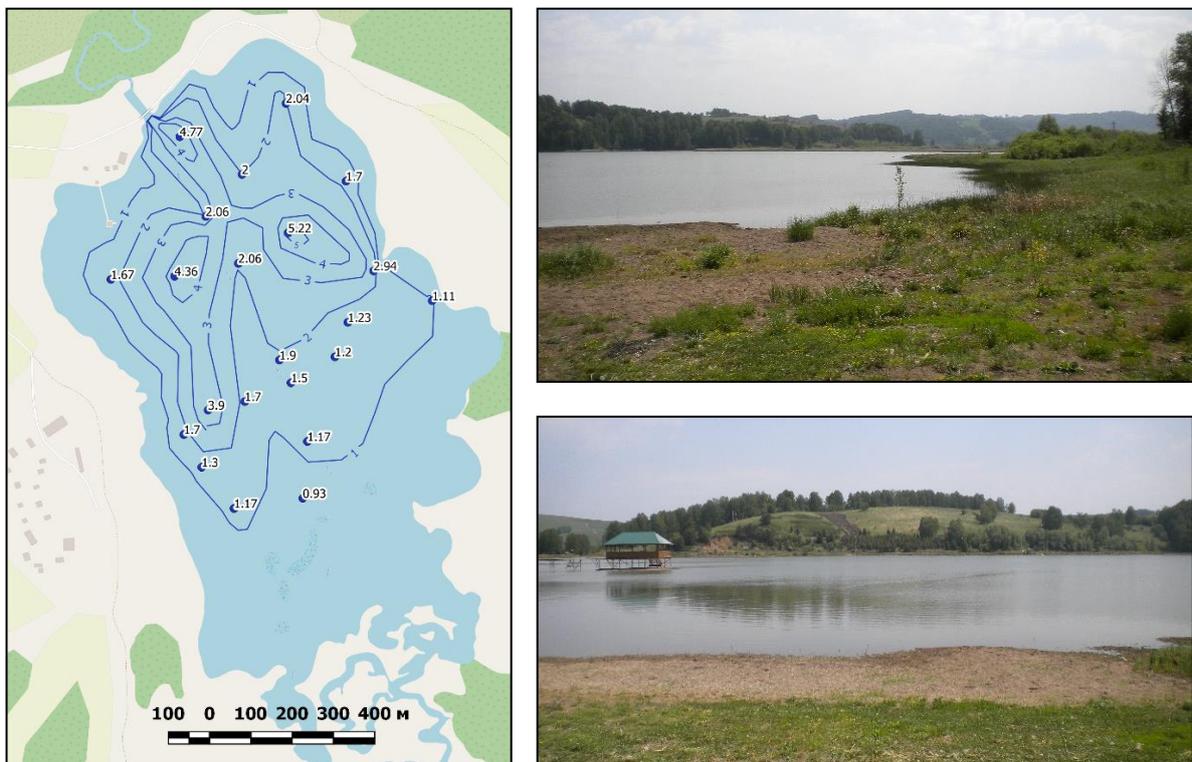


Рис. 2. Батиметрическая карта оз. Киреево с фотографиями
 Fig. 2. Bathymetric map of Kireevo Lake with photos

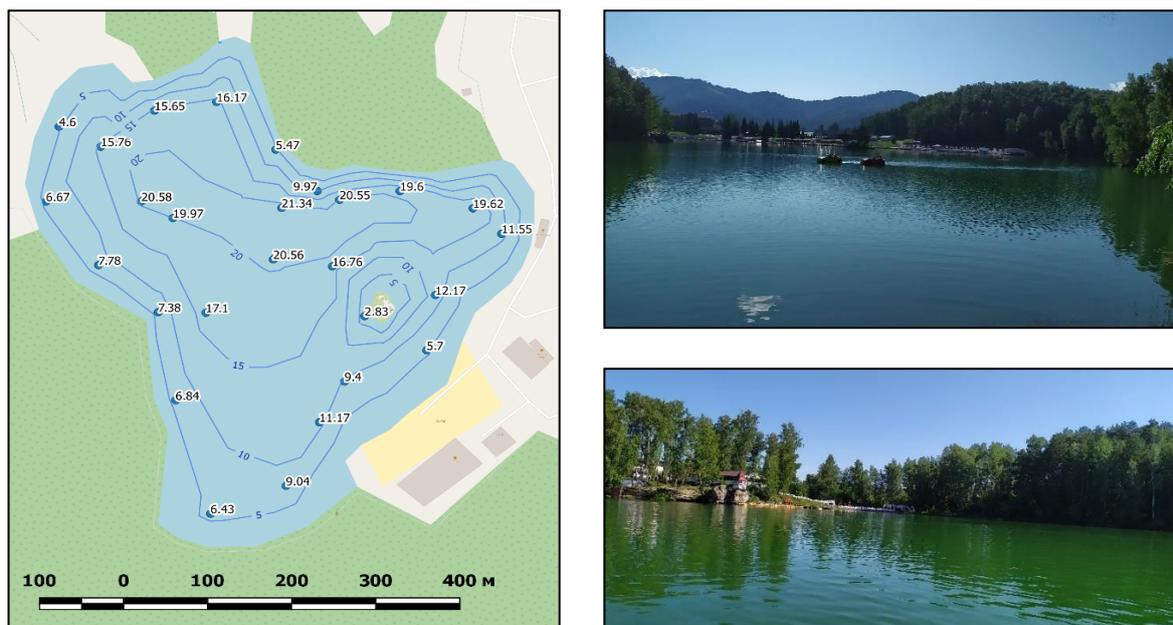


Рис. 3. Батиметрическая карта оз. Ая с фотографиями
Fig. 3. Bathymetric map of Aya Lake with photos

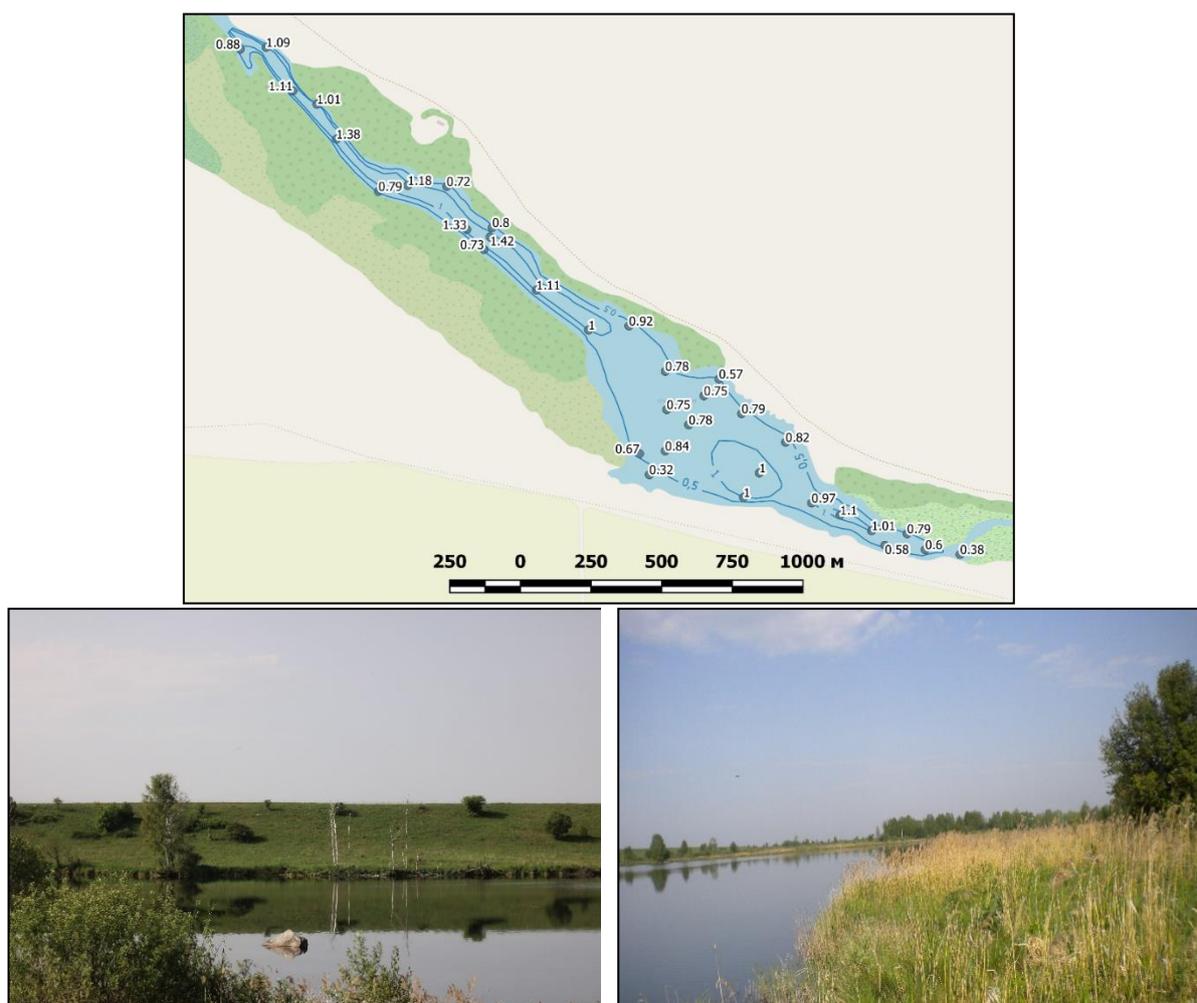


Рис. 4. Батиметрическая карта оз. Кокша с фотографиями
Fig. 4. Bathymetric map of Koksha Lake with photos

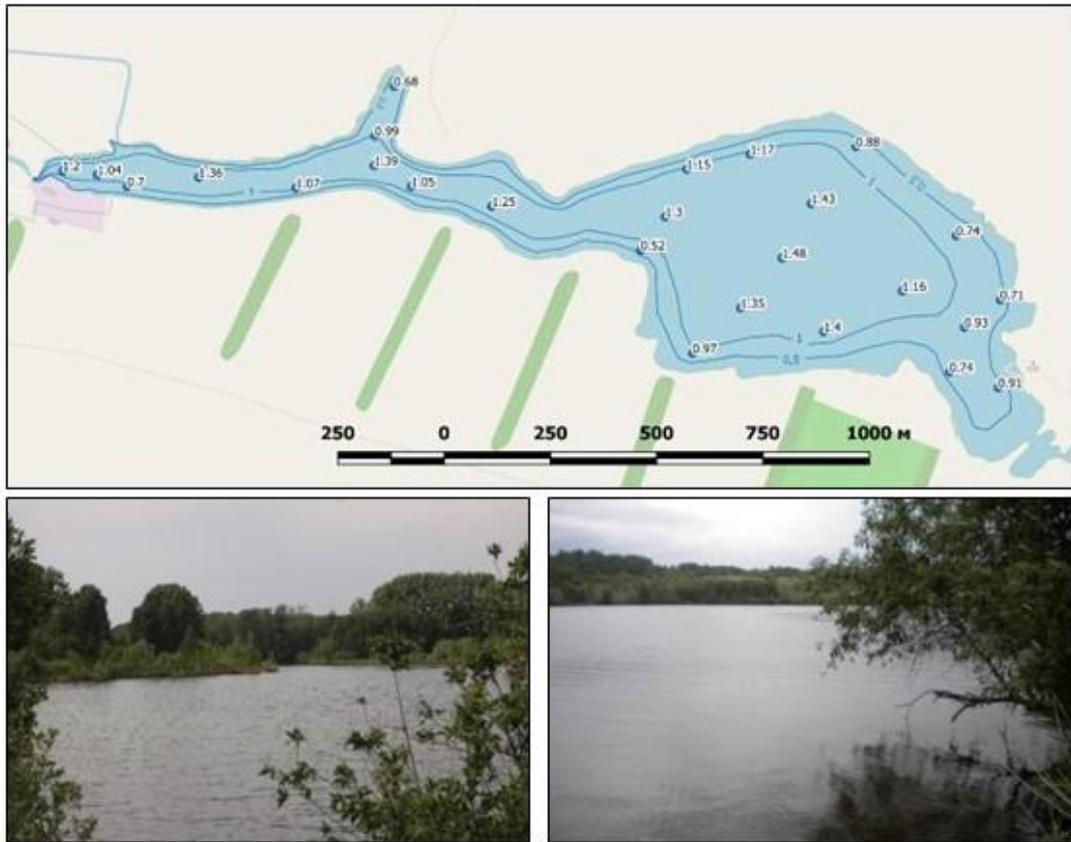
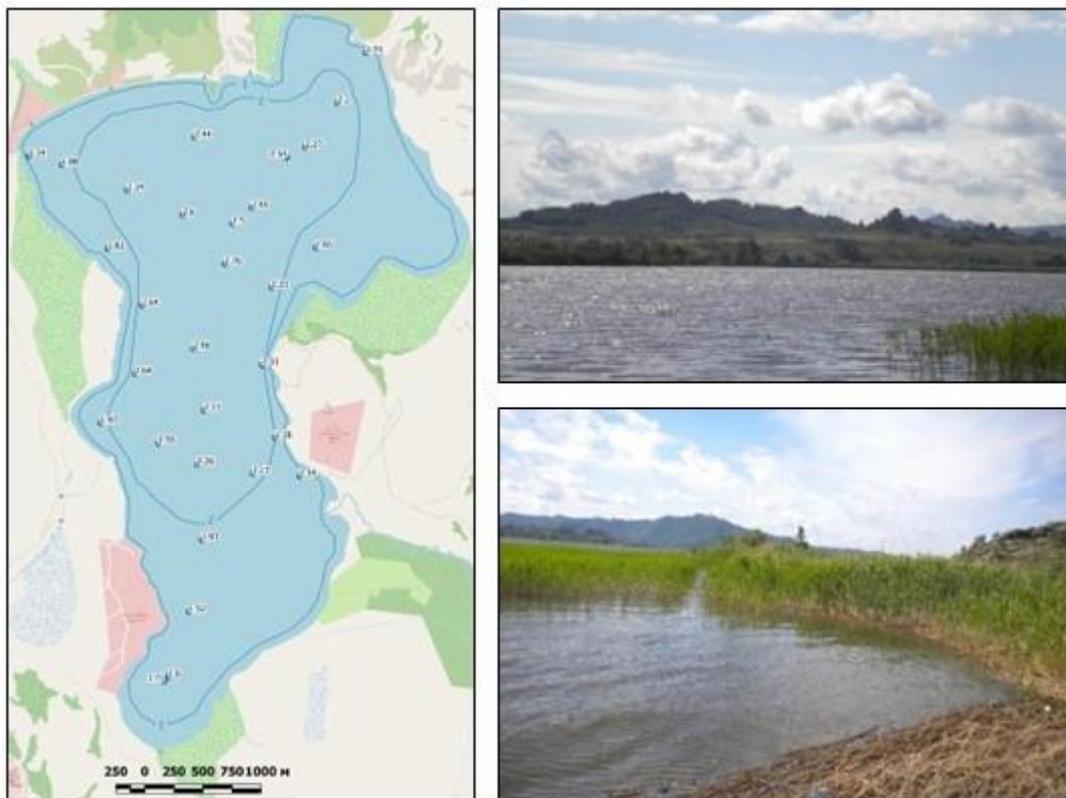


Рис. 5. Батиметрическая карта оз. Светлое с фотографиями
Fig. 5. Bathymetric map of Svetloe Lake with photos



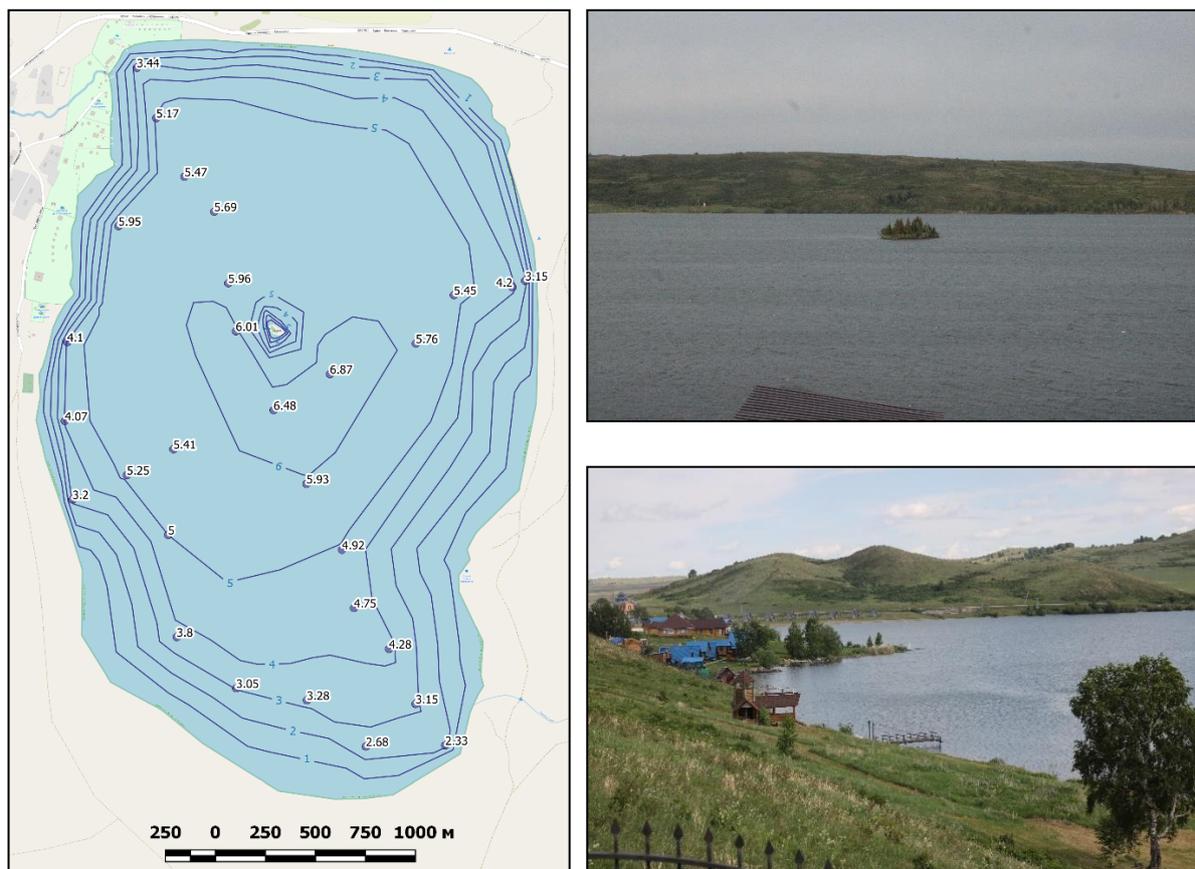


Рис. 7. Батиметрическая карта оз. Белое с фотографиями
Fig. 7. Bathymetric map of Beloye Lake with photos

Список литературы

Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. М.: Гидрометеиздат, 1977. 448 с.

Вдовина О.Н., Безматерных Д.М. Макрозообентос как индикатор экологического состояния предгорных озер Русского Алтая в условиях антропогенных воздействий и изменения климата // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: Матер. IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием (29 августа – 3 сентября 2022 г., Россия). Барнаул, 2022. Т. 2. С. 205–209.

Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. М., Мысль, 1978. 512 с.

ГОСТ Р 59054-2020. Охрана окружающей среды. Поверхностные и подземные воды. Классификация водных объектов. М.: Стандартинформ, 2020. 16 с.

Красная книга Алтайского края. Особо охраняемые природные территории. Барнаул, 2009. 273 с.

Малолетко А.М., Прудникова Н.Г., Кириллова Т.В. и др. Озеро Ая и его окрестности (физико-географический очерк). Томск: Печатная мануфактура, 2004. 204 с.

Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 7 часть I. Гидрометеорологические наблюдения на озерах и водохранилищах. Издание третье, переработанное и дополненное. Утверждено Главным управлением гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР 15 марта 1972 г.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 1. Горный Алтай и Верхний Иртыш / Ред. В.А. Семенова. М.: Гидрометеиздат, 1969. 316 с.

Русанов Г.Г., Важов С.В., Бахтин Р.Ф. Колыванское озеро: происхождение, геоморфология, экология. Бийск: АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2016. 168 с.

Русанов Г.Г., Важов С.В. Нерешенные проблемы озер Манжерокское и Ая. Бийск: АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2017. 168 с.

Селегей В.В., Селегей Т.С. Телецкое озеро. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 143 с.

References

Bykov V.D., Vasil'yev A.V. *Gidrometriya*. [Hydrometry]. Moscow: Gidrometeoizdat, 1977. 448 p. (In Russian).

Vdovina O.N., Bezmaternykh D.M. Makrozoobentos kak indikator ekologicheskogo sostoyaniya predgornyykh ozer Russkogo Altaya v usloviyakh antropogennykh vozdeystviy i izmeneniya klimata [Macrozoobenthos as an indicator of the ecological state of the foothill lakes of the Russian Altai under anthropogenic impacts and climate change] // *Water and environmental problems of Siberia and Central Asia: Proc. IV All-Russian. scientific conf. with international participation* (Aug. 29 – Sept. 3, 2022). Barnaul, 2022. Vol. 2. P. 205–209. (In Russian).

Gvozdetskiy N.A., Mikhaylov N.I. *Fizicheskaya geografiya SSSR. Aziatskaya chast'*. [Physical geography of the USSR. Asian part]. M., Mysl', 1978. 512 p. (In Russian).

GOST P 59054-2020. *Ohrana okruzhayushchej sredy. Poverhnostnye i podzemnye vody. Klassifikaciya vodnyh ob"ektov* [Environmental protection. Surface and underground waters. Classification of water bodies]. M., 2020. 16 p. (In Russian).

Krasnaya kniga Altayskogo kraya. *Osobo okhranyayemye prirodnyye territorii* [Red Book of the Altai Territory. Specially protected natural areas]. Barnaul, 2009. 273 p. (In Russian).

Maloletko A.M., Prudnikova N.G., Kirillova T.V. et al. *Ozero Aya i ego okrestnosti (fiziko-geograficheskij ocherk)* [Lake Aya and its surroundings (physical and geographical sketch)]. Tomsk: Pechatnaya manufaktura, 2004. 204 p. (In Russian).

Nastavleniye gidrometeorologicheskimi stantsiyami i postami. Vypusk 7 chast' I. *Gidrometeorologicheskiye nablyudeniya na ozerakh i vodokhranilishchakh*. Izdaniye tret'ye, pererabotannoye i dopolnennoye. Utverzhdeno Glavnym upravleniyem gidrometeorologicheskoy

sluzhby pri Sovete Ministrov SSSR 15 marta 1972 g. [Instructions for hydrometeorological stations and posts. Issue 7-part I. Hydrometeorological observations on lakes and reservoirs. Third edition, revised and enlarged. Approved by the Main Directorate of the Hydrometeorological Service under the Council of Ministers of the USSR on March 15, 1972] (In Russian).

Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Tom 15. Altay i Zapadnaya Sibir'. Vypusk 1. Gornyy Altay i Verkhniy Irtysh [Resources of surface waters of the USSR. Volume 15. Altai and Western Siberia. Issue 1. Gorny Altai and the Upper Irtysh] / Ed. V.A. Semenov. M.: Gidrometeoizdat, 1969. 316 p. (In Russian).

Rusanov G.G., Vazhov S.V., Bakhtin R.F. Kolyvanskoye ozero: proiskhozhdeniye, geomorfologiya, ekologiya [Lake Kolyvanskoye: origin, geomorphology, ecology]. Biysk: AGGPU im. V.M. Shukshina, 2016. 168 p. (In Russian).

Rusanov G.G., Vazhov S.V. Nereshennyye problemy ozer Manzherokskoye i Aya [Unresolved problems of lakes Manzherok and Aya]. Biysk: AGGPU im. V.M. Shukshina, 2017. 168 p. (In Russian).

Selegey V.V., Selegey T.S. Teletskoye ozero [Teletskoye lake]. L.: Gidrometeoizdat, 1978. 143 p. (In Russian).

MODERN DATA ON MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF SIX FOOTHILL LAKES OF THE RUSSIAN ALTAI

M.S. Gubarev, D.M. Bezmaternykh, R.K. Sviridov

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul,

E-mail: maik1980@bk.ru, bezmater@mail.ru, roman-sviridov@outlook.com

Morphometric characteristics (relative water level and depth – 364 measurements) of six foothill lakes of the Russian Altai (Kireevo in Krasnogorsky district, Aya in Altai district, Koksha and Svetloye in Sovetsky district, Kolyvanskoe in Zmeinogorsky district, Beloe in Kur'yinsky district) of the Altai Krai (Russia) were studied in 2022. A hydrometric lot was used to measure the depth of lakes. The measured depths were linked to the coordinates using a GPS receiver. The obtained data (depths and coordinates) were included to the GIS project. The conducted studies have made it possible to clarify, and in some cases to establish for the first time the main hydrological characteristics (maximum length, average width, area, average depth, maximum depth, volume, relative level) of the studied lakes. Bathymetric maps of lakes based on the obtained field data have been created.

Keywords: bathymetry; morphometry; lakes; Altai; limnology.

Received January 3, 2023. Accepted: January 23, 2023

Сведения об авторах

Губарев Михаил Сергеевич – ведущий инженер Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0003-0693-6371. E-mail: maik1980@bk.ru.

Безматерных Дмитрий Михайлович – доктор биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0002-7747-4939. E-mail: bezmater@mail.ru.

Свиридов Роман Константинович – аспирант Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0001-8626-6210. E-mail: roman-sviridov@outlook.com.

Information about the authors

Gubarev Mikhail Sergeevich – leading engineer of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0003-0693-6371. E-mail: maik1980@bk.ru

Bezmaternykh Dmitry Mikhailovich – Dr Sc. in Biology, Associate Professor, Deputy Director for Scientific Work of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0002-7747-4939. E-mail: bezmater@mail.ru.

Sviridov Roman Konstantinovich – postgraduate student, Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0001-8626-6210. E-mail: roman-sviridov@outlook.com.