

Раздел 3

ГИДРОЛОГИЯ. КЛИМАТ

Section 3

HYDROLOGY. CLIMATE

УДК 556.55 (571.511)

**БАТИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЗЕРА ПЯСИНО
(КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ) В 2022 ГОДУ**

А.В. Дьяченко, Д.М. Безматерных

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул,**E-mail: dychenko@iwep.ru, bezmater@iwep.ru*

Пясино – озеро ледникового происхождения в России на юго-западе Северо-Сибирской низменности (территория Красноярского края), примерно в 20 км от Норильска. 20–22 августа 2022 года проведены батиметрические промеры отдельных участков оз. Пясино. Целью данных работ было уточнение батиметрических характеристик отдельных участков оз. Пясино. Получены новые натурные данные для уточнения цифровой модели рельефа в южной и северной частях озера. Определены русловые формы рельефа основного русла и собраны данные о пропускной способности ряда второстепенных протоков дельты р. Норильская, которые формируют расход этого притока при его впадении в южную часть оз. Пясино. Уточнена максимальная глубина озера, которая была выявлена в северной части озера и составляет 39.1 м, что значительно больше ранее указанных значений.

Ключевые слова: Таймыр; Норильск; гидрология; глубины; ЦМР.

*DOI:10.24412/2410-1192-2024-17304**Дата поступления: 15.05.2024. Принята к печати: 16.06.2024*

Норило-Пясинская водная система воздействия НПВС испытывает от (НПВС) является уникальным аazonальным предприятий Норильского горно-метал-водным комплексом арктической зоны лургического комплекса и населенных России, который представляет собой пунктов Норильского района [Брызгало и сеть озер, соединенных водотоками. др., 2001; Никаноров и др., 2007].

Эта озерно-речная система находится в Пясино – озеро ледникового происхож- зоне лесотундры [Пармузин и др., 1964]. дения, примерно в 20 км от Норильска. За- мерзает оно в начале октября, вскрывает- Водосбор НПВС образует верхний бассейн ся ото льда в конце июня – начале июля. р. Пясины, площадь которого составляет Озеро имеет площадь около 735 км² и среднюю глубину 4 м, является проточным р. Пясины 182 тыс. км² (рис. 1). При этом и мелководным [География озер..., 1985]. водный сток НПВС составляет примерно 20% от суммарного стока р. Пясины в Высота над уровнем моря – 28 м. Из озера Карское море. Наибольшее антропогенное вытекает единственная р. Пясины, основ-

ной приток – р. Норильская (Норилка), который можно считать верхним течением р. Пясины. Река Норильская при впадении в озеро образует речную дельту, частью которой является также р. Амбарная. Другие притоки озера незначительны. Площадь водосбора 24000 км². Берега Пясино в основном пологие, местами заболоченные. Озеро собирает воды крупных озер – Лама, Кета и Глубокое, находящихся в горах Путорана [Вода России, 2020].

Согласно принятой в России классификации [ГОСТ Р 59054-2020] оз. Пясино по площади и объему относится к большим водоемам. С учетом больших

размеров и важного хозяйственного значения можно заключить, что степень его гидрологической изученности недостаточна.

Специфика гидрологической изученности НПВС заключается в фрагментарности наблюдений, направленных, в основном, на решение прикладных задач освоения и развития промышленного района. Первые экспедиции (1919–1937 гг.) проводились с целью определения судоходности р. Пясины и оз. Пясино, а также рыбохозяйственного значения озер НПВС [Таймыро-Североземельская область, 1970; География озер ... , 1985].

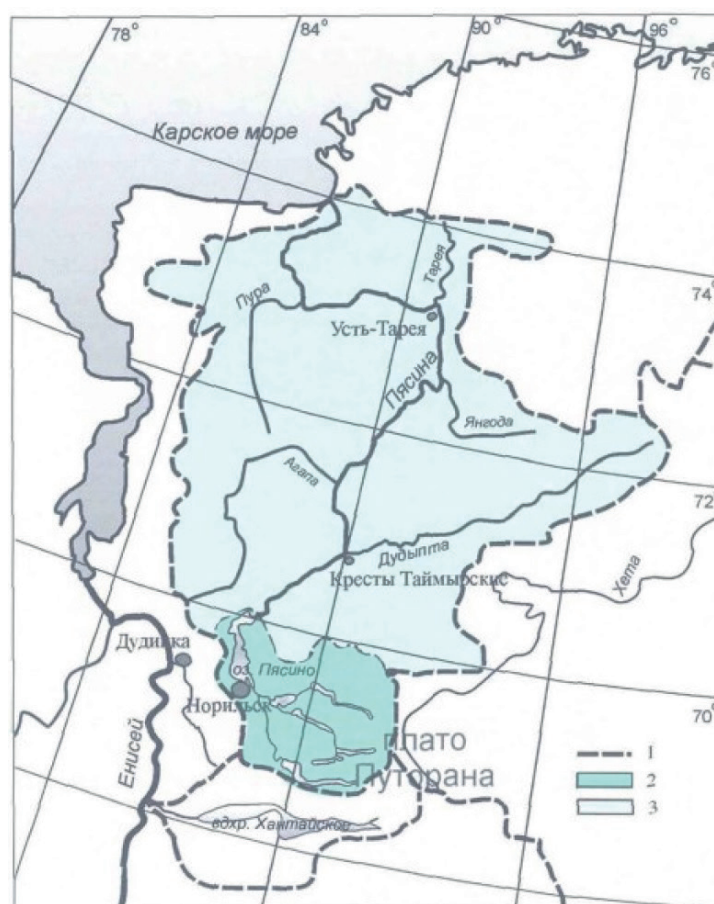


Рис. 1. Водосборный бассейн р. Пясины:

1 – границы водосборов; 2 – верхний участок водосбора реки Пясины (Норило-Пясинская озерно-речная система); 3 – транзитный и устьевой участки водосбора реки Пясины [Румянцева, 2012]

Fig. 1. Pyasina River catchment basin:

1 – catchment boundaries; 2 – upper section of the Pyasina River catchment (Norilo-Pyasinskaya lake-river system); 3 – transit and estuary sections of the Pyasina River catchment [Rumyantseva, 2012]

Начало режимных гидрологических наблюдений на водных объектах НПВС относится к 1936–1937 гг., когда были организованы посты на р. Норилка (пос. Валёк) и на малых реках бассейна оз. Пясино в связи со строительством Норильского комбината [Ресурсы поверхностных вод ..., 1967]. Впоследствии наблюдения проводились на 60 речных и 17 озерных постах, среди которых преобладали двухгодичные наблюдения для целей инженерно-гидрологических изысканий. Исключения составили посты на оз. Лама, реках Норилка, Амбарная, Талнах, где имеются продолжительные ряды наблюдений. Озерный гидрологический пост на оз. Пясино (северо-восточный берег) по нашим данным функционировал в период 1980–1983, 1985–1991 годы. В настоящее время он не работает.

Выполненная работа связана с изучением последствий катастрофического разлива дизельного топлива в районе г. Норильска 29 мая 2020 г. из одного из резервуаров на территории ТЭЦ-3 [Безматерных и др., 2021]. При этом часть топлива попала в оз. Пясино. В 2022 г. для уточнения цифровой модели рельефа Copernicus [European Space..., 2022] и оценки потенциала самоочищения озера в рамках Большой норильской экспедиции Сибирского отделения РАН были выполнены комплексные лимнологические исследования. Целью данной работы являлось уточнение батиметрических характеристик отдельных участков оз. Пясино.

Материалы и методы

20–22 августа 2022 года проведены

батиметрические промеры отдельных участков оз. Пясино. Промеры выполнялись с использованием эхолота-картплоттера Lowerance LMS-480 (диапазон измерения глубин 1–300 м), совмещенный с навигационным GPS-приемником повышенной точности (рис. 2).

Для высотной привязки морфометрических данных промеров от 21 августа 2022 г. проведен нивелирный ход от государственного триангуляционного пункта в районе южной части котловины оз. Пясино на мысе Тонкий с известной высотной отметкой в Балтийской системе координат к урезу поверхности воды озера. Для привязки использовали электронный тахеометр Leica TS-06 с набором стандартных отражателей. По результатам данных измерений абсолютная высота поверхности воды оз. Пясино составила 27.27 м БС на момент выполнения работ. Ввиду отсутствия других данных в других частях озера, данное значение принято, как высота уровня всей поверхности воды. Трек нивелирного хода и точка измерения уровня воды в масштабах всего озера представлены на рис. 3.

Анализ имеющихся топографических карт дает основание полагать, что разница в уровнях поверхности воды в устьевой части р. Норильская для данной фазы гидрологического режима на участке проведения батиметрических промеров составляет 1.1 м. Данное значение использовано как поправка на величину падения уровня поверхности воды для пересчета измеренных глубин на данном участке в абсолютные высоты рельефа дна.

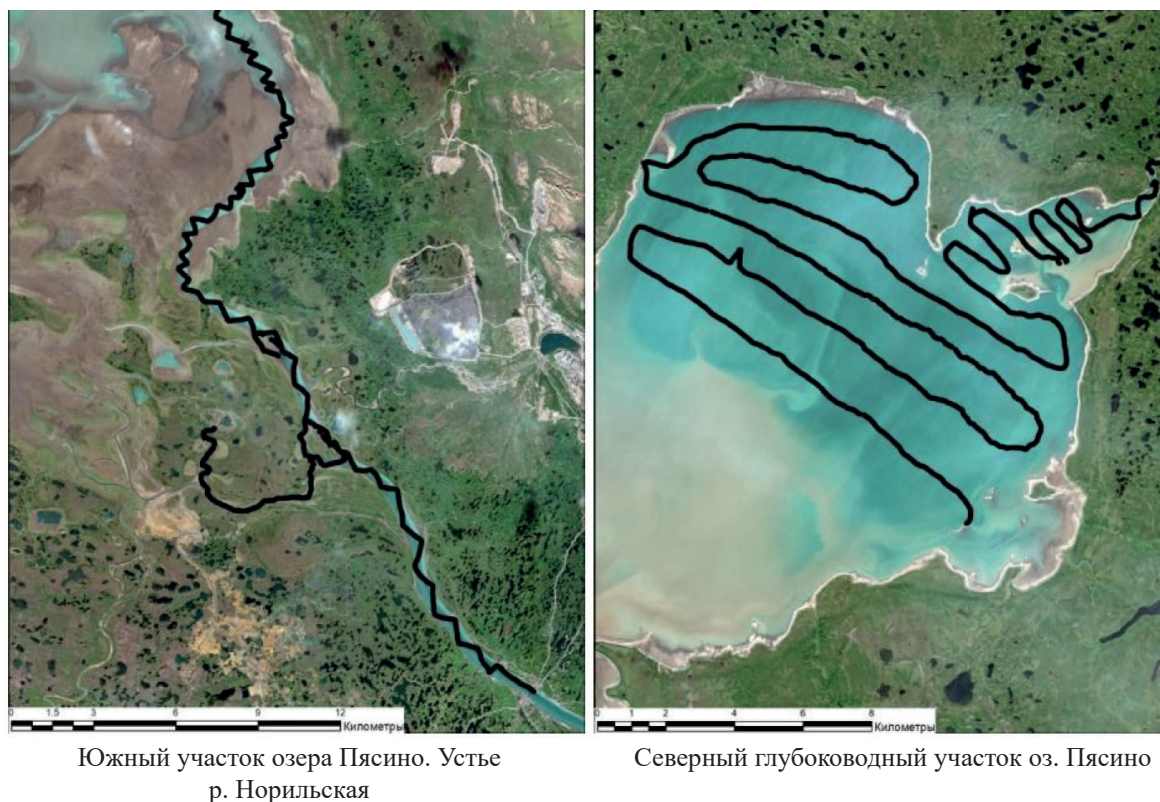


Рис. 2. Треки батиметрических промеров участков оз. Пясино в период 20–22 августа 2022 года. Подложка – GRB композит космоснимка Sentinel-2 от 17 августа 2022 г.

Fig. 2. Tracks of bathymetric measurements of Pyasino Lake sections during August 20–22, 2022. Backing – GRB composite of Sentinel-2 satellite image from August 17, 2022.



Рис. 3. Трек нивелирного хода и точка измерения уровня поверхности воды озера Пясино по измерениям 21 августа 2022 года. Подложка – GRB композит космоснимка Sentinel-2 от 17 августа 2022 г.

Fig. 3. Leveling track and water surface level measurement point of Lake Pyasino as measured on August 21, 2022. Backing – GRB composite of Sentinel-2 satellite image dated August 17, 2022

Результаты и их обсуждение

Батиметрическая съемка, выполненная в 2022 году в южной части озера, в районе устья р. Норильская, и в северной глубоководной части оз. Пясино позволила дополнить цифровую модель рельефа Sorernicus отсутствующей в ней информацией на данных участках озера. Помимо этого, определены русловые формы рельефа устьевой части основного русла и собраны данные о пропускной способности ряда второстепенный проток дельты р. Норильская, которые формируют расход этого притока при его впадении в южную часть оз. Пясино. Максимальная глубина на южном участке оз. Пясино составила 8.1 м., средняя – 2.8 м. В северной части озера установлены местоположение и пространственные формы наиболее глубоких участков котловины. Максимальная глубина в данной части оз. Пясино составила 39.1 м (уровень – -11.9 м БС), средняя глубина – 6.7 м. По ранее опубликованным данным [Ресурсы ..., 1967; Доманицкий и др., 1971; Доклад..., 2022] на оз. Пясино глубины более 10 м не обнаружены. Однако в «Краткой географической энциклопедии» [1962] указано, что глубина озера «... до 10 м (по другим данным, 22–26 м)»,

а в монографии «Озера азиатской части России» [Румянцев и др., 2017] указано, что его максимальная глубина составляет 8 м. Таким образом, согласно принятой в России классификации [ГОСТ Р 59054-2020] оз. Пясино по максимальной глубине относится к средним, а не к малым водоемам.

Полученная в результате батиметрических промеров в период 20–22 августа 2022 г. цифровая модель рельефа, интегрированная с цифровой моделью рельефа Sorernicus, представлена на рис. 4 и 5. Данная ЦМР построена на основе имеющихся в настоящий момент данных о морфометрии оз. Пясино и при необходимости будет уточняться.

Заключение

Таким образом, в ходе батиметрических измерений в 2022 г. получены новые натурные данные о глубинах в южной и северной частях оз. Пясино. Определены формы рельефа устьевой части основного русла и ряда второстепенных протоков дельты р. Норильская, формирующих расход этого притока при ее впадении в южную часть озера. Уточнена максимальная глубина озера, которая была зафиксирована в северной части озера и составляет 39.1 м, что значительно больше ранее указанных значений.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (проект «Исследование разнообразия и структурно-функциональной организации водных экосистем для сохранения и рационального использования водных и биологических ресурсов Западной Сибири»).

Авторы выражают благодарность н.с. ИВЭП СО РАН К.В. Марусину за помощь в работе с картографической информацией.

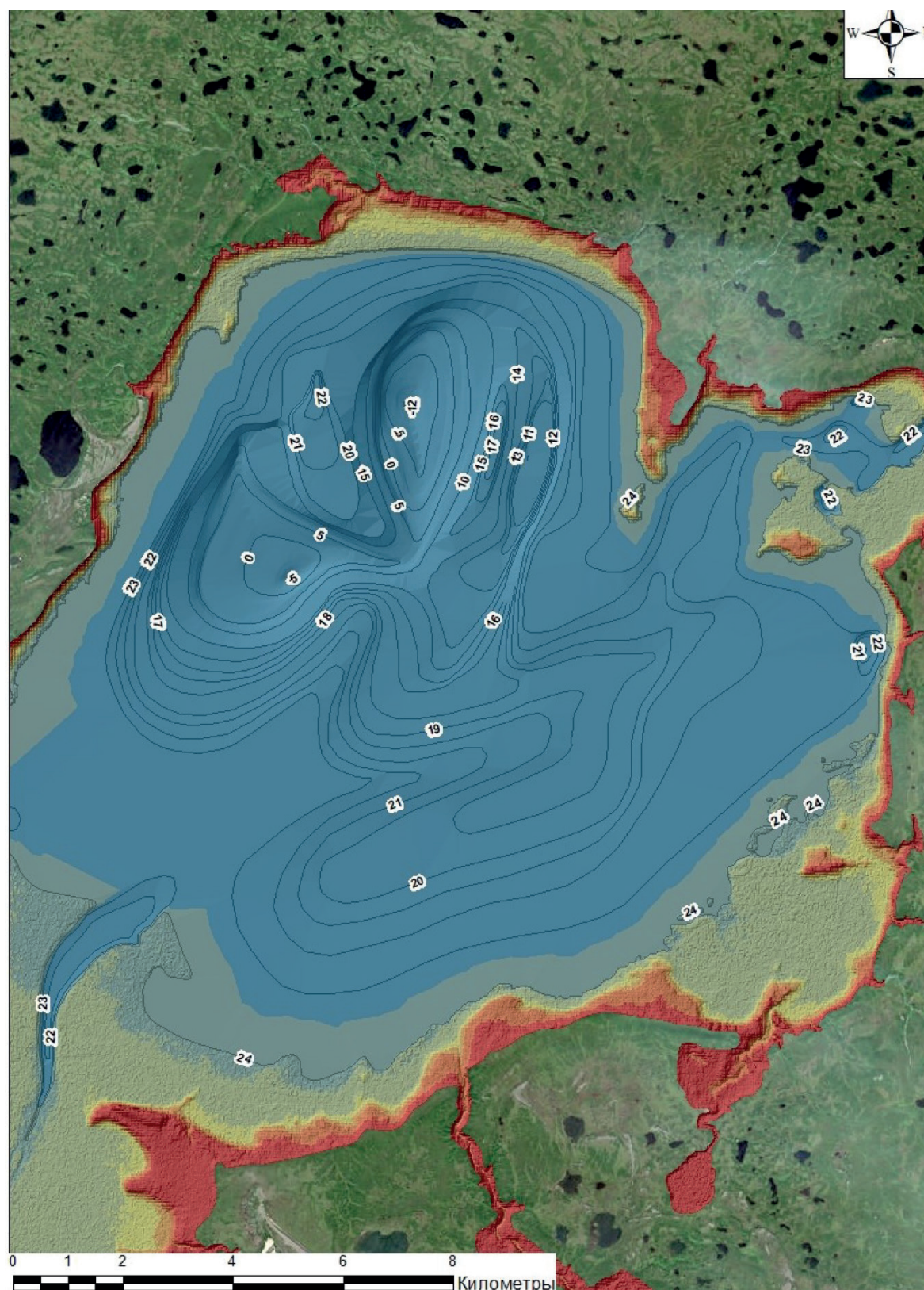


Рис. 4. Цифровая модель рельефа северной котловины озера Пясино, полученная путем интеграции данных батиметрических промеров 20–22 августа 2022 г. и ЦМР Copernicus.

Подложка – GRB композит космоснимка Sentinel-2 от 17 августа 2022 г.

Fig. 4. Digital elevation model of the northern basin of Lake Pyasino obtained by integrating data from bathymetric measurements on August 20–22, 2022 and Copernicus DEM.

Substrate – GRB composite of Sentinel-2 satellite image dated August 17, 2022

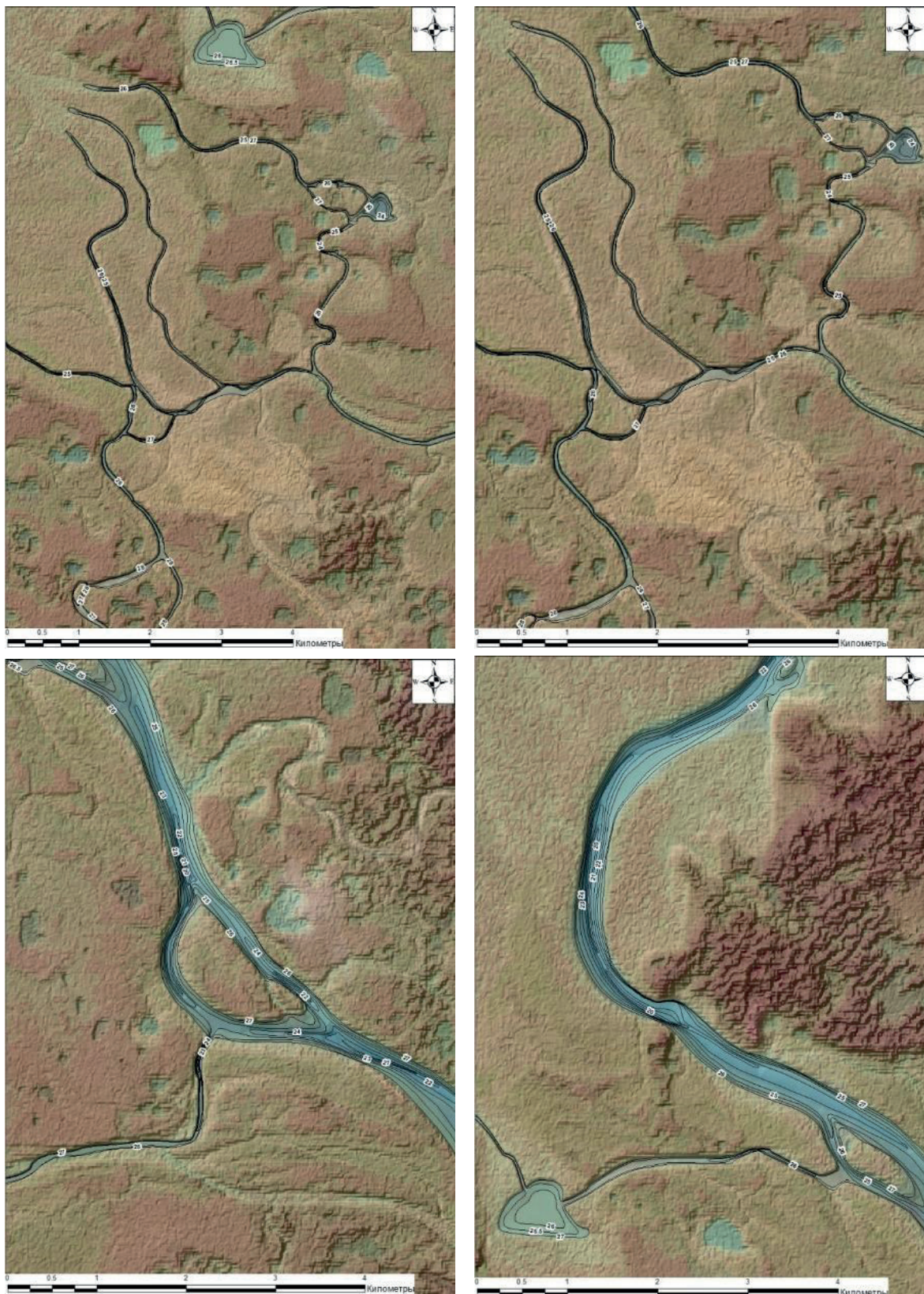


Рис. 5. Фрагменты цифровой модели рельефа южной части оз. Пясино у районе устья р. Норильская, полученная путем интеграции данных батиметрических промеров 20–22 августа 2022 г. и ЦМР Copernicus. Подложка – GRB композит космоснимка Sentinel-2 от 17 августа 2022 г.

Fig. 5. Fragments of the digital elevation model of the southern part of Lake Pyasino near the Noril'skaya River mouth, obtained by integrating bathymetric measurements on August 20–22, 2022 and Copernicus DEM. Substrate – GRB composite of Sentinel-2 satellite image dated August 17, 2022

Список литературы

Безматерных Д.М., Пузанов А.В., Котовщиков А.В., Дроботов А.В., Толмеев А.П. Гидрохимические показатели качества воды Норило-Пясинской озерно-речной системы после разлива дизельного топлива на ТЭЦ-3 г. Норильска в 2020 г. // Сибирский экологический журнал. 2021. № 4. С. 408–422. doi: 10.15372/SEJ20210402

Брызгало В.А., Иванов В.В., Замятин В.Ю., Макеев В.М. Чрезвычайные экологические ситуации в районах Российского Севера. СПб.: Изд-во ГПА, 2004. 82 с.

Вода России: научно-популярная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://water-ru.ru> (дата обращения: 25.10.2020).

География озер Таймыра / Ред. В.Н. Адаменко, А.Н. Егоров. Л.: Наука, 1985. 224 с.

ГОСТ Р 59054-2020. Охрана окружающей среды. Поверхностные и подземные воды. Классификация водных объектов. 2020. 20 с.

Доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 году». М.: Росводресурсы, НИА-Природа, 2022. 510 с.

Доманицкий А.П., Дубровина Р.Г., Исаева А.И. Реки и озера Советского Союза. Справочные данные / Ред. А.А. Соколова. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1971. 104 с.

Краткая географическая энциклопедия. Т. 3. М.: Сов. энциклопедия, 1962. 563 с.

Никаноров А.М., Иванов В.В., Брызгало В.А. Реки Российской Арктики в современных условиях антропогенного воздействия. Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2007. 280 с.

Пармузин Ю.П., Кириллов М.В., Щербаков Ю.А. Физико-географическое районирование Красноярского края // Материалы по физико-географическому районированию СССР (Сибирь и Дальний Восток). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. С. 5–70.

Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 16. Ангара-Енисейский район. Вып. 1. Енисей / Ред. Г.С. Карабаева. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 823 с.

Румянцев В.А., Дробкова В.Г., Измайлова А.В. Озера азиатской части России. СПб: Свое издательство, 2017. 480 с.

Румянцева Е.В. Анализ многолетней изменчивости водных ресурсов Норило-Пясинской озерно-речной системы в условиях антропогенного воздействия: Дисс. ... канд. геогр. наук. Санкт-Петербург, 2012. 116 с.

Таймыро-Североземельская область (Физико-географическая характеристика) / Ред. Р.К. Сиско. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 374 с.

European Space Agency, Sinergise. Copernicus Global Digital Elevation Model // Distributed by OpenTopography. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.5069/G9028PQB>. (дата обращения: 01.06.2022).

References

Bezmaternykh D.M., Puzanov A.V., Kotovshchikov A.V., Drobotov A.V., Tolomeev A.P. Hydrochemical Indicators of Water Quality in the Norilsk-Pyasino Lake-River System after a Diesel Fuel Spill at Norilsk Heat and Power Plant 3 in 2020 // Contemporary Problems of Ecology. 2021. Vol. 14, No. 4. P. 323–334. doi: 10.1134/S1995425521040028

Bryzgalo V.A., Ivanov V.V., Zamyatin V.Yu., Makeev V.M. Chrezvychaynyye ekologicheskiye situatsii v rayonakh Rossiyskogo Severa [Emergency ecological situations in the regions of the Russian North]. Sankt-Petersburg: GPA Publishing House, 2004. 82 p. (in Russian).

Voda Rossii: nauchno-popularnaya encyclopedia [Water of Russia: popular science encyclopedia]. URL: <https://water-rf.ru> (accessed: 25.10.2020).

Geografiya ozer Taymyra [Geography of Taymyr lakes] / Eds V.N. Adamenko, A.N. Egorov. L.: Nauka, 1985. 224 p. (in Russian).

GOST R [Russian state standard] 59054-2020. Okhrana okruzhayushchey sredy. Poverkhnostnyye i podzemnyye vody. Klassifikatsiya vodnykh ob"yektov [Environmental protection. Surface and groundwater. Classification of water objects]. 2020. 20 p. (in Russian).

Doklad «O sostoyanii i ispol'zovanii vodnykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2020 godu» [Report "On the state and use of water resources of the Russian Federation in 2020"]. Moscow: Rosvodresursy, NIA-Priroda, 2022. 510 p. (in Russian).

Domanitskiy A.P., Dubrovina R.G., Isayeva A.I. Reki i ozera Sovetskogo Soyuza. Spravochnyye dannyye [Rivers and lakes of the Soviet Union. Reference data] / Ed. A.A. Sokolov. Leningrad: Hydrometeorological Publishing House, 1971. 104 p. (in Russian).

Kratkaya geograficheskaya entsiklopediya [Brief geographical encyclopedia]. Vol. 3. Moscow: Soviet Encyclopedia, 1962. 563 p. (in Russian).

Nikanorov A.M., Ivanov V.V., Bryzgalo V.A. Reki Rossiyskoy Arktiki v sovremennykh usloviyakh antropogennogo vozdeystviya [Rivers of the Russian Arctic in modern conditions of anthropogenic impact]. Rostov-on-Don: NOK Publishing House, 2007. 280 p. (in Russian).

Parmuzin Yu.P., Kirillov M.V., Shcherbakov Yu.A. Fiziko-geograficheskoye rayonirovaniye Krasnoyarskogo kraya [Physico-geographical zoning of the Krasnoyarsk Territory] // Materialy po fiziko-geograficheskoye rayonirovaniyu SSSR (Sibir' i Dal'niy Vostok) [Materials on physico-geographical zoning of the USSR (Siberia and the Far East)]. Moscow: MSU Publishing House, 1964. P. 5–70. (in Russian).

Resursy poverkhnostnykh vod SSSR: Gidrologicheskaya izuchennost [Surface Water Resources of the USSR: Hydrological Study]. Vol. 16. Angaro-Yeniseyskiy rayon [Angaro-Yenisei region. Vol. 1. Yenisei] / ed. by G.S. Karabayev. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1967. 823 p. (in Russian).

Rumyantsev V.A., Drabkova V.G., Izmailova A.V. Ozera aziatskoy chasti Rossii. [Lakes of the Asian part of Russia]. St. Petersburg: Svoe publishing house, 2017. 480 p. (in Russian).

Rumyantseva E.V. Analiz mnogoletney izmenchivosti vodnykh resursov Norilo-Pyasinskoy ozerno-rechnoy sistemy v usloviyakh antropogennogo vozdeystviya [Analysis of long-term variability of water resources of the Norilo-Pyasinskaya lake-river system under anthropogenic impact]: PhD (PhD of Geogr.) thesis. St. Petersburg, 2012. 116 p. (in Russian).

Taymyro-Severozemel'skaya oblast' (Fiziko-geograficheskaya kharakteristika) [Taimyro-Severozemel'skaya oblast (Physical and geographical characteristics)] / Ed. R.K. Sisko. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1970. 374 p. (in Russian).

European Space Agency, Sinergise. Copernicus Global Digital Elevation Model // Distributed by OpenTopography. URL: <https://doi.org/10.5069/G9028PQB>. (accessed: 01.06.2022).

BATHYMETRIC STUDIES OF LAKE PYASINO (KRASNOYARSK KRAI) IN 2022

A.V. Dyachenko, D.M. Bezmaternykh

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul,

E-mail: dychenko@iwep.ru, bezmater@iwep.ru

Pyasino is a lake of glacial origin in Russia in the southwest of the North Siberian lowland in the Krasnoyarsk region, about 20 km from Norilsk. On August 20–22, 2022, bathymetric measurements were made of individual sections of Lake Pyasino. The purpose of this work was to clarify bathymetric characteristics of certain sections of Lake Pyasino. New field data were obtained to refine the digital elevation model in the southern and northern parts of the lake. Channel relief forms of the main channel were determined and data were collected on the carrying capacity of a number of secondary channels in the Norilskaya River delta, which form the discharge of this tributary at its confluence with the southern part of Lake Pyasino. The maximum depth of the lake was specified, which was found in the northern part of the lake and is 39.1 m, which is much greater than the previously specified values.

Keywords: Taimyr; Norilsk; hydrology; depths; DEM.

Received May 15, 2024. Accepted: June 16, 2024

Сведения об авторах

Дьяченко Александр Владимирович – научный сотрудник лаборатории гидрологии и геоинформатики Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0003-4178-8415. E-mail: dychenko@iwep.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.

Information about the authors

Dyachenko Alexander Vladimirovich – Researcher at the Laboratory of Hydrology and Geoinformatics of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0003-4178-8415. E-mail: dychenko@iwep.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.