

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-137-143>
УДК: (556.551+631.42)(571.13)

Н.М. Невенчанная, М.Р. Шаяхметов,
О.Д. Шойкин*

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»
644008, Россия, г. Омск,
ул. Институтская площадь, 1

*Адрес для переписки:

nm.nevenchannaya@omgau.org,
od.shoykin@omgau.org

Вклад авторов. Невенчанная Н.М.: отбор, проведение анализа химического состава солей озера Эбейты в динамике по годам исследований, обработка экспериментальных данных, написание рукописи. Шаяхметов М.Р.: написание рукописи касаясь характеристики почвенного покрова, заложение почвенных разрезов, обработка снимков в программе QGIS и данных с космического аппарата Landsat 7 во временном промежутке. Шойкин О.Д.: отбор воды, заложение почвенных разрезов вблизи озера Эбейты, описание данных, редактирование рукописи.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи указывают на отсутствие финансовой поддержки/конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Благодарности. Статья опубликована по материалам III-ей Международной научно-практической конференции «Рядом с Н.И. Вавиловым – научные школы России по обеспечению продовольственной и экологической безопасности страны».

Для цитирования: Невенчанная Н.М., Шаяхметов М.Р., Шойкин О.Д. Особенности химического состава воды озера Эбейты Омской области и характеристика почвенного покрова. *Овощи России*. 2024;(6):137-143. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-137-143>

Поступила в редакцию: 19.08.2024

Принята к печати: 25.10.2024

Опубликована: 29.11.2024

Natalia M. Nevenchannaya,
Marat R. Shayakhmetov, OIzhas D. Shoykin*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Omsk State Agrarian University"
1, Institutskaya square St., Omsk, Russia, 644008

*Correspondence Author:

nm.nevenchannaya@omgau.org,
od.shoykin@omgau.org

Authors' Contribution: Nevenchannaya N.M.: sampling, conducting an analysis of the chemical composition of salts in Lake Ebeyty in dynamics over the years of research, processing experimental data, writing the manuscript. Shayakhmetov M.R.: writing the manuscript regarding the characteristics of the soil cover, laying out soil profiles, processing images in the QGIS program and data from the Landsat 7 spacecraft in the time interval. Shoykin O.D.: water sampling, laying out soil profiles near Lake Ebeyty, describing the data, editing the manuscript.

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgments. The article was published based on the materials of the III International scientific-practical conference "Near N.I. Vavilov – scientific schools of Russia on ensuring food and ecological security".

For citation: Nevenchannaya N.M., Shayakhmetov M.R., Shoykin O.D. Features of the chemical composition of water in lake Ebeyty Omsk region and characteristics of soil cover. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(6):137-143. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-137-143>

Received: 19.08.2024

Accepted for publication: 25.10.2024

Published: 29.11.2024

Особенности химического состава воды озера Эбейты Омской области и характеристика почвенного покрова

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Озеро Эбейты самое большое солёное озеро Омской области, расположенное на юго-западе региона, на стыке границ трёх районов: Полтавского, Москаленского и Исилькульского, обладает огромными запасами лечебных грязей. Цель исследований – изучить особенности химического состава воды озера Эбейты за годы исследований (данные 2011, 2019, 2022 и 2023 годов) и почвенного покрова.

Материал и методика. В работе представлены результаты исследований химического состава воды озера Эбейты в период 2011-2019-2022-2023 годов. В данной работе применялись методы анализа спутниковых данных для выявления особенностей рельефа, изменению площади водной поверхности (архив спутниковых изображений за 10 лет) исследуемой территории в программном продукте QGIS. Отбор пробы воды проводили в дневное время для ее химического анализа по общепринятым методикам.

Результаты и обсуждение. Проведена оценка экологического состояния озера. В результате исследований установлено: повышение окисляемости с 53,04 мгО₂/л в 2011 году до 208,0 мгО₂/л в 2022, а в 2023 году показатель снижается до 150,4 мгО₂/л, что свидетельствует об ухудшении экологической ситуации водного объекта. Минерализация увеличивается за годы исследований от 128054 до 268691 мг/л (соответственно). Почвенный покров представлен почвами засоленного ряда – солончаками и солонцами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

озеро Эбейты, гидрохимический состав воды, минерализация, перманганатная окисляемость, оценка воды, почвенный покров

Features of the chemical composition of water in lake Ebeyty Omsk region and characteristics of soil cover

ABSTRACT

Relevance. Lake Ebeyty is the largest salt lake in the Omsk region, located in the southwest of the region, at the junction of the borders of three regions: Poltava, Moskalensky and Isilkulsky, and has huge reserves of medicinal mud. The purpose of the research is to study the characteristics of the chemical composition of Lake Ebeyty water over the years of research (data from 2011, 2019, 2022 and 2023) and soil cover.

Material and Methodology. The paper presents the results of studies of the chemical composition of the water of Lake Ebeyty in the period 2011-2019-2022-2023. In this work, satellite data analysis methods were used to identify relief features and changes in the area of the water surface (archive of satellite images for 10 years) of the study area in the QGIS software product. Water samples were taken during the daytime for chemical analysis using generally accepted methods.

Results. An assessment of the ecological state of the lake was carried out. As a result of the research, it was established: an increase in oxidation from 53.04 mgO₂/l in 2011 to 208.0 mgO₂/l in 2022, in 2023 the figure decreases to 150.4 mgO₂/l, which indicates a deterioration in the ecological situation of the water body. Mineralization increases over the years of research from 128054 to 268691 mg/l (respectively). The soil cover is represented by soils of the saline series – solonchaks and solonetztes.

KEYWORDS:

lake Ebeyty, hydrochemical composition of water, mineralization, permanganate oxidation, water assessment, soil cover

Введение

Солёные озёра встречаются на всей территории России. Преимущественно бессточные, поэтому в условиях засушливого климата в них накапливаются соли. Под действием различных факторов, особенно климатических условий, концентрация веществ в озерах изменяется [1, 2, 3]. В засушливые годы озера пересыхают, оставляя на поверхности солевые отложения, часто в виде корки, но в условиях достаточного увлажнения вновь наполняются водой, и концентрация солей снижается [5, 6, 7]. Из солёных озёр наиболее распространены мелководные степные, в основном пересыхающие летом, содержащие лечебные и косметические грязи [8]. По степени минерализации озера делятся на пресные, содержащие до 1 г/л растворенных веществ, солоноватые, содержащие 1-10 г/л солей, солёные (10-50 г/л) и рассолы (свыше 50 г/л) [9]. Способы образования солёных озёр различные. Из списка самых популярных солёных озёр страны озеро Эбейты Омской области расположено на 15 месте [10, 11, 12]. Это самое крупное солёное озеро Омской области. Размеры озера и глубина зависят от количества осадков и времени года. С 1979 года водоём объявлен природным памятником (государственным природным заказником регионального значения).

Озеро бессточное, горько-солёное, находится на высоте 54 м над уровнем моря. По площади водного зеркала Эбейты – 3-е озеро Омской области (после озёр Салтаим и Тенис) и 127-е озеро России [13]. Геоморфологически территория озера Эбейты входит в состав Ишим-Иртышского структурно-геоморфологического эрозионно-аккумулятивного района, бассейновый округ Иртышский [4, 11, 14].

Первые упоминания озера Эбейты в литературных источниках появляются в 1887 году профессором Шмидтом. Геологические исследования озера ведутся с 1928 года, поэтому оно неплохо изучено. Однако в настоящее время экологическая ситуация в котловине озера Эбейты является переходной от критической к катастрофической. Наблюдается обмеление озера и повышение его минерализации, поэтому проведение мониторинговых исследований за изменением химического состава воды представляет научный интерес [15, 16].

Цель исследования – изучить особенности химического состава воды озера Эбейты за годы исследований (данные 2011, 2019, 2022 и 2023 гг.) и почвенного покрова.

Материал и методы проведения исследований

Озеро Эбейты относится к лесостепной части юга Западной Сибири, является замкнутым водоемом, месторождением лечебных грязей и местом обитания популяции рачков *Artemia Salina* L. и их цист, которые используют в медицинских и сельскохозяйственных целях [14, 17, 18].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью изучения и мониторинга за эколого-геохимическим состоянием озера Эбейты,

являющегося месторождением минеральных солей и памятником природы.

Образцы воды отбирали из озера в июле месяце. Отбор проб воды проводился в дневное время суток, с определением химического состава воды (общей щелочности, хлорид-ионов, сульфат-ионов, кальция и магния – титриметрическим методом, натрия – пламенно-фотометрическим методом, сухой остаток – гравиметрическим, реакция среды – потенциометрическим методом).

До сих пор нет полной ясности в вопросе происхождения озера Эбейты. По мнению одних, котловина озера – это переуглубленный участок крупной долины (ложбины) стока, огибающей Казахский мелкосопочник и проходящей через Тургайский прогиб к Аральскому морю [17].

Другие считают происхождение озера – эолово-дефляционным, когда при интенсивном солевом выветривании шло разрыхление поверхностного слоя. Многие придерживаются идеи тектонического фактора и связывают происхождение котловины озера, с тектоническими подвижками, которые неоднократно происходили в неогеновое время на протяжении четвертичного периода в зоне сочленения двух крупных структур – Приказахстанской моноклинали и Омской впадины [17].

Большая мощность четвертичных осадков, заполняющих озерную котловину, свидетельствует о том, что процессы дефляции и солевого выветривания имели место в больших масштабах в эоплейстоцене и начале неоплейстоцена, а в среднем и верхнем неоплейстоцене, когда шло отложение осадков карасукской свиты, интенсивность этих процессов резко сократилась. С началом верхнечетвертичного времени началось медленное прогибание поверхности озерной котловины [17].

Для анализа геоморфологических условий Эбейтинской котловины применялись спутниковые данные космического аппарата Landsat, обрабатываемые в программном комплексе QGIS. Высота прибрежной территории варьирует от 113 м до 134 м. Водная гладь озера находится на высоте около 50 м.

Результаты исследований

За последние 10-летие объемы солёных озёр и их качественная характеристика претерпела сильные изменения. Ежегодно солёные озера сильно уменьшаются в размерах в связи с влиянием погодных условий и засушливостью. Площадь водного зеркала непостоянна (рис. 1).

При проведении рестроспективного анализа на основе спутниковых данных за 10 лет (космического аппарата Landsat 7) установлено, что водная гладь озера сократилась в среднем на 1000 гектар.

В отобранных образцах из озера (июль 2011, 2019, 2022 и 2023 годы), изучен химический солевой состав, определен тип засоления озера и формула химического состава. Мониторинг показателей химического состава воды озера Эбейты представлен в таблицах 1-3.

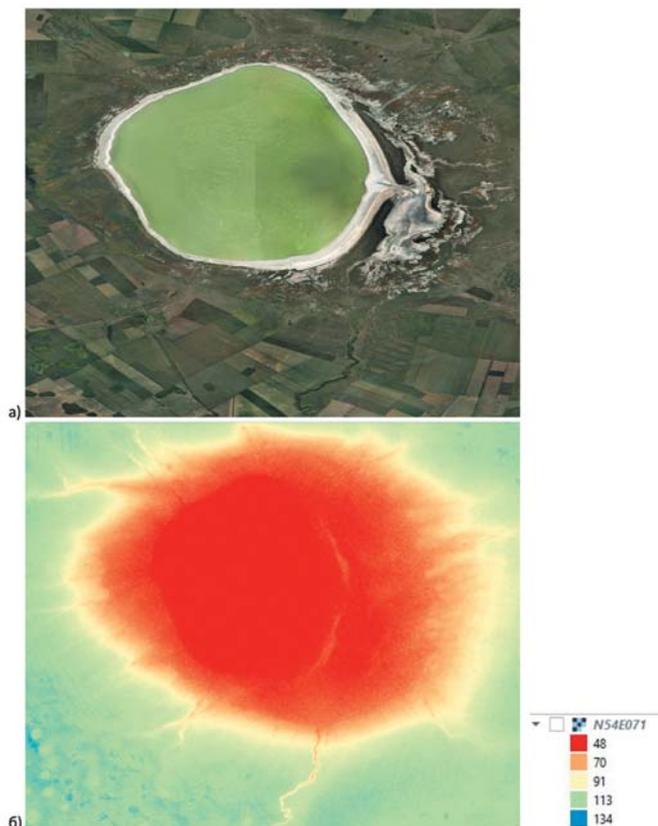


Рис. 1. Анализ рельефа территории Эбейтинской котловины в программном комплексе QGIS (а - спутниковое изображение; б - рельеф построенный на основе данных «Shuttle Radar Topography Mission» глобальная миссия NASA по изучению рельефа Земли)

Fig. 1. Analysis of the relief of the territory of the Ebeyta Basin in the QGIS software package (a - satellite image; b - relief constructed based on data from the Shuttle Radar Topography Mission, NASA's global mission to study the Earth's relief)

Таблица 1. Результаты химического анализа воды озера Эбейты в годы проведения исследований
Table 1. Results of chemical analysis of Lake Ebeyta water during the years of research

Год проведения исследования	pH	Жесткость общая, мг-экв/л	Жесткость карбонатная, мг-экв/л	Окисляемость O ₂ , мг/л	Минерализация, мг/л
2011	8,15	427,50	9,96	53,04	128054
2019	7,29	309,0	20,4	80,0	154341
2022	7,95	470,0	17,9	208,0	196528
2023	8,04	654	17,2	150,4	268691

Из таблицы 1 видно, что реакция среды в озере щелочная, однако необходимо отметить снижение показателя до слабощелочной реакции в 2019 и 2023 годах.

Согласно проведенным исследованиям, вода в озере является очень жесткой, с максимальным значением в 2023 году. Показатель жесткости связан с высоким содержанием в первую очередь ионов кальция (Ca²⁺) и магния (Mg²⁺), а также других щелочноземельных металлов. Их источником являются природные залежи известняков, гипса и доломитов. Ионы кальция и магния поступают в воду в результате взаимодействия растворенного диоксида углерода с минералами и при других процессах растворения и химического выветривания горных пород. Также источником этих ионов могут служить микробиологические процессы, протекающие в почвах

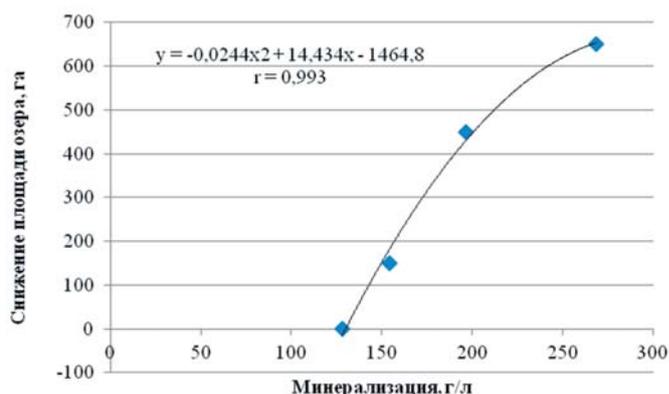


Рис. 2. Параметры связи минерализации от площади озера Эбейты
Fig. 2 Parameters of the relationship between mineralization and the area of Lake Ebeyta

на площади водосбора, в донных отложениях, что указывает на ухудшение экологической ситуации. По данным космического аппарата Landsat 7 была выявлена связь минерализации по годам исследования от снижения площади водной глади озера. С начала 2011 года по 2019 год площадь озера сократилась на 150 га, что соответствовало увеличению минерализации на 26,3 г/л. В дальнейших годах исследования отмечалась высокая засушливость и снижение водной глади на 450 га в 2022 году по сравнению с 2019 годом (+42,2 г/л). В 2023 году водная гладь озера уменьшилась на 650 га по отношению к 2022 году исследования, что повлияло на повышение минерализации на 72 г/л. Наглядная зависимость увеличения минерализации озера Эбейты от уменьшения площади водной глади отражена в достоверной связи (рис. 2).

Перманганатная окисляемость является удобным показателем, с помощью которого можно комплексно оценить степень загрязнения жидкости бактериями. В годы проведения исследований окисляемость водоема увеличилась от 2011 к 2022 году (максимальное значение 208,0 мгO₂/л в 2022 году), что указывает на очень высокое содержание органических веществ в воде, в 2023 году значение окисляемости снизилось до 150,4 мгO₂/л.

Минерализация высокая и вода соответствует рассолу, показатель постепенно увеличивался от 2011 к 2022 году и резко возрос в 2023 году. Геохимический состав воды за годы проведения исследований представлен в таблице 2.

Соотношение ионов в воде указывает на тип засоления. В 2011 и 2022 годах из анионов преобладают хло-

Таблица 2. Содержание основных ионов в воде озера Эбейты, мг*экв/л
Table 2. Content of main ions in the water of Lake Ebeity, mg*eq/l

Год	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₂ ²⁻	Na ⁺ +K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺²⁺	NO ₃ ^{-*}
2011	2125,5	106,46	9,96	1,12	1815,54	402,50	25,0	0,14	3,4
2019	1178,03	1223,96	20,4	0	2113,39	287,0	22,0	1,35	10,0
2022	2250,38	962,13	0	2,0	2760,11	444,0	26,0	0,2	0,9
2023	1819,01	2354,38	17,2	0	3536,59	554,0	100,0	0,29	1,5

*мг/л

Таблица 3. Формула химического состава и оценка воды озера Эбейты в годы исследований
Table 3. Formula of the chemical composition and assessment of the water of Lake Ebeity during the years of research

Год исследования	Формула химического состава	Оценка воды
2011	$\frac{Cl\ 94,8\ SO_4\ 4,7\ HCO_3\ 0,4}{M=128,0\ Na+K\ 80,9\ Mg\ 18,0\ Ca\ 1,1}$	Хлоридная натриевая
2019	$\frac{SO_4\ 50,5\ Cl\ 48,6}{M=154,3\ Na+K\ 87,2\ Mg\ 11,8}$	Хлоридно-сульфатная натриевая
2022	$\frac{Cl\ 69,7\ SO_4\ 29,8}{M=196,5\ Na+K\ 85,4\ Mg\ 13,7}$	Сульфатно-хлоридная натриевая
2023	$\frac{SO_4\ 56,2\ Cl\ 43,4}{M=268,7\ Na+K\ 84,4\ Mg\ 13,2}$	Хлоридно-сульфатная натриевая

риды, в 2019 и 2023 годах больше в составе воды сульфатов, что повлияло на изменение типа засоления.

Западно-Сибирский артезианский бассейн – это крупнейшая в мире артезианская область (или один из крупнейших артезианских бассейнов) [2]. Расположена преимущественно в России (Тюменская, Омская, Свердловская, Челябинская, Новосибирская, Томская области, Красноярский край), крайняя южная часть – в Казахстане. Площадь более 3 млн. км². В тектоническом отношении приурочена к Западно-Сибирской платформе [2]. В строении области выделяют 2 гидрогеологических этажа, разделённых региональным водоупором мел-палеогенового возраста. Верхний гидрогеологический этаж с глубиной залегания подземных вод от 1–2 м до 15–20 м и более. Состав воды с минерализацией менее 1,0 г/л представлен гидрокарбонатами и карбонатами натрия в зоне континентального засоления (на юге) и на участках затруднённого питания межпластовых вод минерализация возрастает до 3,0–10 г/л, на участках интенсивного испарения грунтовых вод до 50–100 г/л и более, с преобладанием

хлоридов [15, 16]. Зона континентального засоления является важнейшей особенностью этой зоны с превышением величины испарения над количеством осадков. Оценка воды по формулам химического анализа представлена в таблице 3. По качеству засоления вода характеризуется как хлоридная натриевая в 2011 году. По истечении десяти лет вода оценивалась в диапазоне от хлоридно-сульфатной натриевой до сульфатно-хлоридной натриевой и в 2023 году хлоридно-сульфатная натриевая.

Несмотря на высокую минерализацию, озеро Эбейты отличается разнообразием своей растительности. На его берегах и мелководьях произрастают различные солелюбивые виды: солерос, сведа, лебеда. Особый интерес представляют реликтовые растения, сохранившиеся на данной территории с доледникового периода, а за счёт сильного засоления котловины здесь встречаются растительные сообщества, имеющие галофитами. Типичными галофитами заказника являются: солерос европейский, сведа рожконосная, сведа заострённая, таблица 4.

Таблица 4. Характеристика произрастающих растений вблизи озера Эбейты
Table 4. Characteristics of plants growing near Lake Ebeity

Название	Латинская аббревиатура	Использование
Солерос европейский	Salicornia europaea	Используется в онкологии как средство замедления злокачественных опухолей и грануляций
Сведа рожконосная	Suaeda corniculata	Корм для верблюдов, овец, коз. Сырье для получения соды и поташа.
Сведа заострённая	Suaeda acuminata	Индикатор сильнозасоленных к поверхности почв
Овсяница ложновечья	Festuca ovina	Озеленение и благоустройство территории. Рекультивация нарушенных земель
Ковыль волосатик	Stipa capillata	Весной листья как корм для лошадей что приводит к увеличению качества кумыса, удоев и качеству молока
Солонечник двуцветковый	Galatella biflora	Внесен в красную книгу Тамбовской области. Декоративное растение
Лебеда	Atriplex	Общеукрепляющее витаминное средство



Рис. 3. Солеросы – типичные растения-галофиты на солончаках

Fig. 3. Soleros – typical halophytic plants on salt marshes

Наиболее часто встречаются: овсяница ложно-овечья, ковыль волосатик, солонечник двцветковый. Уникальная растительность озера Эбейты является одним из главных богатств этого региона (рис. 3).

Солёные озера, в том числе озеро Эбейты оказывают большое влияние на почвенный покров. Вокруг



Рис. 4. Расположение полюям на юго-восточном берегу озера Эбейты по данным космического аппарата Landsat 7
Fig. 4. Location of hollows on the southeastern shore of Lake Ebeity according to Landsat 7 spacecraft data

Полюяма 1. Координаты привязки: N 54,60262°, E 71,79453°, h 60 м.
Вскипание от HCl с поверхности. Оглеение с 15 см.

Горизонт, глубина, см	Морфологические признаки
$S_a \frac{0-1}{1}$ см	Солевая корка.
$A_{ск} \frac{1-5}{4}$ см	Свежий, уплотненный, бурый, неоднородный, с белесым оттенком, тяжелосуглинистый, бесструктурный, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли. Переход в гор. $V_{1ск}$ постепенный по цвету.
$V_{1ск} \frac{5-15}{10}$ см	Влажный, уплотненный, бурый, неоднородный, с белесыми пятнами, легкоглинистый, бесструктурный, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли. Переход в гор. $V_{2скг}$ ясный по цвету.
$V_{2скг} \frac{15-41}{26}$ см	Влажный, плотный, светло-бурый, неоднородный, с серыми затеками и охристыми пятнами, легкоглинистый, бесструктурный, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли, Fe_2O_3 . Переход в гор. $V_{3скг}$ постепенный по цвету.
$V_{3скг} \frac{41-51}{10}$ см	Влажный, плотный, темно-бурый, неоднородный, с охристыми и оливковыми пятнами, легкоглинистый, бесструктурный, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли, FeO, Fe_2O_3 .

Название почвы: солончак соровый сульфатно-хлоридный с участием соды очень сильнозасоленный поверхностный тяжелосуглинистый.

Полюяма 2. Координаты привязки: N 54,60237°, E 71,79514°, h 61 м.
Вскипание от HCl с поверхности. Оглеение с 16 см.

Горизонт, глубина, см	Морфологические признаки
$A_d \frac{0-1}{1}$ см	Дернина.
$A_{1ск} \frac{1-5}{8}$ см	Сухой, уплотненный, светло-бурый, неоднородный, с белесым оттенком, супесчаный, комковато-пылеватый, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли. В горизонте присутствуют корневые системы растений. Переход в гор. $V_{1ск}$ резкий по структуре.
$V_{1ск} \frac{5-15}{7}$ см	Сухой, очень плотный, серый, неоднородный, с бурым оттенком, на «головах» столбов белесая присыпка, легкоглинистый, столбчатый, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли. Переход в гор. $V_{2скг}$ ясный по структуре.
$V_{2скг} \frac{15-41}{16}$ см	Влажный, плотный, бурый, неоднородный, с сизым оттенком и охристыми пятнами, тяжелоглинистый, творожистый, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли, FeO, Fe_2O_3 . Переход в гор. $V_{3скг}$ постепенный по цвету.
$V_{3скг} \frac{41-51}{30}$ см	Сырой, плотный, темно-бурый, неоднородный, с охристыми пятнами, среднеглинистый, творожистый, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли, Fe_2O_3 . Переход в гор. $V_{4скг}$ постепенный по цвету.
$V_{4скг} \frac{62-82}{20}$ см	Сырой, уплотненный, темно-бурый, легкоглинистый, творожистый, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли. На границе перехода гор. $V_{3скг}$ в гор. $V_{4скг}$ сплошная прослойка песка по лицевой стенке разреза.

Название почвы: солонец черноземно-луговой солончаковый хлоридно-содовый слабозасоленный карбонатный мелкий столбчатый супесчаный.

Полюяма 3. Координаты привязки: N 54,60218°, E 71,79642°, h 62 м.
Вскипание от HCl с поверхности. Оглеение с 14 см.

Горизонт, глубина, см	Морфологические признаки
$A_0 \frac{0-1}{1}$ см	Дернина.
$A_{1ск} \frac{1-14}{13}$ см	Сухой, рыхлый, светло-серый, неоднородный, с белесыми пятнами, супесчаный, комковато-пылеватый, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли. Переход в гор. $V_{1кг}$ резкий по структуре.
$V_{1ск} \frac{14-35}{21}$ см	Сухой, очень плотный, светло-бурый, неоднородный, с темно-бурыми, серыми и охристыми пятнами, среднеглинистый, ореховатый, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли, Fe_2O_3 . Переход в гор. $V_{2кг}$ ясный по структуре.
$V_{2скг} \frac{35-47}{12}$ см	Свежий, очень плотный, светло-бурый, неоднородный, с темно-бурыми и охристыми пятнами, легкоглинистый, ореховатый, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли, Fe_2O_3 . Переход в гор. $V_{3кг}$ ясный по цвету и структуре.
$V_{3скг} \frac{47-74}{27}$ см	Влажный, плотный, темно-бурый, неоднородный, с охристыми пятнами, среднеглинистый, творожистый, новообразования $CaCO_3$ в форме пропитки, легкорастворимые соли, Fe_2O_3 . На границе перехода гор. $V_{2скг}$ в гор. $V_{3скг}$ имеется песчаная линза.

Название почвы: солонец черноземно-луговой солончаковый хлоридный слабозасоленный карбонатный средний ореховатый супесчаный.

озера в составе почвенного покрова формируются почвы засоленного ряда: солончаки и солонцы, сменяясь на территории пашни в лугово-черноземную солончаковую почву, рис. 4.

Описание засоленных полей расположенных вблизи озера Эбейты представлены ниже. Почвы представлены солончаками соровыми и солонцами черноземно-луговыми (данные 2023 года).

Почвы, находящиеся вблизи озера, покрыты солевой корочкой. У озера преобладает тип солончаков соровых (полюяма 1), далее от прибрежной территории располагаются солонцы черноземно-луговые с хлоридным и хлоридно-содовым типом засоления. В профиле почвы явно выделяются выцветы солей в виде нитей и солевых пятен. Уровень оглеения характерен почти по всему профилю почвенного разреза с высоким залегание грунтовых вод к поверхности (полюямы 2-3).

Выводы

1. В ходе исследования химического состава воды озера Эбейты было выявлено, что относится оно к типу рассол от хлоридно-натриевого в 2011 к хлоридно-сульфатному в 2019, 2023 и до сульфатно-хлоридного в 2022, при этом основное питание озера поступает с тальми снеговыми и грунтовыми водами такого же

состава. Главный экологический фактор, оказывающий существенное влияние на почвообразование - минерализация почвенно-грунтовых вод, тип и степень засоления озера Эбейты.

2. Наличие в составе почвенного раствора вредных для жизни растений солей губительно отражается на развитии растений. Наиболее вредной является сода (карбонат натрия), оказывающая отрицательное влияние на растения, вредны для растений сульфаты и хлориды магния и натрия. Высокая концентрация солей в почвенном растворе также пагубна для растений. Поэтому определение концентрации (степени засоления почвы), состава и реакции почвенного раствора и воды озера является обязательным при характеристике почвенного покрова.

3. Причинами ухудшения экологической ситуации в котловине озера Эбейты являются: чрезмерная распашка водосборной площади озера, строительство плотин на впадающих в него ручьях и балках, уменьшение количества осадков в последние годы. К этому также приводит несовершенство действующего природоохранного законодательства, существующей системы оценки и управления категориями земель и сложившейся в этом районе системы природопользования.

Литература

1. Атлас Омской области. М.: Роскартография; 1999. 56 с.
2. Солёные озера России. <https://tsuren.ru/news/solenie-ozera-rossii/> (дата обращения 12.04.2024)
3. Западно-Сибирская артезианская область. Доступно: <https://bigenc.ru/geology/text/1988008> (дата обращения 10.04.2024)
4. Водные объекты. Доступно: https://water-rf.ru/Водные_объекты/192/Эбейты (дата обращения 10.04.2024)
5. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды бодоемов. М.: Медицина; 1990. 399 с.
6. Невенчанная Н.М., Башкатова Л.Н. Характеристика химиче-

ского состава вод озер и почв Камышловского лога Омской области. *Агрофизика*. 2021;(2):24-30.

<https://doi.org/10.25695/AGRP.2021.02.04>

<https://elibrary.ru/zuajcj>

7. Nevenchannaya, N., Shayakhmetov, M., Bashkatova, L. Spatio-temporal analysis of the lakes of the Kamyshlovsky Log of the Omsk region and their impact on the soil cover. *E3S Web of Conferences*. 2023;(380):01017.

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338001017>

<https://elibrary.ru/pmmcaj>

8. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Омской области в 2006 году. Омск: ЗАО «Манифест». 2007. 288 с.

9. Синихин С.И., Махензон М.П., Спиро И.С и др. Объяснительная записка и материалы к разведке и подсчету

запасов сульфата натрия на озере Эбейты. Л.: Новосибирск, 1952. 229 с.

10. Трапезников Д.Е., Исаева Г.А. Минеральные соли озера Эбейты. Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. *Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского*. 2014;(17):176-180. <https://elibrary.ru/segidf>
11. Трапезников Д.Е. Особенности соленакопления озера Эбейты в Омской области. *Металлогения древних и современных океанов*. 2014;(20):221-224. <https://elibrary.ru/unjybh>
12. Top 30 – соленые озера России. Доступно: <https://must-see.top/solenye-ozera-rossii/> (дата обращения 11.04.2024)
13. Кузьмин А.И. Подземный сток озера Эбейты. *Известия Омского отдела Географического общества СССР*. 1968;(9):69-76.
14. Кривonos Л.М., Лустова Т.Н. Озеро Эбейты - уникальное комплексное месторождение минеральных солей и лечебных грязей. Люди и недра: история геологического изучения и освоения недр территории Омской области под ред. И.А. Вяткина. Омск: Омское книжное издательство, 2011. С.192-197.
15. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 2. Средняя Обь. Л.: Гидрометеиздат; 1972. 351 с.
16. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 3. Нижний Иртыш и Нижняя Обь под ред. Г. Д. Эйрих. Л.: Гидрометеиздат; 1964. 432 с.
17. Озеро Эбейты. Доступно: <http://ozerra.ru/solenye-ozera/77-ehbeyty.html> (дата обращения 10.04.2024)
18. Тусупбеков Ж.А., Ряполова Н.Л., Надточий В.С. Гидролого-климатические и эколого-географические условия формирования элементов водного баланса озера Эбейты Омской области. *Природообустройство*. 2014;(4):60-63. <https://elibrary.ru/sqywiv>

• References

1. Atlas of Omsk Region. Moscow: Roskartografiya; 1999. 56 p. (In Russ.)
2. Salt lakes of Russia. <https://tsuren.ru/news/solenie-ozera-rossii/> (date of access 12.04.2024) (In Russ.)
3. West Siberian Artesian Region. Available: <https://bigenc.ru/geology/text/1988008> (date of access 10.04.2024) (In Russ.)
4. Water Bodies. Available: https://water-rf.ru/Водные_обезды/192/Эбейты (date of access 10.04.2024) (In Russ.)
5. Novikov Yu.V., Lastochkina K.O., Boldina Z.N. Methods of studying the water quality of 6 water bodies. Moscow: Medicine; 1990.

399 p. (In Russ.)

6. Nevenchannaya N.M.1, Bashkatova L.N. Characteristics of lake waters and soil chemical composition of Kamyshlovsky Log in Omsk Region. *Agrophysica*. 2021;(2):24-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.25695/AGRPH.2021.02.04> <https://elibrary.ru/zuajcj>
7. Nevenchannaya, N., Shayakhmetov, M., Bashkatova, L. Spatio-temporal analysis of the lakes of the Kamyshlovsky Log of the Omsk region and their impact on the soil cover. *E3S Web of Conferences*. 2023;(380):01017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338001017> <https://elibrary.ru/pmmcaj>
8. Report on the state and protection of the environment of Omsk region in 2006. Omsk: ZAO "Manifest". 2007. 288 p. 9. Sinikhin S.I., Makhenzon M.R., Spiro I.S. et al. Explanatory note and materials for exploration and calculation of sodium sulfate reserves on Lake Ebeity. L.: Novosibirsk, 1952. 229 p. (In Russ.)
10. Trapeznikov D.E., Isaeva G.A. Mineral salt lake Ebeity. *Scientific readings of the memory of P.N. Chirvinsky*. 2014;(17):176-180. (In Russ.) <https://elibrary.ru/segidf>
11. Trapeznikov D.E. Features of salt accumulation in Lake Ebeity in the Omsk region. *Metallogeny of ancient and modern oceans*. *Metallogeniya drevnih i sovremennyh okeanov*. 2014;(20):221-224. (In Russ.) <https://elibrary.ru/unjybh>
12. Top 30 – salt lakes of Russia. Available: <https://must-see.top/solenye-ozera-rossii/> (date of access 11.04.2024) (In Russ.)
13. Kuzmin A.I. Underground runoff of Lake Ebeity. News of the Omsk Department of the Geographical Society of the USSR. 1968;(9):69-76. (In Russ.)
14. Krivonos L.M., Lustova T.N. Lake Ebeity - a unique complex deposit of mineral salts and therapeutic mud. People and subsoil: the history of geological study and development of subsoil of the territory of the Omsk region under the editorship of I.A. Vyatkin. Omsk: Omsk Book Publishing House, 2011. P. 192-197. (In Russ.)
15. Surface water resources of the USSR. Vol. 15. Altai and Western Siberia. Issue. 2. Middle Ob. L.: Gidrometeizdat; 1972. 351 p. (In Russ.)
16. Surface Water Resources of the USSR: Hydrological Study. Vol. 15. Altai and Western Siberia. Issue. 3. Lower Irtysh and Lower Ob edited by G. D. Eirikh. L.: Gidrometeizdat; 1964. 432 p. (In Russ.)
17. Lake Ebeity. Available: <http://ozerra.ru/solenye-ozera/77-ehbeyty.html> (accessed 10.04.2024) (In Russ.)
18. Tsupbekov Zh.A., Ryapolova N.L., Nadtochij V.S. Hydrological-climatic and ecological-geographic conditions of formation of elements of water balance of lake Ebeity of the Omsk Region. *Prirodoobustrojstvo*. 2014;(4):60-63. (In Russ.) <https://elibrary.ru/sqywiv>

Об авторах:

Наталья Михайловна Невенчанная – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, <https://orcid.org/0000-0001-5567-2101>, SPIN-код: 3524-9398,

автор для переписки, nm.nevenchannaya@omgau.org

Марат Рахимбердыевич Шаяхметов – кандидат биологических наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, <https://orcid.org/0000-0002-3729-2612>, SPIN-код: 6439-1029

Олжас Даулетжанович Шойкин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, <https://orcid.org/0000-0001-8803-2645>, SPIN-код: 5969-9070,

автор для переписки, od.shoykin@omgau.org

About the Authors:

Natalia M. Nevenchannaya – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Soil Science, SPIN-code: 3524-9398, <https://orcid.org/0000-0001-5567-2101>,

Correspondence Author, nm.nevenchannaya@omgau.org

Marat R. Shayakhmetov – Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Soil Science, SPIN-code: 6439-1029, <https://orcid.org/0000-0002-3729-2612>

Olzhas D. Shoykin – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Soil Science, SPIN-code: 5969-9070, <https://orcid.org/0000-0001-8803-2645>,

Correspondence Author, od.shoykin@omgau.org