

Физические и химические особенности сапропелевых грязей некоторых пресноводных озер Елизовского района Камчатского края (Россия)

© 2019 Р. В. Жарков*¹, Д. Н. Козлов¹, Б. И. Челнокова²

¹Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

²Владивостокский филиал ДНЦ ФПД – НИИМКВЛ, Владивосток, Россия

*E-mail: rafael_zharkov@mail.ru

Реферат. Впервые приводятся данные о физико-химических свойствах сапропелевых грязей и морфологии дна нескольких пресных озер центральной части Елизовского района Камчатского края. В 2016 г. исследовались озера Овальное и Синичкино (район г. Петропавловск-Камчатский), озеро Лесное (район с. Паратунка) и безымянное озеро в 2.5 км южнее с. Малки. Цель исследований заключалась в изучении особенностей физико-химических свойств сапропелей и оценке перспектив бальнеотерапевтического и косметологического использования. Среди обследованных озер наиболее перспективными оказались сапропелевые грязи безымянного озера в районе с. Малки. Физические показатели их соответствуют основным нормам для лечебных сапропелевых грязей: влажность 71.28–95.27 %, объемный вес 1.13–1.14 г/см³, величина сопротивления сдвигу 1128–1619 дин/см², теплоемкость 0.95–0.98 кал/г·град, липкость при 25 °С 2556–3714 дин/см². Состав грязевого раствора характеризуется как сульфатно-гидрокарбонатный магниевно-натриево-кальциевый. Содержание биологически активных элементов невысокое (I – 0.05 мг/дм³; Br – 0.085 мг/дм³; B < 0.05 мг/дм³; H₂SiO₃ – 40.6 мг/дм³). По сумме минеральных веществ (M – 0.059 г/дм³) грязевой раствор относится к пресному, рН грязи 5.2–7.2, Eh достигает –100 mV. Натуральные грязи безымянного озера в районе с. Малки относятся к лечебным пресноводным бессульфидным сапропелевым грязям и могут использоваться для бальнеологических и косметических целей при широком спектре показаний. Для уточнения рекомендаций к применению грязей в лечебно-профилактических целях необходимо проведение дополнительных экспериментально-клинических исследований.

Ключевые слова: сапропель, морфология озера, геохимия, Камчатка, бальнеология.

Для цитирования: Жарков Р.В., Козлов Д.Н., Челнокова Б.И. Физические и химические особенности сапропелевых грязей некоторых пресноводных озер Елизовского района Камчатского края (Россия). *Геосистемы переходных зон.* 2019. Т. 3, № 4. С. 438–447. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.4.438-447>

Physical and chemical features of some freshwater lakes in the Elizovo district of the Kamchatka (Russia)

Rafael V. Zharkov*¹, Dmitry N. Kozlov¹, Berta I. Chelnokova²

¹Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

²Institute of Medical Climatology and Rehabilitation Treatment, Vladivostok, Russia

*E-mail: rafael_zharkov@mail.ru

Abstract. Firstly, the data on the physical and chemical properties of sapropel mud and morphology of the bottom of several freshwater lakes of the central part of Elizovo district of the Kamchatka have been represented. The Ovalnoe and Sinichkino lakes (district of Petropavlovsk-Kamchatsky city), the Lesnoe lake (district of Paratunka village) and unnamed lake 2.5 km south of Malki village were explored in 2016. The aim of the research was to study the features of the physical and chemical properties of sapropels and to assess the prospects for balneotherapeutic and cosmetological use. The sapropel mud of the unnamed lake in the Malki village area was the most promising among the lakes surveyed. Physical indices of this dirt comply with the basic standards for therapeutic sapropel mud: humidity 71.28–95.27 %, volume weight 1.13–1.14 g/cm³, shear resistance value is 1128–1619 dine/cm², heat capacity 0.95–0.98 cal/g·deg, tackiness at 25 °C is 2556–3714 dine/cm². The composition of mud solution

is characterized as sulphate-hydrogen carbonate magnesium-sodium calcium. A content of biologically active elements is low ($I - 0.05 \text{ mg/dm}^3$; $Br - 0.085 \text{ mg/dm}^3$; $B < 0.05 \text{ mg/dm}^3$; $H_2SiO_3 - 40.6 \text{ mg/dm}^3$). By the sum of mineral substances ($M - 0.059 \text{ g/dm}^3$) the mud solution refers to fresh, the pH of the mud is 5.2–7.2, Eh reaches -100 mV . Natural mud of the nameless lake located in the area of Malki village refers to therapeutic freshwater sulfide sapropel mud and can be used for balneological and cosmetic purposes with a wide range of indications. Additional experimental and clinical studies are necessary for the correct use of therapeutic dirt for therapeutic purposes..

Keywords: sapropel, lake morphology, geochemistry, Kamchatka, balneology.

For citation: Zharkov R.V., Kozlov D.N., Chelnokova B.I. Physical and chemical features of some freshwater lakes in the Elizovo district of the Kamchatka (Russia). *Geosystems of Transition Zones*. 2019, vol. 3, no. 4, pp. 438–447. (In Russian) <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.4.438-447>

Введение

Исследования озерных отложений в бальнеотерапевтических и косметологических целях в последние десятилетия стали активно развиваться, особенно на Дальнем Востоке России [Глотов, Глотова, 2007; Челнокова и др., 2010; Мурадов, Рогатых, 2013; Оказание услуг... , 2014; Челнокова, Гвозденко, 2017; Жарков, 2019].

В июле–августе 2016 г. по заказу ООО «Натура Сиберика» (Natura Siberica, г. Москва) авторами проведены комплексные исследования сапропелевых грязей пресных озер п-ова Камчатка в отношении перспектив бальнеотерапевтического и косметологического использования. Единственное известное на Камчатке грязевое месторождение «Озеро Утиное» расположено в районе с. Паратунка, в заболоченной пойме р. Паратунка.

Месторождение хорошо изучено [Мурадов, 2000; 2013; 2018; Ступникова и др., 2003; Ступникова, Мурадов, 2005; Мурадов, Рогатых, 2013; Челнокова и др., 2010], используется в бальнеотерапии. Утвержденные запасы лечебной сульфидной грязи оцениваются приблизительно в $78\,000 \text{ м}^3$. В задачи наших исследований входил поиск пресных неглубоких озер с сапропелевыми грязями, ранее в бальнеотерапевтических и косметологических целях не использовавшимися. Озера должны находиться в районах населенных пунктов, чтобы была возможность для подъезда транспорта. Необходимо было обследовать несколько озер и среди них выбрать одно с наиболее благоприятными условиями для отбора грязей и соответствующими физико-химическими свойствами.

В процессе полевых работ по рекомендациям ООО «Натура Сиберика» обследованы озера в районе г. Петропавловск-Камчатский (оз. Овальное и оз. Синичкино), с. Паратунка (оз. Лесное) и безымянное озеро в 2.5 км южнее с. Малки и Малкинских термальных источников (рис. 1). Сапропелевые грязи безымянного озера в районе с. Малки оказались более представительными среди выбранных объектов и использовались для дальнейших лабораторных физико-химических исследований и оценки перспективности их практического применения. Поэтому в статье приведены результаты полного анализа проб только по данному озеру.

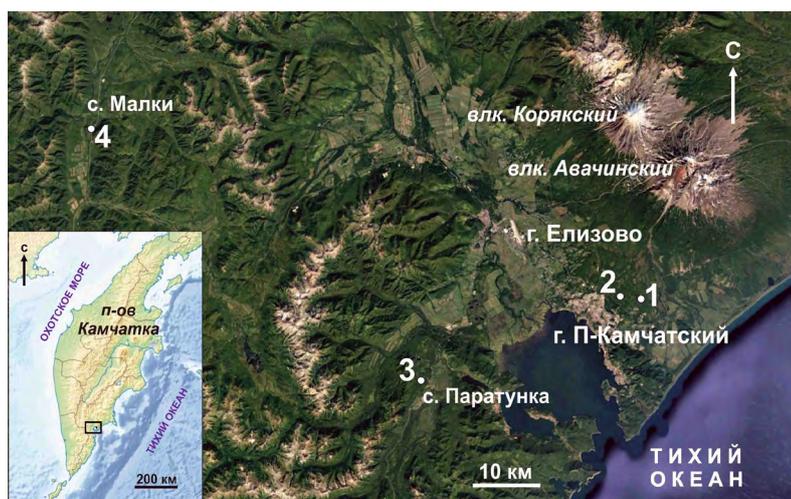


Рис. 1. Схема расположения исследуемых озер п-ова Камчатка (космический снимок Google Earth от 07.02.2011 г.). 1 — оз. Овальное и 2 — оз. Синичкино в районе г. Петропавловск-Камчатский; 3 — оз. Лесное в районе с. Паратунка; 4 — безымянное озеро в районе с. Малки.

Методы и материалы

Научно-исследовательские работы состояли из полевого и лабораторного этапов. В процессе полевых работ на выбранных пресноводных озерах Камчатки проведен поиск и отбор сапропелевых грязей, которые в последующем были отправлены в аккредитованные испытательные лаборатории. Акватории озер обследовались на надувной лодке, пробы донных отложений поднимали со дна почвенным буром. Для определения глубин и морфологических особенностей дна, которые могут указывать на наличие мощных сапропелевых отложений, использовали методику батиметрической съемки при помощи цифрового эхолота с синхронной спутниковой привязкой по профилю. Эта современная методика, широко применяемая для исследований водоемов и водотоков [Рянжин и др., 2010; Гринь, Мурзинцев, 2011; Иванов, 2011; Tibor et al., 2014; Лопаткин, Шерстянкин, 2015; Florinsky, 2016; Bouvet et al., 2019], была успешно апробирована авторами на озерах Курило-Камчатского региона [Козлов, Жарков, 2010; Козлов, 2015; Козлов и др., 2018]. Излучатель цифрового эхолота Lowrance 527 CDF-iGPS устанавливался на транце лодки и работал на частоте 200 кГц, шаг промеров составлял около 1 м. При камеральной работе данные промеров глубин и координаты обрабатываются и интерпретируются при помощи программного обеспечения Lowrance Sonar Viewer и визуализируются в ПО Surfer.

В результате предварительных рекогносцировочных работ для каждого озера были определены участки с наиболее мощными отложениями сапропелей и отобраны пробы грязей для последующего физико-химического, микробиологического и радиологического исследований. Микробиологические и радиологические анализы сапропелей всех исследованных озер были сделаны по стандартным методикам в ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае» (г. Петропавловск-Камчатский, Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510191). Краткий физико-химический анализ грязи и количественный химический анализ грязевого отжима пробы безымянного озера, располо-

женного в районе с. Малки, были выполнены в Центральной лаборатории АО «Дальневосточное ПГО» (г. Владивосток, Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.512383). На основе полученных результатов Владивостокским филиалом Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания – Научно-исследовательским институтом медицинской климатологии и восстановительного лечения разработано бальнеологическое заключение на лечебные сапропелевые грязи озера в районе с. Малки и даны рекомендации по их практическому использованию. Рекомендации даны исходя из методических указаний [Классификация минеральных... , 2000], которые отменены в 2007 г., но за неимением других действующих указаний неформально используются. В настоящее время обсуждается утверждение и издание новых методических указаний, которые будут основаны на материалах из [Классификация минеральных... , 2000].

Результаты и обсуждение

Общая морфометрическая характеристика озерных котловин и внешние признаки сапропелевых грязей озер Овальное, Синичкино и Лесное представлены в виде сводной таблицы (табл. 1). Также в ней приведены данные о микробиологических показателях и радиоактивности сапропелевых грязей. Химический состав грязевого отжима для этих озер не исследовался. Сапропелевые грязи безымянного озера в районе с. Малки, рекомендуемые к разработке, описаны отдельно и более детально.

Озеро Овальное расположено в 8.5 км северо-восточнее административного центра г. Петропавловск-Камчатский. Озеро размерами 320 × 450 м вытянуто в широтном направлении (рис. 2). Максимальная глубина достигает 1.8 м в центральной части озера, средняя глубина 1.2–1.4 м (рис. 2). Наиболее мощные отложения сапропели (5–10 см) находятся в северной заболоченной части озера, в южной части на дне распространены пески и мелкообломочный галечник.

Озеро Синичкино находится в 7 км от административного центра г. Петропавловск-Камчатский, в 2.7 км западнее оз. Овальное.

Озеро имеет округлую форму диаметром около 500 м (рис. 3). Максимальная глубина озера – 2 м, средняя глубина 1.2–1.4 м (рис. 3). Наиболее мощные отложения сапропелей (20–30 см) находятся в центральной и северной частях озера. Внешние признаки сапропелей (табл. 1) схожи с грязью оз. Овальное.

В районе с. Паратунка, где расположено известное месторождение лечебных грязей оз. Утиное, обследовались оз. Глухое и оз. Лесное. Сапропелевые грязи оз. Глухое были маломощные и перемежались с прослоями песков, что делало отбор чистых проб невозможным. Для отбора проб иловых грязей больше подходило оз. Лесное. Озеро

имеет размеры 300 × 250 м, на берегу его расположен детский оздоровительный лагерь и дачный массив (рис. 4). Глубина озера достигает 2.4 м (рис. 4). Наиболее мощные отложения (20–50 см) находятся в центральной и северной частях озера. Не все микробиологические показатели грязей соответствуют нормам: энтерококки – 70 КОЕ (табл. 1). Присутствие энтерококков, которые при гигиеническом нормативе должны отсутствовать, может быть связано с попаданием в озеро канализационных вод. Использование этих грязей и купание в озере не рекомендуются по микробиологическим показателям.

В 2.5 км южнее с. Малки расположено *безымянное озеро*. От центра г. Петропавловск-

Таблица 1. Морфометрические характеристики озерных котловин и внешние признаки сапропелевых грязей озера Овальное, Синичкино и Лесное (Камчатский край)

Показатель	Озеро		
	Овальное	Синичкино	Лесное
Размеры, м	320 × 450	500 × 500	300 × 250
Глубина максимальная (средняя), м	1.8 (1.2–1.4)	2 (1.2–1.4)	2.4
Общий объем сапропелей, м ³	5 000	10 000	2 000
Внешние признаки грязи	Цвет коричневый, консистенция желеобразная, слабопластичная, грязевая масса с включениями песка, фрагментов ракушек и растительных остатков, со слабым запахом сероводорода		Цвет коричневый (с зеленоватым оттенком), консистенция желеобразная, слабопластичная, с включениями песка, фрагментов ракушек и растительных остатков, с сильным запахом сероводорода
Микробиологические показатели*			
ОМЧ	< 1.0 × 10 ²		4.9 × 10 ³
титр ЛКП	10		10
титр клостридий	0.1		0.1
патогенные стафилококки	Не обн.		Не обн.
фекальные колиформы	– « –		– « –
<i>P. aeruginosa</i>	– « –		– « –
<i>S. aureus</i>	– « –		– « –
энтерококки	– « –		70 КОЕ
Радиоактивность**, Бк/кг			
цезий-137 (¹³⁷ Cs)	0.9	3.1	0.0
калий-40 (⁴⁰ K)	20.7	23.9	0.0
радий-226 (²²⁶ Ra)	2.0	2.4	1.5
торий-232 (²³² Th)	0.0	0.0	0.0

* методы исследования и нормирование по МР № 96/225 от 1997 г. и МУК 4.2.1018-01, МУ № 143-91/316-17.

** нормирование по НРБ-99/2009 «Нормы радиационной безопасности» и Письму Федеральной службы Роспотребнадзора № 0100/9009-06-032 от 02.08.2006 г.

Примечания. ОМЧ (общее микробное число) – гигиенический норматив не более 500 000 клеток в 1 г естественного вещества; титр ЛКП (лактозо-положительные кишечные палочки) – гигиенический норматив ≥10 г естественного вещества на 1 бактерию; титр клостридий – гигиенический норматив ≥0.1 г естественного вещества на 1 бактерию; патогенные стафилококки, фекальные колиформы, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, энтерококки – отсутствие бактерий в 10 г естественного вещества; КОЕ (колониеобразующие единицы) – показатель количества жизнеспособных бактерий в 10 г естественного вещества.

Камчатский до берега озера можно проехать 120 км по асфальтированной дороге. Размеры озера составляют 750 × 350 м (рис. 5). Максимальная глубина достигает 2.6 м, средняя глубина 1.5–2.0 м (рис. 5). Сапропелевые грязи встречаются небольшими участками, наиболее мощные отложения (до 20 см) обнаружены в северо-западной части, откуда и были отобраны пробы. Общий объем сапропелей можно оценить примерно в 300–400 м³.

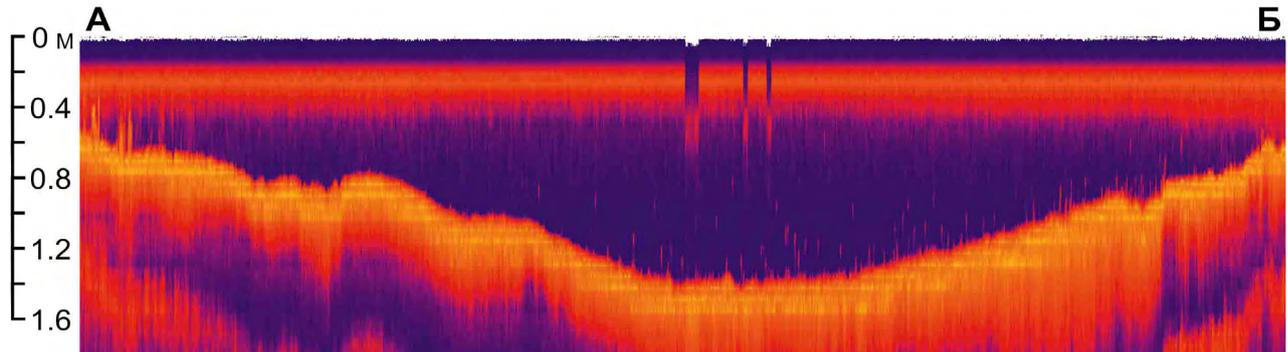


Рис. 2. Озеро Овальное (космический снимок Google Earth от 22.03.2018 г.) и эхолотный профиль А–Б через озеро.

Внешние признаки сапропелевой грязи безымянного озера в районе с. Малки: однородная желеобразная грязевая масса, темно-коричневая, имеет слабый исчезающий запах сероводорода. Физико-химические показатели (табл. 2) соответствуют основным нормам для лечебных сапропелевых грязей. Влажность исследуемой грязи варьирует от 71.28 до 95.27 % и близка к пределу требований, предъявляемых к пресноводным бессульфидным грязям (75–90 %); объемный вес (1.13–1.14 г/см³) соответствует норме (1.0–1.2 г/см³); величина сопротивления сдвигу (1128–1619 дин/см²) соответствует норме (1000–2000 дин/см²) для грязей, подготовленных к процедурам; теплоемкость (0.95–0.98 кал/г·град) в исследуемых сапропелевых грязях (при нор-

ме 0.8–0.9 кал/г·град) также позволяет использовать их для аппликаций на кожные покровы; липкость при 25 °С составляет 2556–3714 дин/см². Засоренность минеральными включениями диаметром >0.25 мм – 0.68 % (на сырую грязь), характер засоренности – песок,

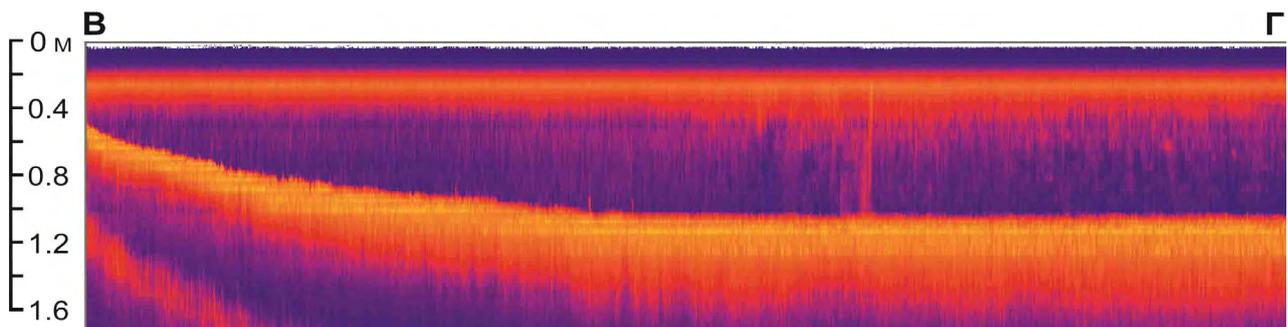
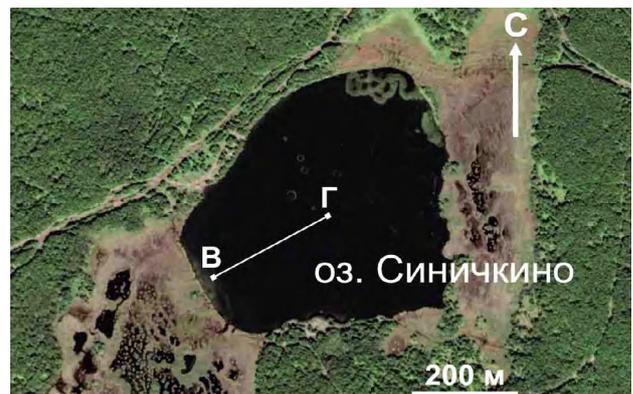


Рис. 3. Озеро Синичкино (космический снимок Google Earth от 22.03.2018 г.) и эхолотный профиль В–Г через озеро.



Концентрация микроэлементов в исследуемой грязи (табл. 2) не превышает средней распространенности химических элементов в земной коре. Содержание биологически активных элементов (в мг/дм³): йод I – 0.05; бром Br – 0.085; бор B < 0.05; метакремниевая кислота H₂SiO₃ – 40.6 при норме не менее 50 мг/дм³. Состав грязевого раствора (в мг-экв %) характеризуется как сульфатно-гидрокарбонатный (HCO₃⁻ – 54; SO₄²⁻ – 35)

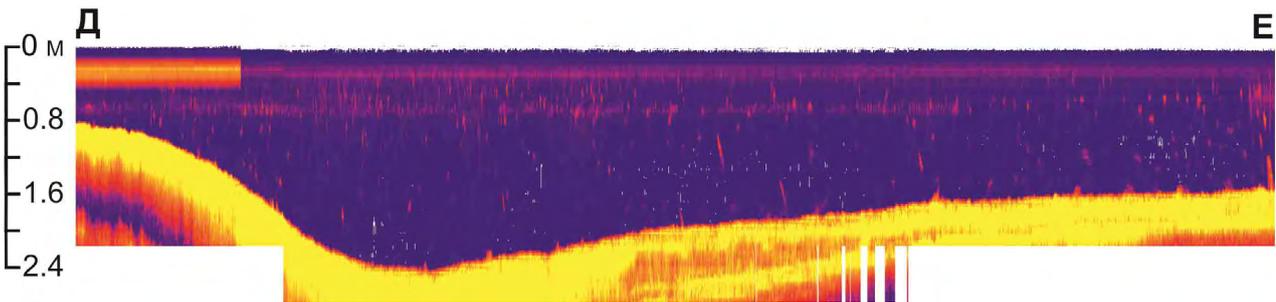


Рис. 4. Озеро Лесное (космический снимок Google Earth от 25.04.2017 г.) и эхолотный профиль Д–Е озера в районе отбора проб.

растительные остатки, очень мелкая древесина, фрагменты ракушек; минеральные включения размером >5.0 мм отсутствуют. По сумме минеральных веществ (М – 0.059 г/дм³ при норме для минеральных грязей <1.0 г/дм³) грязевой раствор относится к пресному, рН грязи 5.2–7.2, Eh достигает –100 мV.

магниево-натриево-кальциевый (Ca²⁺ – 44; Na⁺+K⁺ – 31; Mg²⁺ – 20; NH₄ – 5) с нейтральной реакцией среды (рН 7.18).

Тяжелые металлы в сапропелевой грязи озера содержатся в небольших количествах (табл. 3), за исключением цинка, меди и кобальта, концентрации которых превышают ПДК [Предельно допустимые... , 2006] и ОДК [Ориентировочно-допустимые... , 2006] в почвах.

В российских нормах нет разделения на природные и техногенные доли тяжелых металлов, в ПДК и ОДК используются фиксированные значения концентраций тяжелых металлов в почвах. При этом не учитываются региональные природно-климатические и геохимические особенности,

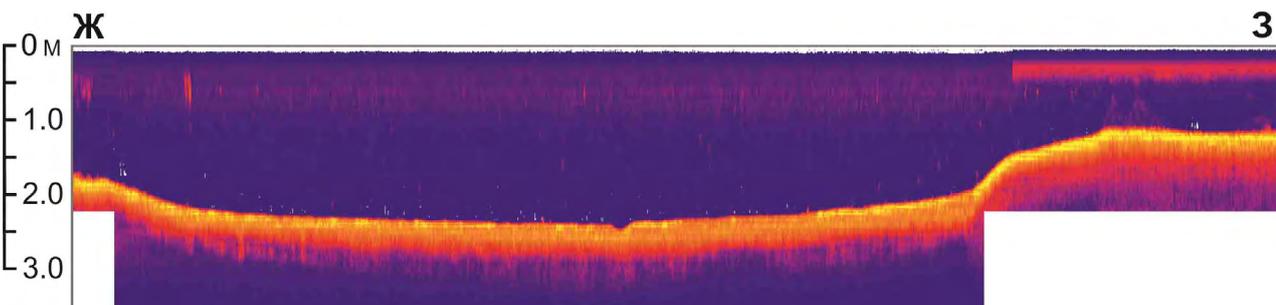


Рис. 5. Безымянное озеро в районе с. Малки (космический снимок SAS.Planet/Bing Maps) и эхолотный профиль Ж–З озера.

Таблица 2. Физические характеристики и химический состав сапропелевых грязей безымянного озера в районе с. Малки (Камчатский край)

<i>Общие свойства грязи</i>			
Показатель	Норма	Факт	
Консистенция, цвет, запах		Однородная, темно-коричневая, слабый запах сероводорода	
Влажность, %	25–75	71.28–95.26	
Объемный вес, г/см ³	1.0–1.2	1.13–1.14	
Сопротивление сдвигу, дин/см ²	1500–4000	1128–1619	
Липкость при 25 °С, дин/см ²	–	2556–3714	
Засоренность минеральными частицами диаметром >0.25 мм, %	≤ 3	0.68–1.87	
в т.ч. минеральные включения >5 мм (%)	Нет	Нет	
Характер засоренности		Песок, растительные остатки, мелкая дресва и фрагменты ракушек	
рН грязи	6–9	5.2–7.18	
Eh грязи, mV	–	–100	
Теплоемкость, кал/(г·°С)	–	0.95–0.98	
<i>Состав грязи</i>			
Кристаллический скелет, в том числе гипс (CaSO ₄ × 2H ₂ O) карбонат кальция (CaCO ₃) карбонат магния (MgCO ₃)	На сухое вещество, %		
	0.5		
	0.32		
	0.066		
Глинистый остов, в т.ч. силикатных частиц диаметром: > 0.25 мм 0.25–0.1 мм 0.1–0.05 мм 0.05–0.01 мм 0.01–0.005 мм 0.005–0.001 мм < 0.001 мм Сумма составных частей Навеска остова	Масса частиц на 100 г сырой грязи, г	Масса частиц на навеску, г	
	> 0.25 мм	1.70	0.34
	0.25–0.1 мм	5.70	1.14
	0.1–0.05 мм	61.60	12.32
	0.05–0.01 мм	0.22	0.045
	0.01–0.005 мм	0.21	0.045
	0.005–0.001 мм	0.12	0.024
	< 0.001 мм	0.06	0.012
	Сумма составных частей	8.00	1.60
	Навеска остова	69.65	13.93
Сульфиды (сульфид железа FeS), в т.ч. H ₂ S	Не опр.		
Продукты разрушения HCl (в %), в том числе окись кремния SiO ₂ окись железа Fe ₂ O ₃ окись алюминия Al ₂ O ₃ органическое вещество (по Кнопелу, %)	0.51		
	0.34		
	3.67		
	25.0		
<i>Состав грязевого отжима</i>			
Показатель	мг/дм	мг-экв	мг-экв %
<i>Катионы</i>			
натрий + калий (Na ⁺ + K ⁺)	3.60	0.11	31
кальций Ca ²⁺	3.9	0.19	44
магний Mg ²⁺	1.3	0.09	20
аммоний NH ₄ ⁺	0.36	0.02	5
закисное железо Fe ²⁺	< 0.05	–	–
окисное железо Fe ³⁺	< 0.05	–	–
Сумма катионов	9.16	0.43	100
<i>Анионы</i>			
хлор Cl ⁻	2.7	0.07	11
бром Br ⁻	0.085	–	–
йод I ⁻	< 0.05	–	–
сульфат SO ₄ ²⁻	11.4	–	–
нитрат-ион NO ₃ ⁻	< 0.2	0.35	54
гидрокарбонат HCO ₃ ⁻	21.4	–	–
карбонат CO ₃ ⁻	< 6.0	–	–
бор B ⁻	< 0.05	–	–
Сумма анионов	35.5	0.65	100
Метакремниевая кислота H ₂ SiO ₃	40.6		
Минерализация	58.86		
рН – 7.18			

поэтому часто завышается опасность загрязнения на территории положительной геохимической аномалии и занижается опасность на участках отрицательной природной аномалии. Более правильный подход был применен в СанПиН 42-128-4433-87 [СанПиН... , 1988] для нескольких тяжелых металлов, при котором использовались гибкие критерии ПДК, учитывающие предельно допустимую добавку (ПДД) тяжелого металла как поллютанта. Использование переменной природной и техногенной допустимой доли металлов позволяет определить локальное значение ПДК/ОДК и устранить недостатки нормативов, связанные с применением фиксированных чисел. При использовании предельно допустимой добавки исключается результат, когда фоновое содержание металла превышает ПДК/ОДК. Также нормативы не учитывают такой важный фактор, как возраст загрязнения, хотя часто со временем подвижность и, следовательно, опасность поллютанта снижается. Таким образом, содержание тяжелого элемента в почве выше ПДК/ОДК еще не означает ее загрязненность [Водяницкий, 2011, 2012].

Другая проблема с превышением токсичных элементов в потенциально лечебных грязях заключается в том, что они нормируются к почвам, что не совсем верно. Лечебные грязи используются, как правило, для кратковременного нанесения на кожные покровы, поэтому для них должны быть разработаны особые ПДК/ОДК, учитывающие способность конкретных токсичных элементов негативно воздействовать на организм человека при наружном применении. На сегодняшний день таких нормативных документов нет.

Бактериологические показатели исследуемой сапропелевой грязи соответствуют требованиям и нормам МР № 96/225 от 1997 г.

и МУК 4.2.1018-01, МУ № 143-91/316-17: ОМЧ менее 1.0×10^2 клеток в 1 г естественного вещества; титр ЛКП – 10 г естественного вещества на 1 бактерию; титр клостридий – 0.1 г естественного вещества на 1 бактерию; патогенные стафилококки, фекальные колиформы, энтерококки, *P. aeruginosa*, *S. aureus* – отсутствуют. Радиоактивность находится в пределах установленных норм НРБ-99/2009 «Нормы радиационной безопасности» и Письма Федеральной службы Роспотребнадзора № 0100/9009-06-032 от 02.08.2006 г. Содержание радиоактивных веществ в исследуемой грязи (Бк/кг): ^{137}Cs – 0.0; ^{40}K – 32.3; ^{226}Ra – 3.1; ^{232}Th – 0.0.

Бальнеологический и косметологический потенциал. Сапропелевые пресноводные бессульфидные иловые грязи озера в районе с. Малки Камчатского края по аналогии с другими природными лечебными грязями [Классификация минеральных... , 2000; Герасименко и др., 2018], предположительно, могут оказывать выраженное терапевтическое воздействие: противовоспалительное, заживляющее, болеутоляющее, расслабляющее, восстанавливающее минеральный баланс организма. Их бальнеологическая ценность обусловлена относительно высокими вязко-пластичными и тепловыми свойствами, повышенным содержанием органики, обогащающей грязи биологически активными компонентами – липидами, витаминами, ферментами и гормонами. Согласно [Классификация минеральных... , 2000], исследованные сапропели имеют следующие медицинские показания к наружному применению: 1) болезни системы кровообращения: гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца; болезни периферических артерий и вен;

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов в пробе грязей озера в районе пос. Малки

Элемент	В почвах, мг/кг	В пробе, мг/кг сухого пелоида
Zn	220 (ОДК)	347.33
Mn	1500 (ПДК)	87.08
Cu	132 (ОДК)	430.37
Hg	2.1 (ПДК)	0.14
Co	5.0 (ПДК)	5.65
Pb	32 (ПДК), 130 (ОДК)	7.36
Cd	2.0 (ОДК)	0.31

2) болезни нервной системы, в том числе воспалительные заболевания центральной нервной системы, расстройства вегетативной нервной системы; 3) болезни костно-мышечной системы; 4) болезни верхних и нижних дыхательных путей; 5) болезни органов пищеварения; кишечника; печени; желчного пузыря, желчевыводящих путей и поджелудочной железы; последствия оперативных вмешательств и воспалительных процессов в брюшной полости; 6) болезни мочеполовой системы; 7) болезни уха и сосцевидного отростка; 8) болезни кожи.

В косметологии использование подобных сапропелевых лечебных грязей (натуральных или в составе препаратов, кремов и т.п.) при аппликациях на кожу способствует [Карагулов, Евсеева, 2015; Герасименко и др., 2018] всасыванию в клетки ионных минеральных и органических веществ, усиливает обменные процессы, восстанавливает электрический потенциал клеток, повышает проницаемость клеточных мембран, связывает белки и выводит их с поверхности кожи. Это усиливает микроциркуляцию кожи, восстанавливает тонус и упругость кожи, имеет очищающий и омолаживающий эффект.

Для уточнения клинических рекомендаций использования грязей в лечебно-профилактических целях необходимы комплексные экспериментально-клинические испытания под руководством специалистов аккредитованных организаций. На Дальнем Востоке России такой организацией является Владивостокский филиал Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания – Научно-исследовательского института медицинской климатологии и восстановительного лечения [Челнокова, Гвозденко, 2017].

Выводы

Сапропелевые лечебные грязи пресных озер п-ова Камчатка практически не изучены, несмотря на большой потенциал их бальнеотерапевтического и косметологического использования. В 2016 г. в результате проведенных авторами научно-исследовательских работ по оценке физических и химических свойств лечебных грязей получены новые данные

по нескольким озерам Елизовского района Камчатского края. Озера Овальное и Синичкино (район г. Петропавловск-Камчатский), оз. Лесное (район с. Паратунка) и безымянное озеро в 2.5 км южнее с. Малки имеют сходную морфологию неглубоких озерных котловин (до 2–2.6 м) и схожие по внешним признакам и мощности отложения сапропелевых пресных грязей. Сапропелевые грязи безымянного озера, расположенного в районе с. Малки, оказались наиболее перспективными для детальных физико-химических исследований и оценки практического применения. Натуральные грязи этого озера относятся к лечебным пресноводным (М – 0.059 г/л, рН 5.2–7.2) бессульфидным сапропелевым грязям и могут использоваться для бальнеологических и косметических целей при широком спектре показаний. Для уточнения рекомендаций к применению грязей в лечебно-профилактических целях необходимо проведение экспериментально-клинических исследований.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИМГиГ ДВО РАН и Договора № 07/2016 от 05 июля 2016 г. с ООО «Натура Сиберика».

Список литературы

1. Водяницкий Ю.Н. Концепция гибкого подхода к оценке ориентировочно допустимой концентрации тяжелых металлов и металлоидов в почве // *Бюл. Почвенного института им. В.В. Докучаева*. 2011. Вып. 67. С. 49–66.
2. Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // *Почвоведение*. 2012. № 3. С. 368–375.
3. Герасименко М.Ю., Астахов П.В., Бадалов Н.Г. и др. Пелоидотерапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации // *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2018. Т. 17, № 1. С. 40–48.
4. Глотов В.Е., Глотова Л.П. Особенности распространения бальнеологических ресурсов Северо-Востока России // *Вестник ДВО РАН*. 2007. № 6. С. 79–94.
5. Гринь Г.А., Мурзинцев П.П. О применении современных технических средств для высокоточной съемки рельефа дна и подводных объектов // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. 2011. № 1. С. 102–107.
6. Жарков Р.В. Физико-химические свойства и перспективы использования сапропелевых грязей озера Большое Чибисанское (остров Сахалин) = Zharkov R.V. Physical and chemical properties and prospects of use of sapropelic mud of the Bolshoe Chibisanskoe Lake (Sakhalin Island) // *Геосистемы переходных зон*. 2019. Т. 3, № 3. С. 318–324. doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.3.318-324

7. Иванов Г.Н. Применение методов локации для изучения и разведки торфяных и сапропелевых отложений // *Труды Инсторфа*. 2011. Т. 56, № 3. С. 39–52.
8. Карагулов Х.Г., Евсеева С.Б. Косметические средства на основе лечебных грязей: состав и технологические особенности // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1 (ч. 1). URL: www.science-education.ru/121-17850
9. Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации: Методические указания № 2000/34 / А.Н. Разумов, В.Б. Адилов, О.Б. Давыдова и др. М.: РНЦ ВМиК, 2000. 150 с.
10. Козлов Д.Н. *Кратерные озера Курильских островов*. Южно-Сахалинск: Сахалин. обл. краеведч. музей, ИМГиГ ДВО РАН, 2015. 112 с.
11. Козлов Д.Н., Дегтерев А.В., Зарочинцев В.С. Кальдерное озеро Кольцевое: современное состояние и строение котловины (о. Онекотан, Курильские острова) = *Kozlov D.N., Degterev A.V., Zarochintsev V.S. Koltsevoe caldera lake: current state and structure of the basin (Onkotan Island, Kuril Islands)* // *Геосистемы переходных зон*. 2018. Т. 2, № 4. С. 359–364. doi: 10.30730/2541-8912.2018.2.4.359-364.
12. Козлов Д.Н., Жарков Р.В. Морфология и генезис озер кальдерных комплексов Головинина и Заварицкого (Курильские острова) // *Вестник ДВО РАН*. 2010. № 3. С. 103–106.
13. Лопаткин Д.А., Шерстянкин П.П. Геоинформационное картографирование рельефа дна озера Байкал // *Геодезия и картография*. 2015. № 3. С. 22–28. doi:10.22389/0016-7126-2015-897-3-22-28
14. Мурадов С.В. Влияние минеральных вод Паратунского гидротермального месторождения на численность и геохимическую активность микроорганизмов илового сульфидного пелоида // *Успехи современного естествознания*. 2018. № 5. С. 120–125.
15. Мурадов С.В. Мониторинг санитарно-микробиологического состояния лечебной грязи озера Утинового (Камчатский край) за 50 лет эксплуатации месторождения // *Фундаментальные исследования. Биологические науки*. 2013. № 6. С. 913–917.
16. Мурадов С.В. *Формирование и биологическая активность грязе-илового пелоида*. Владивосток: Дальнаука, 2000. 93 с.
17. Мурадов С.В., Рогатых С.В. Физико-химические свойства растворов лечебной грязи и основы технологии получения пелоидных препаратов // *Научно-технический вестник Поволжья. Технические науки*. 2013. № 3. С. 214–217.
18. *Оказание услуг по созданию кадастра рекреационных ресурсов, проведение комплексного исследования и производства работ в области разведки и использования имеющихся природных ресурсов Сахалинской области: отчет о науч.-исслед. работе / исполн. Р.В. Жарков*. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2014. 268 с. Инв. № 3664 (фонды ИМГиГ ДВО РАН).
19. *Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве; Гигиенические нормативы*. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 11 с.
20. *Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы*. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
21. Рянжин С.В., Субетто Д.А., Кочков Н.В., Ахметова Н.С., Вейнмейстер Н.А. Полярные озера мира: современные данные и состояние исследований // *Водные ресурсы*. 2010. Т. 37, № 4. С. 387–397.
22. СанПиН 42-128-4433-87. *Санитарные нормы допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в почве*. М., 1988. 55 с.
23. Ступникова Н.А., Мурадов С.В. Физико-химические и микробиологические исследования лечебной грязи месторождения Озеро Утиное Камчатской области // *Вестник ДВО РАН*. 2005. № 3. С. 76–82.
24. Ступникова Н.А., Христофорова Н.К., Мурадов С.В. Месторождение лечебной грязи «Озеро Утиное»: условия формирования и оценка состояния при антропогенном воздействии // *География и природные ресурсы*. 2003. № 4. С. 39–43.
25. Челнокова Б.И., Гвозденко Т.А. *Минеральные воды и лечебные грязи Дальнего Востока: справочник*. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2017. 220 с.
26. Челнокова Б.И., Иванов Е.М., Гвозденко Т.А. *Минеральные воды и лечебные грязи Дальнего Востока: справ.* Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2010. 128 с.
27. Bouvet de Maisonneuve C., Eisele S., Forni F., Hamdi, Park E., Phua M., Putra R. Bathymetric survey of lakes Maninjau and Diatas (West Sumatra), and lake Kerinci (Jambi) // *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*. 2019. Vol. 1185, № 012001. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012001>
28. Florinsky I.V. *Digital terrain analysis in soil science and geology*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Acad. Press., 2016. 486 p.
29. Tibor G., Sade R., Hall J.K., Ben-Avraham Z., Nishri A. *Lake bathymetry and bottom morphology // Lake Kinneret*. Springer: Dordrecht, Netherlands, 2014. P. 59–68. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8944-8_4

Об авторах

ЖАРКОВ Рафаэль Владимирович (ORCID 0000-0002-9753-0627), кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, КОЗЛОВ Дмитрий Николаевич (ORCID 0000-0002-8640-086X), кандидат географических наук, старший научный сотрудник – лаборатория вулканологии и вулканопасности, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН (ИМГиГ ДВО РАН), Южно-Сахалинск; ЧЕЛНОКОВА Берта Ивановна (ORCID 0000-0001-7486-2760), кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории медицинской экологии и рекреационных ресурсов, Владивостокский филиал Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания – Научно-исследовательский институт медицинской климатологии и восстановительного лечения (Владивостокский филиал ДНЦ ФПД – НИИМКВЛ).