

Физико-химические свойства и перспективы использования сапропелевых грязей озера Большое Чибисанское (остров Сахалин)

© 2019 Р. В. Жарков

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия
E-mail: rafael_zharkov@mail.ru

Впервые приводятся данные о физико-химических свойствах сапропелевых грязей оз. Большое Чибисанское (о. Сахалин). Отобранные в 2016 г. в восточной части озера грязи относятся к лечебным пресноводным сульфидным сапропелевым. Общий объем доступных для извлечения грязей можно оценить в 150–200 м³. Минерализация грязевого раствора в натуральных грязях составляет 0.688 г/дм³, по ионному составу исследованные грязи относятся к гидрокарбонатно-сульфатному магниевно-натриево-кальциевому типу. Содержание сульфидов железа, которые являются одним из важнейших бальнеологических компонентов в грязях, составляет 0.01 % на естественную сырую грязь. В грязях обнаружены бальнеологически ценные органические вещества (2 % на естественную сырую грязь), что обеспечивает грязям высокую микробиальную активность и способствует накоплению в них биологических стимуляторов – липидов, витаминов, ферментов, гормонов. Физико-химические особенности грязей определяют их высокую бальнеотерапевтическую ценность и предполагают широкое использование в бальнеологии и косметологии.

Ключевые слова: сапропель, озеро, геохимия, о. Сахалин, бальнеология.

Physical and chemical properties and prospects of use of sapropelic mud of the Bolshoe Chibisanskoe Lake (Sakhalin Island)

Rafael V. Zharkov

Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
E-mail: rafael_zharkov@mail.ru

The data about physical and chemical properties of sapropelic muds of the Bolshoe Chibisanskoe Lake (Sakhalin Island) have been represented firstly. The muds selected in 2016 in eastern part of lake are classified as medical freshwater sulfide sapropel. The total amount of muds, available to extraction, can be estimated as 150–200 m³. The mineralization of mud solution in natural mud is 0.688 g/dm³, the studied mud are referred to hydrocarbon-sulfate magnesium-sodium-calcium type by ionic composition. The content of sulfides of iron which are one of the major balneology components in mud is 0.01 % for natural crude mud. Valuable organic matters (2 % for natural crude mud) have been found in muds, and this provides to mud high microbial activity and promotes intrinsic accumulation of biological stimulators – lipids, vitamins, enzymes, hormones. Physical and chemical peculiar features of muds determine their price for balneology and allow their wide use in a balneology and a cosmetology.

Keywords: sapropel, lake, geochemistry, Sakhalin Island, balneology.

Введение

В 2016 г. по заказу ООО «Натура Сибирика» (г. Москва) были проведены комплексные исследования грязей восточной части оз. Большое Чибисанское. Основная

их цель заключалась в оценке физических и химических свойств иловых лечебных грязей на предмет использования в бальнеотерапевтических и косметологических целях. В отличие от уже исследованных и типич-

Работа выполнена в рамках государственного задания ИМГиГ ДВО РАН.

ных для Сахалина месторождений минерализованных иловых лечебных грязей, расположенных на дне соленых озер (оз. Лебяжье, оз. Изменчивое), грязи пресного озера Большое Чибисанское с точки зрения бальнеологии ранее не изучались, о чем свидетельствует отсутствие информации о них в отчетах и монографиях по этой тематике [Иванов, 1954; Комиссаренко, 1964; Современная изученность... , 1991; Минерально-сырьевая база... , 2000; Полезные ископаемые... , 2002; Челнокова и др., 2010; Оказание услуг... , 2014].

Оз. Большое Чибисанское расположено в Корсаковском городском округе Сахалинской области в юго-восточной части о. Сахалин (Тонино-Анивский полуостров), в 2 км от берега зал. Анива (Охотское море). Ближайший населенный пункт – с. Озерское – расположен в 1.5 км к югу. Озеро лагунного типа, его площадь около 11 км², длина озера – 5.5 км, средняя ширина около 2 км. Морфологически озеро входит в Вавайско-Чибисанскую озерную систему (рис. 1), представленную несколькими озерами и протоками. Оз. Большое Чибисанское связано через короткую протоку с оз. Малое Чибисанское, которое через протоку Чибисанская соединено с оз. Малое Вавайское. Малое Вавайское озеро на востоке связано с Большим Вавайским, а также протокой Аракуль с солоноватым озером Выселковое и с лагуной Буссе [Григорьев, 1964; Природа Корсаковского... , 1995; Планктон и бентос... , 2010; Естественная история... , 2014].

С севера и востока в Большое Чибисанское озеро впадают многочисленные ручьи и реки, самыми крупными из которых являются р. Скрытая и руч. Залесский. На западном берегу в озеро впадают три довольно крупных равнинных водотока – реки Слоним, Чибисанская и Языковка (рис. 1). Максимальная глубина 8 м отмечена у восточного берега Б. Чибисанского озера, средняя глубина – 1.7 м.

Котловина озера заполнена серыми илами, вдоль западного и восточного берегов илы сменяются галечно-гравийными грунтами.

С севера и к югу илы замещаются песками различной крупности, хотя у северо-западного берега наблюдается пятно галечно-гравийных грунтов [Планктон и бентос... , 2010].

Котловина озер Вавайско-Чибисанской озерной системы имеет тектоническое происхождение. На ранней стадии развития озера представляли собой типичные лагунные морские заливы. Лагунно-морской период сменялся эстуарно-солонатоводным. В более удаленном от моря озере Большое Вавайское переход произошел раньше (3500 л. н.), чем в Малом Чибисанском (3200 л. н.) и Малом Вавайском (2700 л. н.) [Микишин, Гвоздева, 1996]. Наиболее коротким эстуарно-солонатоводный период был в Чибисанских озерах: в Большом Чибисанском он отсутствовал и лагунно-морской тип сменился пресноводно-озерным (4200 л. н.), в Малом Чибисанском он занял 1400 лет (3200–1800 л. н.). В Вавайских озерах аналогичный переход к пресноводно-озерному типу происходил около 1000 л. н.: в Большом Вавайском – 1100 л. н., в Малом Вавайском – 900 л. н. Таким образом, наиболее быстрые темпы эволюции наблюдаются для Чибисанских озер, изоляция которых происходила раньше, что подтверждается наличием дополнительной протоки Чибисанская [Планктон и бентос... , 2010].

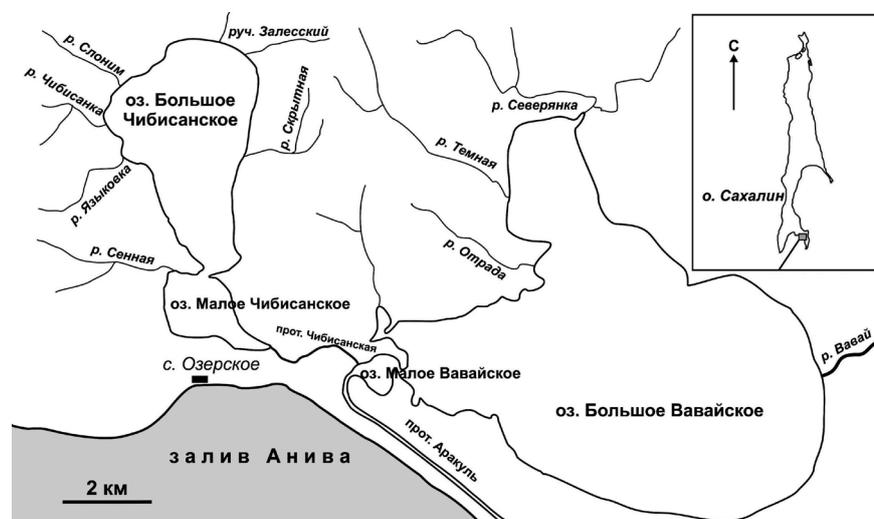


Рис. 1. Схема Вавайско-Чибисанской озерной системы (по [Планктон и бентос... , 2010]).

Методы и материалы

В процессе выполнения научно-исследовательских работ сотрудники лаборатории вулканологии и вулканопасности ИМГиГ ДВО РАН (к.г.н. Р.В. Жарков, к.г.н. Д.Н. Козлов, к.г.-м.н. А.В. Дегтерев) в полевых условиях провели поиск и отбор грязей оз. Большое Чибисанское, которые в последующем были отправлены в аккредитованные испытательные лаборатории.

Поиск оптимального участка для отбора и отбор проб лечебных грязей на оз. Большое Чибисанское проводился 16 мая 2016 г. На надувной лодке «Фрегат» обследовалась восточная акватория озера (рис. 2), раскладным самодельным почвенным буром длиной до 7 м со дна поднимались пробы донных отложений. В результате рекогносцировочных исследований был определен наиболее перспективный участок для отбора лечебных грязей в юго-восточной части озера на глубине 160–180 см. Участок с иловыми лечебными грязями расположен в 30–60 м от берега (рис. 3), занимает площадь около 700 м² и окружен галечно-гравийными грунтами. Мощность отложений лечебных грязей на этом участке составляет 30–40 см (рис. 4), общий объем доступных для извлечения грязей можно оценить в 150–200 м³.

Для исследований было отобрано в герметичные пластиковые контейнеры около 10 кг грязей. Полный физико-химический анализ лечебных грязей и анализ на содержание в них тяжелых металлов проведены в испытательном центре природных лечебных ресурсов «Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии» Минздрава России (Москва); микробиологические и радиологические исследования лечебных грязей, отобранных в стерильную стеклянную тару, – в лабораториях Центра ги-

гиены и эпидемиологии в Сахалинской области (Южно-Сахалинск). На основе впервые полученных результатов физико-химических исследований было разработано бальнеологическое заключение на лечебные грязи оз. Большое Чибисанское и даны рекомендации по их практическому использованию.



Рис. 2. Места опробования (круглые пунсоны) донных грунтов оз. Большое Чибисанское (основа – космический снимок Google Earth).



Рис. 3. Место отбора проб иловых грязей в оз. Большое Чибисанское.

Результаты и обсуждение

Грязь озера Большое Чибисанское по внешним признакам серого цвета, мягкая, пластичная, однородная, без запаха. Влажность натуральных грязей близка к оптимальной – 76.72 % при норме 25–75 % [Классификация минеральных... , 2000], объемный вес – 1.38 г/см³, сопротивление сдвигу пониженное – 640 дин/см² при норме 1500–4000 дин/см². Теплоемкость, зависящая от величины влажности, небольшая – 0.81 кал/(г · °С), реакция среды нейтральная (рН 6.95), окислительно-восстановительный потенциал положительный (Eh +58 мВ). Гидрофильный коллоидный комплекс по своей величине меньше 10 % (3.46 % от сухого вещества), что обеспечивает грязям высокие тепловые свойства. Засоренность минеральными частицами размером 0.25–5.0 мм составляет 0.25 % при норме не более 3 %; минеральные включения размером более 5 мм отсутствуют.

В грязях обнаружены бальнеологически ценные компоненты: органические вещества – 2.0 % на естественную сырую грязь, что обеспечивает грязям высокую микробную активность и способствует накоплению в них биологических стимуляторов – липидов, витаминов, ферментов, гормонов. Содержание сульфидов железа, которые являются одним из важнейших бальнеологических компонентов в грязях, равно 0.01 % на естественную сырую грязь, поэтому грязи относятся к сульфидным. Минерализация грязевого раствора в натуральных грязях состав-

ляет 0.688 г/дм³, т.е. нативные грязи относятся к пресноводным. По ионному составу относятся к гидрокарбонатно-сульфатному магниево-натриево-кальциевому типу (табл. 1).

Тяжелые металлы в грязевой массе содержатся в небольших количествах, в том числе и наиболее токсичные – свинец, кадмий, цинк и медь (табл. 2).

Данные, полученные при физико-химическом изучении отобранных лечебных грязей оз. Большое Чибисанское, позволили дать рекомендации по их бальнеотерапевтическому применению. Бальнеологическое заключение на лечебные грязи оз. Большое Чибисанское выполнено в Российском научном центре медицинской реабилитации и курортологии (РНЦ МРиК) Минздрава России (разработчик заведующий отделом курортных ресурсов РНЦ МРиК к.г.-м.н. А.Ю. Бураков и заведующий отделом медицинской курортологии и бальнеотерапии РНЦ МРиК д.м.н., профессор Н.Г. Бадалов). В соответствии с [Классификация минеральных... , 2000] натуральные грязи озера Большое Чибисанское относятся к лечебным пресноводным сульфидным сапропелевым грязям. Их бальнеологическая ценность обусловлена относительно высокими вязко-пластичными и тепловыми свойствами, повышенным содержанием органики, обогащающей грязи биологически активными компонентами – липидами, витаминами, ферментами и гормонами. Таким образом, исследуемые образцы пелоида идентифицируются как натуральные лечебные грязи и соответствуют установленным кондициям.



Рис. 4. Иловые грязи озера Большое Чибисанское. Отбор проб почвенным буром (длина пробоотборника – 50 см).

Таблица 1. Физические характеристики и химический состав лечебных грязей оз. Большое Чибисанское

Общие свойства грязи		
Показатель	Норма	Факт
Консистенция, цвет, запах		Грязь серого цвета, мягкая, пластичная, однородная, без запаха
Влажность, %	25–75	76.72
Объемный вес, г/см ³	1.0–1.2	1.38
Сопротивление сдвигу, дин/см ²	1500–4000	640
Липкость при 25 °С, дин/см ²	Нет	Не опр.
Засоренность минеральными частицами >0.25 мм, в т. ч. минерал. вклоч. >5 мм	≤ 3	0.25
Характер засоренности	Отсутствие	Отсутствие
рН грязи		Растительные остатки
Еh грязи, mV	7–9	6.95
Теплоемкость, кал/(г·°С)	Нет	+58
		0.81

Состав грязи		
Компонент	На сырую грязь, %	На сухое вещество, %
Кристаллический скелет, в том числе:		
Гипс (CaSO ₄ × 2H ₂ O)	4.25	14.51
Карбонат кальция (CaCO ₃)	0.14	0.48
Карбонат магния (MgCO ₃)	2.07	7.07
Глинистый остов, в т. ч. силикатных частиц диаметром:	13.83	47.24
>0.25 мм	0.14	0.68
>0.1 мм	0.5	1.72
0.1–0.05 мм	2.73	9.32
0.05–0.01 мм	1.0	3.42
0.01–0.005 мм	3.4	11.6
0.005–0.001 мм	6.0	20.5
Сульфиды (сульфид железа FeS), в т. ч. H ₂ S	–	–
Продукты разрушения HCl, в т. ч.: окись кремния SiO ₂	1.46	4.98
окись железа Fe ₂ O ₃	0.32	1.09
окись алюминия Al ₂ O ₃	0.96	3.28
	0.18	0.61
Органическое вещество (потери при прокаливании), в т. ч. углерод	1.45	4.98
	0.84	2.86
Поглощенные ионы	0.16	0.54

Состав грязевого отжима			
Компонент	мг/дм ³	мг-экв	мг-экв %
<i>Катионы</i>			
Натрий + калий (Na ⁺ + K ⁺)	69.46	3.02	31
кальций Ca ²⁺	88.176	4.4	44
магний Mg ²⁺	29.184	2.4	24
закисное железо Fe ²⁺	<0.1	–	–
окисное железо Fe ³⁺	1.5	0.08	1
Сумма катионов	188.32	9.9	100
<i>Анионы</i>			
хлор Cl ⁻	25.524	0.72	8
бром Br ⁻	<1	–	–
йод I ⁻	<0.5	–	–
сульфат SO ₄ ²⁻	316.0	6.58	66
гидрокарбонат HCO ₃ ⁻	158.6	2.6	26
карбонат CO ₃ ⁻	–	–	–
Сумма анионов	500.124	9.9	100
рН – 6.95			
Борная кислота (H ₃ BO ₃), г/л, – не обн.			
Минерализация – 0.688 г/л			
Формула ионного состава грязевого отжима	$M_{0,7} \frac{SO_4 66 HCO_3 26}{Ca 44 (Na + K) 31 Mg 24}$		

Примечания. Дата взятия пробы – 16 мая 2016 г. Глубина взятия пробы – 1.6–1.8 м. Прочерк – не обнаружено.

Таблица 2. Содержание тяжелых токсичных металлов в пробе лечебных грязей оз. Большое Чибисанское в сравнении с ПДК и ОДК в почвах

Токсичный элемент	В почвах, мг/кг	В пробе, мг/кг сухого пелоида
Zn	220 (ОДК)	45
Mn	1500 (ПДК)	440
Cu	132 (ОДК)	24
Co	5.0 (ПДК)	5.8
Pb	32 (ПДК), 130 (ОДК)	0.65
Cd	2.0 (ОДК)	0.46

Примечание. Показатели ПДК и ОДК по: [Челнокова и др., 2010].

Как вытекает из указанного заключения, согласно [Классификация минеральных... , 2000], спектр медицинских показаний к наружному применению лечебных иловых сульфидных пресноводных грязей оз. Большое Чибисанское, очень широк:

1. Болезни нервной системы: воспалительные болезни, последствия травм и нейрохирургических операций центральной нервной системы; болезни периферической и вегетативной нервной системы.

2. Болезни костно-мышечной системы: артропатии (инфекционные, воспалительные, остеоартрозы); системные поражения соединительной ткани; дорсопатии и спондилопатии; болезни мягких тканей, остеопатии и хондропатии.

3. Болезни органов дыхания: верхних и нижних дыхательных путей; остаточные явления после острой пневмонии, хронический бронхит, последствия перенесенной операции на легких.

4. Болезни органов пищеварения: полости рта; пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки; кишечника; печени; желчного пузыря, желчевыводящих путей и поджелудочной железы; последствия оперативных вмешательств и воспалительных процессов в брюшной полости.

5. Болезни мочеполовой системы: почек и мочевыводящих путей; мужских и женских половых органов.

6. Болезни кожи: дерматит и экзема, папулосквамозные нарушения, крапивница, болезни придатков кожи, рубцы, кератозы, трофические язвы и др.

7. Болезни уха и сосцевидного отростка.

8. Болезни системы кровообращения: гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца (в основном при лечении сопутствующей патологии нервной, костно-мышечной системы); болезни периферических артерий и вен.

Заключение

В результате научно-исследовательских работ по оценке физических и химических свойств лечебных грязей оз. Большое Чибисанское получены уникальные новые данные. На основе выполненного на местности отбора проб и проведенного в аккредитованных лабораториях полного химического анализа, анализа радиологических и микробиологических показателей в исследуемых образцах грязи специалистами составлена бальнеологическая экспертиза. По данным экспертов из Российского научного центра медицинской реабилитации и курортологии Минздрава России, исследуемые грязи озера относятся к лечебным пресноводным сульфидным сапропелевым грязям. Их бальнеологическая ценность обусловлена относительно высокими вязко-пластичными и тепловыми свойствами, повышенным содержанием органики, обогащающей грязи биологически активными компонентами. – липидами, витаминами, ферментами и гормонами. Отжим грязи оз. Большое Чибисанское относится к гидрокарбонатно-сульфатному магниево-натриево-кальциевому типу. Медицинские показания к наружному применению лечебных иловых сульфидных пресноводных грязей оз. Большое Чибисанское имеют широкий спектр. Для правильного использования грязей в лечебно-профилактических и косметических целях необходимо проведение дополнительных экспериментально-клинических исследований.

Список литературы

1. Григорьев В.И. Гидрологический очерк некоторых озер южного Сахалина // *Озера южного Сахалина*. М.: МГУ, 1964. С. 8–46.
2. *Естественная история Сахалина и Курильских островов. Водоемы острова Сахалин: от лагун к озерам* / В.С. Лабай, И.А. Атаманов, Д.С. Заварзин,

- И.В. Мотыльков, О.Н. Мухаметова, В.Д. Никитин и др. Южно-Сахалинск: Сахалин. обл. краеведч. музей, 2014. 208 с.
3. Иванов В.В. *Курортные ресурсы Сахалина и перспективы их лечебного использования: отчет комплексного отряда Сахалинской экспедиции*. М.: Центральный ин-т курортологии, 1954. 265 с.
4. *Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации. Методические указания № 2000/34* / А.Н. Разумов, В.Б. Адилев, О.Б. Давыдова и др. М.: РНЦ ВМиК, 2000. 150 с.
5. Комиссаренко Б.Т. *Минеральные источники и лечебные грязи Сахалина и Курил*. Южно-Сахалинск: Сахалин. кн. изд-во, 1964. 115 с.
6. Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г. *Развитие природы юго-восточной части острова Сахалин в голоцене*. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1996. 130 с.
7. *Минерально-сырьевая база Сахалина и Курильских островов на рубеже третьего тысячелетия*. Южно-Сахалинск: Сахалин. кн. изд-во, 2000. 120 с.
8. *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).
9. *Планктон и бентос озер Вавайской системы (южный Сахалин) и условия их обитания* / В.С. Лабай, Д.С. Заварзин, О.Н. Мухаметова, Н.В. Коновалова и др. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2010. 216 с.
10. *Полезные ископаемые Сахалинской области*. Южно-Сахалинск: Сахалин. кн. изд-во, 2002. 120 с.
11. *Природа Корсаковского района* / под ред. П.Ф. Бровко. Владивосток: Изд. Дальневост. ун-та, 1995. 96 с.
12. *Современная изученность гидротермоминеральных ресурсов Сахалина и Курильских островов и перспективы их использования в народном хозяйстве: геол. отчет за 1990–1991 гг.* / исполн.: Т.С. Розорителева, В.Е. Прядко, Е.Л. Спалило. Южно-Сахалинск: Сахалингеология, 1991. 895 с. Инв. № 461852 (Росгеолфонд, Центральное фондохранилище).
13. Челнокова Б.И., Иванов Е.М., Гвозденко Т.А. *Минеральные воды и лечебные грязи Дальнего Востока*. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2010. 128 с.

Сведения об авторе

ЖАРКОВ Рафаэль Владимирович (ORCID 0000-0002-9753-0627), кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории вулканологии и вулканопасности – Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск.