

Вестник

Томского государственного

университета

№ 362

Сентябрь

2012

- ФИЛОЛОГИЯ
- ФИЛОСОФИЯ, СОЦИОЛОГИЯ, ПОЛИТОЛОГИЯ
- КУЛЬТУРОЛОГИЯ
- ИСТОРИЯ
- ПРАВО
- ЭКОНОМИКА
- ПСИХОЛОГИЯ И ПЕДАГОГИКА
- НАУКИ О ЗЕМЛЕ

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Майер Г.В., д-р физ.-мат. наук, проф. (председатель); **Дунаевский Г.Е.**, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя); **Ревушкин А.С.**, д-р биол. наук, проф. (зам. председателя); **Катунин Д.А.**, канд. филол. наук, доц. (отв. секретарь); **Берцун В.Н.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Воробьёв С.Н.**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.; **Гага В.А.**, д-р экон. наук, проф.; **Галажинский Э.В.**, д-р психол. наук, проф.; **Глазунов А.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Голиков В.И.**, канд. ист. наук, доц.; **Горцев А.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Гураль С.К.**, д-р пед. наук, проф.; **Демешкина Т.А.**, д-р филол. наук, проф.; **Демин В.В.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Ершов Ю.М.**, канд. филол. наук, доц.; **Зиновьев В.П.**, д-р ист. наук, проф.; **Канов В.И.**, д-р экон. наук, проф.; **Кузнецов В.М.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Кулижский С.П.**, д-р биол. наук, проф.; **Парначёв В.П.**, д-р геол.-минерал. наук, проф.; **Портнова Т.С.**, канд. физ.-мат. наук, доц., директор Издательства НТЛ; **Потекаев А.И.**, д-р физ.-мат. наук, проф.; **Прозументов Л.М.**, д-р юрид. наук, проф.; **Прозументова Г.Н.**, д-р пед. наук, проф.; **Пчелинцев О.А.**, зав. редакционно-издательским отделом ТГУ; **Рыкун А.Ю.**, д-р социол. наук, доц.; **Сахарова З.Е.**, канд. экон. наук, доц.; **Слизов Ю.Г.**, канд. хим. наук, доц.; **Сумарокова В.С.**, директор Издательства ТГУ; **Сущенко С.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Тарасенко Ф.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Татьянин Г.М.**, канд. геол.-минерал. наук, доц.; **Унгер Ф.Г.**, д-р хим. наук, проф.; **Уткин В.А.**, д-р юрид. наук, проф.; **Черняк Э.И.**, д-р ист. наук, проф.; **Шилько В.Г.**, д-р пед. наук, проф.; **Шрагер Э.Р.**, д-р техн. наук, проф.

НАУЧНАЯ РЕДАКЦИЯ ВЫПУСКА

Галажинский Э.В., д-р психол. наук, проф.; **Демешкина Т.А.**, д-р филол. наук, проф.; **Зиновьев В.П.**, д-р ист. наук, проф.; **Канов В.И.**, д-р экон. наук, проф.; **Кулижский С.П.**, д-р биол. наук, проф.; **Парначёв В.П.**, д-р геол.-минер. наук, проф.; **Прозументов Л.М.**, д-р юрид. наук, проф.; **Прозументова Г.Н.**, д-р пед. наук, проф.; **Черняк Э.И.**, д-р ист. наук, проф.; **Шилько В.Г.**, д-р пед. наук, проф.

Журнал «Вестник Томского государственного университета»
включён в «Перечень российских рецензируемых научных журналов,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты
диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук»
(http://vak.ed.gov.ru/ru/help_desk/list/)

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ оз. УТИЧЬЕ-3 И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

По результатам исследований физико-химическое и санитарно-микробиологическое состояние воды, донных отложений и почв в пределах водоохранных зон оз. Утичье-3 не превышает нормируемых значений для соответствующих объектов окружающей среды. Грязи оз. Утичье-3 по основным физико-химическим показателям соответствуют среднесульфидным низкоминерализованным иловым лечебным грязям. Уровень загрязнения почвенного покрова в окрестностях оз. Утичье-3 не выходит за рамки минимальных и низких значений суммарных показателей загрязнения и связан с природными, а не техногенными геохимическими аномалиями.

Ключевые слова: оз. Утичье-3; озерная вода; лечебные грязи; почвы; уровень загрязнения; Республика Хакасия.

Минеральные озера Хакасии известны со времен П.С. Паласса, который в 1772 г. впервые описал оз. Шира-Куль. Многие водоемы минерализованы, часть из них обладает высоким рекреационным и бальнеологическим потенциалом. Однако бальнеологические ресурсы Хакасии почти не востребованы, в настоящее время функционирует лишь один курортный комплекс «Озеро Шира», использующий иловые сульфидные грязи, а также озерные и скважинные минеральные воды.

Начиная с 1910 г. курортом «Озеро Шира» использовалась грязь из оз. Шунет, но ее ограниченные запасы заставили в дальнейшем начать разработку и добычу лечебной грязи из залежей оз. Утичье-3.

В 1950-х гг. в связи с реконструкцией курорта «Озеро Шира» рядом московских специализированных организаций было обследовано 23 озера, расположенных вблизи оз. Шира. В озерах Красненькое, Утичье-2, Утичье-3, Горькое, Соленое, Слабительное были обнаружены залежи грязи, а по качественным и количественным показателям донные отложения оз. Утичье-3 определены как месторождение лечебных грязей, имеющее промышленное значение [1].

В последующие годы резко изменился гидрологический режим озер Ширинского района, в том числе минерализация воды и грязевых отложений, заметно уменьшился запас грязей оз. Утичье-3. Все это обусловило необходимость проведения специализированных работ по изучению состава и переоценке эксплуатационных запасов лечебных грязевых отложений озер Шунет и Утичье-3.

В 1999 г. и в течение 2006 г. сотрудниками Томского государственного университета и Томского института курортологии и физиотерапии были проведены исследования озер Шунет и Утичье-3. При этом изучалось физико-химическое и санитарно-микробиологическое состояние воды и донных отложений оз. Утичье-3, проведен подсчет запасов лечебной грязи: геологические – 368 тыс. м³, балансовые – 235 тыс. м³ и эксплуатационные – 164,5 тыс. м³ [2], а также изучено эколого-геохимическое состояние почв и грунтов озерной котловины.

Озеро Утичье-3 расположено в 23 км восточнее курорта «Озеро Шира» и приурочено к Бей-Бурукской ложбине северо-восточного простирания, трассируемой Шунетским разломом. Вдоль разлома (ложбины) на протяжении более 50 км вытянута цепочка озер (Домажак, Матарак, Шунет, Красненькое, Власьево, Утичье-1, Утичье-2, Утичье-3, Горькое). Рельеф в районе озерной котловины представляет собой сложное

сочетание разнообразно ориентированных куэстово-холмистых выступов и мелких котловин второго и третьего порядков с относительным превышением скалистых гряд над днищами котловин от 50 до 150 м. В геологическом отношении ванна этого озера выработана в вулканогенно-осадочных отложениях быскарской серии нижнего девона вблизи контакта последних с доломитами и доломитистыми известняками таржувской свиты венда. Площадь водного зеркала озера составляет 1,41 км², длина – 1,98 км, наибольшая ширина – 1,17 км, длина береговой линии – 5,4 км. В зимний период 2006 г. глубина озера достигала 5,5 м (рис. 1). Абсолютная отметка уреза воды – 362,1 м. Береговая линия плавная, неизрезанная.

Озеро относится к бессточным: его питание осуществляется за счет грунтовых, подземных и атмосферных вод. Начиная с 1921 г. отмечается постоянное увеличение площади водного зеркала озера и его глубины. Такие колебания уровня и объема вод обусловили значительные вариации степени минерализации озерной воды. В течение полувека концентрация растворимых солей в воде озера снизилась от 159 г/л (крепкий рассол) до 7,9 г/л (солончатая вода). Согласно результатам исследования Н.Г. Сидориной с 1995 по 1997 г. (Томский НИИ курортологии и физиотерапии) наблюдается снижение минерализации озерной воды с 7,9 до 5,9 г/л [3]. Формула Курлова имела вид

$$M_{7,9} \frac{Cl\ 48\ SO\ 4\ 43}{Mg\ 48\ (Na + K)\ 44} pH = 8,51;$$

$$M_{5,9} \frac{SO\ 4\ 55\ Cl\ 37\ (HCO_3 + CO_3)\ 8}{(Na + K)\ 53\ Mg\ 41\ Ca\ 6} pH = 8,22.$$

В эти годы вода озера оценивалась как слабощелочная. Из специфических компонентов в воде были определены ортоборная кислота в количестве 31,23 мг/л, бром – 9,50 мг/л, кремниевая кислота – 23,14 мг/л [3]. Тяжелые металлы (свинец, кадмий, цинк, медь, ртуть) в воде озера не обнаружены, однако в декабре 1996 г. сотрудниками Томского НИИКиФ в воде озера выявлено значительное содержание фенолов (0,003 мг/л), в три раза превышающее нормы ПДК [4].

Согласно результатам исследований 2006 г. преобладающим анионом в пробах озерной воды Утичье-3 является сульфат-ион – 3913,6–3986,6 мг/л. Концентрации хлорид- и гидрокарбонат-ионов в воде варьируют от 2059,0 до 2662,5 мг/л и от 793,0 до 902,8 мг/л соответственно. Из катионов в исследуемой озерной воде преобладает ион натрия (суммарно с ионами калия) в кон-

центрации от 2336,3 до 2662,9 мг/л. На долю иона магния в воде приходится в среднем 636,0 мг/л. Содержание в воде ионов кальция не превышает 200,0 мг/л. Минера-

лизация озерной воды изменяется в пределах от 9,9 до 10,9 г/л. Реакция водной среды варьирует от слабощелочной (pH = 7,6) до щелочной (pH = 8,3) [2].

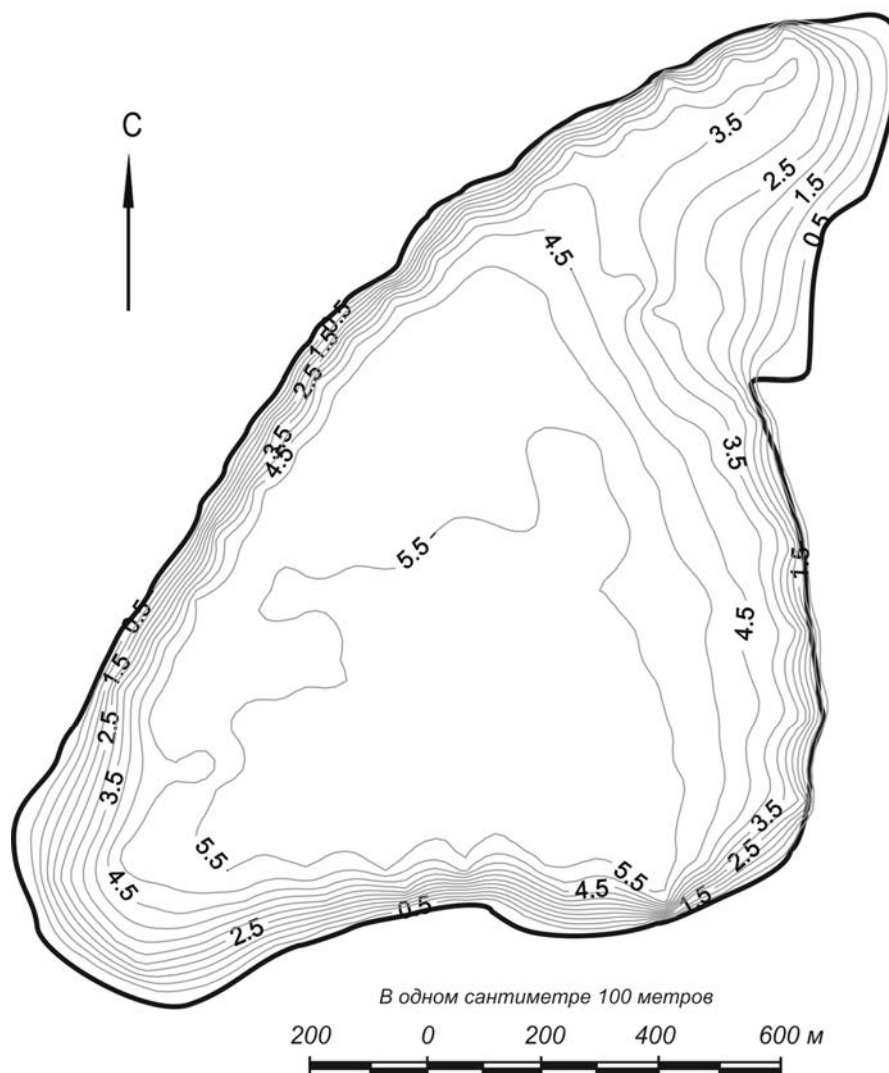
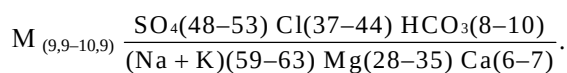


Рис. 1. План и биометрия оз. Утичье-3 (изобаты проведены через 0,2 м)

Озерная вода по основному ионно-солевому составу хлоридно-сульфатная магниевонариевая. В обобщенном виде химическая формула состава воды следующая:



В озерной воде определены бальнеологически ценные компоненты: бром (до 3,2 мг/л), ортоборная (до 9,0 мг/л), кремниевая (до 47,4 мг/л) кислоты. Наличие этих компонентов в совокупности с общим уровнем минерализации и благоприятными физическими свойствами (реакция среды) позволяет отнести данную озерную воду к группе бальнеологических, рекомендуемых для наружного применения. Концентрации загрязняющих и токсичных компонентов (нитраты, нитриты, свинец, кадмий, ртуть) не превышают нормируемых значений для поверхностных вод [2].

Главной ценностью оз. Утичье-3 являются лечебные грязи, используемые на курорте «Озеро Шира».

Современные иловые отложения озера распределяются по поверхности озерной котловины довольно равномерно с возрастанием мощности грязевой залежи к центру водоема (рис. 2).

По внешним признакам поверхностный слой залежи характеризуется интенсивно черной, блестящей окраской, разжиженной или сметанообразной консистенцией, запахом сероводорода. С глубиной, наряду с возрастанием плотности, окраска грязевого слоя приобретает темно-серый или буроватый оттенок, проявление которого особенно заметно при высыхании пробы. В естественном состоянии грязь, как правило, имеет мягкую консистенцию, в отдельных пробах выявлены включения растительных остатков, песка.

Из бальнеологически значимых компонентов присутствует бром в количестве до 5,0 мг/л, ортоборная кислота до 53,0 мг/л. Содержание растворенных солей в грязевом отжиме варьирует от 0,7 до 1,66% на сырую грязь. Твердая фаза исследуемых грязей представлена кристаллическим скелетом (от 19,6 до 33,6%).

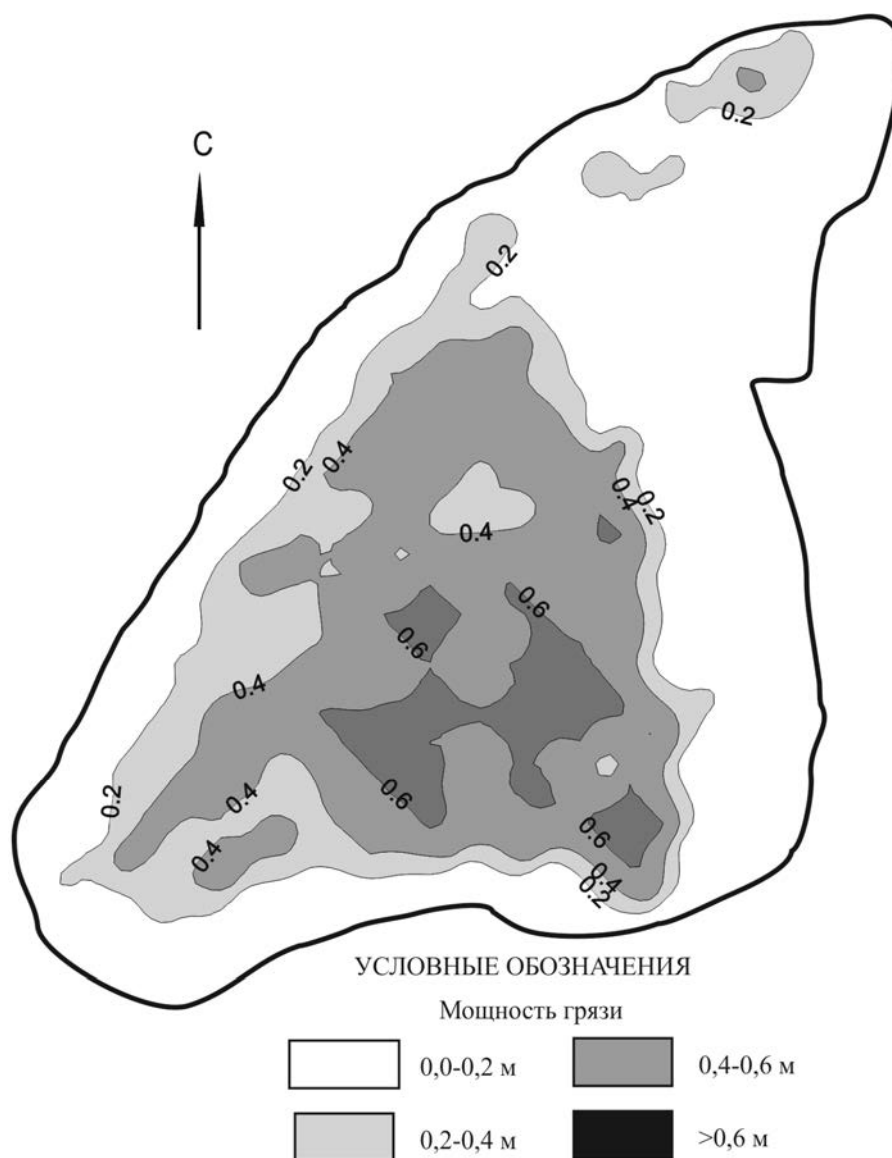


Рис. 2. План грязевой залежи месторождения оз. Утичье-3 (изопахиты проведены через 0,2 м)

Другие определяемые компоненты этой фазы обнаруживают значительные колебания в зависимости от участка и глубины отбора проб. Выявлено преобладание карбонатов кальция в исследованных пробах в сравнении с содержанием растворимых карбонатов магния в 10 и более раз. Содержание гипса (CaSO_4) в составе кристаллического скелета не превышает 2,8% на сырую грязь. Концентрации сероводорода (H_2S) и сульфида железа (FeS) в составе гидрофильного коллоидного комплекса грязей изменяются по глубине и площади грязевой залежи. Из общего количества исследованных проб (33) лишь в 5 содержание сульфида железа ниже 0,150%. В среднем по месторождению концентрация этого компонента составляет 0,241% на сырую грязь. Кроме того, в составе коллоидного комплекса грязей оз. Утичье-3 определены оксиды алюминия (0,38–1,24%), железа (0,20–0,38%), серы (0,11–1,71%), фосфора (0,02–0,03%). Содержание органических веществ в исследуемых грязях составило от 3,7 до 4,1% на сырую грязь.

Контроль радиологического состояния донных отложений и озерной воды оз. Утичье-3 не выявил превыше-

ния допустимых пределов по содержанию радионуклидов (радий-226, уран-238, торий-232). Содержание тяжелых металлов (цинк, ртуть, свинец, кобальт, кадмий) в исследуемых пробах донных отложений не превышает природного фона в почвах, окружающих водоем. Грязи оз. Утичье-3 по основным физико-химическим показателям соответствуют среднесульфидным низкоминерализованным иловым лечебным грязям.

В настоящее время окрестности озера отнесены к типичным агроландшафтам: здесь широко развиты сельскохозяйственные угодья – пашни, пастбища, сенокосы, посадки кустарников, лесопосадки (рис. 3). Западный и юго-западный берега озера почти полностью (за исключением узкой придорожной полосы) заняты искусственными кустарниково-лесными насаждениями (акация, облепиха). Посадки занимают площадь в 2,7 км² в виде неправильного прямоугольника, небольшое «пятно» зарослей акации находится на восточном берегу. Остальная площадь занята суходольными и каменистыми пастбищами. Лишь на крайнем северо-востоке небольшая площадь отведена под пашню с линейными лесопосадочными полосами, ориенти-

рованными в северо-западном направлении. В летний период многочисленные отдыхающие используют «диким» образом щедрое бальнеологические ресурсы оз. Утичь-3 и его окрестностей. Все это обусловило необходимость проведения специализированных работ по изучению почв в пределах водоохранных зон озера. Первая зона (строгого режима) проведена по границам

озерных котловин, включая первую и вторую озерные террасы. Эта зона, по существу, очерчивает контуры древних, более полноводных «праозер». Вторая зона (зона ограниченной хозяйственной деятельности) проводится по главной водораздельной границе и охватывает территорию направленного стока поверхностных и грунтовых вод в акваторию озера.

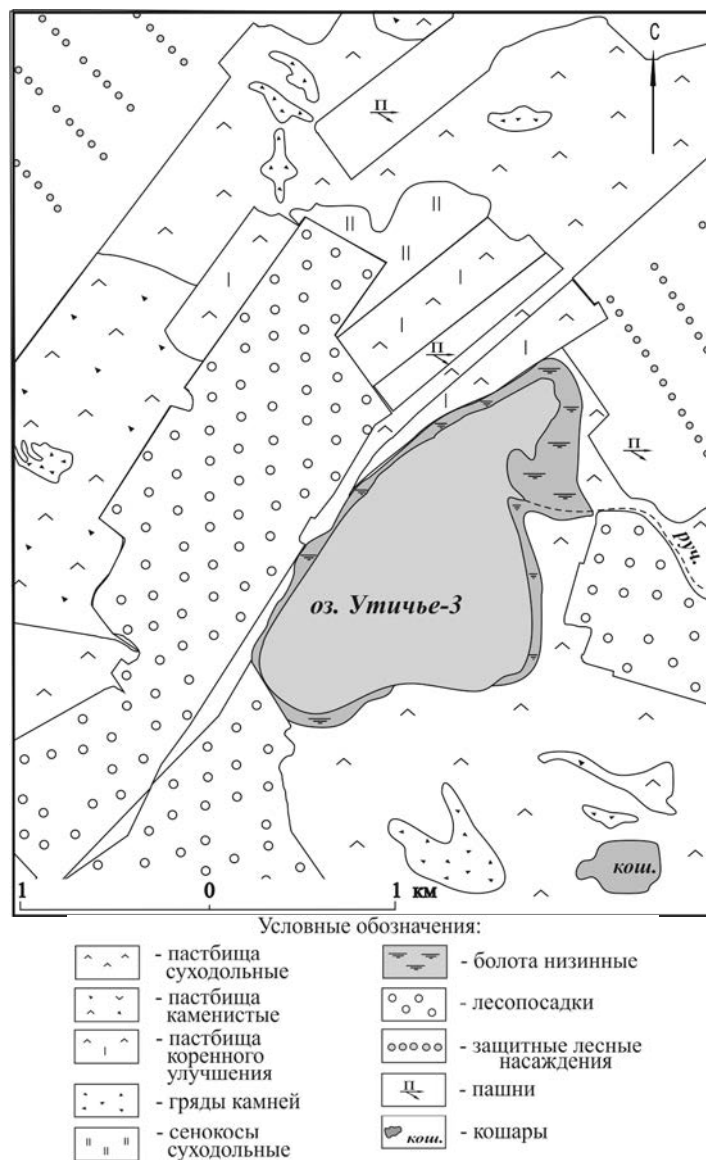


Рис. 3. Схема земельного фонда окрестностей оз. Утичь-3 (по данным А.Я. Березовского) [4]

В 1996, 2000, 2006 гг. в котловине оз. Утичь-3 было отобрано (рис. 4) и проанализировано 65 проб на 22 элемента, заложено 5 почвенных разрезов с отбором проб на анализы водной вытяжки (рис. 4, табл. 1). Пробы анализировались методом эмиссионного приближенно-количественного анализа в аккредитованной лаборатории ФГУП «Березовгеология» г. Новосибирска. Для определения химического состава водорастворимых солей готовилась водная вытяжка. Анализ проводился по апробированному комплексометрическому методу К.К. Гедройца в лаборатории кафедры почвоведения Томского государственного университета.

В районе озера (рис. 4) преобладают южные черноземы (68,1%), занимающие все пространство между

холмистых выступов, занятых неполноразвитыми почвами (8%). В нижних частях выступов встречаются черноземы южные в комплексе с черноземами обыкновенными (19,6%). Засоленные почвы окаймляют узкими полосами озеро и представлены солончаками (2%), комплексом солончаков с черноземно-луговыми и луговыми почвами (2,3%). Солончаки и комплексы солончаково-черноземно-луговых почв характеризуются сильной степенью засоления (до 0,7% солей) и хлоридно-сульфатным профилем. Разрезы, заложенные в южных и обыкновенных черноземах, имеют слабую и среднюю степень засоления (сумма солей в отдельных случаях приближается к 0,4%) (табл. 1).

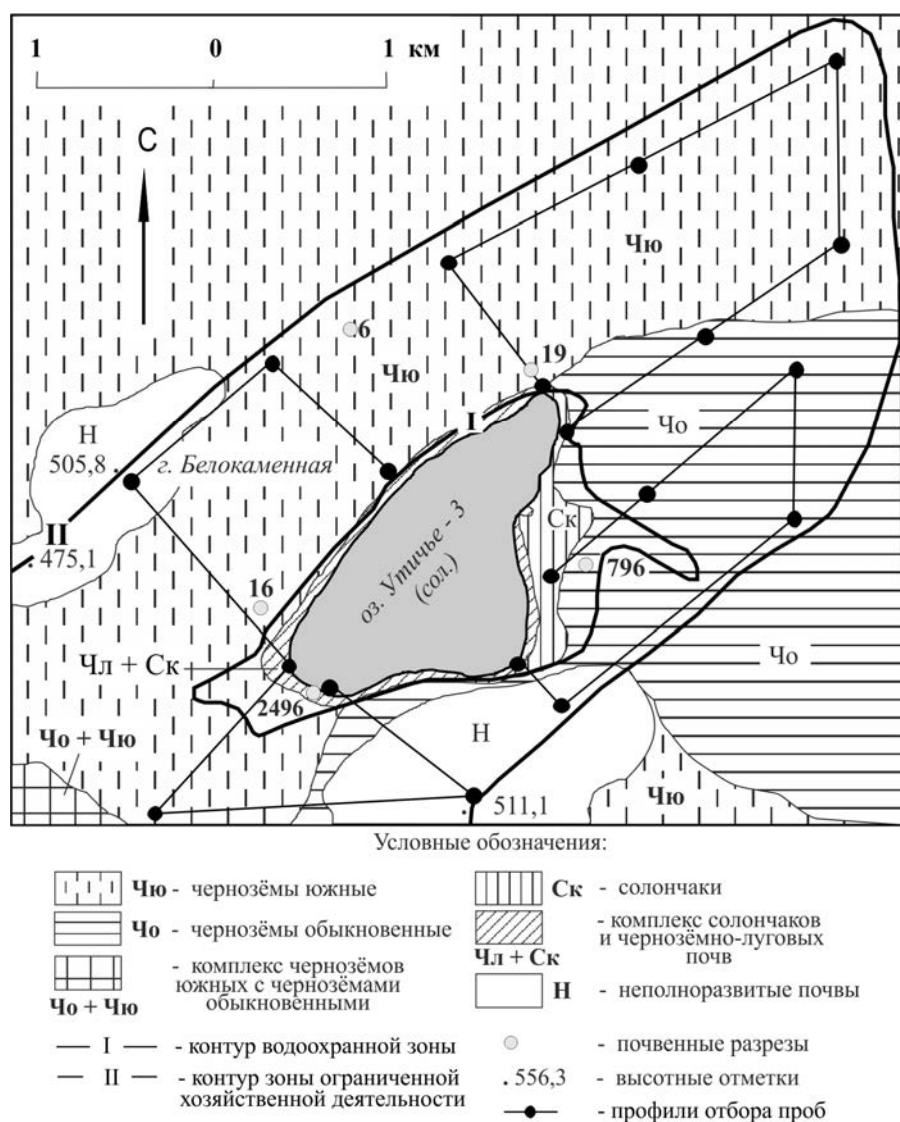


Рис. 4. Почвенная карта окрестностей оз. Утичьё-3 (составлена С.П. Кулижским) [4]

Таблица 1

Состав водной вытяжки засоленных почв Ширинской степи (мг-экв. / %) по данным С.П. Кулижского [4]

Горизонт	Глубина, см	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Сумма солей, %	Тип засоления	Степень засоления
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Чернозем южный. Разрез 16											
Ап.к	0 – 10	–	1,05 / 0,06	0,40 / 0,01	0,91 / 0,04	0,90 / 0,03	0,40 / 0,01	1,06 / 0,02	0,154	х – с	Слабая
Ап.к	10 – 20	–	0,96 / 0,06	0,32 / 0,01	0,85 / 0,04	0,07 / 0,003	0,85 / 0,02	1,21 / 0,02	0,134	х – с	
АВк	22 – 32	–	1,02 / 0,06	0,36 / 0,01	1,18 / 0,05	0,50 / 0,02	0,49 / 0,01	1,57 / 0,03	0,168	х – с	
В ₁ к	40 – 50	–	1,10 / 0,07	0,36 / 0,01	0,98 / 0,05	0,35 / 0,01	0,45 / 0,01	1,58 / 0,03	0,161	х – с	
В ₁ к	50 – 60	–	1,20 / 0,07	0,30 / 0,01	0,78 / 0,04	0,25 / 0,01	0,40 / 0,01	1,63 / 0,03	0,145	х – с	
В ₂ к	65 – 75	–	0,99 / 0,09	0,28 / 0,01	0,88 / 0,04	0,40 / 0,01	0,45 / 0,001	1,54 / 0,03	0,155	х – с	Слабая
ВСк	85 – 95	–	1,36 / 0,08	0,48 / 0,02	1,56 / 0,07	0,25 / 0,01	0,39 / 0,009	2,76 / 0,06	0,218	х – с	средняя
ВСк	120 – 130	–	1,35 / 0,08	0,68 / 0,02	1,48 / 0,01	0,40 / 0,01	0,90 / 0,02	1,65 / 0,03	0,225	х – с	
Чернозем южный. Разрез 19											
Апк	5 – 15	–	1,06 / 0,06	0,52 / 0,02	0,98 / 0,05	1,0 / 0,04	0,50 / 0,01	1,06 / 0,02	0,176	х – с	Слабая
Ап/пк	22 – 27	–	1,06 / 0,06	0,40 / 0,01	0,88 / 0,04	0,85 / 0,04	0,85 / 0,02	0,64 / 0,01	0,153	х – с	
АВк	32 – 42	–	1,04 / 0,06	0,38 / 0,01	1,18 / 0,06	8,88 / 0,04	0,02 / 0,001	1,70 / 0,04	0,176	х – с	
В ₁ к	55 – 65	–	1,12 / 0,07	0,40 / 0,01	0,88 / 0,04	0,8 / 0,01	0,44 / 0,001	1,68 / 0,04	0,150	х – с	
В ₂ к	80 – 90	–	1,54 / 0,09	0,36 / 0,01	0,88 / 0,04	0,50 / 0,02	0,24 / 0,006	2,04 / 0,04	0,172	х – с	
ВСк	115 – 125	–	1,42 / 0,09	0,49 / 0,02	0,18 / 0,05	0,33 / 0,01	0,45 / 0,01	1,31 / 0,03	0,132	х	Средняя
Ск	142 – 152	–	1,44 / 0,09	0,39 / 0,01	1,44 / 0,07	0,33 / 0,01	0,43 / 0,01	2,51 / 0,05	0,210	х – с	
Чернозем южный. Разрез 6											
Ак	0 – 5	–	1,36 / 0,08	0,62 / 0,02	0,25 / 0,01	0,40 / 0,01	0,40 / 0,01	1,04 / 0,02	0,145	х	Слабая
Ак	5 – 13	–	1,32 / 0,08	0,57 / 0,02	0,75 / 0,03	1,15 / 0,02	1,15 / 0,02	1,31 / 0,03	0,200	х – с	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АВк	13 – 23	–	1,14 / 0,07	0,60 / 0,02	0,75 / 0,03	1,60 / 0,03	1,60 / 0,03	1,34 / 0,03	0,222	х – с	Средняя
АВк	28 – 40	–	0,93 / 0,06	0,87 / 0,03	1,00 / 0,04	0,97 / 0,03	0,97 / 0,03	1,20 / 0,02	0,222	х – с	
Вк	40 – 50	–	0,74 / 0,05	0,73 / 0,02	0,75 / 0,03	2,12 / 0,05	2,12 / 0,05	1,35 / 0,03	0,263	х – с	
ВСк	65 – 75	–	0,79 / 0,05	1,64 / 0,05	0,25 / 0,01	0,63 / 0,01	0,63 / 0,01	2,53 / 0,05	0,170	х	Слабая
Ск	85 – 95	–	1,03 / 0,06	1,90 / 0,06	1,25 / 0,06	0,97 / 0,02	0,97 / 0,02	2,48 / 0,05	0,219	с – х	Средняя
Чернозем обыкновенный. Разрез 796											
А	2 – 10	–	0,72 / 0,04	0,28 / 0,01	1,92 / 0,1	0,34 / 0,02	0,21 / 0,01	2,37 / 0,05	0,220	х – с	Средняя
А	15 – 25	–	0,40 / 0,02	0,40 / 0,01	0,98 / 0,09	0,30 / 0,01	0,50 / 0,01	1,98 / 0,05	0,190	х – с	Слабая
АВ	35 – 45	–	0,60 / 0,04	0,28 / 0,09	2,02 / 0,09	0,25 / 0,02	0,40 / 0,001	2,25 / 0,05	0,300	с	Средняя
В _{1к}	55 – 65	–	1,12 / 0,07	0,28 / 0,09	2,08 / 0,10	0,23 / 0,01	0,18 / 0,004	3,07 / 0,07	0,320	с	
В _{2к}	85 – 95	–	0,98 / 0,06	0,28 / 0,09	2,12 / 0,10	0,12 / 0,02	0,04 / 0,003	3,06 / 0,07	0,340	с	
Ск	135 – 145	–	1,13 / 0,07	0,28 / 0,09	0,19 / 0,11	0,21 / 0,02	0,10 / 0,002	3,30 / 0,08	0,360	с – х	
Черноземно-луговая почва. Разрез 2496 А											
Аd	0 – 5	–	0,7 / 0,04	2,5 / 0,08	4,77 / 0,22	1,8 / 0,07	2,9 / 0,06	3,04 / 0,07	0,520	х – с	Сильная
Ак	10 – 20	–	0,6 / 0,03	2,5 / 0,08	6,60 / 0,31	1,5 / 0,06	2,7 / 0,06	5,21 / 0,12	0,640	х – с	
АВк	22 – 32	–	0,4 / 0,0	1,4 / 0,04	6,90 / 0,33	1,0 / 0,04	2,1 / 0,05	5,21 / 0,12	0,590	х – с	
Вkg	44 – 54	–	0,4 / 0,02	1,1 / 0,03	7,10 / 0,34	2,0 / 0,08	1,7 / 0,04	4,78 / 0,11	0,610	х – с	
ВСkg	64 – 74	–	0,5 / 0,03	1,3 / 0,04	7,60 / 0,36	1,9 / 0,07	1,6 / 0,03	5,60 / 0,13	0,640	х – с	

Таблица 2

Содержание элементов в почвах (мг/кг) и коэффициенты концентрации по отношению к кларку (K_k) и ПДК ($K_{пдк}$) для средних (1) и максимальных (2) значений

Элементы	Среднее	Минимальное	Максимальное	Фон	Кларк элементов в почвах	K_k		ПДК	$K_{пдк}$	
						1	2		1	2
P	830,8	400,0	1500,0	628,7	800,0	1,0	1,9	–	–	–
Ti	3916,9	300,0	6000,0	3458,1	4600,0	0,9	1,3	–	–	–
Mn	572,3	400,0	1000,0	558,6	850,0	0,7	1,2	1500,0	0,4	0,7
Ba	824,6	500,0	1500,0	688,6	500,0	1,7	3,0	500,0	1,7	3,0
Sr	656,9	300,0	1500,0	453,5	300,0	2,2	5,0	600,0	1,1	2,5
V	186,3	80,0	300,0	182,9	100,0	1,9	3,0	150,0	1,2	2,0
Ni	31,1	20,0	50,0	20,3	40,0	0,8	1,3	50,0	0,6	1,0
Co	9,7	6,0	15,0	11,2	8,0	1,2	1,9	50,0	0,2	0,3
Zr	137,5	80,0	500,0	138,9	300,0	0,5	1,7	–	–	–
Li	43,4	30,0	100,0	33,6	30,0	1,5	3,3	–	–	–
Y	26,4	15,0	30,0	–	50,0	0,5	0,6	–	–	–
Ga	18,6	15,0	20,0	–	30,0	0,6	0,7	–	–	–
Cu	34,3	20,0	60,0	23,2	20,0	1,7	3,0	60,0	0,6	1,0
Pb	15,4	10,0	30,0	10,8	10,0	1,5	3,0	32,0	0,5	0,9
Zn	52,8	40,0	100,0	40,6	50,0	1,1	2,0	70,0	0,8	1,4
Be	2,5	1,0	4,0	2,5	6,0	0,4	0,7	–	–	–
Sc	11,9	6,0	20,0	8,9	7,0	1,7	2,9	–	–	–
Sn	4,4	3,0	10,0	3,8	10,0	0,4	1,0	50,0	0,1	0,2
Ag	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,6	1,5	–	–	–
Mo	2,5	2,0	4,0	1,9	2,0	1,3	2,0	4,0	0,6	1,0
U	2,1	2,0	4,0	–	5,0	0,4	0,8	–	–	–
Th	3,5	2,0	6,0	2,9	6,0	0,6	1,0	–	–	–

Таким образом, внешне вполне «благополучная» черноземная почва без каких-либо внешних макроскопических признаков засоления содержит практически во всех горизонтах то или иное количество солей [4].

На базе генерализованной выборки ($n = 65$) рассчитаны статистические параметры всех проанализированных элементов. Сопоставление полученных данных проводилось с кларками почв по А.П. Виноградову [5] и значениями предельно допустимых концентраций [6].

Анализируя статистические характеристики (табл. 2), по абсолютным значениям средних содержаний можно выделить три группы элементов. В первую группу объединены элементы, для которых характерны превышения концентраций над кларками: Ba (1,7), Sr (2,1), V (1,9), Li (1,5), Cu (1,7), Pb (1,5), Sc (1,7), Mo (1,3). Во вторую группу относятся элементы, средние значения которых имеют околоскларковые концентра-

ции: P, Ti, Co, Zn. В третью группу входят элементы, средние содержания которых заметно ниже кларковых значений: Mn, Ni, Zr, Y, Ga, Be, Sn, Ag, U, Th. Коэффициенты концентрации, рассчитанные для максимальных содержаний того или иного элемента, в большинстве случаев превышают единицу и лишь для четырех элементов этот показатель ниже: Y (0,6), Ga (0,7); Be (0,7) и U (0,8).

Сравнение фоновых значений с кларками почв по А.П. Виноградову показывает, что для местной геохимической специализации характерно заметное обогащение следующими элементами: Ba ($K_k = 1,4$); Sr (1,5); V (1,8); Co (1,4); Li (1,1); Cu (1,2); Pb (1,1), Sc (1,3). Такие элементы, как Mn, Ti, Ni, Zr, Ga, Zn, Be, Sn, Ag, Th, характеризуются пониженным содержанием (кларки концентрации колеблются в пределах от 0,4 до 0,8). Величина суммарного показателя загрязнения незначительна (от 2,1 до 7,6), что свидетельствует о минималь-

ной степени загрязнения почв [7], лишь для пяти проб этот показатель возрастает от 8,3 до 10,5, что соответствует низкой степени загрязнения.

Коэффициенты концентрации, рассчитанные по нормам ПДК для средних содержаний того или иного элемента, превышают единицу лишь в трех случаях: для Ba (1,7), Sr (1,1); V (1,2); для максимальных содержаний – превышают единицу в четырех случаях: Ba (3), Sr (2,5); V (2), Zn (1,4).

По нашему мнению, повышенные значения Sr, V, Ba, могут быть обусловлены наличием природных геохимических аномалий, тем более что эти элементы являются профилирующими в данном регионе; повышенные значения Cu, Pb тяготеют к Манско-Батеневской металлогенической зоне. Величина суммарного показателя загрязнения, согласно существующим нормативам, отвечает вполне благоприятному экологическому состоянию геологической среды.

Проведенные исследования показали следующее:

1. Согласно результатам исследований озерная вода по основному ионно-солевому составу хлоридно-сульфатная магниевая-натриевая с минерализацией от

9,9 до 10,9 г/л и содержанием биологически активных компонентов: брома (до 3,2 мг/л), ортоборной (до 9,0 мг/л), кремниевой (до 47,4 мг/л) кислот.

2. Контроль радиологического состояния донных отложений и озерной воды оз. Утичь-3 не выявил превышения допустимых пределов по содержанию радионуклидов (радий-226, уран-238, торий-232). Содержание тяжелых металлов (цинк, ртуть, свинец, кобальт, кадмий) в исследуемых пробах донных отложений не превышает природного фона в почвах, окружающих водоем.

3. Агроландшафтные зоны практически не оказывают негативного влияния на озерные воды и донные отложения из-за ограниченного выпаса скота на местных пастбищах и локального распространения пашни – потенциального поставщика аэрозолей и вредных компонентов (ядохимикатов, остатков неразложившихся минеральных удобрений).

4. Уровень загрязнения геологической среды в окрестностях оз. Утичь-3 не выходит за рамки минимальных и низких значений суммарных показателей загрязнения и связан с природными, а не техногенными геохимическими аномалиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малахов А.М., Скорняков В.А., Цыцарин Г.В. Гидроминеральные ресурсы курорта «Озеро Шира» // Материалы по изучению лечебных грязей, грязевых озер и месторождений. М. : Центральный НИИ курортологии и физиотерапии, 1963. С. 51–151.
2. Парначев В.П., Макаренко Н.А., Клопотова Н.Г. и др. Изучение и оценка эксплуатационных запасов лечебной грязи озера Утичь-3 в Ширинском районе Республики Хакасия : в 2 кн. Томск, 2006. Кн. 1: Текст отчета. 74 с., 10 илл., 7 табл., 6 прилож. Кн. 2: Приложения и рисунки. 92 с., 60 прилож., 24 рис.
3. Природные воды Ширинского района Республики Хакасия / под ред. В.П. Парначева. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2003. 183 с.
4. Парначев В.П., Макаренко Н.А., Копылова Ю.Г. и др. Исследование рапы минеральных озер и солончаков Республики Хакасия с целью оценки особенностей распределения редких щелочей, галогенных и сопутствующих элементов (литий, рубидий, цезий, бром, бор, фтор). Отчет об итогах выполнения хоздоговорных работ за 1997–1999 гг. (х/д № 284; 3-Т). Томск, 2000. 267 с.
5. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М. : АН СССР, 1957. 238 с.
6. Рихванов Л.П., Нарзулаев С.Б., Язиков Е.Г. и др. Геохимия почв и здоровье детей Томска. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1993. 142 с.
7. Саэт Ю.Е. и др. Геохимия окружающей среды. М. : Недра, 1990. 335 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 8 июня 2012 г.