



УДК 550.41:543.3 (571.52)

Физико-химическая характеристика минеральных вод месторождений Шумак и Чойган

Л. А. Минеева

Иркутский государственный университет

К. Д. Аракчаа

НИИ медико-социальных проблем и управления Республики Тыва

О. М. КЫЗЫЛ

Иркутский государственный университет

Аннотация. Лечебные минеральные воды – это природные воды, содержащие минеральные вещества, различные газы, которые обладают уникальными свойствами, благодаря чему они оказывают на организм человека бальнеологическое действие. Этим такие воды и отличаются от обычной пресной воды.

Минеральные воды являются природными подземными водами и формируются в толще земной коры с определенным геологическим строением, гидрогеологическими и климатическими условиями, которые обуславливают закономерности их распространения.

К минеральным источникам относятся лечебные воды, которые по своим характеристикам, химическому составу соответствуют общепринятым в Российской Федерации нормам для лечебных минеральных вод.

На огромной территории Сибири сосредоточены колоссальные запасы минеральных подземных вод практически всех известных в мире типов: азотные и метановые термальные и холодные, углекислые термальные и холодные, железистые, йодо-бромные, радоновые, воды с повышенным содержанием растворённых органических веществ, рассолы с концентрацией солей от 50 до 500 г/дм³.

Прибайкалье и Республика Тыва обладают большими запасами лечебных минеральных вод. Изучение минеральных вод на месторождениях ведется достаточно долго, и уже накопился большой материал для того, чтобы разумно применять те знания и данные, которые мы получаем в процессе исследований.

В работе использовались результаты исследований комплексной экспедиции Научно-исследовательского института медико-социальных проблем и управления Республики Тыва (авторы являлись участниками этих экспедиций) и лабораторных гидрохимических анализов в межвузовской региональной лаборатории экологических исследований ИГУ. Экспедиционные работы проводились в летний сезон 2014 и 2015 гг. в Тоджинском районе Республики Тыва на Чойганском месторождении минеральных вод, которому приурочено более 30 выходов минеральных источников.

Ключевые слова: минеральные воды, макро- и микрокомпонентный состав, биогенные элементы, органическое вещество, Восточный Саян.

Введение

Горная система Восточный Саян расположена в пределах Южной Сибири на территориях юга Красноярского края, Иркутской области, западной части Республики Бурятия и северо-восточной части Республики Тыва. Восточный Саян представляет собой горную страну с проявлениями молодых тектонических сил и кайнозойского вулканизма, следствием чего является наличие в районе термальных и холодных углекислых источников, которые распространены в основном в центральной и юго-восточной частях. При этом область углекислых вод протягивается более чем на 500 км [1, с. 64].

В пределах указанной горной системы известно 18 групп углекислых источников, приуроченных к трем сложным тектоническим узлам вблизи проявления четвертичного вулканизма. В этих трех районах очаги разгрузки углекислых вод расположены в зонах пересечения глубинных субширотных разломов. Обследованные авторами месторождения углекислых вод Восточного Саяна – Чойган (Жойгон – по-бурятски) и Шумака – относятся ко второму и третьему районам соответственно. Термальные и холодные воды Чойгана приурочены к зоне сопряжения Окинского и Азасского грабен [2, с. 39–43], термальные воды Шумака – к Тункинскому разлому [1, с. 65].

История изучения месторождений минеральных вод Шумака и Чойгана отражена в ряде публикаций [1–3], в частности в работах Э. В. Даниловой [1].

Представленные в настоящей статье данные по изучению физико-химических параметров и состава углекислых вод Шумака и Чойгана получены авторами в ходе исследований в 2010–2015 гг.

Методы исследований

Для полевых исследований физико-химических параметров использовались анализатор воды рНТ-028 (T °С, рН, Eh, ν – удельная электрическая проводимость), магнитометр МТМ-01 (модуль напряженности геомагнитного поля и модуль геомагнитной индукции), радиометр альфа-активных газов РГО-01.

Макро- и микрохимический состав вод обследованных вод изучали известными стандартными методами согласно ГОСТу Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия». Исследования проводились в аккредитованных лабораториях Томского политехнического и Иркутского государственного университетов.

Результаты исследований и их интерпретация

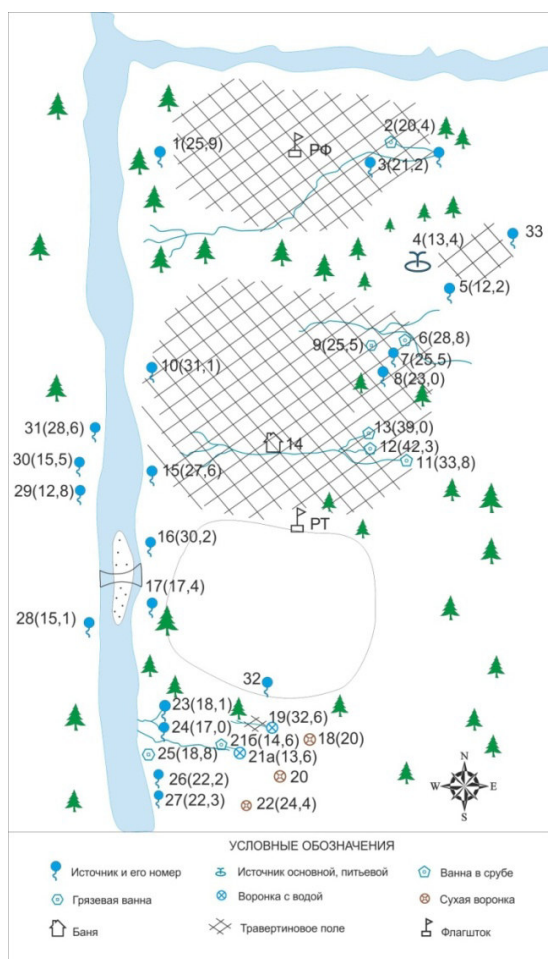
Чойганские минеральные воды

Выходы минеральных вод месторождения Чойган проявляются по берегам горной речки Аржаан-Хем, являющейся правым потоком р. Изиг-Суг. Источники выходят на поверхность в среднем течении р. Аржаан-Хем, которая берет начало у подножия массива пика Топографов.

Минеральные источники Чойгана связаны с крупным широтным разломом в докембрийских породах (гнейсы, мраморы, сланцы), прорванных гранитами и диоритами палеозоя. Водовмещающие породы представлены верхнепротерозойским комплексом (синийским) айлыгской свиты, сложен-

ной мраморами слоистыми, мраморизованными известняками с прослоями сланцев, кварцитов, конгломератов и прорванной девонскими интрузиями гранитов бреньского комплекса. Глубина циркуляции термальных источников Чойгана оценивается в 1500–2000 м [1, с. 67].

Разгрузка углекислых термальных и холодных вод происходит по обоим берегам р. Аржаан-Хем в тектоническом блоке, ограниченном разрывными нарушениями северо-восточного и северо-западного направлений, и сопровождается отложениями карбонатных травертинов. Выходы подземных вод локализованы на нескольких участках преимущественно вдоль правого борта долины р. Аржаан-Хем с абсолютными отметками 1580–1560 м: в южной (верхней), центральной, северной (нижней) частях. Всего зафиксировано 33 источника (рис. 1).



- Номера и названия источников, бытующие в народе:
- 1 – Гастритный
 - 2 – Ванна в срубe, холодная, от болезни нервной системы
 - 3 – От болезни мочеполовой системы
 - 4 – Основной питьевой
 - 5 – От давления
 - 6 – Ванна в срубe, теплая
 - 7, 8 – От болезней почек (левой и правой соответственно)
 - 9 – Грязевая ванна, теплая
 - 10 – Легочный
 - 11 – Ванна в срубe, детская
 - 12 – Ванна в срубe, горячая (42,3 °C)
 - 13 – Ванна в срубe, горячая (39 °C)
 - 14 – Баня
 - 15 – Почечный основной
 - 16, 17 – Носоглотка
 - 18 – Сухая воронка, глубокая
 - 19 – Воронка с водой, ист. «Молочный»
 - 20 – Сухая воронка, неглубокая (не используется)
 - 21 а – Воронка с водой, ист. «Молодость»
 - 21 б – Сруб с душем, каптированным от ист. «Молодость»
 - 22 – Сухая воронка, неглубокая
 - 23 – Ист. «Мама Зина»
 - 24 – Ист. «Кара-кыс»
 - 25 – Грязевая ванна, холодная
 - 26 – Печеночный
 - 27 – Желудочный
 - 28 – От ангины
 - 29 – Глазной
 - 30 – От головных болезней
 - 31 – Сердечный
 - 32 – Ист. «Севек (Миша)»
 - 33 – Верхний

Рис. 1. Карта-схема источников месторождения Чойган (Аракчаа К. Д., Чупикова С. А., 2011) на рисунке рядом с номером источников в скобках указана температура

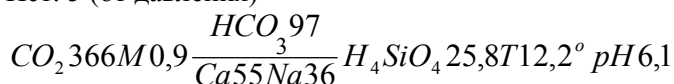
В поперечном разрезе долины разгрузка подземных вод отмечается вдоль подножия правого коренного склона на поверхности первой речной террасы (источники 2–8, 11–13) и непосредственно в пойме у правого (источники 1, 10, 15–17, 23–27) и левого берегов реки (источники 28–31). На правом коренном склоне выше дна долины на 300–350 м расположен источник 33.

Физико-химические параметры источников Чойгана представлены в табл. 1.

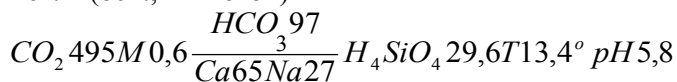
Геофизические исследования показали практически ровный характер геомагнитного поля территории природного аржаанного комплекса «Чойганские минеральные воды» (ПАК «ЧМВ»): модуль напряженности геомагнитного поля в местах водопроявления источников колеблется в пределах от 47,5 до 54,1 А/м. Значения модуля геомагнитной индукции изменяются в пределах от 51,1 до 67,7 мкТл. Эти значения модуля геомагнитной индукции не достигают порогового терапевтического значения в 1,0–1,5 мТл, тем не менее дальнейшее изучение геофизических параметров территории ПАК «ЧМВ» при одновременном проведении медико-клинических исследований стихийного лечения на данном комплексе являются перспективными. Это важно, поскольку силовые характеристики локального геомагнитного поля могут в значительной мере зависеть от глубинных тектонических процессов, происходящих в зоне разлома, к которому приурочены источники ПАК «ЧМВ».

Обследования вод источников Чойгана показали, что холодные углекислые воды источников 5 и 4 являются пресными слабокислыми гидрокарбонатными натриево-кальциевыми, содержащими свободную углекислоту в концентрациях 366–495 мг/дм³ и кремниевую кислоту ниже кондиций для лечебных минеральных вод. Данные по макрокомпонентному составу (табл. 2) отображаются следующими формулами Курлова:

Ист. 5 (от давления)



Ист. 4 (осн., питьевой)



где CO₂ – содержание оксида углерода, мг/дм³, M – минерализация, г/дм³, H₄SiO₄ – содержание кремниевой кислоты, мг/дм³, T – температура источника, pH – водородный показатель кислотности среды, HCO₃⁻ гидрокарбонаты, Na⁺ – натрий, Ca²⁺ – кальций.

Таблица 1

Содержание макрокомпонентного состава месторождения Чойган

Название источника	T, °C	pH	CO ₂	HCO ₃ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма ионов, г/дм ³	Rn, Бк/дм ³
			мг/дм ³	мг/дм ³ %-ЭКВ								
Ист. 1. Гастритный	25,0	6,6	312	1646,0 96,4	4,5 0,3	32,50 3,30	196,0 35,0	32,9 9,6	328,0 51,0	48,0 4,4	2,28	–
Ист. 2. Нервный	27,0	7,4	510	800,0 97,2	5,5 0,9	9,20 1,90	132,0 48,9	21,4 13,0	107,0 34,4	19,2 3,7	1,09	25,0
Ист. 3. Мочеполовой	5,0	5,1	700	906,0 97,6	5,3 0,7	8,90 1,70	154,0 50,6	23,2 12,5	117,0 33,5	20,2 3,4	1,24	10,0
Ист. 4. Питьевой	13,4	5,8	495	450,0 97,5	4,5 1,1	5,04 1,40	82,0 54,7	17,1 18,8	41,4 24,0	7,4 2,5	0,61	–
Ист. 5. Давление	12,2	6,1	366	744,0 96,8	4,8 0,8	10,60 2,40	108,0 43,2	22,0 14,5	111,0 38,7	17,7 3,6	1,02	–
Ист. 6. Костно-мышечная ванна	–	6,6	–	1695,0 97,1	6,2 0,5	24,80 2,40	216,0 37,7	45,1 13,0	296,0 45,0	49,3 4,4	2,33	–
Ист. 7. Левая почка	–	6,4	–	1350,0 97,4	6,2 0,6	18,90 2,30	156,0 34,2	32,9 11,9	256,0 49,0	43,0 4,9	1,86	–
Ист. 8. Правая почка	34,5	7,3	570	1769,0 97,4	5,8 0,4	23,10 2,20	256,0 42,9	31,0 8,6	302,0 44,1	52,0 4,4	2,44	–
Ист. 9. Грязевая ванна	–	6,7	–	1582,0 97,2	7,0 0,5	22,0 2,30	210,0 39,2	37,8 11,6	274,0 44,5	47,9 4,6	2,18	–
Ист. 10. Легочный	–	6,8	–	1540,0 96,7	5,5 0,4	26,60 2,90	192,0 36,8	29,3 9,3	295,0 49,3	47,2 4,6	2,14	–

Продолжение табл. 1

Название источника	T, °C	pH	CO ₂ мг/дм ³	HCO ₃ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма ионов, г/дм ³	R _п , Бк/дм ³
Ист. 11. Детская ванна	–	6,7	–	1860,0 96,6	7,9 0,5	31,90 2,90	216,0 34,4	45,1 11,8	358,0 49,6	51,5 4,2	2,57	–
Ист. 12. Горячая ванна (правая)	40,0	6,3	500	1671,0 97,0	6,7 0,5	25,20 2,50	208,0 36,6	31,7 9,2	322,0 49,4	53,2 4,8	2,32	15,7
Ист. 13. Горячая ванна (левая)	35,4	6,5	660	1824,0 97,0	6,8 0,2	28,70 2,50	240,0 39,0	30,5 8,2	342,0 48,4	53,3 4,4	2,53	87,0
Ист. 14. Почечный	20,2	6,4	–	1870,0 96,9	5,7 0,6	27,70 2,50	240,0 37,8	36,6 9,5	350,0 48,1	56,2 4,6	2,58	–
Ист. 16. Носоглотка (справа)	–	6,5	–	1540,0 96,0	19,0 1,5	23,40 2,50	208,0 39,4	26,0 8,1	293,0 48,4	41,9 4,1	2,15	–
Ист. 17. Носоглотка (слева)	–	6,2	–	1085,0 92,8	45,2 5,0	14,0 2,2	190,0 49,4	24,4 10,5	163,0 36,8	24,2 3,2	1,54	–
Ист. 18. Молочный	14,0	6,6	–	1530,0 95,0	35,8 3,0	18,5 2,0	270,0 51,0	30,5 9,5	220,0 36,2	34,7 3,4	2,14	2,7
Ист. 19. Сухая воронка	11,0	6,1	160	820,0 93,9	35,6 5,2	4,7 0,9	206,0 71,8	10,3 5,9	68,8 20,9	7,6 1,4	1,08	26,7
Ист. 20. Молодость	–	6,2	–	712,0 89,8	55,5 8,9	6,2 1,3	190,0 73,0	12,2 7,7	52,5 17,6	8,7 1,7	1,04	–
Ист. 23. Кара-кыс	–	6,7	–	800,0 90,2	50,6 7,2	9,5 2,0	181,0 62,1	17,7 10,0	84,6 25,3	14,9 2,6	1,16	–
Ист. 24. Грязевая ванна	–	6,6	–	1110,0 96,2	10,8 1,2	17,8 2,6	220,0 58,1	18,3 8,0	136,0 31,2	20,2 2,7	1,53	–
Ист. 25. Печеночный	–	6,6	–	1220,0 94,0	31,0 3,4	18,5 2,6	220,0 51,4	24,4 9,4	178,0 36,1	26,0 3,1	1,72	–

Окончание табл. 1

Название источника	T, °C	pH	CO ₂	HCO ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма ионов, г/дм ³	Rп, Бк/дм ³
			мг/дм ³	мг/дм ³ %-ЭКВ								
Ист. 26. Желудочный	–	6,4	–	1490,0 95,8	24,0 2,0	19,5 2,2	270,0 52,8	30,5 9,8	203,0 34,6	27,0 2,7	2,06	–
Ист. 27. Ангина	–	6,3	–	840,0 91,8	51,9 7,2	6,3 1,0	190,0 63,2	18,3 10,0	84,4 24,5	13,3 2,2	1,20	–
Ист. 28. Глазной	–	6,3	–	200,0 90,0	14,9 8,6	4,4 2,4	56,0 77,6	7,3 16,7	2,8 3,3	3,4 2,4	0,29	–
Ист. 30. Головной	–	6,7	–	1110,0 94,4	38,5 4,2	9,7 1,4	260,0 67,3	24,4 10,4	92,0 20,8	11,2 1,5	1,55	–
Ист. 31. Сердечный	28,6	6,6	168	1910,0 96,3	20,7 1,3	28,0 2,4	288,0 44,3	36,9 9,4	319,0 42,8	44,8 3,5	2,65	–
Ист. 32. Севек (Миша)	–	6,6	–	1464,0 95,4	22,9 2,0	22,9 2,6	190,0 37,5	30,5 9,9	282,0 48,6	39,4 4,0	2,05	–
Ист. 33. Склон горы	–	8,1	–	259,0 96,2	5,4 2,6	2,2 1,2	76,0 87,7	4,8 9,3	1,9 1,9	2,0 1,2	0,35	–
Ист. 34. Озеро Изумрудное	–	7,2	–	12,2 83,8	1,1 9,5	0,5 6,7	2,0 38,6	1,2 38,8	0,5 8,2	1,4 14,3	0,02	–
Ист. 35. Озеро №3	–	7,1	–	15,0 89,6	1,2 9,1	0,1 1,3	4,0 72,9	0,6 18,3	0,3 5,1	0,4 3,7	0,02	–
Ист. 36. Озеро Снежное	–	7,3	–	15,8 95,2	1,2 4,2	0,1 0,6	3,0 55,0	1,2 36,9	0,3 4,3	0,4 3,8	0,02	–

Таблица 2

Физические и геофизические параметры источников месторождения Чойганские минеральные воды (Аракчаа, 2015)

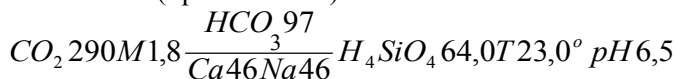
Название и/или лечебное применение	T, °C	pH	Оценка минерализации по данным удельной электропроводности, ppm (мг/дм ³)	Окисл.-восст. потенциал, мВ	Удельная электропроводность, ЕС, N•1000 мкСм/см	Оценка общей жесткости по величине минерализации, мг-экв/дм ³	Аэроионы, N•10 ³ /см ³		Геофизические параметры мест водопроявления источников		Координаты расположения источников, определенные с помощью gps-функции спутникового телефона Thuraya	
							(-)	(+)	Модуль напряженности, А/м	Модуль геомагн. индукции, мкТл	Широта	Долгота
Гастритный	25,9	6,44	980	48	1,15	19,6	1,5	0,6	47,5	60,3	52°34'59.26"	098°45'17.65"
Ванна в срубe	20,4	6,40	560	158		11,2	0,2	0,3	53,6	57,4	52°34'59.95"	098°45'22.13"
Болезни мочеполовой системы	21,2	6,40	590	190	0,83	11,8	0,2	0,3	53,5	66,9	52°34'59.86"	098°45'21.56"
Питьевой, осн.	13,4	5,90	320	203	0,44	6,4	0,2	0,3	49,8	61,9	52°34'56.60"	098°45'23.59"
От давления	12,2	6,30	460	145	0,67	9,2	0,3	0,0	49,5	62,7	52°34'56.47"	098°45'25.07"
Ванна в срубe (суставы)	28,8	6,65	900	-28	1,32	18,0	0,2	0,3	48,0	59,3	52°34'55.76"	098°45'24.54"
Левая почка	25,5	6,55	790	-130	1,12	15,8	0,2	0,3	48,8	61,1	52°34'55.40"	098°45'24.03"
Правая почка	23,0	6,55	850	-149	1,22	17,0	0,2	0,3	51,3	64,4	52°34'55.10"	098°45'23.81"
Грязевая ванна (суставы)	25,5	6,70	970	-32	1,40	19,4	0,2	0,3	47,5	59,6	52°34'55.69"	098°45'23.63"
Легочный	31,1	6,90	1070	37	1,35	21,4	0,6	0,6	53,0	66,2	52°34'56.30"	098°45'18.69"
Ванна в срубe	33,8	6,60	900	61	1,30	18,0	0,2	0,2	49,3	51,1	52°34'53.59"	098°45'25.27"
Почечный (осн.)	27,6	6,65	1000	52	1,47	20,0			52,3	65,9	52°34'53.87"	098°45'18.02"
Носоглотка	30,2	6,65	870	13	1,26	17,4	3,3	0,2	52,5	66,3	52°34'48.99"	098°45'19.43"
Носоглотка (основной)	20,4	6,35	660	246	0,94	13,2			49,7	62,3	52°34'49.18"	098°45'19.72"
Сух. воронка с CO ₂	20,0	6,10							47,7	59,9	52°34'46.96"	098°45'24.80"

Окончание табл. 2

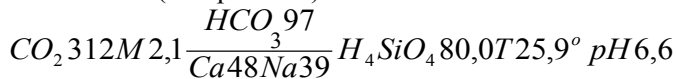
Название и/или лечебное применение	T, °C	pH	Оценка минерализации по данному удельной. электропроводности, ppm (мг/дм ³)	Окисл.- восст. потенциал, мВ	Удельная электропроводность, ЕС, N•1000 мкСм/см	Оценка общей жесткости по величине минерализации, мг-экв/дм ³	Аэроины, N•10 ³ /см ³		Геофизические параметры мест водопро- явления источников		Координаты расположения источников, определенные с помощью gps-функции спутникового телефона Thuraya	
							(-)	(+)	Модуль напряженности, А/м	Модуль геомагн. индукции, мкТл	Широта	Долгота
Молочный: воронка с Н ₂ О	32,6	7,10	960	108	1,35	19,2	0,3	0,4	51,3	64,4	52°34'47.00"	098°45'24.60"
Молодость	13,6	6,40	570	189	0,80	11,4	0,3	0,4	53,1	66,6	52°34'46.54"	098°45'23.87"
«Мама Зина»	18,1	6,80	660	211	0,94	13,2	1,1	0,7	51,1	64,6	52°34'47.50"	098°45'20.04"
«Кара-кыс»	17,0	6,90	620	221	0,88	12,4	-	-	-	-	-	-
Грязевая ванна (суставы)	18,8	6,60	-	-	-	-	2,2	0,4	49,1	61,4	52°34'46.73"	098°45'19.32"
Печеночный	22,2	6,60	780	232	1,12	15,6	3,7	0,4	48,5	62,3	52°34'46.48"	098°45'20.12"
Желудочный	22,3	6,50	800	218	1,17	16,0			50,5	65,4	52°34'46.53"	098°45'20.35"
От ангины	15,1	6,55	620	236	0,88	12,4	>	<	53,3	66,6	52°34'48.94"	098°45'18.58"
Глазной	12,8	8,40	70	95	0,01	1,4	0,6	0,5	49,4	62,0	52°34'50.12"	098°45'17.59"
Головной	15,5	7,00	730	200	1,04	14,6			47,8	60,0	52°34'50.53"	098°45'17.41"
Сердечный	28,6	6,80	1000	175	1,42	20,0			49,4	62,3	52°34'50.80"	098°45'17.12"

Теплые углекислые воды источников 1, 8 и 31 являются солоноватыми нейтральными гидрокарбонатными кальциево-натриевыми:

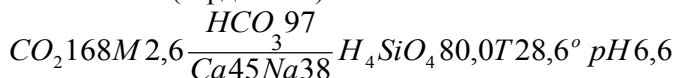
Источник 8 (правая почка)



Источник 1 (гастритный)



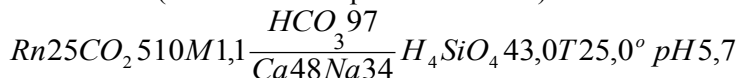
Источник 31 (сердечный)



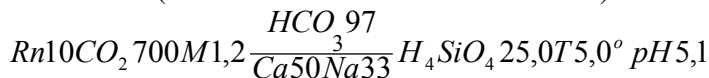
Содержание углекислоты меньше, чем в холодных водах.

Ионно-солевой состав и основные физико-химические параметры отдельных источников ПАК «ЧМВ» представлены формулами Курлова:

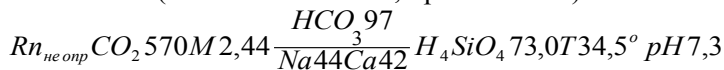
Источник 2 (от болезни нервной системы)



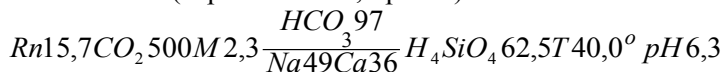
Источник 3 (от болезней мочеполовой системы)



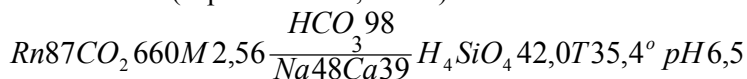
Источник 8 (от болезней почек, правая почка)



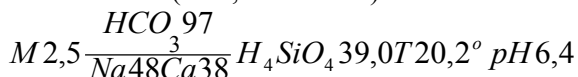
Источник 12 (горячая ванна, правая)



Источник 13 (горячая ванна, левая)



Источник 15 (осн., почечный)



Как видно из указанных выше формул Курлова, для теплых вод характерны высокие концентрации кремниевой кислоты, соответствующие условиям для лечебных минеральных вод. Повышенная температура и наличие углекислоты способствуют переходу в раствор из горных пород бария, стронция и лития, иногда железа.

Высокие концентрации лития, частично фтора и калия (табл. 3) позволяют ожидать сохранения радона в водах, обогащению вод которым способствуют emanации гранитов, и предполагают проведение специальных иссле-

дований по изучению распространенности углекислоты и радона в водах исследуемого месторождения Чойганских минеральных вод.

Таблица 3

Растворенные газы, биогенные вещества и микроэлементы
в отдельных источниках Чойгана, мг/ дм³ [5, с. 79]

Номер источника	H ₄ SiO ₄	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	Fe	Zn	Mn	Sr	Li	As
2	43,0	0,020	0,22	0,28	0,0007	0,038	1,77	0,18	0,008
3	25,0	0,010	0,40	0,15	0,0023	0,023	0,75	0,06	0,012
8	73,0	0,016	–	2,90	0,0100	0,31	4,90	0,76	–
14	39,0	0,030	–	0,10	0,0050	0,085	3,00	0,35	–
12	62,5	–	–	1,10	0,0008	0,250	4,10	0,66	0,014
18	32,5	0,010	0,95	–	0,0017	0,031	2,30	0,33	0,003
19	28,7	0,010	0,57	–	0,0008	0,01	1,63	0,13	0,010

Примечание: Прочерк (–) означает, что определение не проводилось. Pb и Cu во всех пробах не обнаружены.

Шумакские минеральные воды

Месторождения расположены на северном склоне Тункинских гольцов Восточного Саяна на абсолютной отметке 1500 м над уровнем моря в горнотаежной равнине р. Шумак (правый приток р. Китой) и тоже относятся к углекислым термальным водам. Связаны они с тектоническим разломом протерозоя северо-восточного простирания и приурочены к сильно трещиноватым метаморфизированным известнякам протерозоя. Углекислые термальные воды Прибайкалья имеют ограниченное число выходов на поверхность и развиты в районах, где ярко проявили себя не только новейшие тектонические движения, но и молодая вулканическая деятельность. К таким районам относится Саяно-Тункинское нагорье. Осадочные породы представлены карбонатными, сланцами, кварцитами и внутриформационными конгломератами.

Вода источников Шумак бесцветная, прозрачная, без запаха, имеет специфический привкус, маломинерализованная.

Для углекислых терм характерна исключительно высокая газонасыщенность, нестабильность карбонатно-кальциевой системы приводит к образованию в местах разгрузки известковых травертинов мощностью до нескольких метров.

Воды Шумакских источников успешно используются для оздоровления местным населением и приезжими из других регионов. Воды употребляются стихийно, без медицинского контроля.

В связи с большой эффективностью применения минеральной воды и наличием достаточных запасов Шумакского месторождения возможна организация на его базе курорта областного значения, а в перспективе и федерального значения для реабилитации больных.

В. А. Ткачук выделила шумакские гидротермы в особый тип минеральных вод [6]. Разгрузка около 100 выходов осуществляется по трем линиям,

которые отличаются по температуре, содержанию углекислоты и радона. Первые две линии расположены по левому берегу р. Шумак, третья – по правому берегу. Суммарный дебит – 9,0 л/с.

Первая линия проходит по левому берегу, имеет протяженность 70 м и насчитывает 44 отдельных выхода минеральной воды от 10 °С до 35 °С, с содержанием свободной углекислоты от 260 до 990 мг/дм³ и радона – от 4 до 16 Бк/дм³.

Вторая линия проходит вдоль бровки первой надпойменной террасы в 50 м от русла и имеет протяжённость 175 м, насчитывает 43 отдельных выхода. Вода имеет температуру от 25 до 35 °С, содержит до 35 Бк/дм³ радона и до 560 мг/дм³ углекислоты.

Третья линия, куда входят источники, каптированные ваннами, расположены на побережье р. Шумак ниже устья правого притока и насчитывает семь выходов минеральных вод на протяжении 110–120 м. Температура терм изменяется от 22 до 55 °С. Содержание свободной углекислоты в основном выходе – 600 мг/дм³ и радона – до 360 Бк/дм³.

Воды относятся к маломинерализованным, гидрокарбонатным, кальциево-натриевым и натриево-кальциевым, с высоким содержанием растворенного кремния.

Интервалы изменений концентраций макрокомпонетного состава представлены в табл. 4.

Источники третьей линии наиболее теплые по сравнению с остальными. Из источников этой линии наибольшей минерализацией характеризуется «питьевой» источник – 1,4 г/дм³. Минерализация остальных составляет от 1,27 до 1,30 г/дм³, содержание углекислоты – от 430 до 970 мг/дм³, кислорода – 1,5–4,5 мг/дм³, рН – от 6,3–6,4. По классификации Алекина, вода относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция, натрия и магния [7, с. 445].

Значение водородного показателя в минеральных водах – близкое к нейтральному, соответствует оптимальному рН работы ферментов в организме человека, что позволяет рекомендовать такие воды больным с любой секреторностью желудка.

Как для минеральных, так и для питьевых вод качественный и количественный состав микроэлементов и его изменение могут являться одной из причин, способствующих развитию того или иного заболевания человека. Отличительной особенностью минеральных вод по сравнению с другими природными водами является часто повышенное содержание микроэлементов.

Изучение микроэлементного состава показало, что во всех Шумакских источниках присутствуют литий, цинк, фтор, кремний и редкоземельные элементы (РЗЭ), которые определялись суммарно.

Минеральные воды с содержанием кремния более 50 мг/дм³ считаются лечебными. В источниках третьей линии кремний определен в концентрациях 54,0–62,5 мг/дм³.

В источниках второй линии содержание кремния несколько выше, чем в источниках первой линии, – 55,0–77,0 мг/дм³.

В источниках первой линии определено высокое содержание кремния – 78,0–108 мг/дм³.

В минеральных водах Шумакских источников установлено суммарное содержание редкоземельных элементов. Сумма РЗЭ в источниках всех трех линий – 0,02–0,19 мг/дм³.

Как уже говорилось ранее, минеральная вода Шумакских источников используется местным населением для лечения ряда заболеваний. Особенностью минеральных вод является содержание растворенных органических веществ, с которыми связано бальнеологическое действие минеральной воды.

Изучение растворенных органических веществ (РОВ) в природных водах различного состава связано с довольно трудоемкими методами их выделения, концентрирования и определения. Это объясняется прежде всего макроколичествами присутствующих в водах РОВ, большим разнообразием их количественного состава и нестабильностью компонентов.

Среди органических веществ определялись фенолы, органический азот, аминокислоты, органические кислоты, исследовался количественный состав органических веществ. Нами зафиксировано изменение в содержании органических веществ по годам, несмотря на то что пробы ежегодно отбирались в один и тот же ранневесенний период (апрель – май).

Фенолы в большинстве источников не обнаружены. По содержанию органического азота можно выделить три группы источников: со стабильными значениями концентраций органического азота – третья линия (0,21–0,28 мг/дм³), с незначительными колебаниями концентраций – вторая линия (0,12–0,35 мг/дм³), с резкими колебаниями содержания органического азота – первая линия (0,02–0,41 мг/дм³).

Нафтеновые кислоты обнаружены во всех пробах в концентрациях 0,1–1,0 мг/дм³.

Органические вещества, извлекаемые различными по степени полярности растворителями, подразделяются на три группы: нейтральные, кислые битумы и гумусовые вещества. Воды первой линии характеризуются равным количеством гумусовых и битуминозных веществ, в пробах вод второй и третьей линий преобладают вещества гумусового генезиса (табл. 4).

Как видно из табл. 5, органические вещества находятся в количествах, позволяющих отнести эти воды к бальнеологически активным.

Сравнительная характеристика вод месторождений Чойган и Шумак

Источники месторождений Шумак и Чойган издавна используются населением Бурятии и Тувы. Целебная слава источников привлекает большое количество туристов. В настоящее время в летний сезон (июль – август) на источники приезжают лечиться до 500–800 чел., в основном из Тувы и Бурятии. Приезжают также из других регионов России и из-за рубежа. Лечение происходит стихийно, без врачебного наблюдения.

Многолетние народные традиции придают отдельным источникам обоих месторождений определенные назначения: гастритный, нервный, легочный, почечный, желудочный, сердечный и т. д.

Таблица 4

Содержание макрокомпонентного состава месторождения Шумак

Название источника	T, °C	pH	CO ₂	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	Сумма ионов, г/дм ³
			мг/дм ³	мг/дм ³ %-ЭКВ						
Ист. 33	20,4	6,8	291	903,0 90,7	68,6 8,8	2,7 0,5	161,0 49,1	63,5 20,8	76,8 30,1	1,27
Ист. 49. Почки	28,3	8,1	92+459	1039,0 76,0	246,0 23,0	7,8 1,0	148,0 32,9	78,3 28,8	214,0 38,3	1,73
Ист. 64. Женские болезни	19,8	7,5	115	976,0 72,7	284,0 26,7	4,3 0,6	145,0 32,5	80,4 29,9	205,0 37,6	1,69
Ист. 65. Сердечно-сосудистые заболевания	23,4	7,3	327+93	1430,0 83,8	211,0 15,7	4,9 0,5	148,0 26,4	72,7 21,4	365,0 52,2	2,23
Ист. 66. Легкие, бронхит	20,4	6,6	300+57	1100,0 84,3	154,0 15,0	4,9 0,7	129,0 31,7	22,4 8,0	327,0 60,3	1,74
Ист. 67. Легочный	23,4	7,3	300+70	1038,0 80,2	192,0 18,9	7,2 0,9	157,0 36,8	78,3 30,3	174,0 32,9	1,65
Ист. 86. Печень, сердце	20,2	7,4	135	953,0 69,5	328,0 30,4	1,5 0,1	137,0 29,7	82,3 29,7	224,0 40,6	1,72
Ист. 49 (а)	13,4	5,8	495	470,0 96,2	8,0 2,1	4,8 1,7	102,0 63,5	7,3 7,5	48,7 26,6	1,73
Ист. 96	25,8	6,4	311+187	1025,0 68,9	35,9 30,6	3,9 0,5	146,0 29,8	80,1 27,0	264,0 43,2	1,55
Ист. 102	30,4	7,1	240+89	1467,0 89,1	107,0 8,2	25,5 2,7	175,0 32,4	61,5 18,8	329,0 48,8	2,16
Ист. 103	30,1	6,0	200+101	1075,0 74,2	291,0 25,0	8,9 0,8	167,0 35,0	67,3 23,3	247,0 41,7	1,85

Окончание табл. 4

Название источника	T, °C	pH	CO ₂	HCO ₃ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	Сумма ионов, г/дм ³
			мг/дм ³	мг/дм ³ %-ЭКВ						
Ист. 104	20,0	6,4	189+91	1075,0 73,6	291,0 25,3	8,9 1,2	154,0 32,2	82,4 28,3	236,0 39,5	1,85
Ист. 116	28,0	7,6	387+112	976,0 72,1	279 26,2	12,8 1,7	157,0 35,4	78,3 29,1	197,0 35,5	1,7
Ист. У желоба	28,8	6,4	171+147	878,0 58,3	485 40,9	6,4 0,8	142,0 28,7	78,6 26,2	278,0 45,1	1,87
Ист. глазной	21,6	6,3	184+135	905,0 70,8	283 28,1	7,8 1,1	154,0 39,3	71,1 27,9	185,0 35,3	1,61

Таблица 5

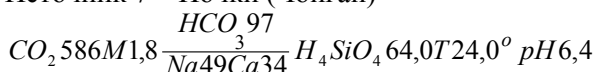
Наличие органических веществ в минеральных водах месторождения Шумак

Название источника	Качественный состав люминесцентных органических веществ (в % от общей массы люминесцентных органических веществ)							Групповой состав, мг/дм ³		
	Нейтральные смолы	Нефтяные углеводороды	Асфальто-гены	Кислые смолы	Кислые битумы	Спиртовые смолы	Гумусовые вещества	Нейтральные битумы	Кислые битумы	Гумусовые вещества
Ист. 3. Питьевой источник	8,0	12,0	–	–	16,0	–	64,0	0,2	0,4	2,7
Ист. 108	8,3	12,5	–	4,20	16,6	–	58,0	1,2	1,3	4,2
Ванный корпус	–	27,3	–	–	18,2	–	54,0	0,9	1,5	2,2
Ист. 2	495,0	–	8,0 2,1	4,80 1,70	102,0 63,5	7,3 7,5	648,0	–	–	–
Ист. 5	366,0	–	7,1 1,4	6,20 1,50	120,0 54,4	8,8 6,5	897,0	–	–	–
Ист. 8	570,0	1769,0 97,4	5,8 0,4	23,10 2,20	256,0 42,9	31,0 8,6	2439,0	–	–	–
Ист. 12	500,0	1830,0 97,5	6,6 0,5	21,10 2,00	263,0 42,7	34,0 9,1	2515,0	–	15,7	–
Ист. 14	–	235,0 93,7	12,4 6,3	0,02 0,10	5,0 6,0	2,6 5,1	341,0	–	87,0	–
Ист. 18	–	1052,0 95,5	32,3 3,7	5,36 0,80	187,0 51,6	20,7 9,4	1467,0	–	2,7	–
Ист. 19	160,0	820,0 93,9	35,6 5,2	4,69 0,90	206,0 71,8	10,3 5,9	1084,0	–	26,7	–
Ист. 31	168,0	1830,0 96,1	28,5 1,9	22,6 2,00	280,0 44,7	56,1 14,8	2521,0	–	–	–

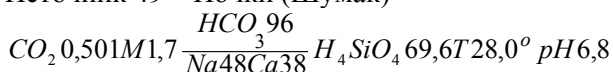
Исследования источников двух аналогичных месторождений минеральных вод позволили авторам сопоставить химический состав некоторых обследованных источников с их одинаковым народным назначением. Результаты представлены ниже.

Данные макрокомпонентного и микрокомпонентного состава по формуле Курлова:

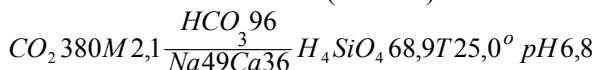
Источник 7 – Почки (Чойган)



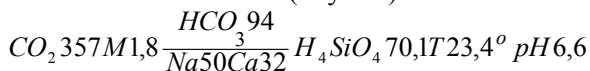
Источник 49 – Почки (Шумак)



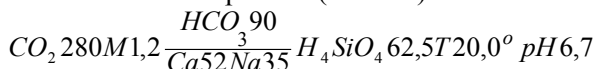
Источник 10 – Легочный (Чойган)



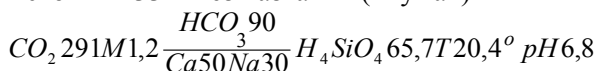
Источник 66 – Легкие (Шумак)



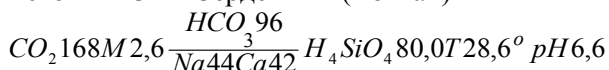
Источник 23 – Кара-кыс (Чойган)



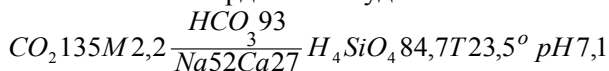
Источник 33 – Без названия (Шумак)



Источник 31 – Сердечный (Чойган)



Источник 65 – Сердечно-сосудистые заболевания (Шумак)



Из представленных формул Курлова видно, что источники с одинаковым предназначением для лечения, осуществляемого стихийным образом, имеют приблизительно одинаковый ионно-солевой состав. Совпадают также содержания основных биологически активных компонентов – углекислого газа, кремнекислоты. Температурный режим и кислотность вод сравниваемых источников также имеет почти одинаковые значения.

Сравниваемые источники попарно имеют практически одинаковые значения отдельных параметров. Это может свидетельствовать об обоснованности народного назначения для лечебных целей источников обследованных месторождений углекислых вод Восточного Саяна – Шумак и Чойган.

Заключение

Проведенные комплексные исследования позволяют позиционировать Чойганские и Шумацкие источники как природные комплексы, поскольку целебным действием здесь могут обладать не только сами источники, но и воздух территорий – высокогорный, что предопределяет превалирование в его составе отрицательно заряженных аэроионов, имеющих оздоровительный эффект [8]. Кроме того, немаловажным фактором оздоровления могут быть геомагнитные параметры территорий проявления источников, которые могут благоприятно сказываться на состоянии здоровья людей.

Довольно широк перечень показателей, по которым в совокупности можно отнести Шумацкие и Чойганские источники к уникальным минеральным водам: это холодные, субтермальные и термальные воды с наличием бальнеологически активных компонентов, таких как углекислый газ, кремниевая кислота, радон, содержание которых соответствует бальнеологически значимым нормам. Источники расположены в хвойной горно-таежной зоне, что позволяет отнести их территории к горно-климатическим природным лечебным местностям.

Повторные физико-химические исследования 2015 г. показали, что температурный режим и основной ионно-солевой состав исследованных источников Чойган практически остается неизменным, что характеризует чойганские воды как имеющие глубинное происхождение и малоподверженные смешиванию с инфильтрационными водами. Радонометрические исследования разных лет в целом характеризуют Чойганские источники как радоновые.

Сравнительный анализ физико-химических параметров отдельных источников месторождений Шумац и Чойган, которые имеют одинаковые народные назначения к лечению, показал, что они попарно имеют практически одинаковые значения. Это может свидетельствовать об обоснованности их народного назначения для лечебных целей.

Проведенные многократные обследования месторождений Шумацких и Чойганских гидротерм и наблюдения за экосистемой показали, что хаотичная эксплуатация их приводит к изменению биоценоза, состава вод. Отмечена тенденция к изменению экосистемы в целом. Вырубается лес в непосредственной близости от источников, территория загрязняется, отсутствует генеральный план развития месторождений, уничтожаются целебные растения. Большой поток неорганизованных туристов наносит урон состоянию экосистемы территорий.

Дальнейшая беспорядочная эксплуатация месторождения Шумацких и Чойганских минеральных вод может привести к необратимым экологическим изменениям. Создание в 2006 г. на Шумацком месторождении углекислых вод туристической базы «Шумац» позволило упорядочить посещение источников и проводить экологические мероприятия.

Список литературы

1. *Минеральные воды Восточного Саяна* / Э. В. Данилова, Б. Б. Намсараев, В. В. Хахинов, Б. Д. Шарастепанов. – Улан-Удэ : НоваПринт, 2009. – 120 с.

2. Пиннекер Е. В. Минеральные воды Тувы / Е. В. Пиннекер. – Кызыл : Тув. книжн. изд., 1968. – 106 с.
3. Аракчаа К. Д. Аржаан Чойган – целительная жемчужина Тувы / К. Д. Аракчаа, И. Н. Смирнова, Ю. Г. Копылова. – Кызыл : редакт., 2012. – 164 с.
4. Геохимия углекислых вод природного комплекса Чойган (северо-восток Тувы) / Ю. Г. Копылова, Н. В. Гусева, К. Д. Аракчаа, А. А. Хвашевская // Геология и геофизика. – 2014. – № 11. – С. 1635–1648.
5. Шпейзер Г. М. Исследования по комплексной оценке гидроминеральных ресурсов Тув. АССР (рукописн.) / Г. М. Шпейзер, К. Д. Аракчаа, К. С. Кужугет // Отчет по хоздоговору с Минздравом Тув. АССР за 1989–1991 гг. (копия хранится в архиве ООО «АржанЛаб») – Кызыл, 1991. – 89 с.
6. Ткачук В. Г. Минеральные воды Бурятской АССР / В. Г. Ткачук, Н. В. Яснитская, Г. А. Анкудинова. – Иркутск : Вост.-Сиб. кн. изд., 1957. – 143 с.
7. Алекин О. А. Основы гидрогеохимии / О. А. Алекин – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 445 с.
8. Боголюбова В. М. Физиотерапия и курортология / В. М. Боголюбова. – М. : Бином, 2008. – Кн. 1. – 408 с.

The Physico-Chemical Characteristics of Mineral Waters of Shumak and Choigan

L. A. Mineeva

Irkutsk State University

K. D. Arakchaa

Scientific Research Institute of Medical-Social Problems and Management of the Republic of Tyva

O. M. Kyzyl

Irkutsk State University

Abstract: healing mineral waters are natural waters, which contain mineral substances, various gases that have unique properties, so it has balneal effect on the human body, this is its' contrast to the usual fresh water.

Mineral waters are the natural underground waters, its form in the earth's crust with a particular geological structure, hydrogeological and climatic conditions, which determine the regularities of its' distribution.

Mineral springs are medicinal waters, which according to its' characteristics and chemical composition correspond to the Russian Federation standards for the therapeutic mineral waters.

The vast territory of Siberia has huge reserves of mineral underground water, almost all are well-known in the world types: nitrogen and methane thermal and cold waters, carbonate thermal and cold ones, glandular ones, iodine-bromine and radon ones, waters with a high content of dissolved organic substances, brines with a salt concentration from 50 to 500 g/dm³.

The Baikal region and Tuva Republic has large reserves of therapeutic mineral waters, due to the fact that the study of mineral waters in the fields is long enough and already there are a lot of materials. In order to intelligently apply the knowledge and information we collect in the course of their study.

We used the results of the research expedition of the Scientific Research Institute of medical and social problems and management of the Tuva Republic (the authors were members of the expeditions) and laboratory hydrochemical analyses in the regional inter-university laboratory of ISU ecological researches. The expeditions were carried out in the summers of 2014 and 2015 in Todzhinsky region of Tuva Republic on the field of mineral waters Tchoiganskoe, which contains over 30 mineral springs.

Keywords: mineral water, macro- and microcomponent composition, nutrients, organic matter, Eastern Sayan.

References

- 1 Danilova Je.V., Namsaraev B.B., Hahinov V.V., Sharastepanov B.D. Mineral'nye vody Vostochnogo Sajana. Ulan-Udje, NovaPrint, 2009. 120 p. (in Russian).
- 2 Pinneker E.V. Mineral'nye vody Tuvy. Kyzyl, Tuv. knizhn. izd., 1968. 106 p. (in Russian).
- 3 Arakchaa K.D., Smirnova I.N., Kopylova Ju.G. Arzhaan Chojgan – celitel'naja zhemchuzhina Tuvy. Kyzyl, 2014. 164 p. (in Russian).
- 4 Kopylova Ju.G., Guseva N.V., Arakchaa K.D., Hvashhevskaja A.A. Geohimija uglekislyh vod prirodnogo kompleksa Chojgan (severo-vostok Tuvy). *Geologija i geofizika*, 2014, vol. 11, pp. 1635-1648.
- 5 Shpejzer G.M., Arakchaa K.D., Kuzuget K.S. Issledovanija po kompleksnoj ocenke gidromineral'nyh resursov Tuv. ASSR (rukopisn.). *Otchet po hozdogovoru s Minzdravom Tuv. ASSR za 1989–1991 gg.* (kopija hranitsja v arhive OOO «Arzhan-Lab»). Kyzyl, 1991. 89 p.
- 6 Tkachuk V.G., Jasnitskaja N.V., Ankudinova G.A. Mineral'nye vody Burjatskoj ASSR. Irkutsk, Vost.-Sib. kn. izd., 1957. 143 p.
- 7 Alekin O.A. Osnovy gidrogeohimii. L., Gidrometeoizdat, 1970. 445 p.
- 8 Bogoljubova V.M. Fizioterapija i kurortologija. M., BINOM, 2008, kn. 1. 408 p.

Аракчаа Кара-кыс Донгаковна
кандидат химических наук, директор
НИИ медико-социальных проблем
и управления Республики Тыва
667003, г. Кызыл, ул. Кечил-оола, 2а
тел.: (3942)22-41-38
e-mail: chodura@yandex.ru

Arakchaa Kara-kys Dongakovna
Candidate of Sciences (Chemistry)
Scientific Research Institute of Medical-
Social Problems and Management of the
Republic of Tyva
2a, Kechil-oola st., Kyzyl, 667003
tel.: (3942)22-41-38
e-mail: chodura@yandex.ru

Минева Людмила Александровна
кандидат химических наук, доцент
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 42-58-44
e-mail: zippo1@mail.ru

Mineeva Lyudmila Alexandrovna
Candidate of Sciences (Chemistry)
Associate Professor
Irkutsk State University
1, Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 42-58-44
e-mail: zippo1@mail.ru

Кызыл Орлана Михайловна
магистрант
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 42-58-44
e-mail: kyzyl.orlana@yandex.ru

Kyzyl Orlana Mihailovna
Undergraduate
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 42-58-44
e-mail: kyzyl.orlana@yandex.ru