



УДК 553.742:543.3 (571.52)

## **Исследование состава сероводородных минеральных вод источников Республики Тыва**

Л. А. Минеева

*Иркутский государственный университет*

О. М. Кызыл

*Иркутский государственный университет*

**Аннотация.** В настоящее время население Тувы продолжает лечиться минеральными водами местных источников. Большинство приезжающих летом к источникам применяют воду самостоятельно, не обращая предварительно за консультацией к врачам и не подвергаясь медицинскому надзору. Такое бесконтрольное использование лечебных минеральных вод может серьезно навредить здоровью. Рациональное применение минеральных сероводородных вод в лечебных целях невозможно без обстоятельного изучения их состава, свойств и влияния на организм.

Сероводородные лечебные воды Тувы представлены в основном термальными и холодными источниками, а также солеными и грязевыми озерами. Наличие сероводорода в источниках, особенно термальных, часто сопровождается развитием синезеленых водорослей. Лечебное действие сероводородных вод связано с присутствующим в воде свободным сульфидом водорода, который обладает активными химическими свойствами.

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 межвузовской региональной лаборатории экологических исследований ИГУ. Экспедиционные работы проводились в летний сезон 2014 и 2015 гг. в разных районах Республики Тыва.

Авторами применялись предусмотренные ПНДФ 14.1:2:4.126-98 методы – йодометрический и титриметрический. Сравнительный анализ литературных и экспериментальных данных показал, что за более чем 40-летний период температурный режим, степень минерализации, соотношение макрокомпонентного состава и содержание восстановленных форм серы в водах источников практически не изменились. Это свидетельствует о постоянстве гидрогеохимических условий формирования минеральных вод.

Научная и практическая значимость результатов исследования представлена в научном отчете НИИ медико-социальных проблем и управления Республики Тыва; новые данные о минеральном составе вод источников включены в базу данных мониторинга состояния вод Республики Тыва, на основе которых планируется разработка рекомендаций по использованию минеральных вод.

**Ключевые слова:** сероводородные минеральные воды, источники, минерализация, макрокомпонентный состав, Республика Тыва.

## Введение

Общее количество воды на земном шаре при современном соотношении океана и суши оценивается в 1,8 млрд км<sup>3</sup>. Из этого количества на долю подземных вод при расчете до глубины 16 км приходится около 400 млн км<sup>3</sup>, причем доминирующее положение занимают минеральные воды и рассолы.

Среди подземных вод выделяют пресные и минеральные. К минеральным водам относятся природные воды, оказывающие на организм человека лечебное действие, обусловленное основным ионно-солевым и газовым составом, повышенным содержанием биологически активных компонентов и специфическими свойствами. Физические и химические свойства минеральных вод определяются многими признаками (или критериями) [7; 8]:

- общей минерализацией;
- особенностями ионного состава;
- газовым составом;
- содержанием минеральных компонентов;
- радиоактивностью;
- реакцией водной среды;
- температурой.

К минеральным питьевым водам относят воды с минерализацией не менее 1 г/дм<sup>3</sup> или, при меньшей минерализации, содержащие биологически активные микрокомпоненты в количестве не ниже бальнеологических норм, приведенных в табл. 1.

Химический состав минеральной воды является одним из важнейших ее характеристик. Он имеет большое значение при оценке ее физиологического и лечебного действия [3].

Таблица 1

Классификация минеральных вод по биологически активным компонентам [3]

Наименование группы минеральной воды	Наименование биологически активного компонента	Значение массовой концентрации компонента, в мг/дм <sup>3</sup>	
		Лечебная	Лечебно-столовая
Углекислая	Свободная двуокись углерода* (растворенная)	–	Не менее 500,0
Железистая	Железо	–	Не менее 10,0
Мышьяковистая	Мышьяк**	Не менее 0,7	–
Борная	Бор	Не менее 60,0	35,0–60,0
Кремнистая	Кремний	–	Не менее 50,0
Бромная	Бром	Не менее 25,0	–
Йодная	Йод	Не менее 10,0	5,0–10,0

Примечания. \* Для минеральных вод, содержащих свободную двуокись углерода (растворенную) в источнике (скважине). \*\* Для минеральных вод, содержащих природный биологически активный мышьяк в источнике (скважине).

Лечебное действие питьевых минеральных вод обусловлено ионно-солевым составом и наличием в них отдельных биологически активных микрокомпонентов. При приеме внутрь действие минеральной воды не ограничивается только органами пищеварения и почек, она оказывает рефлекторное и гуморальное действие на другие органы и системы организма человека. В это включается и гормональная система, которая влияет на иммунные процессы, ферментные системы, другие процессы обмена веществ.

Природные минеральные воды для наружного применения могут иметь минерализацию от 35 г/дм<sup>3</sup> и выше, вплоть до 300 г/дм<sup>3</sup>. К таким водам в основном относятся воды соленых озер. Многие озера при достаточно большой минерализации имеют грязевые отложения, содержащие различное количество восстановленных форм серы – от растворенных сульфидов до свободного сероводорода. Такие воды относят к сероводородным лечебным водам.

Таким образом, минеральными следует считать такие природные воды, которые оказывают на организм человека лечебное действие благодаря своим физическим и химическим свойствам [2].

### **Сероводородные воды**

Сульфидные (сероводородные) минеральные воды – природные воды различной минерализации, содержащие более 10 мг/л общего сероводорода [5]. Наибольшее лечебное значение имеет свободный (молекулярный) сероводород, проникающий сквозь кожу человека.

Сероводородные лечебные воды Тувы представлены в основном тремя группами: термальными и холодными источниками (подземные источники), третью группу составляют соленые и грязевые озера.

Наиболее известные термальные сероводородные источники – Уш-Белдир, Тарыс и Уру, к холодным сероводородным водам относятся, например, источники Дарги, Нарын и др. Сероводородными также являются рапа и грязи минеральных озер центральной и южной частей Тувы: Чедер, Дус-Холь, Бай-Холь, Шара-Нур и т. д.

Горячие сероводородные источники аржаанов Уш-Белдир и Тарыс относятся к так называемым азотным термам, так как в газовой фазе таких источников преобладает содержание азота, и приурочены они в основном к глубинными разломам в земной коре, т. е. имеют магматическое происхождение.

Азотными термами Тувы, кроме указанных выше Уш-Белдира и Тарыса, являются также источники Маймалыш, Кизи-Хем, Улуг-Адыр-Ой (Тоджа), Бойяй, Бош-Тей (Тере-Холь), Бусинские, Чавачские (Каа-Хем) и др.

Кроме сероводородных терм, на территории Тувы есть несколько источников с холодной сероводородной водой. Холодные сероводородные воды обычно формируются при взаимодействии подземных вод с вмещающими породами. В условиях восстановительной обстановки растворенные сульфаты легко преобразуются в сероводород.

Лечебное действие сульфидных вод связано в основном с присутствующим в воде свободным сульфидом водорода, который обладает активными химическими свойствами. В результате действия сульфидных вод

нормализуется артериальное давление, возрастает скорость кровотока, несколько замедляется сердечный ритм, улучшается кровоснабжение и иннервация органов и тканей, изменяются различные виды обменных процессов, повышается потребление кислорода, усиливается легочная вентиляция [9].

### Результаты исследований и их интерпретация

Источник Тарыс относится к азотным термам, находится на юго-востоке Тувы в отрогах Прихубсугульского нагорья. При обследовании в августе 2015 г. нами на месторождении зафиксировано 30 выходов с температурой от 5 до 47 °С (рис. 1).

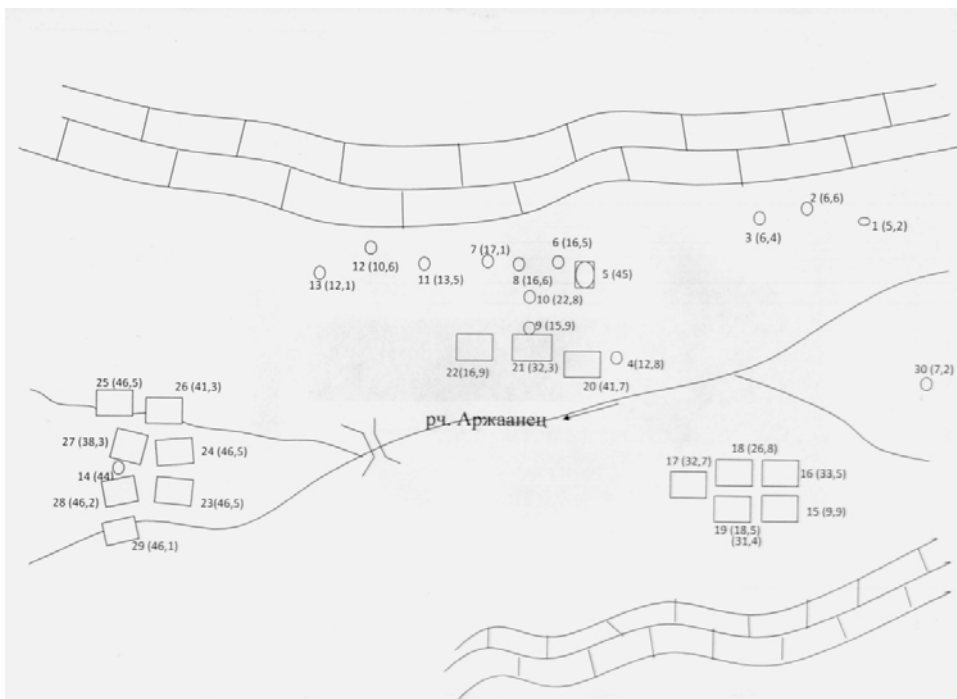


Рис. 1. Схема расположения источников аржаана Тарыс.

Условные обозначения (указаны номера источников, в скобках – температура):



- выложенные камнем небольшие выходы;
- срубы с грунтовыми ваннами;
- не каптированный источник;
- коренные породы, окаймляющие долину р. Аржаанец



Названия источников: 1 – Баш; 2 – Чурек; 3 – Ижин; 4 – Ишти; 5 – ЖКТ; 6 – Буурек; 7 – Сологай карак; 8 – Он карак; 9 – Тыныш; 10 – Боостая; 11 – Ижинге; 12 – Ижин аарыг; 13 – Бууректерге; 14 – Язва; 15 – Соок (Хутен); 16 – Холсон-Туулг; 17 – Улуг (Их) Тептээл; 18 – Бичии (Баг) Тептээл; 19 – Ала (Алыг); 20 – Ондур; 21 – Муныг; 22 – Бедеге; 23 – Барыын Буурек (Баруун боор); 24 – Чоон Буурек (Цуун Боор); 25 – Шорга (Цорк); 26 – Тавын Цул; 27 – Ол шык (Бан Чииг); 28 – Седик; 29 – Сарыг Суг (Шар Ус); 30 – Демирсиг

Физико-химические характеристики источников Тарыса, полученные нами в период полевых исследований, представлены в табл. 2. По температурному режиму можно выделить три группы источников: холодные (ниже 12 °С), теплые (12–18 °С) и горячие (выше 18 °С). Источник № 1 Баш, имеющий наименьшую температуру (5,2 °С), используется как лечебный питьевой и для приготовления пищи.

Таблица 2

## Физико-химические характеристики обследованных источников

Объект № источника	Название источника	Температура, °С	ОВП, мВ	Электропроводность, $n \cdot 2000$ , мксм	pH	ОЖ, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Минер., мг/дм <sup>3</sup>	Радон, кБк/дм <sup>3</sup>	Гамма-излучение, мкР/ч
Аржаан Тарыс	1 Баш	5,2	140	0,2	7,4	4,2	362	$3,7 \cdot 10^{-2}$	13
	2 Чурек	6,6	153	0,2	7,8	4,5	385	$3,7 \cdot 10^{-2}$	18
	3 Ижин	6,4	126	0,2	7,4	4,1	338	0,0	18
	4 Ишти	12,8	-178	0,4	9,3	0,8	496	0,0	10
	5 ЖКТ	45,0	-274	0,4	9,3	0,3	482	0,0	9
	11 Ижинге	13,3	-1 374	0,4	9,7	0,6	461	0,0	14
	13 Бууректерге	12,1	-118	0,4	9,7	0,6	476	0,0	11
	14 Язва	44,0	-235	0,4	9,8	0,2	472	0,0	14
	15 Соок (Хутен)	10,0	-101	0,3	7,6	3,7	396	$3,7 \cdot 10^{-2}$	13
	16 Холсон-Туулг	33,5	-250	0,4	9,6	–	280	0,0	13
	17 Улуг (Их) Тептээл	32,7	-244	0,4	9,6	0,2	451	0,0	15
	19 Ала (Алыг)	18,5–31,4	-226	0,4	9,4	0,7	460	0,0	14
	20 Ондур	41,7	-230	0,4	9,7	0,2	453	0,0	19
	21 Муныт	32,2	-246	0,4	9,6	0,2	469	0,0	13
	22 Бедеге	16,9	-214	0,4	9,7	0,3	483	0,0	11
	25 Шорга (Цорк)	46,5	-238	0,4	9,7	0,2	483	0,0	13
	27 Ол шык (Бан Чииг)	38,3	-258	0,4	9,6	0,4	479	0,0	18
30 Демир-сиг	7,2	-16	0,2	8,6	3,7	297	0,0	20	
Оз. Бай-Холь		28,0		11,7	8,9	6,0	$40 \cdot 10^3$	0,0	15
Аржаан Уру		18,5	-216	0,2	9,8	0,1	255	$37 \cdot 10^3$	16

Пресные холодные источники имеют положительный окислительно-восстановительный потенциал, что, видимо, обусловлено наличием растворенного кислорода или наличием окисленных форм железа. Теплые и горячие источники формируются в восстановительной обстановке, что детерминировано содержанием в них восстановленных форм серы – сульфидов или сероводорода.

Величина удельной электропроводности, как видно из табл. 2, зависит от степени минерализации: чем больше минерализация, тем выше значение электропроводности.

Содержание радона в водах источников Тарыса незначительно: объемная активность ниже  $3,7 \cdot 10^{-2}$  кБк/дм<sup>3</sup>. Радиологическая обстановка в местах выхода источников – нормальная: доза гамма-излучения не превышает 20 мкР/ч.

Из литературных данных известно, что содержание растворенного сероводорода в Тарыских термальных водах составляет 12,0–14,0 мг/дм<sup>3</sup> [10]. Результаты проведенных нами исследований содержания сероводорода в отдельных источниках входят в эти пределы (табл. 3).

В слабощелочной и щелочной средах практически весь растворенный сероводород, представляющий собой слабую кислоту, находится в диссоциированной форме, в виде гидросульфид-иона.

Воды источников Тарыса обогащены также растворенным кремнием  $H_4SiO_4$  от 84,0 мг/дм<sup>3</sup> до 106,0 мг/дм<sup>3</sup> и фтором 15,1 мг/дм<sup>3</sup>. Таким образом, по наличию специфических компонентов Тарыские термальные воды можно характеризовать как гидросульфидные, фторидные, кремнистые [9].

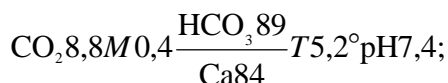
Таблица 3

Содержание сероводорода в обследованных водах

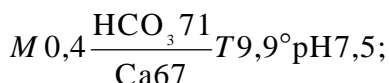
Объект	Номер источника	Название	T, °C	pH	Кол-во сульфидов, мг/дм <sup>3</sup>
Аржаан Тарыс	16	Холсон-Туулг (Ванна в срубe)	33,5	9,6	9,3
	19	Ала (Алыг) (Ванна в срубe)	31,4	9,4	9,0
	20	Ондур (Ванна в срубe)	41,7	9,7	11,7
	27	Ол шык (Бан Чииг) (Ванна в срубe)	38,3	9,6	13,2
Оз. Бай-Холь		Восточная часть озера	28,0	8,8	21,2
Аржаан Уру		Основной источник	18,5	9,8	0,3-0,5

По результатам исследований нами была получена рабочая формула Курлова:

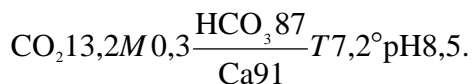
*Для холодных источников*  
№ 1 Баш



№ 16 Холсон-Туулг



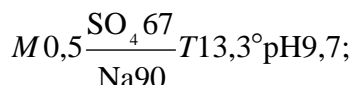
№ 30 Демирсиг



Из представленных формул видно, что по химическому составу холодные источники представляют собой пресные гидрокарбонатные кальциевые воды со слабощелочной реакцией. Это типично для пресных подземных вод в целом.

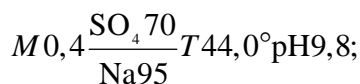
*Для теплых источников*

№ 11 Ижинге

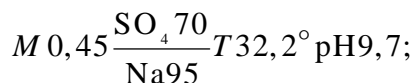


*Для горячих источников*

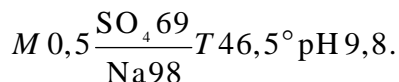
№ 14 Язва



№ 21 Муныт



№ 25 Шорга



Теплые и горячие источники Тарыса по макрокомпонентному составу относятся к сульфатно-натриевым водам с явно щелочной реакцией среды ( $\text{pH} > 9,0$ ). Для этих вод характерно присутствие примерно в равном процентном соотношении гидрокарбонат- и карбонат-ионов, с незначительным превалированием последних. Одинаковый химический состав теплых и горячих источников аржаана говорит об их едином генезисе. Поскольку месторождение источника Тарыс приурочено к глубинному разлому в земной коре, его воды представляют собой, вероятнее всего, магматические, разбавленные в разной степени грунтовыми водами [4].

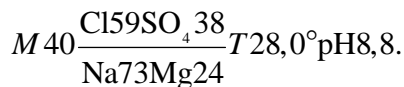
На источнике Тарыс местное население Тувы лечится в основном при болезнях органов кровообращения соединительной ткани, хронических заболеваниях периферической нервной системы (радикулиты, невриты), урологических, гинекологических и кожных заболеваниях, эндокринной системы и некоторых болезнях, обусловленных нарушением обмена веществ.

Обследование оз. Бай-Холь проводилось нами в августе 2015 г. Основные физико-химические характеристики воды озера представлены в табл. 2, содержание сероводорода – в табл. 3.

Минерализация воды озера составляет  $40,2 \text{ г/дм}^3$ , среда – слабощелочная, общая жесткость –  $6 \text{ мг-экв/дм}^3$ .

Содержание восстановленных форм серы в воде озера в 1989 г. составляло  $17,1 \text{ мг/дм}^3$ , при обследовании нами в августе 2014 г. –  $21,1 \text{ мг/дм}^3$ .

Основной химический состав представлен рабочей формулой Курлова:



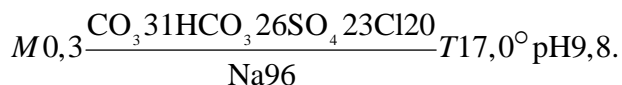
Радиологическая обстановка на территории озера – нормальная: величина жесткого гамма-излучения колеблется в пределах  $15 \text{ мкР/ч}$ , объемная активность радона в водах озера не превышает  $3,7 \cdot 10^{-2} \text{ кБк/дм}^3$ .

Местное население лечится на оз. Бай-Холь в основном при болезнях опорно-двигательного аппарата и кожных заболеваниях.

Источник Уру, издревле используемый коренным населением Тувы в лечебных целях, в настоящее время находится на территории Саяно-Шушенского биосферного заповедника. Впервые он был обследован Е. В. Пиннекером в 1966–1967 гг. [6]. Им отмечено высокое содержание кремнекислоты –  $0,075 \text{ г/дм}^3$ . Повторные обследования были проведены авторами настоящей работы в 2015 году. На аржаане имеются два выхода, это слабоминерализованные источники с запахом сероводорода. Температура при обследовании в августе 2015 г. составляла  $10\text{--}18^\circ\text{C}$ .

Данные по физико-химическим параметрам, содержанию восстановленных форм серы, основному макрокомпонентному составу представлены в табл. 2, 3 и 5.

По химическому составу воды источника Уру относятся к щелочным. Рабочая формула Курлова вводится нами впервые:



По предварительному анализу содержание суммы сульфидов колеблется в пределах  $0,3\text{--}0,5 \text{ мг/дм}^3$ . Необходимо проведение дополнительных исследований для более точного определения содержания восстановленных форм серы, так как запах сероводорода вокруг источника достаточно сильный.

Радиологическая обстановка на территории аржаана Уру колеблется в пределах  $15\text{--}16 \text{ мкР/ч}$ , объемная активность радона в водах источников не превышает  $37 \cdot 10^3 \text{ кБк/дм}^3$ .

Местное население Тувы воды источника Уру использует в основном при болезнях опорно-двигательного аппарата путем принятия душа, в виде подогретых ванн, а также при болезнях почек, гинекологических заболеваниях.

### **Сравнительный анализ литературных и экспериментальных данных**

Исследования сероводородных лечебных вод Тувы, в том числе обследованных нами источников в летний период 2015 г., проводятся не впервые [1]. В связи с этим было бы интересно сравнить данные, полученные нами, с литературными (табл. 4).



Таблица 4

Сравнительный анализ ионно-солевого состава обследованных сероводородных вод

Объект	Годы исследований	Формула Курлова	Ионно-солевой состав
Ис-точник Тарыс	1966 [6]	$M0,5 \frac{SO_4 70}{Na94} T45,5^\circ pH8,4$	Сульфатные натриевые воды
	2015*	$M0,5 \frac{SO_4 69}{Na98} T46,5^\circ pH9,8$	
Оз. Бай-Холь	1966 [6]	$M25,2 \frac{Cl62SO_4 34}{Na67Mg30} T20,0^\circ pH7,6$	Хлоридно-сульфатно-натриево-магниевые воды
	2015*	$M40,0 \frac{Cl59SO_4 38}{Na73Mg24} T28,0^\circ pH8,8$	
Ис-точник Уру	2015*	$M0,3 \frac{CO_3 31HCO_3 26SO_4 23Cl20}{Na96} T17,0^\circ pH9,8$	Щелочная содовая вода

Примечание. \* – Данные, полученные авторами.

Таблица 5

Содержание макрокомпонентного состава в обследуемых водах

Объект	Название источника	CO <sub>2</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
		мг/дм <sup>3</sup>		мг/дм <sup>3</sup> %-экв								
Тарыс	Баш	8,8	–	244 90,7	20,6 9,1	0,5 0,2	1,20 0	0,00 2	85,0 84,7	7,9 13,1	2,8 2,0	0,8 0,2
	Чурек	10,6	–	268 91,5	20,1 8,3	0,4 0,2	0,10 0	0,00 2	90,0 93,4	2,4 4,1	2,6 2,1	0,9 0,4
	Ижин	13,2	–	232 70,2	18,9 29,6	0,5 0,2	0,10 0	0,00 2	81,0 73,9	2,4 3,7	27,4 22,0	0,8 0,4
	Ишти	–	6,0 0,1	73,2 17,7	250 76,8	13,1 5,5	0,10 0	0,30 0	15,0 11,8	3,6 4,4	129 82,3	4,0 1,5
	ЖКТ	–	29,0 7,2	73,2 17,3	235 70,5	12,4 5,0	0,02 0	0,30 0	5,0 4,3	2,6 3,0	135 91,1	4,4 1,6
	Ижинге	–	24,0 6,2	67,1 17,1	220 71,3	12,4 5,4	0,04 2	0,03 0	11,0 9,3	1,2 1,6	131 87,6	4,0 1,5
	Бууректерге	–	27,0 7,4	48,8 11,8	243 75,0	14,2 5,9	0,01 0	0,10 0	4,0 2,9	0,3 0,3	147 95,2	4,3 1,6
	Соок (Хутен)	–	–	220 71,4	62,0 25,8	4,8 2,8	0,00 4	0,40 0	73,0 71,6	4,6 7,5	22,3 19,9	1,8 1,0
	Улуг (Их) Тептээл	–	24,0 6,3	48,8 12,6	231 75,6	12,4 5,5	0,02 3	0,20 0	3,0 3,1	0,6 0,8	139 94,4	4,2 1,7
	Ала (Алыг)	–	27,0 7,6	76,3 19,7	210 66,7	14,2 6,0	0,02 0	0,10 0	13,0 10,6	0,4 0,5	131 87,4	3,8 1,5
	Ондур	–	33,0 9,1	61,0 15,2	223 71,2	10,7 4,5	0,00 6	0,10 0	2,5 1,5	0,7 0,9	143 95,9	4,4 1,7
	Муныт	–	33,0 8,7	45,8 11,6	247 75,4	10,7 4,3	0,20 0	0,20 0	3,0 2,9	0,6 0,7	148 94,7	4,8 1,7

Окончание табл. 5

Объект	Название источника	CO <sub>2</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
		мг/дм <sup>3</sup>		мг/дм <sup>3</sup> %-экв								
	Бедеге	–	27,0 7,1	51,8 12,9	249 74,4	13,7 5,6	0,01 6	0,20 0	5,0 4,3	1,0 1,1	148 92,9	4,5 1,7
	Шорга (Цорк)	–	30,0 7,2	54,9 12,9	248 74,8	12,4 5,0	0,03 0	0,20 0	3,0 2,9	0,4 0,4	152 95,0	4,8 1,7
	Ол шык (Бан Чииг)	–	30,0 7,3	54,9 13,1	244 74,5	12,4 5,1	0,00 2	0,30 0	5,0 4,4	1,2 1,5	147 92,6	4,2 1,5
	Демирсиг	13,2	–	201 88,5	20,8 10,7	1,10 0,8	0,10 0	0,00 4	68,4 90,9	2,8 6,1	2,5 2,7	0,5 0,3
Уру	–	31,0 53,3	5,0 3,3	23,0 16,7	20,1 26,7	–	–	–	3,0 6,7	0,5 1,3	63,3 91,7	0,5 0,3

Сравнительный анализ показателей по аржаану Тарыс (ист. № 25 Шорга) показывает, что температурный режим источника № 25 Шорга за более чем 40 лет практически не изменился, общая минерализация воды источника осталась такой же.

По результатам исследования оз. Бай-Холь можно сделать вывод, что за период с 1966 по 2015 г. степень минерализации его воды постепенно повышается, соответственно, увеличивается и содержание практически всех основных ионов. Такое явление, видимо, можно объяснить превалярованием испарительного концентрирования над подпиткой озера близлежащими подземными источниками.

По аржаану Уру нами впервые получены более полные сведения о химическом составе. Чтобы подтвердить данные 2015 г., необходимо проведение исследований в течение ряда последующих лет.

### Заключение

За летний сезон 2015 г. были повторно обследованы воды источников Тарыс, Уру и оз. Бай-Холь.

Показано, что за более чем 40-летний период температурный режим, степень минерализации, соотношение макрокомпонентного состава и содержание восстановленных форм серы в водах источника Тарыс практически не изменились. Это свидетельствует о постоянстве гидрогеохимических условий формирования минеральных вод указанного месторождения.

Один из основных выводов исследования оз. Бай-Холь в том, что при практически неизменном соотношении макрокомпонентного состава за более чем 40-летний период наблюдается четкая тенденция к увеличению степени минерализации. Это может свидетельствовать об усилении испарительного концентрирования. Для выявления причин такой ситуации необходимо в течение ряда лет провести мониторинг состава воды озера при одновременном измерении внешних параметров водоема: площади зеркала и глубины.

Необходимо отметить, что впервые были проведены более полные исследования физико-химического состава вод источника Уру.

В результате проведенных работ впервые получена общая картина радиологической обстановки на территориях обследованных объектов.

Таким образом, результаты исследования показывают, что Республика Тыва обладает значительным потенциалом сероводородных лечебных вод, которые используются местным населением для лечебных целей в основном бесконтрольно.

#### Список литературы

1. *Аракчаа К. Д.* Курортная база и природные лечебно-оздоровительные местности Тывы и сопредельных регионов / К. Д. Аракчаа. – Кызыл : Изд-во ГБУ НИИ МСПУ РТ, 2013. – 5 с.
2. *Боголюбова В. М.* Физиотерапия и курортология / В. М. Боголюбов. – М. : БИНОМ, 2008. – Кн. 1. – 408 с.
3. *Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 54316-2011.* – URL: <http://www.gastroscan.ru/literature/authors/05.12.2015>.
4. *Донгак Э. С.* Таежному курорту «Уш-Белдир» – 70 лет. Применение термальных минеральных вод курорта Уш-Белдир для лечения больных с различными нозологиями / Э. С. Донгак. - Кызыл, 2003. – 24 с.
5. *Крайнов С. Р.* Геохимия подземных вод / С. Р. Крайнов, Б. Н. Рыженко, В. М. Швец. – М. : ЦентрЛитНефтеГаз, 2012. – 672 с.
6. *Пиннекер Е. В.* Минеральные воды Тувы / Е. В. Пиннекер. - Кызыл : Тув. кн. изд., 1968. - 105 с.
7. *Резников А. А.* Методы анализа природных вод / А. А. Резников. - М. : Недра, 1970. – 486 с.
8. *Сербина Е. В.* Книга о минеральной воде / Е. В. Сербина. – М. : Вече, 1998. – 368 с.
9. *Шпейзер Г. М.* Исследования по комплексной оценке гидроминеральных ресурсов Тув. АССР (рукописн.) // Отчет по хоздоговору с Минздравом Тув. АССР за 1989 г. (копия хранится в архиве ООО «АржанЛаб») / Г. М. Шпейзер, К. Д. Аракчаа, К. С. Кужугет. – Кызыл, 1989. – 68 с.
10. *Шпейзер Г. М.* Исследования по комплексной оценке гидроминеральных ресурсов Тув. АССР (рукописн.) // Отчет по хоздоговору с Минздравом Тув. АССР за 1990 г. (копия хранится в архиве ООО «АржанЛаб») / Г. М. Шпейзер, К. Д. Аракчаа, К. С. Кужугет. – Кызыл, 1990. – 112 с.

## The Research of Composition of Hydrosulfide Mineral Water Sources of the Tuva Republic

L. A. Mineeva

*Irkutsk State University*

O. M. Kyzyl

*Irkutsk State University*

**Abstract.** Currently the population of Tuva Republic continues to be treated with mineral water from local sources. Most patients come by the wild way in summer without doctors consultations and medical supervision. Such uncontrolled use of medicinal mineral waters can seriously harm health. The rational use of hydrogen sulfide mineral waters for me-

dicinal purposes is impossible without a thorough study of their composition, properties and influence on the body.

Hydrogen sulfide medicinal waters of Tuva are represented mainly by thermal and cold springs and saline as and mud lakes. The presence of hydrogen sulfide in the springs, especially thermal, often accompanied by the development of blue-green algae. The therapeutic effect of hydrogen sulfide is associated with present in water free hydrogen sulfide, which has an active chemical properties.

In this article are used the results of the research of complex expedition of the Research Institute of Medical and Social Problems and Management of the Tuva Republic (these authors were members of the expedition) and the results of hydrochemical analyzes of Interuniversity Regional Environmental Research Laboratory of Irkutsk State University. Field work was conducted in the summer season of 2014 and 2015 in different regions of the Tuva Republic.

In our effort we used stipulated by PNDF 14.1:2:4.126-98 methods, according to which the characteristics of the determination of hydrogen sulphide in mineral waters are iodometric and titometric. The a comparative analysis of literature and experimental data showed that in more than 40 years period the temperature, regime degree of mineralization, the ratio macrocomponental composition and content of reduced forms of sulfur in the water sources has not changed. This testifies to the constancy of hydrogen and chemical conditions of mineral waters formation.

The scientific and practical significance of the was research results represented in research reports of The Research Institute of Medical and Social Problems and Management of The Tuva Republic; New data about mineral composition of the water sources wehe included in the database of the water's condition monitoring of The Tuva Republic, on the basis of which it is planned to develop recommendations on the use of mineral water.

**Keywords:** hydrogen sulphide mineral water, springs, mineralization, macro component composition, Tuva.

*Минеева 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*  
Doctor 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*  
магистр  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел: (3952) 42-58-44  
e-mail: kyzyl.orkana@yandex.ru

*Kyzyl Orлана Mihailovna*  
Master  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003  
tel.: (3952) 42-58-44  
e-mail: kyzyl.orkana@yandex.ru