



УДК 553.7(571.52)

Анализ результатов комплексной экспедиции по исследованию физико-химических характеристик минеральных вод месторождений Республики Тыва

Л. А. Минеева, О. М. Кызыл

Иркутский государственный университет

Аннотация. Актуальность проблем современного природопользования обусловлена заинтересованностью общества в сохранении высокого качества природной среды.

Новизной данной работы явилось использование результатов исследований комплексной зимней экспедиции НИИ медико-социальных проблем и управления Республики Тыва и гидрохимических анализов в лаборатории экологических исследований Иркутского государственного университета, впервые получены данные по составу минеральных вод, которые ранее не исследовались.

Экспедиционные работы проводились в зимний период 2016 г. в некоторых районах Республики Тыва. Результаты работ позволили выявить особенности физико-химического состава, а также подойти к решению вопросов формирования природных вод.

Совершенствование химических и появление новых методов анализа природных вод значительно расширили возможности и диапазон познания их физико-химических свойств, что способствует выявлению и уточнению показаний и противопоказаний к лечению различных заболеваний.

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

Введение

Республика Тыва представляет собой регион с чрезвычайно сложным геологическим строением. Ее территория является частью Алтае-Саянской складчатой области и располагается в зоне сочленения трех крупных разновозрастных складчатых систем: Тывино-Монгольской, Верхне-Енисейской и Западно-Саянской [1].

Особенности рельефа, климата, геологического строения и гидрогеологических условий явились причиной широкого распространения в Туве разнообразных типов минеральных вод. В республике выделяют пять гидроминеральных областей [2, с. 67]:

- Восточно-Саянская область углекислых вод и азотных терм расположена на северо-востоке Тувы в границах хр. Восточный Саян (Тоджинский район);
- Алтае-Западно-Саянская область азотных терм (местами – радоновых вод) охватывает горы Алтая и хр. Западный Саян на территории Бай-Тайгинского, Барун-Хемчикского, Дзун-Хемчикского и Пий-Хемского районов;

- Прихубсугульская область азотных терм находится на востоке Тувы в пределах прихубсугульской горной страны, восточных частей хр. Академика Обручева и Восточно-Тувинского нагорья (Каа-Хемский, Тоджинский и Пий-Хемский районы);

- Центрально-Тувинская область подземных и поверхностных минеральных вод разнообразного состава (радоновых, сероводородных, соленых и рассольных) включает межгорные котловины Центральной и Северо-Восточной Тувы, западную часть хр. Академика Обручева и Восточно-Тувинского нагорья, хребты Западный и Восточный Танну-оола и нагорье Сангилен (Гандинский, Улуг-Хемский, Эрзинский и другие районы);

- Убсу-Нурская область подземных поверхностных вод (а возможно и рассолов) располагается на юге Тувы и занимает Убсунурскую котловину (Овюрский и Тес-Хемский районы).

Восточная Тува является западным продолжением Байкальской сейсмогенной рифтовой зоны и считается территорией новейших вулканов (излияние вулканов происходило в наше время, т. е. 1,7–0,05 млн л. н.) с высокой вероятностью новых вулканических излияний. Подтверждением тому является наличие термальных источников (Тарыс, Уш-Бельдир, Чойганская группа и т. д.) вдоль глубинных разломов субмеридионального и оперяющих северо-западного простирания [3, с. 13].

В гидрогеологическом отношении территория республики относится к крупнейшим артезианским межгорным бассейнам и складчатым областям Сибири. Отсутствие региональных водоупоров, наличие большого количества глубинных, региональных и более мелких разломов способствуют образованию единой водонапорной системы, в которой выделяется один гидрогеологический этаж.

В Республике Тыва подземные воды являются основным, часто единственным, источником водоснабжения. Доля их использования в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения составляет около 95 %. Отбор подземных вод составляет около 0,25 % от оцененных прогнозных эксплуатационных ресурсов [4].

Общие сведения о минеральных водах

Минеральные (лечебные) воды – природные подземные воды, оказывающие на организм человека лечебное действие, обусловленное повышенным содержанием полезных биологически активных компонентов, особенностями газового состава или общим ионно-солевым составом воды. Минеральные (лечебные) воды подразделяются на питьевые лечебные и лечебно-столовые, а также предназначенные для наружного применения [5, с. 34].

Воды минеральные природные столовые – подземные воды, генетически приуроченные к защищенным от антропогенного воздействия водоносным горизонтам, обладающие постоянным химическим составом на конкретной территории и не содержащие в естественном состоянии техногенных компонентов органического и неорганического происхождения.

Бальнеотерапия предусматривает внутреннее (питьевое) и наружное (бальнеологическое) применение минеральных вод в виде общих и местных ванн, орошения, купаний в бассейнах.

Основные бальнеологические показатели лечебной значимости минеральных вод: общая минерализация, ионный состав, наличие растворенных и спонтанных газов, содержание органических веществ и микроэлементов, обладающих биологической активностью; радиоактивность, показатель реакции среды (величина pH), температура.

К минеральным питьевым водам относят воды с минерализацией не менее 1 г/дм³ или, при меньшей минерализации, содержащие биологически активные компоненты в количестве не ниже бальнеологических норм, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Классификация минеральных вод по биологически активным компонентам [6]

Наименование группы минеральной воды	Наименование биологически активного компонента	Значение массовой концентрации компонента, в мг/дм ³	
		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 (в пересчете на ортоборную кислоту)	Не менее 60,0	35,0–60,0
Кремнистая	Кремний (в пересчете на метакремниевую кислоту)	–	Не менее 50,0
Бромная	Бром	Не менее 25,0	–
Йодная	Йод	Не менее 10,0	5,0–10,0
Содержащая органические вещества	Органические вещества (в расчете на углерод)	Не менее 15,0	5,0–15,00

* Для минеральных вод, содержащих свободную двуокись углерода (растворенную) в источнике (скважине).

** Для минеральных вод, содержащих природный биологически активный мышьяк в источнике (скважине).

При этом питьевые минеральные воды по назначению подразделяют на столовые, лечебно-столовые, лечебные; по степени минерализации – на пресные, слабоминерализованные, маломинерализованные, среднеминерализованные, высокоминерализованные. Назначение питьевых минеральных вод зависит от степени их минерализации (табл. 2).

К минеральным питьевым лечебно-столовым относятся воды с минерализацией от 1 до 10 г/дм³ или с меньшей минерализацией, содержащие биологически активные микрокомпоненты, органические вещества, концентрация которых не ниже бальнеологических норм, принятых в Российской Федерации (см. табл. 1). По величине общей минерализации они подразделяются на маломинерализованные от 1 до 5 г/дм³ и среднеминерализованные от 5 до 10 г/дм³ [6; 7].

Таблица 2

Минерализация и назначение минеральных вод [7]

Классификация минеральных вод по минерализации	Нормы минерализации воды	Назначение
Пресные	До 1 г/дм ³	Столовая, лечебно-столовая*, лечебная*
Слабоминерализованные	до 1 до 2 г/дм ³	Лечебно-столовая, лечебная*
Маломинерализованные	≥ 2 до 5 г/дм ³	
Среднеминерализованные	≥ 5 до 10 г/дм ³	
Высокоминерализованные	≥ 10 до 15 г/дм ³	Лечебная

* При наличии в минеральной воде биологически активных компонентов в соответствии с табл. 1.

Лечебные питьевые воды обладают выраженным лечебным действием на организм человека и применяются только по назначению врача.

По органолептическим показателям минеральные воды должны соответствовать следующим требованиям:

1) внешний вид – минеральные воды должны быть прозрачными, без посторонних включений, возможно с незначительными естественным осадком минеральных солей;

2) цвет – бесцветная жидкость или с оттенком от желтоватого до зеленоватого;

3) вкус и запах – характерные для комплекса растворенных в воде веществ.

Таким образом, минеральными следует считать такие природные воды, которые оказывают на организм человека лечебное действие благодаря своим физическим и химическим свойствам. Физические и химические свойства минеральных вод определяются следующими критериями:

- общей минерализацией;
- особенностями ионного состава;
- газовым составом (растворенные и спонтанные газы);
- содержанием фармакологически активных (минеральных и органических) компонентов;
- радиоактивностью;
- реакцией водной среды (рН);
- температурой.

Методы исследований химического состава

Для минеральных вод характерно резкое изменение их химического состава сразу после выхода на поверхность вследствие дегазации, соприкосновения с кислородом воздуха, изменением температурных условий, поэтому часть аналитических работ выполнялась непосредственно у места выхода минеральных вод и включала:

- замеры температуры;
- фиксацию растворенного кислорода;
- фиксацию двуокиси углерода;

- консервацию проб на микроэлементы;
- замеры Eh и pH с помощью переносного мультимонитора воды РНТ-028.

В кратчайший срок после отбора пробы определялось содержание биогенного элемента – кремния [8]. В стационарных условиях проводилось количественное определение ионов натрия, калия, магния, кальция, хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов.

В работе использовались методы, предусмотренные ГОСТами и другими нормативными документами (ПНДФ). Краткая характеристика методов приведена в табл. 3.

Таблица 3

Краткая характеристика методов анализа, используемых при исследовании химического состава минеральных вод [9]

Определяемый компонент	Характеристика метода	Наименование нормативного документа
pH	Потенциометрический метод, в интервале определения 2–10 мг/дм ³ , ошибка составляет 0,15 ед. pH	ГОСТ Р 51232-98
Гидрокарбонаты	Титриметрический метод, чувствительность метода 10 мг/дм ³ , ошибка определения в интервале 10–500 мг/дм ³ составляет 3 %	ГОСТ Р 23268.3-78
Сульфаты	Гравиметрический метод, чувствительность метода 1 мг/дм ³ , ошибка определения при концентрациях 1–10 мг/дм ³ составляет 25 %; свыше 10–100 мг/дм ³ – 20 %; свыше 100–300 мг/дм ³ – 15 %	ГОСТ Р 4389-72
Хлориды	Титриметрический, меркуриметрический метод, чувствительность метода 1 мг/дм ³ , ошибка определения при концентрациях 1–20 мг/дм ³ составляет 2 %; свыше 20–100 мг/дм ³ – 2 %	ГОСТ Р 23268.17-78
Кальций	Титриметрический, трилонометрический метод, чувствительность метода 0,4–0,6 мг/дм ³ , ошибка определения при концентрациях 0,4–100 мг/дм ³ составляет 2 %; свыше 100–200 мг/дм ³ определяется разбавлением	ГОСТ Р 23268.5-78
Магний	Титриметрический, трилонометрический метод, чувствительность метода 0,2 мг/дм ³ , ошибка определения при концентрациях 0,2–100 мг/дм ³ составляет 2 %	ГОСТ Р 23268.5-78
Натрий	Пламенно-фотометрический метод	ГОСТ 23268.6-78
Калий	Пламенно-фотометрический метод	ГОСТ 23268.7-78
Кремнекислота	Фотометрический метод с использованием молибдата аммония, чувствительность метода 0,10 мгSi/дм ³ , ошибка определения в интервале концентраций 0,10–15,0 мг/дм ³ : 0,08+0,085 С мг/дм ³	РД 52. 24 43395

Все используемые методы анализа являются общепринятыми. Подробное их описание представлено в ряде крупных пособий по методам анализа природных вод, которые применяются при исследовании соответствующих водных объектов.

Воды наружного применения характеризуются наличием биологически активных газов (CO_2 , H_2S , Rn), специфических микрокомпонентов (Br , J , H_3SiO_3 , H_3BO_3 и др.), уровнем общей минерализации и физическими свойствами (температурой, радиоактивностью, реакцией среды) [9].

Результаты исследований и их интерпретация

Экспедиционные работы проводились в зимний сезон 2016 г. в пяти районах Республики Тыва, впервые был исследован химический состав некоторых источников. В ходе научной работы в межвузовской региональной лаборатории экологических исследований Иркутского государственного университета было обработано и проанализировано более 50 источников разных месторождений минеральных вод. Определялись физические и геофизические параметры источников, а также макрокомпонентный состав отобранных проб.



Рис. 1. Маршрут зимней комплексной экспедиции

Из всего комплекса природных лечебных вод Тувы во время зимней комплексной экспедиции в качестве объектов исследования нами были выбраны 14 источников. Источники были разделены на 3 группы (рис. 1):

1-я группа – Ак-Суг (Каа-Хемский район), Эрги-Шивилиг (Пий-Хемский район), Бибелигнин Кара-Суу (Пий-Хемский район), Лисятник (Пий-Хемский район), Тей-Адаа, или Святой источник (Пий-Хемский район), Кара-Суг (Пий-Хемский район), скважина Тос-Булак (Кызылский район), Хоор-Ой (Тандинский район);

2-я группа – Кундустуг (Кызылский район), скважина Айжо (Кызылский район), Чурек-Доргун (Каа-Хемский район), Кожечей (Монгун-Тайгинский район);

3-я группа – Кара-Суг № 1 (Тандинский район), Кара-Суг № 2 (Тандинский район).

К первой группе относятся гидрокарбонатные кальциево-магниевые и магниевые-кальциевые воды. При гиперацидных гастритах и язвенной болезни, которые сопровождаются повышенной кислотообразующей и секреторной функцией желудка, назначают лечение гидрокарбонатно-натриевыми водами. Пополняя недостаток карбонатов крови, они повышают щелочные резервы организма. Под их влиянием в организме уменьшается содержание водородных ионов (рН), которые вместе с ионами хлора служат для выработки соляной кислоты. Осредняя кислое содержимое желудка, щелочные воды способствуют более быстрой его эвакуации. В результате приема щелочных вод устраняется изжога, отрыжка, чувство тяжести в подложечной области.

Кроме того, щелочи (под щелочами здесь и далее имеются в виду соли, а не основания щелочных и щелочно-земельных металлов (катионов), которые вследствие гидролиза характеризуются сильнощелочными свойствами) хорошо растворяют слизь, поэтому при воспалительных процессах желудка и кишечника, сопровождающихся образованием большого количества слизи, гидрокарбонатно-натриевые (содовые) воды особенно хороши.

Общая минерализация – показатель количества содержащихся в воде растворенных веществ (неорганические соли, органические вещества). Также этот показатель называют содержанием твердых веществ, или общим соледержанием. Растворенные газы при вычислении общей минерализации не учитываются. Все источники первой группы относятся к водам с минерализацией менее 1 г/дм³, кроме одного – скважины Тос-Булак (рис. 2).

К минеральным источникам с повышенной минерализацией 1,78 г/дм³ следует отнести источник Тос-Булак, который находится в 9 км южнее города Кызыл по трассе Кызыл – Эрзин. По химическому составу источник – гидрокарбонатный натриево-магниевый, рН – 6,0, температура – 7,1 °С. Макрокомпонентный состав источника представлен рабочей формулой Курлова:

$$M_{1,78} \frac{\text{HCO}_3}{\text{Na48Mg35}} T_{7,1^\circ} \text{pH}_{7,2}, \quad (1)$$

где M – минерализация, T – температура источника, рН – водородный показатель кислотности среды, Cl – хлориды, Na – натрий.

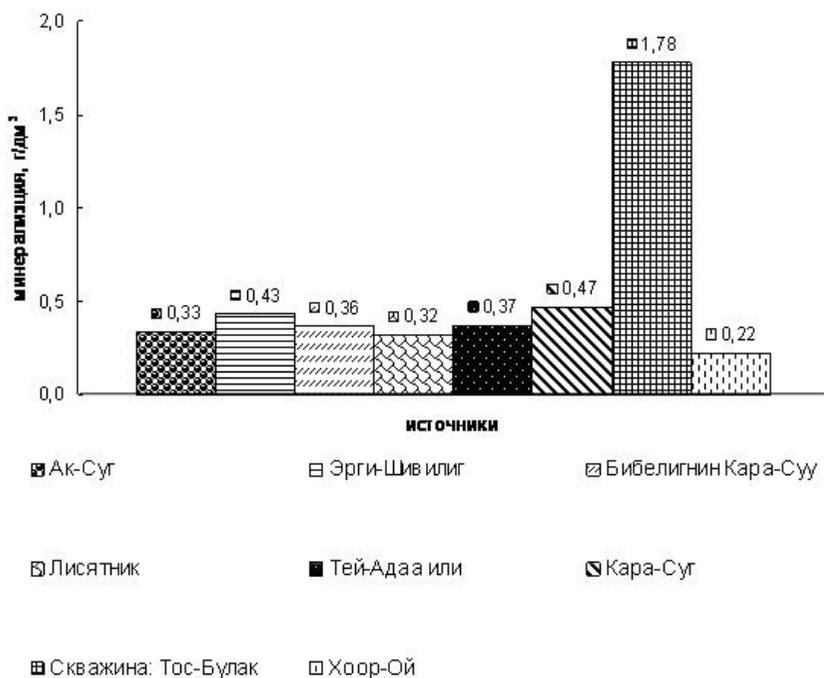


Рис. 2. Минерализация воды источников 1-й группы

Содержание гидрокарбонат-ион составляет 1061 мг/дм³ (73 %-экв), среди катионов преобладают ионы натрия 265 мг/дм³ (48 %-экв) и ионы магния 103 мг/дм³ (35 %-экв). Содержание кремниевой кислоты – 20,0 мг/дм³, железа – 0,70–0,85 мг/дм³. Источник ценится местными жителями, летом здесь всегда многолюдно, здесь останавливаются, чтобы набрать с собой воды, которая, как говорят, богата железом.

Изучаемая площадь входит в крупную мезо-кайнозойскую депрессию, выполненную платформенными осадками Улуг-Хемского угленосного бассейна. Юрские отложения представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами.

Так как местность источника Тос-Булак образована юрскими угленосными отложениями, подземные воды источника могут содержать в повышенных концентрациях железо и сероводород.

По физико-химическим характеристикам источники первой группы гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, кальциевые-магниевые и натриево-магниевые (табл. 4).

Следующая характеристика минеральных вод – это водородный показатель. Он характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде.

Для удобства отображения химиками был введен специальный показатель, названный рН и представляющий собой логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком, т. е. $pH = -\lg[H^+]$. Размерность – [моль/л].

Таблица 4

Физико-химический состав источников 1-й группы

Название источника	T °C	pH	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма ионов г/дм ³
			мг/дм ³ (%-ЭКВ)							
Ак-Суг (Каа-Хемский район)	4,4	7,3	220 (85,7)	27,1 (13,3)	1,4 (1,0)	67,1 (74,9)	12,3 (22,5)	2,3 (2,2)	0,8 (0,4)	0,33
Эрги-Шивилиг (Пий-Хемский район)	6,6	7,2	284 (80,5)	38,5 (13,8)	11,7 (5,7)	65,1 (56,3)	29,5 (42,0)	1,8 (1,4)	0,8 (0,3)	0,43
Бибелигнин Кара-Суу (Пий-Хемский район)	3,7	7,3	268 (94,4)	9,5 (4,3)	2,1 (1,3)	54,9 (57,7)	23,5 (40,6)	1,4 (1,3)	0,8 (0,4)	0,36
Лисятник (Пий-Хемский район)	3,9	7,9	238 (94,2)	7,4 (3,6)	3,2 (2,2)	56,9 (64,3)	18,5 (34,4)	1,2 (1,1)	0,4 (0,2)	0,32
Тей-Адаа, или Святой источник (Пий-Хемский район)	4,3	7,7	253 (83,4)	22,2 (9,4)	1,3 (7,2)	65,1 (65,3)	16,0 (26,5)	8,7 (7,6)	1,1 (0,6)	0,37
Кара-Суг (Пий-Хемский район)	4,3	8,1	311 (84,7)	29,1 (10,0)	11,3 (5,3)	65,1 (54,0)	16,0 (21,9)	31,1 (22,4)	3,9 (1,7)	0,47
Скважина Тос-Булак (Кызылский район)	7,1	7,2	1061 (73,0)	172 (15,0)	102 (12,0)	75,4 (15,8)	103 (35,4)	265 (48,2)	5,9 (0,6)	1,78
Хоор-Ой (Тандинский район)	5,5	8,4	153 (88,3)	14,1 (10,6)	1,1 (1,1)	42,7 (75,2)	7,4 (21,6)	1,4 (2,1)	1,1 (1,1)	0,22

В зависимости от уровня pH воды можно условно разделить на несколько типов (табл. 5).

Таблица 5

Величина водородного показателя воды

Название	Величина pH
Сильнокислые воды	до 3,0
Кислые воды	≥ 3,0–5,0
Слабокислые воды	≥ 5,0–6,5
Нейтральные воды	≥ 6,5–7,5
Слабощелочные воды	≥ 7,5–8,5
Щелочные воды	≥ 8,5–9,5
Сильнощелочные воды	≥ 9,5

Воды первой группы исследуемых источников величина относятся к нейтральным (от ≥ 6,5–7,5) и слабощелочным (pH ≥ 7,5–8,5). Таким образом, воды 1-й группы пригодны для питья (рис. 3).

Источники Кара-Суг Пий-Хемского района и Хоор-Ой Тандинского района выделяются по сравнению с другими в этой группе. Величина водородного показателя вод этих источников – более 8. Поскольку пробы из этих источников были отобраны впервые, дальнейшее изменение состава pH будет наблюдаться. В результате будут сделаны определенные выводы.

Температура в источниках 1-й группы колеблется от +3 до +8 °C (рис. 4).

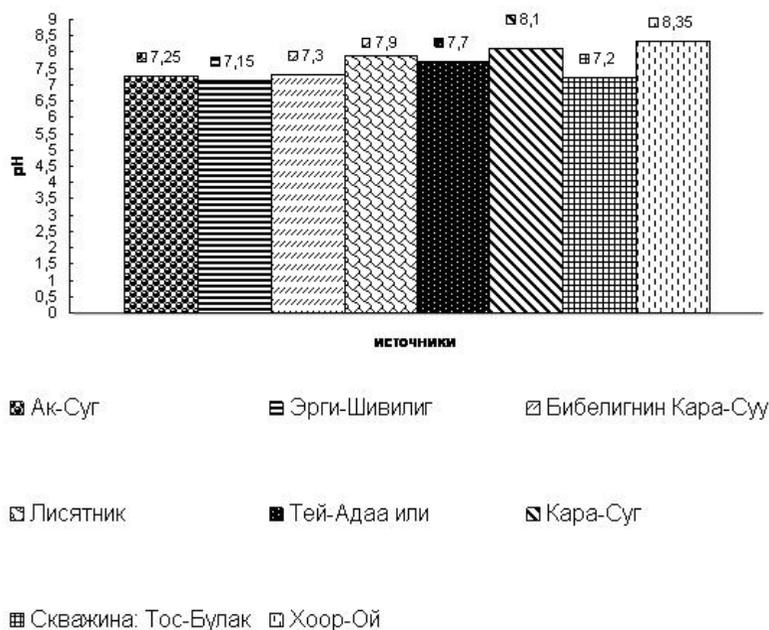


Рис. 3. Водородный показатель источников 1-й группы

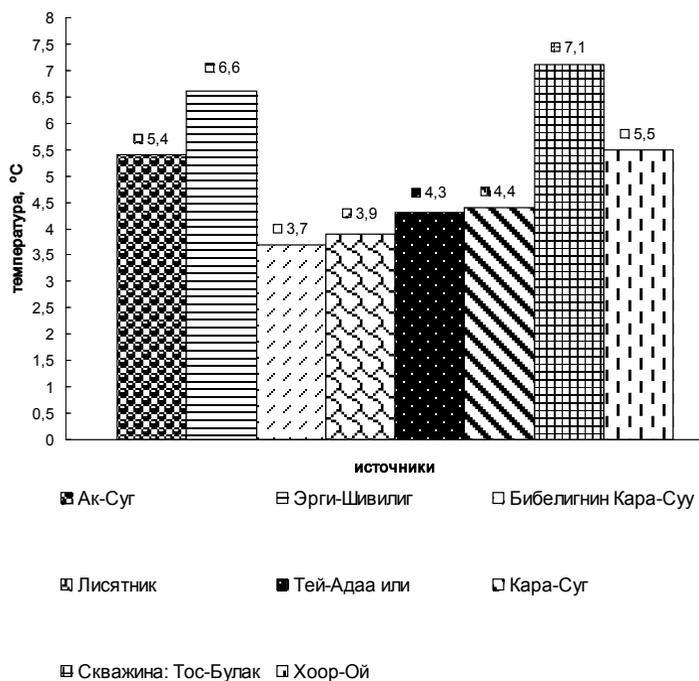


Рис. 4. Температурный режим источников 1-й группы

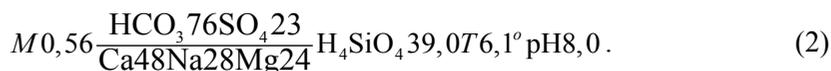
Ко 2-й группе относятся гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-магниевые, магниевые-кальциевые, магниевые-натриевые и кальциево-натриево-магниевые воды (табл. 6).

Таблица 6

Физико-химический состав источников 2-й группы

Название источника	T °С	рН	НСО ³⁻	SO ₄ ²⁻	Сl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма ионов г/дм ³	Rп Бк/дм ³
Кундустуг (Кызылский район)	6,1	8,0	336 (75,7)	79,6 (22,8)	3,9 (1,5)	69,1 (47,5)	21,0 (23,8)	46,0 (27,5)	3,5 (1,2)	0,56	< 10
Скважина Айжо (Кызылский район)	4,8	7,0	1547 (68,5)	543 (30,0)	20,9 (1,5)	151 (19,9)	250 (54,7)	219 (25,2)	3,1 (0,2)	2,76	< 10
Чурек-Доргун (Каа-Хемский)	7,8	8,0	300 (69,6)	98,9 (28,5)	4,9 (1,9)	56,9 (38,7)	53,1 (59,5)	2,3 (1,4)	1,4 (0,4)	0,52	< 10
Кожечей (Монгун-Тайдинский район)	4,5	8,2	265 (72,4)	75,7 (26,6)	2,1 (1,0)	46,7 (38,7)	42,1 (57,6)	4,4 (3,2)	0,9 (0,5)	0,44	-

Источник Кундустуг был открыт во времена Тюркского каганата в IV–VIII вв. В тувинских легендах и мифах говорится, что чистая вода источника способствует оздоровлению организма и накоплению сил. Макрокомпонентный состав источника представлен рабочей формулой Курлова:



Вода источника Кундустуг гидрокарбонатно-сульфатная кальциево-натриево-магниевая. По степени минерализации относится к водам с содержанием ионов менее 1 г/дм³, но по своим свойствам не отличается от минеральных вод. По величине рН источник Кундустуг имеет слабощелочную реакцию, водородный показатель – 8,0. Это говорит о том, что источник полезен при гастритах, сопровождающихся заболеваниями желчевыводящих путей. Гидрокарбонатно-сульфатные воды имеют два основных компонента, доминирующих в той или иной степени, оба оказывают тормозящее действие на желудочную секрецию. Гидрокарбонаты и особенно сульфаты являются желчегонными, а последние еще и слабительными. Такие воды оказывают стимулирующее влияние на желчеобразование и работу поджелудочной железы, обладают противовоспалительным эффектом.

Во 2-й группе источников выделяется минеральная вода скважины Айжо, проба которой была отобрана и исследована впервые зимней комплексной экспедицией. Макрокомпонентный состав источника представлен рабочей формулой Курлова:

$$M 2,76 \frac{HCO_3 69SO_4 30}{Mg 55Na 25} T 4,8^\circ pH 7,0. \quad (3)$$

Минерализация Айжо – 2,76 мг/дм³, вода по составу относится к минеральным водам, с содержанием ионов более 1 мг/дм³ (рис. 5).

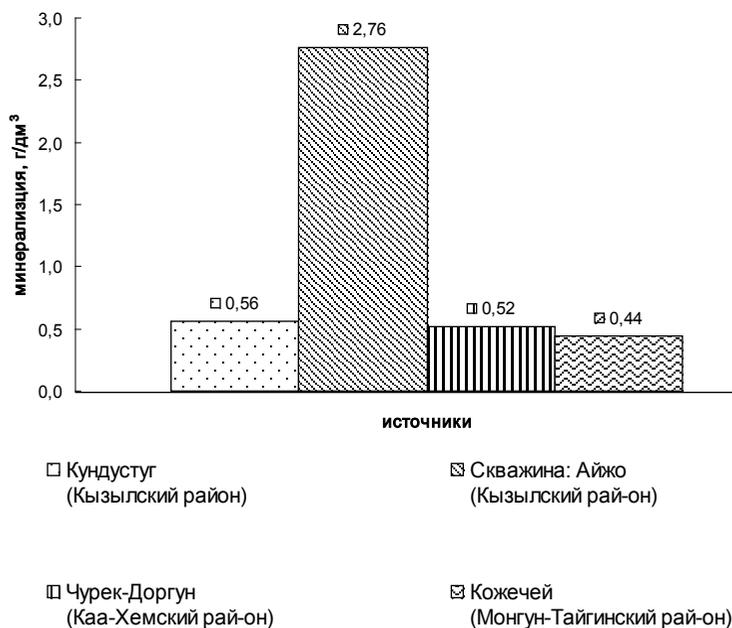
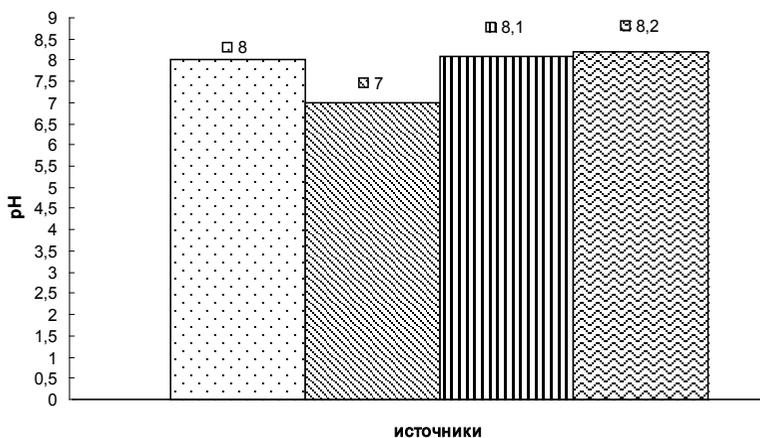


Рис. 5. Минерализация воды источников 2-й группы

Воды 2-й группы исследуемых источников по величине водородного показателя относятся к нейтральным (от $\geq 6,5$ –7,4) и слабощелочным ($pH \geq 7,5$ –8,4) (рис. 6).

Природные источники пользуются славой лечебных, но по своим характеристикам и химическому составу не подпадают под официально признанное определение лечебных минеральных вод. Поскольку общая минерализация их менее 1 г/дм³, это в основном пресные и ультрапресные воды со средней температурой на выходе из-под земли от 3 до 7 °С (рис. 7). Количество таких источников на территории республики почти в три раза превышает количество минеральных источников. Находятся они практически повсеместно, большинство из них – в доступных местностях, недалеко от транспортных и энергетических коммуникаций. К настоящему времени исследовано более 60 проявлений пресных вод.

В 1960-х гг. ученые квалифицировали эти источники как «лжеаржааны», т. е. отказали им в лечебных свойствах на основании господствующих научных воззрений о лечебных минеральных водах. Наука наукой, а факт остается фактом: местное население на пресных источниках избавляется от многих недугов. Это выделяет их в «особую статью» и требует комплексного подхода для выявления их лечебного действия.



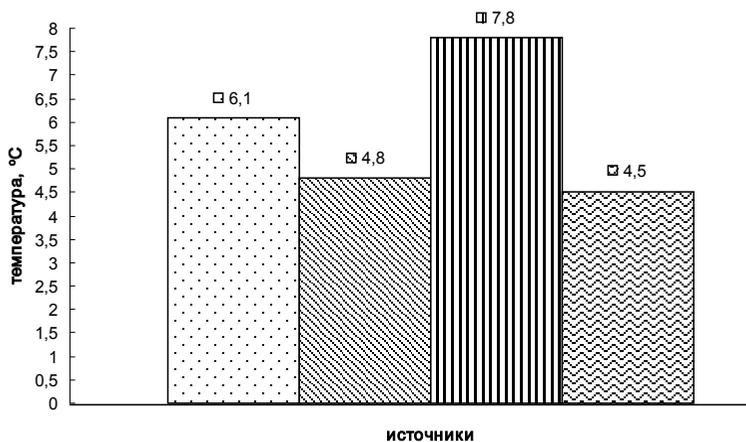
□ Кундустуг
(Кызылский район)

▨ Скважина: Айжо
(Кызылский район)

▤ Чурек-Доргун
(Каа-Хемский район)

▧ Кожечей
(Монгун-Тайгинский район)

Рис. 6. Водородный показатель источников 2-й группы



□ Кундустуг
(Кызылский район)

▨ Скважина: Айжо
(Кызылский район)

▤ Чурек-Доргун
(Каа-Хемский район)

▧ Кожечей
(Монгун-Тайгинский район)

Рис. 7. Температурный режим источников 2-й группы

В этом отношении НИИ медико-социальных проблем Республики Тыва, созданный в 1993 г., проводит исследования не только химического состава вод источников, но и микробиологического (для выявления биологически активных микроорганизмов), ведет гелиометрическую съемку по всем источникам (это позволит выявить происхождение вод – глубинное или грунтовое), проводит магнитметрическое (выявление возможных локальных геомагнитных аномалий) и радиометрическое (для выяснения уровня радиоактивности) исследования территорий вод. Необходимо изучение и некоторых физических параметров вод пресных источников, хотя бы косвенно показывающих степень их молекулярной структурированности. Также надо исследовать влияние пресных источников на различные химические и биохимические процессы с целью выявления активированного состояния вод.

К 3-й группе минеральных источников относятся хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые воды (табл. 7).

Таблица 7

Физико-химический состав источников 3-й группы

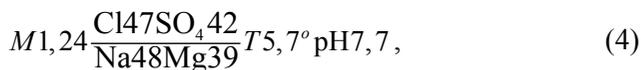
Название источника	T, °C	pH	HCO ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма ионов г/дм ³	Rn Бк/дм ³
Кара-Суг № 1 (прав. сторона) (Тандинский район)	5,7	7,7	134 (11,4)	391 (42,0)	318 (46,6)	151 (39,0)	28,4 (12,1)	214 (48,2)	5,1 (0,7)	1,24	42,7
Кара-Суг № 2 (лев. сторона) (Тандинский район)	5,6	7,6	131 (11,2)	393 (42,7)	314 (46,1)	134 (34,9)	45,0 (19,3)	199 (45,0)	5,8 (0,8)	1,22	44,7

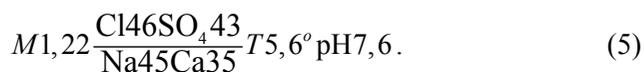
Употребление хлоридных минеральных вод показано всем, кто хотел бы улучшить процесс пищеварения и обмен веществ. Также хлор способствует росту организма. Эффект от такого напитка заключается в раздражении слизистых оболочек органов и благотворном влиянии на поджелудочную железу и железы самого желудка.

Хлоридсодержащие воды назначают больным гастритом с пониженной секрецией, а также при патологиях печени и несбалансированной деятельности кишечника.

Воды источников Кара-Суг № 1 и Кара-Суг № 2 по степени минерализации (1 мг/дм³) относятся к минеральным водам. Состав их уникален для Республики Тыва, такие воды в природе встречаются редко (рис. 8).

Макрокомпонентный состав источников представлен рабочей формулой Курлова (4) и (5):





Источники представляют собой подземные воды с повышенным содержанием физиологически активных химических компонентов и газов (углекислоты, сероводорода и др.).

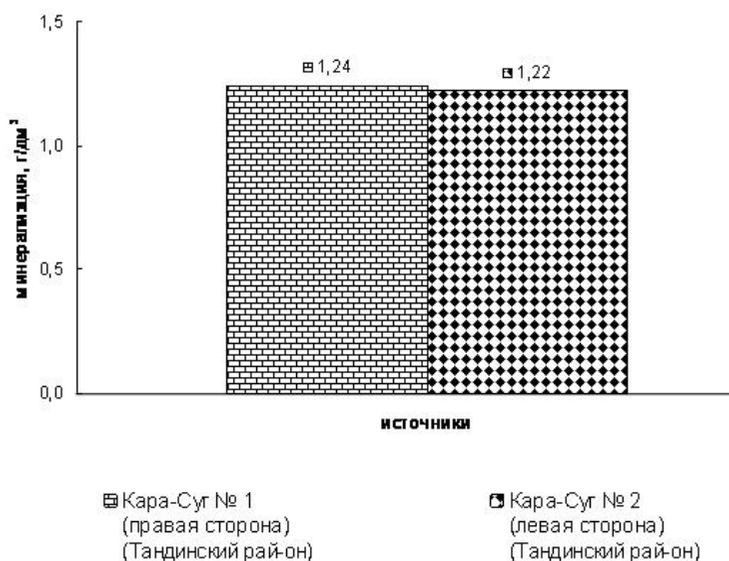


Рис. 8. Минерализация воды источников 3-й группы

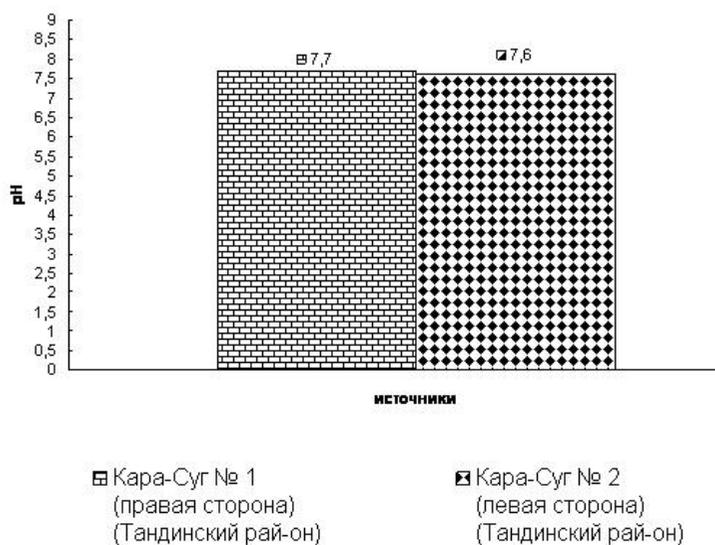


Рис. 9. Водородный показатель источников 3-й группы

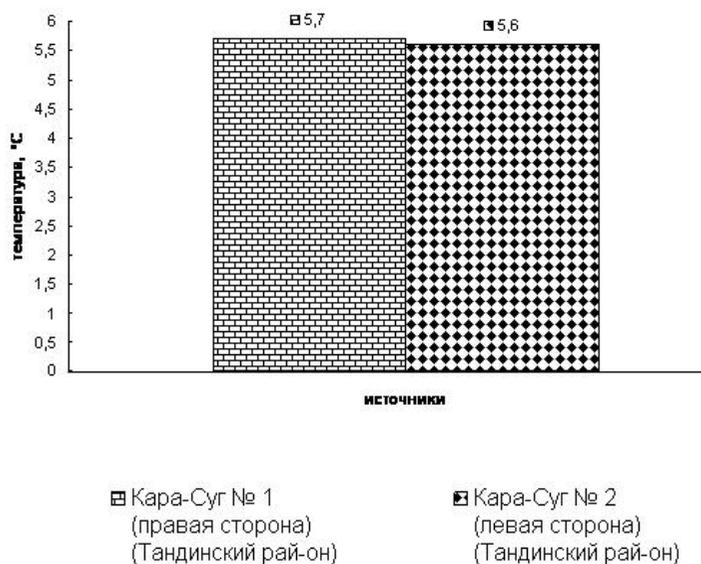


Рис. 10. Температурный режим источников 3-й группы

Преобладание тех или иных солей или газов в минеральных водах сказывается на их вкусовых особенностях. Так, наличие углекислого газа придает воде кислый вкус, присутствие поваренной и хлористо-водородной солей – соленый. Щелочные соли придают воде солоно-горький привкус, сернокислые – горький, железистые – слегка вязущий, сероводородные – неприятный запах и вкус тухлых яиц. Воды 3-й группы относятся к слабощелочным ($\text{pH} \geq 7,5-8,4$) (рис. 9). Температура источников варьирует от $+5,6$ до $+5,7$ °С (рис. 10).

Закключение

Проведенные нами в 2016 г. комплексные зимние исследования позволяют позиционировать впервые отобранные для физико-химического анализа пресные источники именно как природный комплекс, так как целебным действием здесь могут обладать не только сами источники, но и воздух территории, высокогорный, наполненный пихтовыми фитонцидами, обусловленными наличием высокогорной реки с бурным течением. Кроме того, немаловажным фактором оздоровления могут быть геомагнитные параметры территории проявления источников, которые могут благоприятно сказываться на состоянии здоровья людей.

Довольно широк перечень показателей, по которым в совокупности можно отнести источники к минеральным водам: 1) холодные воды, 2) радоновые средней концентрации с наличием бальнеологически активных компонентов, таких, например, как кремниевая кислота. Кроме того, источники расположены в хвойной горно-таежной зоне, что позволяет их отнести к горно-климатическим.

По результатам впервые проведенных физико-химических исследований зимней комплексной экспедицией 2016 г. можно сделать следующие выводы:

- температурный режим и основной ионно-солевой состав характеризует воды как имеющие глубинное происхождение и мало подверженные смешиванию с инфильтрационными водами. Исследования должны быть продолжены, так как радон – один из биологически активных компонентов природных вод и выступает в определенных количествах бальнеологическим фактором;
- в лабораторных условиях проанализирован макро- и микрокомпонентный состав источников. Были отобраны 14 проб из пяти районов Республики Тува. Выделено три группы: *1-я группа* – гидрокарбонатные кальциево-магниевые и гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, *2-я группа* – гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-натриевые, гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-кальциевые воды. *3-я группа* – хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые воды.

Список литературы

1. Физико-географическое описание [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.altai-guide.ru/articles/tuva-fiziko-geograficheskoe-opisanie/05.12.2016>.
2. Исследование гидрогеологических условий и химического состава аржаанов Тувы в связи с их клинико-эпидемиологическими свойствам / М. Б. Букаты, К. Д. Аракчаа, А. И. Сурнин, Г. Г. Зятев. – Кызыл : АржаанЛаб, 1993. – 188 с.
3. *Кужугет Ш. В.* Страна озер и голубых рек / Ш. В. Кужугет. – Кызыл : [Б. и.], 2004. – 78 с.
4. *Чазов Е. И.* Курорты. Энциклопедический словарь / Е. И. Чазов. – М. : Сов. энцикл., 1983. – 592 с.
5. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Электронный ресурс] : СанПиН 2.1.4.1074-01. – URL: <http://gptek.spb.ru/static/uploads/files/fea5b330e1.pdf>/ 12.12.16.
6. Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации : метод. указ. № 2000/34. – URL: <http://www.serti.ru/pages/24.12.2016>.
7. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия : ГОСТ Р 54316-2011. – М. : Изд-во стандартов, 2011. – 11 с.
8. *Резников А. А.* Методы анализа природных вод / А. А. Резников. – М. : Недра, 1970. – 486 с.
9. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 54316-2011. – URL: <http://www.gastroscan.ru/literature/authors/2016>.

The Comparison Analysis of the Physical and Chemical Characteristics of the Mineral Water Sources of the Republic of Tuva

L. A. Mineeva, O. M. Kyzyl

Irkutsk State University

Abstract. Topicality problems of contemporary environmental Sciences due to the interest of the public in maintaining a high quality natural environment, a broader and more rational use of natural resources. The novelty of this work is to use the results of comprehensive studies of the winter expedition of the Institute of medical and social problems and management of the Republic of Tuva and laboratory hydrochemical analyses. In the

laboratory for ecological research Irkutsk state University obtained data on the composition of mineral waters that previously were not studied.

The expeditions were carried out in the winter 2016 season in the five districts of the Republic of Tuva. Carried out researches have allowed to find out the particular physico-chemical composition and go to the issues of formation of natural waters.

Improvement of chemical methods and the emergence of new ways of analyzing natural waters greatly expanded the possibilities and range of knowledge of their physico-chemical properties, and consequently, the detection and specification of indications and contraindications for the treatment of various diseases.

Keywords: mineral water, sources, salinity, macrocomponent composition, The Republic of Tuva.

References

1. *Fiziko-geograficheskoe opisanie*. Available at: <http://www.altai-guide.ru/articles/tuva-fiziko-geograficheskoe-opisanie/05.12.2016> (in Russian).
2. Bukaty M.B., Arakchaa K.D., Surmin A.I., Zjatev G.G. *Issledovanie gidrogeologicheskikh uslovij i himicheskogo sostava arzhaanov Tuvy v svyazi s ih kliniko-jepidemiologicheskimi svoystvami*. Kyzyl, ArzhaanLab, 1993. 188 p.
3. Kuzhuget Sh.V. *Strana ozjor i golubyh rek*. Kyzyl, 2004. 78 p.
4. Chazov E.I. *Kurorty. Jenciklopedicheskij slovar'*. M., Sov. Jenciklopedija, 1983. 592 p.
5. *Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo vodosnabzhenija. Kontrol' kachestva*: SanPiN 2.1.4.1074-01. Available at: <http://gptek.spb.ru/static/uploads/files/fea5b330e1.pdf/12.12.16> (in Russian).
6. *Klassifikacija mineral'nyh vod i le4ebnyh grjazej dlja celej ih sertifikacii. Metodicheskoe ukazanie № 2000/34*. Available at: <http://www.serti.ru/pages/24.12.2016> (in Russian).
7. *Vody mineral'nye prirodnye pit'evye. Obschie tehniczeskie uslovija*. GOST R 54316-2011. Moscow, Izd-vo standartov, 2011. 11 p.
8. Reznikov A.A. *Metody analiza prirodnyh vod*. Moscow, Nedra, 1970. 486 p.
9. *Vody mineral'nye prirodnye pit'evye. Obschie tehniczeskie uslovija*. GOST R 54316-2011. Available at: <http://www.gastroscan.ru/literature/authors/2016> (in Russian).

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

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