

УДК 551.577

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЗЕРНОВСКИХ ГОРЯЧИХ ИСТОЧНИКОВ (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА) В ИЮЛЕ 2010 ГОДА

Павлова В.Ю.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

Научный руководитель: к.г.-м.н. Делемень И.Ф.

Озерновские горячие источники, располагающиеся на высоте до 40 м у подножия северного склона г. Ключевская, являются одним из наиболее популярных мест отдыха и санаторного лечения на Южной Камчатке. В работе приведены сведения об особенностях разгрузки, составе и температуре разгружающихся термальных вод, а также дана краткая характеристика антропогенного воздействия на участке расположения санатория «Озерновские ключи» на окружающую среду.

Ключевые слова: источники, химический состав воды, термосъемка, санаторий.

Введение

Озерновские горячие источники разгружаются на левом берегу р.Озерной у подножия г.Ключевской (888 м) в 13 км от берега Охотского моря (рис.1). Они имеют важное бальнеологическое и рекреационное значение, т.к. находятся вблизи автодороги пос. Паужетка – пос. Озерновский, и используются жителями посёлков для отдыха и санаторного лечения. Здесь располагается жилой дом, небольшая бальнеологическая лечебница “Озерновские ключи”, теплица. На северном склоне подножия г. Ключевской располагается группа горячих источников (рис.2).

Первое описание Озерновских горячих источников принадлежит С.П.Крашенинникову, побывавшему на них в 1738 г. В 1909-1910 гг. источники были посещены участниками экспедиции Рябушинского: С.А.Конради, Н.Г.Келлем и А.Н.Державиным. В 1934 г. источники подробно исследовал Д.К.Александров [2]. В 50-х годах прошлого века источники были изучены при проведении региональной гидрогеологической съёмки масштаба 1:500000.

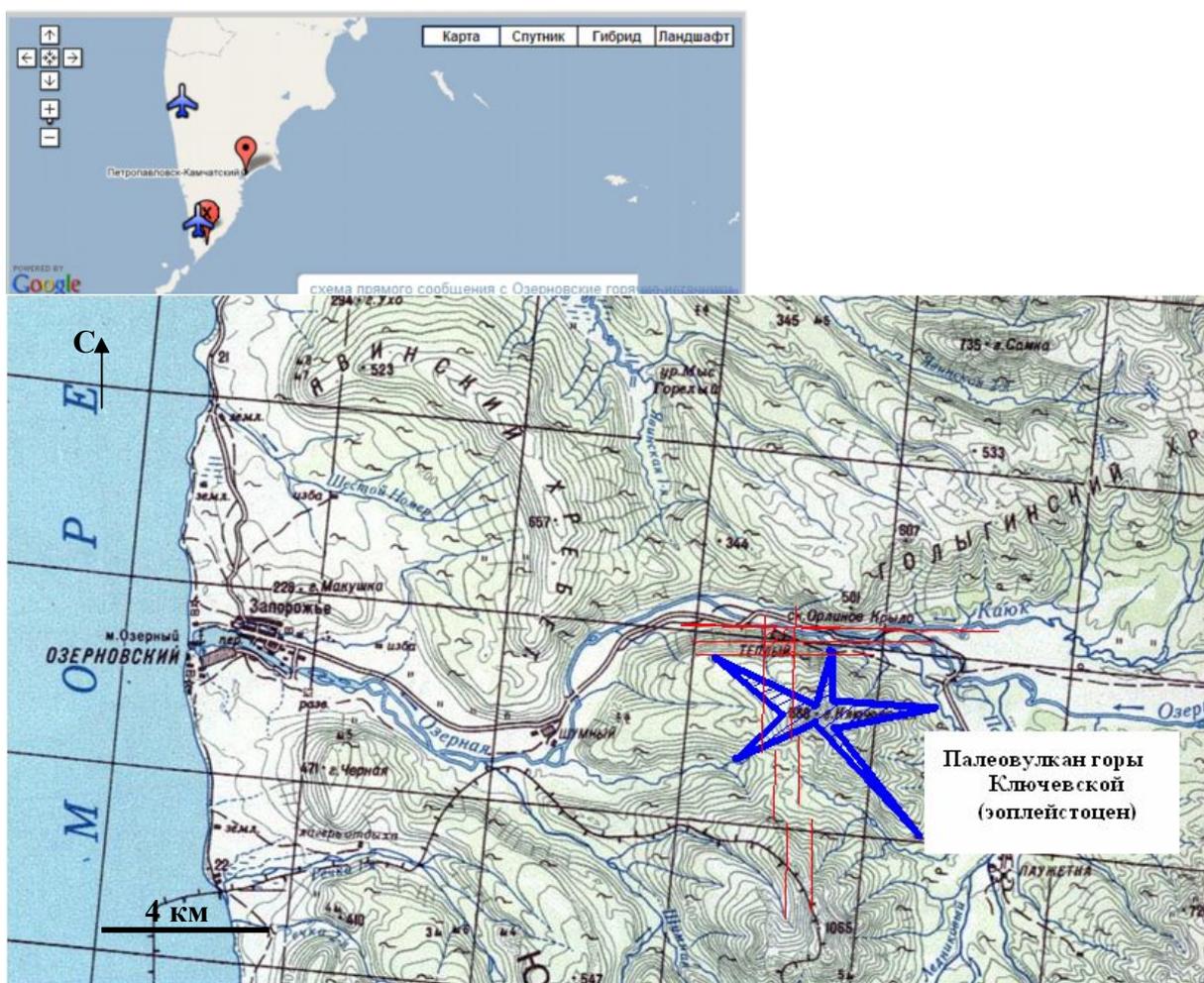


Рис. 1. Схема расположения Озерновских горячих источников.
Красными линиями выделена зона разгрузки,
пересечение субширотного и субмеридионального сбросов.

На территории Озерновских горячих источников располагается жилой дом, небольшая бальнеологическая лечебница “Озерновские ключи”, теплица. На северном склоне подножия г. Ключевской располагается группа горячих источников (рис.2).

Несмотря на достаточно длительный период исследования территории источников, до настоящего времени отсутствует систематизированное описание участка разгрузки источников, не опубликована схема их расположения, нет сведений о составе и температуре каждого из источников.



Рис. 2. Территория Озерновских горячих источников (фото В.Ю. Павловой). Здания санатория «Озерновские ключи» (сверху слева), русло реки Озерная (сверху справа), низкая и высокая пойма реки (снизу слева), уступ с выходами источников (снизу справа).

Методика исследований

Для решения поставленных задач автором в 2010 г. было выполнено полевое картирование и опробование источников. Для определения географических координат источников использовали навигатор GPS (возможная ошибка определения координат точек ± 5 м).

Проведен полный химический анализ воды с помощью колориметрического, объемного, пламенно-фотометрического и потенциометрического методов. Определены физические свойства, pH, анионы: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , F^- , катионы: Na^+ , K^+ , Li^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} ,

NH^{4+} , H^+ , H_3BO_3 , H_4SiO_4 р. и к., минерализация. В таблице 1 приведены результаты определений химического состава термальных вод.

Для оценки относительных содержаний компонентов результаты химического анализа воды для характеристики состава источников представлены в виде формул Курлова [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Характеристика зон разгрузки источников

В геолого-структурном отношении Озерновские термы приурочены к пересечению двух проницаемых дизъюнктивных зон - субширотного сброса, ограничивающего грабен долины р. Озерная, с субмеридиональным сбросом, по которому предположительно в голоцене произошло опускание западного сектора постройки эоплейстоценового палеовулкана горы Ключевской (рис.1). Гора Ключевская сложена неоген-нижнечетвертичными лавами, лавобрекчиями, туфами и туфобрекчиями андезитового, андезибазальтового состава. В опущенном западном блоке они перекрыты среднечетвертичными игнимбритами и туфами. В эрозионных врезках местами обнажаются плиоценовые интрузии кварцевых диоритов и диоритовых порфиритов [1].

Поверхность уступа подножия г. Ключевской покрыта почвенно-пирокластическим чехлом мощностью от первых дециметров до 1-2 м (рис. 3а). Ниже пеплы сменяются пемзовыми песками и гравийниками, с многочисленными включениями нецементированной гальки светло-серой пемзы диаметром до 5-10 см (рис. 3б). Горизонты таких пемз хорошо проницаемы для воды.

Источники разгружаются из трещин непосредственно в уступе. Места разгрузки термальных вод, располагаясь вдоль уступа, образуют дуговидную цепочку из 8 термальных источников (рис 4). Все источники нисходящие. Суммарный дебит Озерновских горячих источников оценивается в 8,8 л/с.



Рис.3. Слой почвенно-пирокластического чехла (а), и включения в ней крупной гальки светло-серой пемзы (б). Фото В.Ю. Павловой.

По металлическим трубам из источников №№ 1, 2 и 4 термальная вода поступает в бассейны, обозначенные на рисунке 4 номерами соответственно 1, 2 и 3. Вода из источника № 7 используется для бальнеологических целей в бальнеолечебнице.

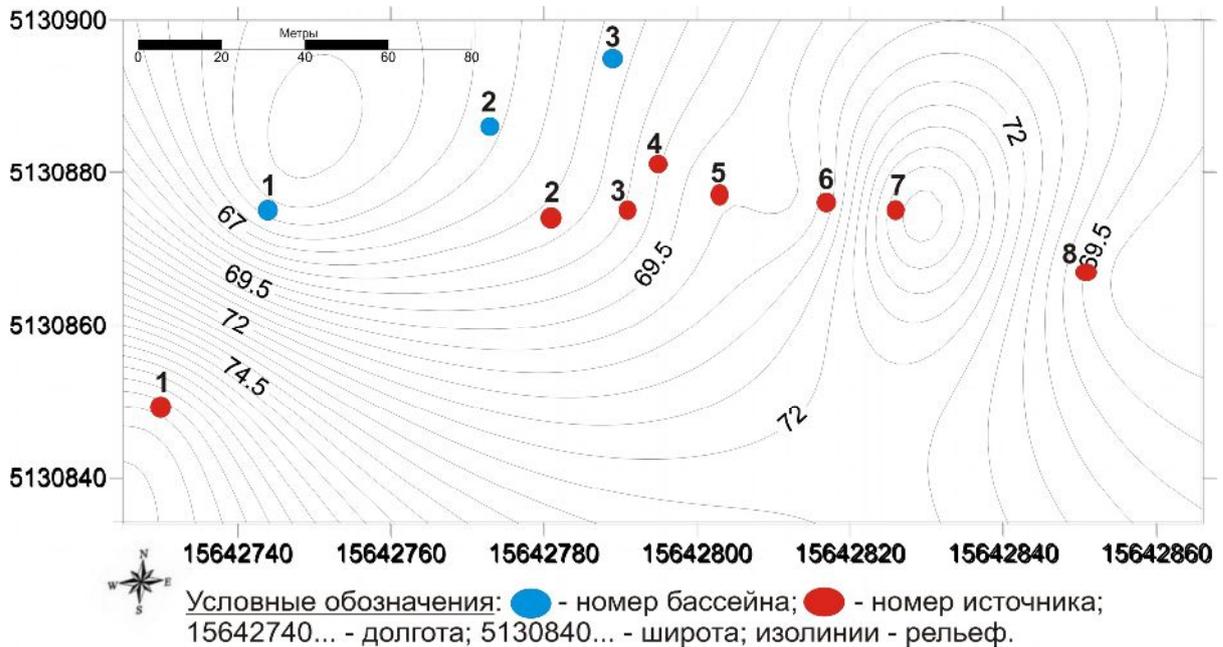


Рис.4. Схема расположения Озерновских горячих источников.

Химический состав и температура воды в источниках

Содержание химических компонентов в воде термальных источников представлено в таблице 1. Ниже приводятся относительные их содержания, приведенные в мг-экв% (формула Курлова).

Источник №1 – температура 55⁰ С. Вода слабо минерализованная, слабо щелочная, хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая, Н₃ВО₃ – 16,7 мг/л, Н₄SiO₄ р. – 65 мг/л, Н₄SiO_{4к} – 14,9 мг/л. Вода используется для наполнения большого бассейна №1.

Химический состав:

$$M_{1,18} = \frac{SO_4 67,6 \quad Cl 30,1 \quad HCO_3 1,9 \quad F 0,4}{Na 49,0 \quad Ca 46,9 \quad K 3,0 \quad NH_4 1,1} \quad T 55 \quad pH 6,37$$

Источник №2 – имеет 3 выхода. Общим потоком вода стекает в бассейн №2:

Выход № 2а: температура 70⁰ С. Вода слабо минерализованная, слабо щелочная, хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая, Н₃ВО₃ – 27,8 мг/л, Н₄SiO₄ р. – 72,1 мг/л, Н₄SiO_{4к} – 10,6 мг/л.

Химический состав:

$$M_{1,07} = \frac{SO_4 66,9 \quad Cl 30,0 \quad HCO_3 2,8 \quad F 0,3}{Na 51,6 \quad Ca 47,2 \quad K 0,7 \quad NH_4 0,5} \quad T 70 \quad pH 6,66$$

Выход № 2б: температура 51⁰ С. Вода слабо минерализованная, слабо щелочная, хлоридно-сульфатная натриево-кальциевая, Н₃ВО₃ – 13,6 мг/л, Н₄SiO₄ р. – 69,8 мг/л, Н₄SiO_{4к} – 42,30 мг/л.

Химический состав:

$$M_{1,19} = \frac{SO_4 66,2 \quad Cl 31,0 \quad HCO_3 2,5 \quad F 0,3}{Ca 48,7 \quad Na 46,0 \quad Mg 4,1 \quad K 0,8 \quad NH_4 0,4} \quad T 51 \quad pH 7,17$$

Выход № 2в: температура 75⁰ С. Вода слабо минерализованная, слабо щелочная, хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая, Н₃ВО₃ – 27,8 мг/л, Н₄SiO₄ р. – 93,6 мг/л, Н₄SiO_{4к} – 2 мг/л.

Химический состав:

$$M_{1,27} = \frac{SO_4 68,7 \quad Cl 27,5 \quad HCO_3 3,5 \quad F 0,3}{Na 52,4 \quad Ca 46,4 \quad K 1,0 \quad NH_4 0,2} \quad T 75 \quad pH 7,49$$

Источник №3 - температура 81⁰ С. Вода слабо минерализованная, слабо щелочная, хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая, Н₃ВО₃ – 12,4 мг/л, Н₄SiO₄ р. – 85,5 мг/л, Н₄SiO_{4к} – 5,7 мг/л.

Химический состав:

$$M_{1,20} = \frac{SO_4 67,0 \quad Cl 29,3 \quad HCO_3 3,2 \quad F 0,5}{Na 50,7 \quad Ca 42,1 \quad Mg 6,0 \quad K 0,8 \quad NH_4 0,4} \quad T 81 \quad pH 7,30$$

Источник №4 – температура 76⁰ С. По металлическому желобу вода стекает в бассейн №3. Вода слабо минерализованная, слабо щелочная, хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая, Н₃ВО₃ – 18,5 мг/л, Н₄SiO₄ р. – 67,7 мг/л, Н₄SiO_{4к} – 11,2 мг/л.

Химический состав:

$$M_{1,23} = \frac{SO_4 67,1 \quad Cl 30,2 \quad HCO_3 2,4 \quad F 0,3}{Na 51,1 \quad Ca 47,9 \quad K 0,8 \quad NH_4 0,2} \quad T 76 \quad pH 7,35$$

Источник №5 – температура 67⁰ С. Вода слабо минерализованная, слабо щелочная, хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая, Н₃ВО₃ – 13,6 мг/л, Н₄SiO₄ р. – 73,2 мг/л, Н₄SiO_{4к} – 26,1 мг/л.

Химический состав:

$$M_{1,15} = \frac{SO_4 65,1 \quad Cl 30,7 \quad HCO_3 3,9 \quad F 0,3}{Na 57,4 \quad Ca 39,6 \quad Mg 2,2 \quad K 0,7 \quad NH_4 0,1} \quad T 67 \quad pH 7,86$$

Источник №6 не опробовался из-за низкого дебита (высачивание). На источнике измерена наиболее низкая температура (31°C), что с учетом чрезвычайно низкого дебита источника, характеризует скорее температуру толщи пород, в которой затруднена фильтрация воды.

Источник №7 – температура 66°C . Данный источник используется лечебницей для бальнеологических целей (рис.5). Вода слабо минерализованная, слабо щелочная, хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая, H_2S – 14 мг/л, H_3BO_3 – 19,8 мг/л, H_4SiO_4 р. – 72,1 мг/л, H_4SiO_4 к – 6,8 мг/л.

Химический состав:

$$M_{1,24} = \frac{\text{SO}_4 68,6 \text{ Cl} 28,0 \text{ HCO}_3 2,9 \text{ F} 0,5}{\text{Na} 49,9 \text{ Ca} 41,5 \text{ Mg} 7,7 \text{ K} 0,8 \text{ NH}_4 0,1} \quad T 66 \text{ pH} 7,43$$



Рис.5. Источник №7. На поверхности можно увидеть кристаллы серы.

Источник №8 – температура 78°C . Вода слабо минерализованная, слабо щелочная, хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая, H_3BO_3 – 18,5 мг/л, H_4SiO_4 р. – 65 мг/л, H_4SiO_4 к – 17,7 мг/л.

Химический состав:

$$M_{1,20} = \frac{\text{SO}_4 79,7 \text{ Cl} 16,8 \text{ HCO}_3 3,1 \text{ F} 0,4}{\text{Na} 51,9 \text{ Ca} 47,2 \text{ K} 0,8 \text{ NH}_4 0,1} \text{ T} 78 \text{ pH} 6,67$$

Обобщая приведенные выше данные, можно сделать вывод, что во источниках (за исключением не опробованного источника № 6) разгружаются слабоминерализованные термальные слабо щелочные воды хлоридно-сульфатного состава. По катионному составу воды кальциево-натриевые, и только на источнике № 2 (2а и 2в) разгружаются воды натриево-кальциевого состава. Примечательно, в водах этого источника отмечены наиболее высокие содержания H_3BO_3 , H_4SiO_4 р и H_4SiO_4 к, что может служить признаком разгрузки здесь глубинных термальных вод. Наиболее высокая температура отмечена в рядом расположенном источнике № 3. На этом основании можно сделать вывод, что на участке расположения источников № 2 и № 3 сосредоточен основной поток термальных вод. Эти источники расположены в средней части дуговидной цепочки источников, вытянутой вдоль дуговидного уступа. Вероятно, по мере удаления источников от осевой термоподводящей зоны возрастает роль смешения термальных вод с холодными грунтовыми водами в формировании состава источников. Эта же тенденция отражается и в распределении температуры источников (рис. 6).

Требует отдельного объяснения наличие растворенного сероводорода в воде источника № 7. Вероятно, на этом участке происходит поступление с глубины сероводорода в газовой фазе. Косвенным подтверждением этому является также наличие серной минерализации вблизи выхода этого же источника.

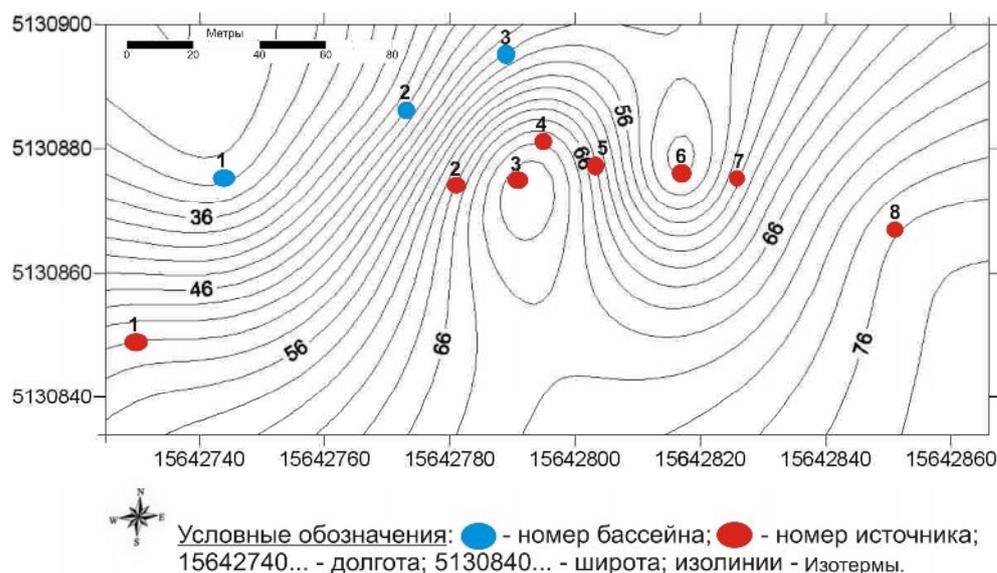


Рис.6. Поле температур Озерновских горячих источников.

Оценка антропогенного воздействия на окружающую среду.

Антропогенная нагрузка на окружающую среду Озерновских источников может определяться несколькими факторами. Выбросы газов в атмосферу незначительны, т.к. автомобили – основной источник загрязнения воздуха, используются изредка для хозяйственных нужд и доставки отдыхающих (количество которых даже в летнее время не превышает 3 в сутки). По тем же причинам невелика запыленность атмосферы. Однако отсутствие настилов на тропах и неконтролируемое хождение отдыхающих по всей территории источников приводит к разрушению дернового покрова.

Термальная вода из источников используются для обогрева небольшой теплицы, зданий, для наполнения бассейнов и ванн в бальнеолечебнице. Следовало бы оборудовать источники для массового посещения

Стоит также отметить, что на территории санатория много мусора, некоторые бассейны разрушены и являются непригодными для использования (рис.7).

Бальнеоболыница также находится в непригодном состоянии: ржавые ванны, кривые полы и местами обрушенные потолки (рис.8).



Рис.7. Антропогенное воздействие.



Рис.8. Бальнеобольница.

Краткая бальнеологическая характеристика

По органолептическим свойствам вода Озерновских источников прозрачная, бесцветная, со слабым сероводородным запахом. По химическому составу все источники слабощелочные, хлоридно-сульфатные кальциево-

натриевые кремнистые. По биологическим особенностям можно выделить 2 разновидности используемых здесь вод. Для наполнения бассейнов используются насыщенные гидрокарбонато-хлористыми соединениями кремнистые воды, а в бальнеолечебнице - сероводородные.

По бальнеологическим показателям воды Озерновских горячих источников могут использоваться для лечения и реабилитации при заболеваниях органов движения воспалительного и дистрофического характера, функциональных нарушениях сердечно-сосудистой системы, невралгии, кожных заболеваниях [3].

Выводы

1. Озерновские горячие источники разгружаются в тыловой части на левобережье р. Озерная.

2. В геологоструктурном отношении зона разгрузки приурочена к пересечению субширотного сброса, ограничивающего грабен долины р. Озерная, с субмеридиональным сбросом, входящим в структуру горы Ключевской (эоплейстоцен).

3. В зоне разгрузки взаимодействие термальных вод и вмещающих вулканических пород кислого состава привело к формированию обширно гидротермально-измененных пород.

4. Анализ температур позволяет сделать вывод, что источники №3 и 6 расположены на наиболее крупной и проницаемой термоподводящей зоне.

5. Химический состав источников формируется путем смешения поступающих из глубины термальных вод и холодных грунтовых. Анионный состав воды источников определяется составом термальных вод, а катионный – взаимодействием их с вмещающими породами и степенью разбавления термальных вод грунтовыми.

Номер источника	Катионы (мг-экв%)								Анионы (мг-экв%)							H ₃ BO ₃	H ₄ SiO ₄ р. и к	рН	Температура, °С	Минерализация, мг/л							
	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	NH ⁴⁺	H ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻						F ⁻						
№1	49,01	3,03		46,88				1,08								0,37	65,00 14,90	16,7	30,10	67,57	1,96					55	1,18
№2а	51,63	0,67		47,24				0,45								0,35	72,10 10,60	27,8	29,97	66,90	2,79					70	1,07
№2б	46,03	0,84		48,71				0,35								0,33	69,80 42,30	13,6	31,03	66,16	2,48					51	1,19
№2в	52,43	0,96		46,36				0,25								0,34	93,60 2,00	27,8	27,45	68,74	3,47					75	1,27
№3	50,72	0,75		42,11	6,02			0,40								0,54	85,50 5,70	12,4	29,27	66,97	3,23					81	1,20
№4	51,05	0,83		47,88				0,24								0,30	67,70 11,20	18,5	30,19	67,07	2,44					76	1,23
№5	57,46	0,67		39,62	2,18			0,07								0,33	73,20 26,10	13,6 0	30,68	65,11	3,88					67	1,15
№7	49,95	0,82		41,47	7,70			0,06								0,51	72,10 6,80	19,8 0	28,02	68,61	2,86					66	1,24
№8	51,89	0,77		47,21				0,12								0,37	65,00 17,70	18,5 0	16,80	79,71	3,11					78	1,20

Таблица 1. Химический состав вод Озерновских горячих источников

Работы выполнены при финансовой поддержке Тихоокеанского Центра Окружающей Среды и Природных Ресурсов (ПЕРК) по проекту Moore0910-06. Материалы полевых работ переданы руководству МУЗ “Озерновская городская больница” для использования в практической деятельности.

Выражаю благодарность: директору санатория Крисанову Б.П. за помощь в проведении работ; н.с. Шульге О.В. (лаборатория геотермии ИВиС ДВО РАН) за помощь в проведении химического анализа воды и научному руководителю И.Ф. Делемену за помощь в работе и консультации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Леонов В.Л.* Структурные условия локализации высокотемпературных гидротерм. М.: Наука, 1989. 104 с.
2. *Пийп Б.И.* Термальные ключи Камчатки. М., 1937. 268 с.
3. *Лодис Ф.А., Семенов В.И.* Камчатка – край лечебный / Озерновские горячие источники. П.-К., 1993. (<http://www.kscnet.ru/ivs/publication/semenov/index.html>)
4. *Шварцев С.Л., Пиннекер Е.В., Перельман А.И. и др.* Основы гидрогеологии / Гидрогеохимия. Новосибирск: Наука, 1982. 282 с.

FIELD RESEARCHES OF OZERNOVSKY HOT SOURCES (SOUTHERN KAMCHATKA) IN JULY, 2010

Pavlova V. Yu.

Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS

Ozernovsky hot sources which are settling down at height up to 40 m at bottom of northern slope of the Klyuchevsky mountain, are one of the most popular places of the rest and sanatorium treatment on Southern Kamchatka. In work data on features of unloading, structure and temperature of unloading thermal waters are given, and also the brief characteristic of anthropogenous influence on a site of an arrangement of sanatorium «Ozernovsky keys» on an environment is given.

Key words: sources, a chemical composition of water, thermal springs, sanatorium.