

УДК 551.243+551.2

Гребенникова В.В., Кендирбаева Дж.Ж.
Институт сейсмологии НАН КР,
г.Бишкек, Кыргызстан

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЮЖНО-ЧУЙСКОЙ СЕЙСМОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ ЗОНЕ

Аннотация: В работе на примере месторождения термоминеральных вод «Иссык-Ата» приводятся результаты гидрогеологического мониторинга, действующего до 2010 г. в Южно-Чуйской сейсмогенерирующей зоне. Освещаются значимость и проблемы данного гидрогеологического объекта, временные ряды которого, играли существенную роль в комплексной оценке реакции мониторинговой сети на динамику развития различных стадий подготовки землетрясений.

Ключевые слова: термоминеральные воды, результаты мониторинга, Южно-Чуйская сейсмогенерирующая зона, объект, временные ряды, оценка реакции, сейсмопрогностические исследования Кыргызстана.

ТҮШТҮК-ЧҮЙ СЕЙСМОГЕНЕРАЦИЯЛОО ЗОНАСЫНДАГЫ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫК МОНИТОРИНГ

Кыскача мазмуну: Бул иште «Ысык-Ата» термоминералдык суу чыгуучу жайдын мисалында 2010-жылга чейин Түштүк-Чүй сейсмогенерациялоо зонасында аракетте болгон гидрогеологиялык мониторингдин жыйынтыктары келтирилет. Убакыт катарлары жер титирөөлөрдүн даярдалышынын ар түрдүү баскычтарынын өнүгүү динамикасына карата мониторингдөө түйүнүнүн реакциясына комплекстүү баа берүүдө олуттуу ролду ойногон ушул гидрогеологиялык объектинин маанилүүлүгү жана проблемалары чагылдырылат.

Негизги сөздөр: термоминералдык «Ысык-Ата» суусу, мониторингдин жыйынтыктары, Түштүк-Чүй сейсмогенерирленүүчү зона, объект, убакыттын катары, реакцияга баа берүү, Кыргызстандын сейсмобиожомолдоо изилдөөлөрү.

HYDROGEOLOGICAL MONITORING IN THE SOUTH - CHU SEISMO- GENERATING ZONE

Abstract: On the example of the thermal mineral water "Issyk-Ata" deposit, results of the hydrogeological monitoring, active in the South Chu seismo-generating zone till 2010 are presented. It is took up questions of importance and the problems of this hydrogeological object, time series, of which until 2010 played a significant role in the integrated assessment of the monitoring network reaction to the dynamics of the various stages of earthquake preparation.

Keywords: thermo-mineral water, the results of monitoring, South-Chu seismogenerating zone, object, time series, estimation of reaction, seismic predictive investigations of Kyrgyzstan.

Опыт многолетних (1979-2013 гг.) гидрогеологических исследований на территории Чуйской впадины и её горного обрамления показывает, что в последние годы режимы верхнего и среднего структурно-гидрогеологических этажей в значительной степени определяются как естественными, так и техногенными факторами. В связи с этим, реальный учёт и выделение аномальных флуктуаций их физико-химических параметров, связанных с современными геодинамическими процессами, весьма затруднён. Наиболее стабильным

режимом, независимым от этих факторов, характеризуются месторождения термоминеральных вод (ТМВ), приуроченные к гидрогеологическим массивам, которые являются основными объектами режимных сеймопрогностических гидрогеологических исследований. Одним из них служит месторождение ТМВ «Иссык-Ата», на базе которого с 1972 года функционирует курорт «Иссык-Ата», а с 1979 года – ИС НАН КР организованы стационарные гидрогеологические наблюдения. Опыт комплексных исследований предвестников сильных землетрясений (Жаланаш-Тюпского (1978г.) $K_R=15,6$, Каджисайского-1 (1980 г.) $K_R=13,8$, Чолпонатинского (1982 г.) $K_R=13,6$ и др. показывает, что их области подготовки, оконтуренные по сейсмологическим параметрам, формировались в среднем от 2-7 лет, а области подготовки, оконтуренные по изменениям отношений V_p/V_s , были почти в два раза шире, чем области затишья. Между тем, среднесрочные и краткосрочные гидрогеологические предвестники этих землетрясений отмечались не только в области подготовки, но и на месторождении ТМВ «Иссык-Ата», в районах изосейст 3-4 балльной интенсивности [1 - 4].

Месторождение ТМВ «Иссык-Ата» территориально приурочено к Южно-Чуйской сейсмогенерирующей зоне, в пределах которой ежегодно регистрируются многочисленные землетрясения $M \geq 2.0$ [5]. К данной зоне приурочены очаги «исторических» землетрясениях с $M \geq 6.0$: 8-9 - балльное Баласогунское 1475 г., 8- балльное Беловодское 1770 г. и 9-10-балльное Беловодское 1885 г. (рисунок 1). По данным [6], в результате Баласогунского землетрясения разрушен центр одноименного государства – город и его окрестности (минарет Бурана), основанные в X-XII вв., а в его эпицентре – в горах, произошли крупные обвалы. Эпицентр Беловодского землетрясения (1885 г.) располагался в предгорьях Киргизского хребта. Охваченные 9-ю и 8-ю балльной интенсивностью площади, примерно равны 1046.4 км² и 2278.1 км² соответственно. Входящие в эти площади села – Сокулук, Беловодское и Кара-Балта были полностью уничтожены, значительные разрушения имели место в с. Пишпек (г. Бишкек) [7-8]. Погибло 55 человек и 77 были ранены. От левого берега р. Сокулук до р. Аксу параллельно предгорьям, образовалась трещина длиной около 20 км при ширине от 15-20 см до 2 м. Холмы предгорий были рассечены многочисленными трещинами вдоль простирания в виде нескольких уступов, на склонах гор образовались обвалы, осыпи и оползни (рисунок 2).

В южной части Чуйской впадины и на северном склоне обрамляющего её Киргизского хребта имеются следы этих сейсмических катастроф в виде участков сейсмодислокаций [5, 8]. Например, в бассейне р. Сокулук, в зоне Чонкурчакского разлома зафиксированы два крупных обвала из скальных пород – район слияния рр. Бурли и Кель (правые притоки р. Сокулук). В непосредственной близости от г. Бишкек, в бассейне р. Чонкурчак (левый приток р. Аламедин), наблюдается большое количество сейсморовов, срывов и оплывин, имеющих различный возраст образования.

По геологическим данным месторождение ТМВ «Иссык-Ата» в структурном отношении приурочено к восточной части Джантыкторской антиклинали, являющейся северным крылом горстантиклинория Киргизского хребта, сформированного альпийскими складчато-глыбовыми движениями. Её слагают метаморфические породы (песчаники, алевролиты, порфириды, мелкогалечные конгломераты) ордовика и интрузивные образования (диориты, граниты и гранодиориты) рифейского возраста, локально перекрытые делювиальными-флювиогляциальными четвертичными отложениями мощностью от 6 до 60 м. (рисунок 3, таблица 1).

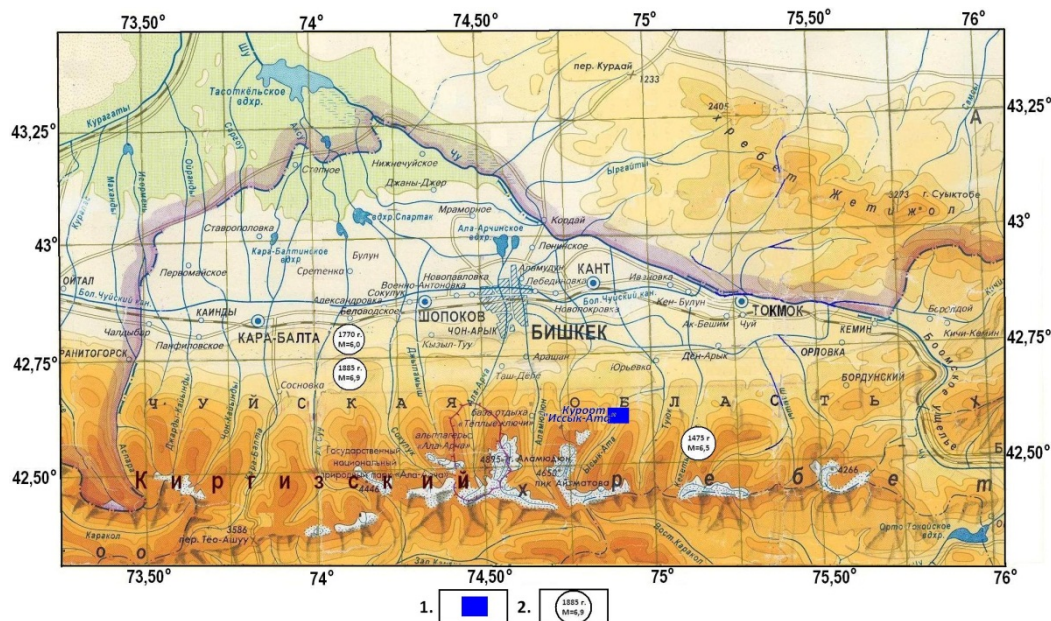


Рисунок 1. Обзорная карта-схема территориального расположения месторождения ТМВ «Иссык-Ата» (курорт «Иссык-Ата») и эпицентров «исторических» землетрясений $M \geq 6.0$: Баласогунского 1475 г., Беловодского 1770 г., Беловодского 1885 г. 1. – месторождение ТМВ «Иссык-Ата», 2 – эпицентры «исторических» землетрясений.

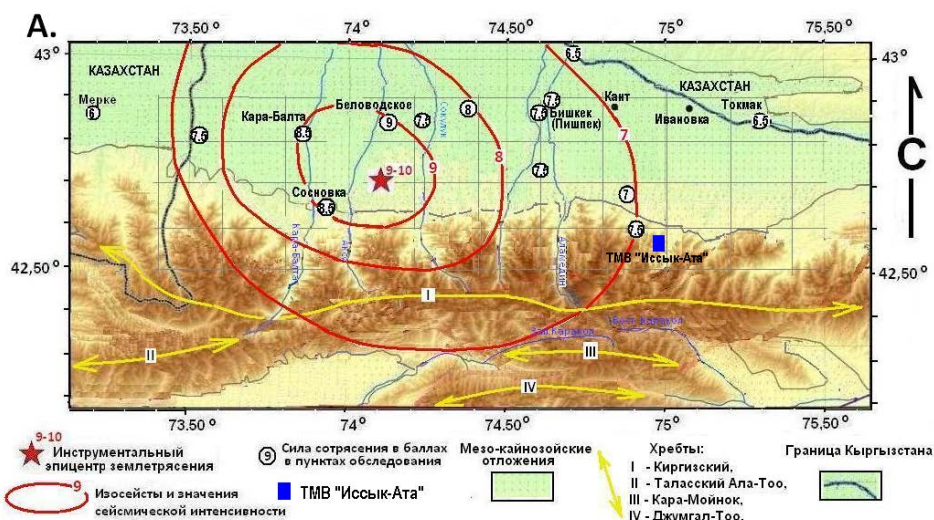


Рисунок 2.А. Карта первой-седьмойизоизосейст 9-10 балльного Беловодского землетрясения 1885 года ($K_R=16.5$) построена по данным работы [7] на геологической основе работы [9].
Б. Сейсмосрыв у с. Белогорка Сокулукского района, образовавшийся во время Беловодского землетрясения 1885 г. (фото И. А. Торгоева).

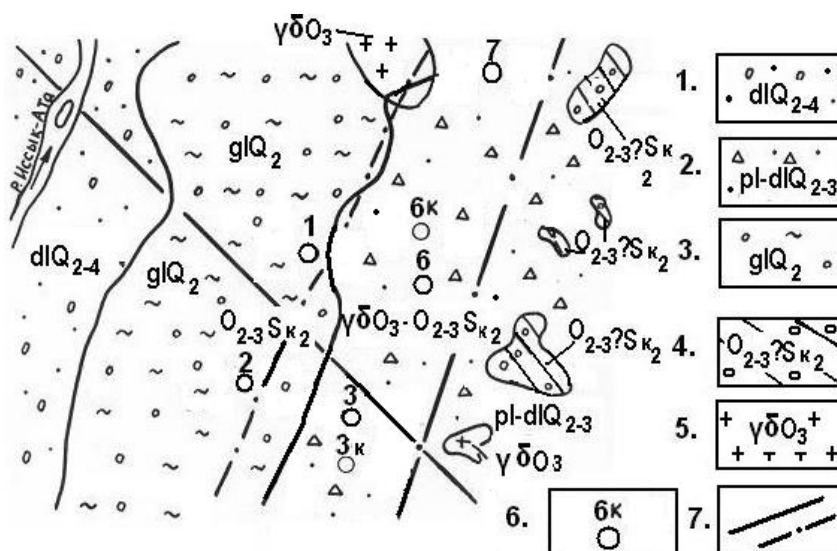


Рисунок 3. Геологическая карта месторождения ТМВ «Иссык-Ата» по данным Госгеолагентства КР: 1-3 – делювиально-флювиогляциальные четвертичные отложения, 4 – метаморфические породы, 5 – интрузивные образования, 6 – скважины, 7 – разломы.

Таблица 1.

Основные интервалы глубин трещиноватости пород по данным скважин в районе курорта «Иссык-Ата» (данные Госгеолагентства КР)

№ скв.	Глубина, м	Интервал трещиноватости пород, м	Состав пород
1	125	68-125	Метаморфические породы верхне-шукурторской свиты ($O_{2-3}Sk_2$)
2	132	54-132	То же
3	113	82-113	То же
3-к	142,7	83-143	То же
6-к	170	70-170	70-96 м – метаморфические образования верхне-шукурторской подсвиты ($O_{2-3}Sk_2$), с 96 м – интрузивные породы
7	150	70-150	70-140 м – метаморфические образования верхне-шукурторской подсвиты ($O_{2-3}Sk_2$), с 140 м – интрузивные породы

ТМВ месторождения «Иссык-Ата» связаны с зоной дробления Шукурторского разлома, простирающейся в северо-западном направлении, а их разгрузка происходит в месте его пересечения с меридиональным Иссык-Атинским разломом, являющимся не термопроводящим, т.к. скважинами, пробуренными на северном его продолжении – в 3-5 км от места пересечения с Шукурторским разломом, установлена его безводность.

Область питания ТМВ расположена на водоразделе рр. Туяк и Иссык-Ата, примерно в 6 км юго-восточнее узла встречи Шукурторского и Иссык-Атинского разломов, где первый пересекает водораздел. Движение воды в трещинных породах Шукурторского разлома носит ламинарный характер со скоростью 32.0 м/сутки, время от области питания до области разгрузки составляет около 190 суток.

Шукурторский разлом в районе действующего курорта характеризуется в полосе до 500 м зонами весьма интенсивного дробления пород: здесь широко развиты системы трещин (от 5-10 см до 20 см) сбросового типа с крутым падением на юго-восток (таблица 1). Такая зона Шукурторского разлома в сочетании с циркулирующими в ней водами представляет собой единую сообщающуюся гидродинамическую систему. Об этом свидетельствуют идентичность дебитов по результатам опытных измерений в скважинах, а также уменьшение дебитов в ранее пробуренных скважинах в связи бурением новых и введения их в эксплуатацию. Несмотря на увеличение числа скважин, суммарные дебиты ТМВ были одного порядка. Этот послужил решающим фактором строгой регламентации режима водоотбора из скважин для сохранения пределов минерализации и химического состава ТМВ «Иссык-Ата» используемых для бальнеологических целей курорта.

ТМВ «Иссык-Ата» бесцветные, со слабым запахом сероводорода с температурой до +55⁰С, щелочные (рН = 8.2-8.9). Общая минерализация не превышает 0.28 г/л. Воды относятся к азотным с примесью редких газов, сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатно натриево-кальциевого типа с повышенным содержанием (мг/л) кремневой кислоты (до 50), фтора (до 10) и радона (до 25 эман). В таблице 2 приведено содержание основных микрокомпонентов в воде скв. 3 ТМВ «Иссык-Ата» по результатам полного химического анализа в лаборатории «Геоминвод» (Ташкент, Узбекистан).

В 1980-1990 гг. на месторождении ТМВ «Иссык-Ата» были проведены опытные работы [10, 11] по выяснению влияния уменьшения или увеличения дебита воды в одной скважине на содержание физико-химических показателей воды, как в самой скважине, так и в соседних скважинах. На рисунке 4 приведен пример уменьшения дебита воды 02.07.1984 г. в скв. 3-к ТМВ «Иссык-Ата» от 4.7 до 4.3 л/сек, повлекшее к изменению содержания гидрогеохимических компонентов воды в скв. 3-к в пределах 10 % [10].

Таблица 2.

Содержание основных микрокомпонентов в воде скв. 3 ТМВ «Иссык-Ата» по результатам полного химического анализа в лаборатории «Геоминвод» (Ташкент, Узбекистан)

№	Название ионов	мг/л	мг/экв	экв. %
1	Натрий	72,4	3,15	84,23
2	Кальций	9,8	0,49	13,10
3	Калий	2,2	0,06	1,60
4	Магний	0,5	0,04	1,07
	Сумма катионов:	84,9	3,74	100,00
1	Сульфат	79,8	1,66	44,38
2	Гидрокарбонат	34,2	0,56	14,97
3	Хлор	34,0	0,96	25,67
4	Фтор	6,8	0,36	9,63
5	Карбонат	6,0	0,20	5,35
	Сумма анионов:	160,8	3,74	100,00
	Сумма ионов:	245,7		
	Кремнивая кислота	34,6		
	Общая минерализация	280,3		

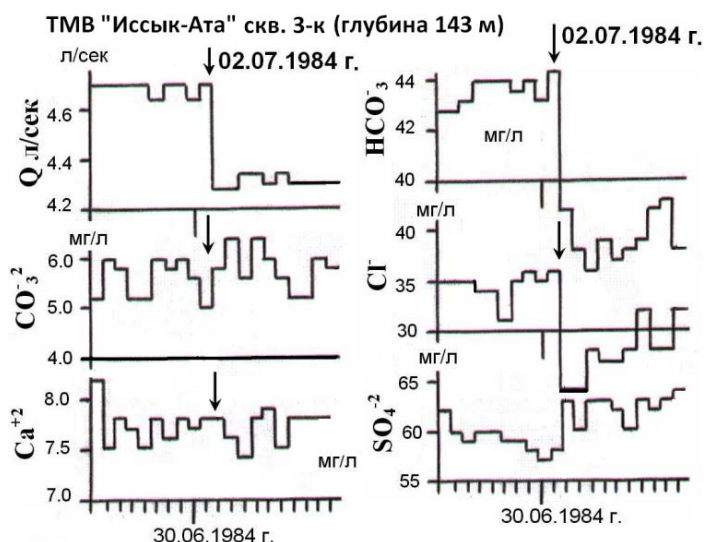


Рисунок 4. Вариации содержаний гидрогео-химических компонентов воды по скв. 3-к ТМВ «Иссык-Ата» после изменения дебита воды в скважине 02.07.1984 г. [10].

Поскольку с 1979 по 2006 гг. эксплуатационный режим ТМВ «Иссык-Ата» менялся не значительно, была сделана количественная оценка уровня изменения содержания каждого физико-химического параметров ТМВ для периодов – сейсмического затишья и подготовки сильного сейсмического события. Для этого использовались статистические методы и программа «МЕЗОЗАВР». Были определены фоновые значения каждого физико-химического параметра, среднеквадратичное отклонение с построением доверительных интервалов ($\pm 2\sigma$), дисперсия (D), информационная энтропия (S) и интегральных коэффициентов корреляции ($V_{\text{инт}}$) наблюдаемой системы в целом. К примеру, в периоды сейсмического затишья в скв. 3-к и 6-к месторождении ТМВ «Иссык-Ата» нормальный уровень $V_{\text{инт}} = 40\%$, а землетрясение происходило на уровне $V_{\text{инт}} = 80\%$.

Важным результатом статистической обработки на ЭВМ было получение спектрально-временного представления режимных данных (СВАН), в виде карты мощности сигналов на выходах узкополосных параллельных фильтров [12-13]. Спектрально-временное представление данных по картам мощностей сигналов показало, что при сильных землетрясениях нарушается устойчивость сигналов почти на всех фильтрах за 10-50 дней до землетрясения, в то время как для землетрясений больших энергий характерно возмущение длиннопериодных фильтров [12].

В течение длительного периода (более 25 лет) по результатам слежения и анализа за физико-химическими параметрами ТМВ «Иссы-Ата» выявлено, что большинству землетрясений $K_R \geq 11,0$ ($M \geq 4,0$) предшествовали аномальные флуктуации дебита (Q , л/сек) от 20 до 100%, уровня (H , м) от 0,3 до 1 м, температуры ($T^{\circ}\text{C}$) до 1°C , рН, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , F^- , SiO_2^- , Ca^{+2} – выше 10% (таблица 3).

Таблица 3.

Изменения содержания основных гидрогеохимических параметров ТМВ «Иссык-Ата» перед землетрясениями $K_R \geq 11,0$ произошедших с 1979 по 2009 гг.

Название и дата землетрясения	K_R	Расстояние от эпицентра (L, км)	рН	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	Ca^{+2}	Mg^{+2}
Баканаское 25.09.1979 г.	13,1	300				+		
Каджисайское-1 05.07.1980 г.	13,8	200				+	+	
Чолпонатинское 31.12.1982 г.	13,6	205	+	+	+	+		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Байсоорунское 12.11.1990 г.	15,0	250	+		+			
Суусамырское 09.08.1992 г.	17,0	120	+	+	+		+	
Мерке-2 22.05.2003 г.	13,8	173	+	+				
Арпатектир 16.01.2004 г.	11,8	22	+	+	+	+	+	
Казахстан 24.05.2006 г.	11,0	145	+		+		+	+
Шамсинское 08.11.2006 г.	12,1	46	+		+			+
Кочкорское 25.12.2006 г.	14,2	109			+	+		
Шамсинское 06.06.2007 г.	12,2	47			+		+	
Кочкорский р-н 21.08.2008 г.	11,0	118		+	+	+		+
Казахстан (долина р. Мерке) 03.12.2008 г.	11,9	140						
В районе с/ст. Эркинсай 01.02.2009 г.	11,4	90			+	+		
Южнее г. Каджи-Сай 24.09.2009 г.	12,5	200	+			+		+

Примечание: (+) – аномальные изменения, без знака (+) – отсутствие изменения.

Отмечалось, что в зависимости от характера и интенсивности воздействия напряжений, гидродинамическую систему ТМВ «Иссык-Ата», претерпевала через слагающие их горные породы (коллектора) упругие или остаточные деформации. После прохождения сейсмической волны гидродинамическая система ТМВ «Иссык-Ата», как правило, возвращалась в исходный режим, поскольку сейсмическое действие имело временный характер [14-15].

С 2006 года, ТМВ месторождения «Иссык-Ата» используются курортом «Иссык-Ата» и коммерческими организациями (водоотбор воды для продажи ТМВ «Иссык-Ата»), что приводит к нарушению их естественного режима. Амплитуды изменений содержаний физико-химических параметров стали превышать 10%, что осложняет выделение предвестниковых аномалий землетрясений. Например, в периоды подготовки трёх событий – Шамсинского $K_R=12,1$ (2006 г.), Кочкорского $K_R=14,2$ (2006 г.) и Шамсинского $K_R=12,2$ (2007 г.), изменения дебита воды скв. 6-к: 26.03.2006 г. – от 7,04 до 10,54 л/сек; 11.05.2006 г. – от 10,5 до 5,79 л/сек и 30.09.2006 г. – от 5,05 до 10,40 л/сек, оказало влияние на температуру воды в скв. 6-к на $\pm 1.0^0$ (рисунок 5).

Изменения дебита в скв. 3-к и 6-к ~ на 100% и температуры воды до $\pm 1^{\circ}\text{C}$, не связанные с искусственным изменением дебита воды, отмечались перед землетрясениями, произошедшими в Кочкорском районе 21.08.2008 г., $K_R=11.0$ в долине р. Мерке (Казахстан), 03.12.2008 г., $K_R=11.9$ и в районе сейсмической станции «Эркин-Сай» 01.02.2009 г., $K_R=11.4$ (рисунок 5).

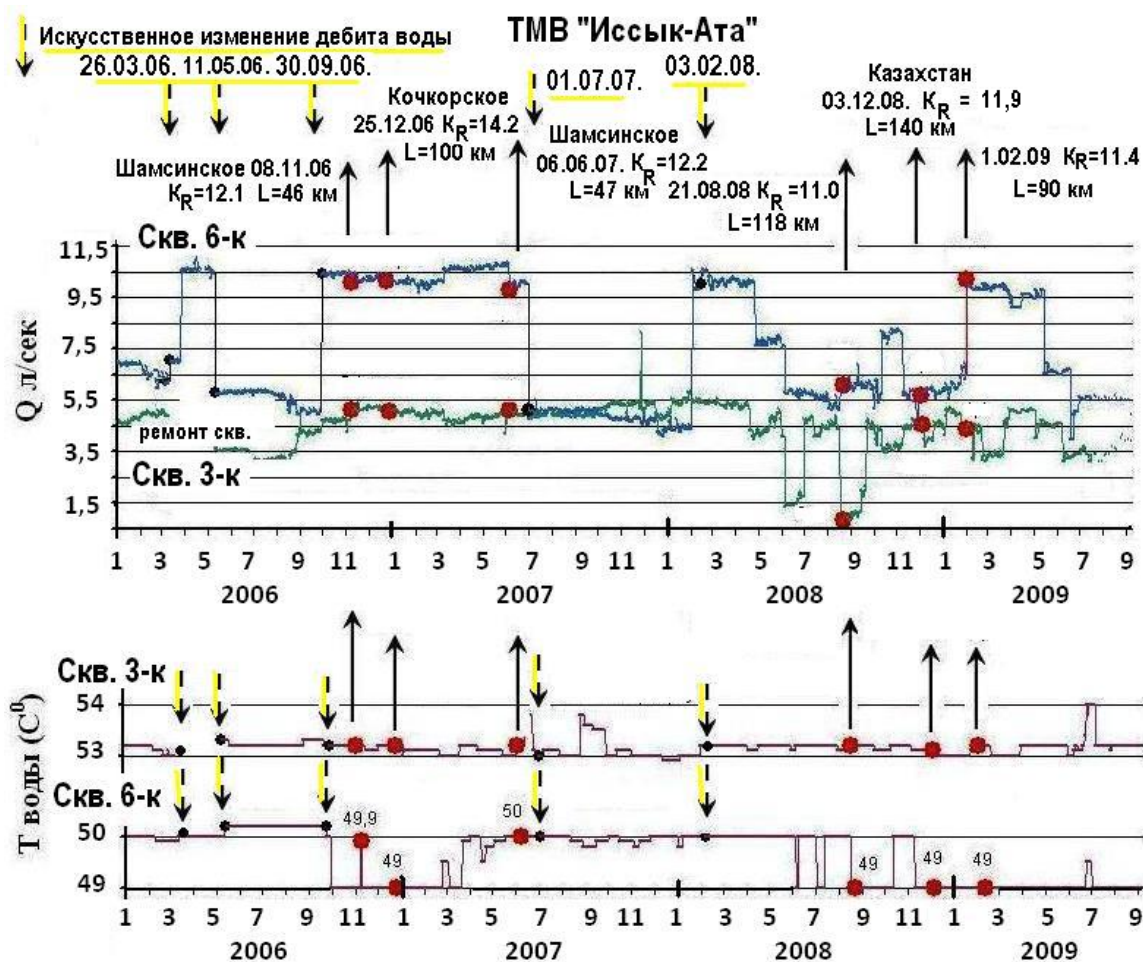


Рисунок 5. Изменения дебита (Q л/сек) и температуры (T , $^{\circ}\text{C}$) воды по скв. 3-к и 6-к ТМВ «Иссык-Ата» с 01.01.2006 г. по сентябрь 2009 г. при искусственном изменении дебита воды в скв. 6-к (пунктирные черные стрелки, отмеченные жёлтым цветом) и перед землетрясениями с $K_R \geq 11,0$ (чёрные стрелки).

На рисунке 6 показаны графики изменения гидродинамических параметров воды в скв. 3-к и 6-к рассматриваемого месторождения ТМВ при искусственном увеличении дебита воды в скв. 6-к за месяц до землетрясения 01.02.2009 г. $K_R = 11.4$, произошедшего в 90 км от месторождения в районе сейсмической станции «Эркин-Сай». Из графиков видно, что за месяц до землетрясения 01.02.2009 г., $K_R = 11.4$, гидродинамический режим скважин характеризовался фоновыми значениями. За увеличением дебита воды в скв. 6-к (31.01.2009 г.) и после землетрясения 01.02.2009 г., $K_R = 11.4$, последовали более 20% изменения дебита, давления и температуры воды в скв. 3-к.

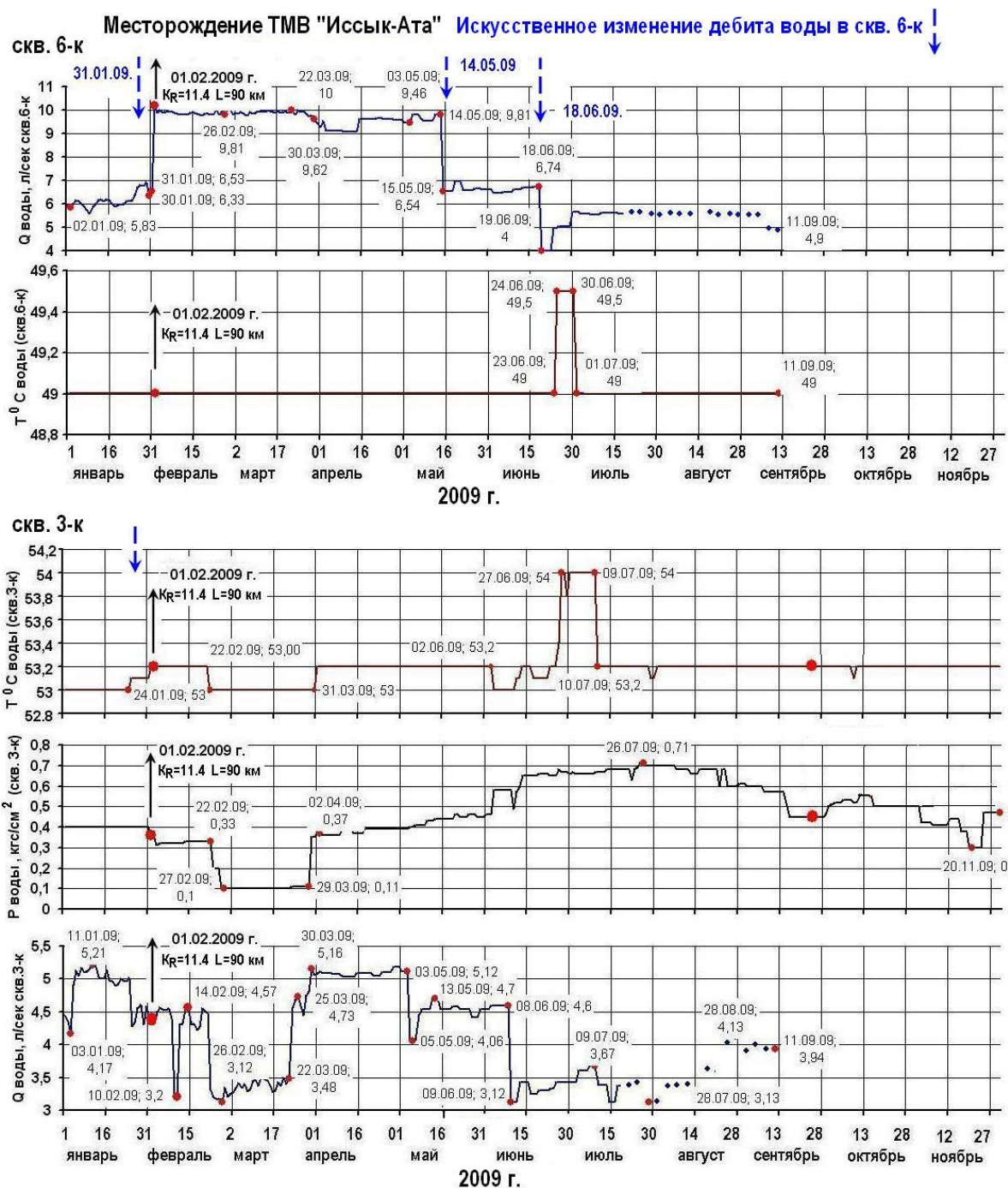


Рисунок 6. Графики изменения гидродинамических параметров скв. 3-к и 6-к на месторождении ТМВ «Иссык-Ата» при искусственном изменении дебитов воды в скв.6-к за месяц до землетрясения 01.02.2009 г., $K_R = 11.4$, произошедшего в 90 км от месторождения ТМВ в районе сейсмической станции «Эркин-Сай».

На рисунке 7 показано влияние изменения дебита воды в скв. 6-к ТМВ «Иссык-Ата» на содержания гидрогеохимическим компонентов воды в скв. 3-к перед землетрясениями, произошедшими: 01.02.2009 г. ($K_R = 11.4$) в районе сейсмической станции «Эркин-Сай» – в 90 км от месторождения и за три месяца до землетрясения 24.09.2009 г. ($K_R = 12.5$), южнее г. Каджисай – в 200 км от месторождения. Из рисунка 7 видно, что искусственное изменение дебита воды – 31.01.2009 г., 14.05.2009 г. и 18.06.2009 г. в скв.6-к месторождения ТМВ «Иссык-Ата», совпадает с периодом подготовки двух землетрясений с $K_R \geq 11.4$. В воде скв. 3-к, вследствие двух факторов – изменения дебита в скв. 6-к и землетрясения $K_R = 11.4$ (31.01.2009 г.), произошло наложение 20% аномальных изменений в содержании

гидрогеохимических компонентов. Восстановление фоновых значений гидро-геохимических компонентов ТМВ было нарушено искусственными изменениями дебитов воды в скв. 6-к. в мае и июне 2009 г. и подготовкой землетрясения 24.09.2009 г. ($K_R \geq 12.5$) в 200 км от месторождения.

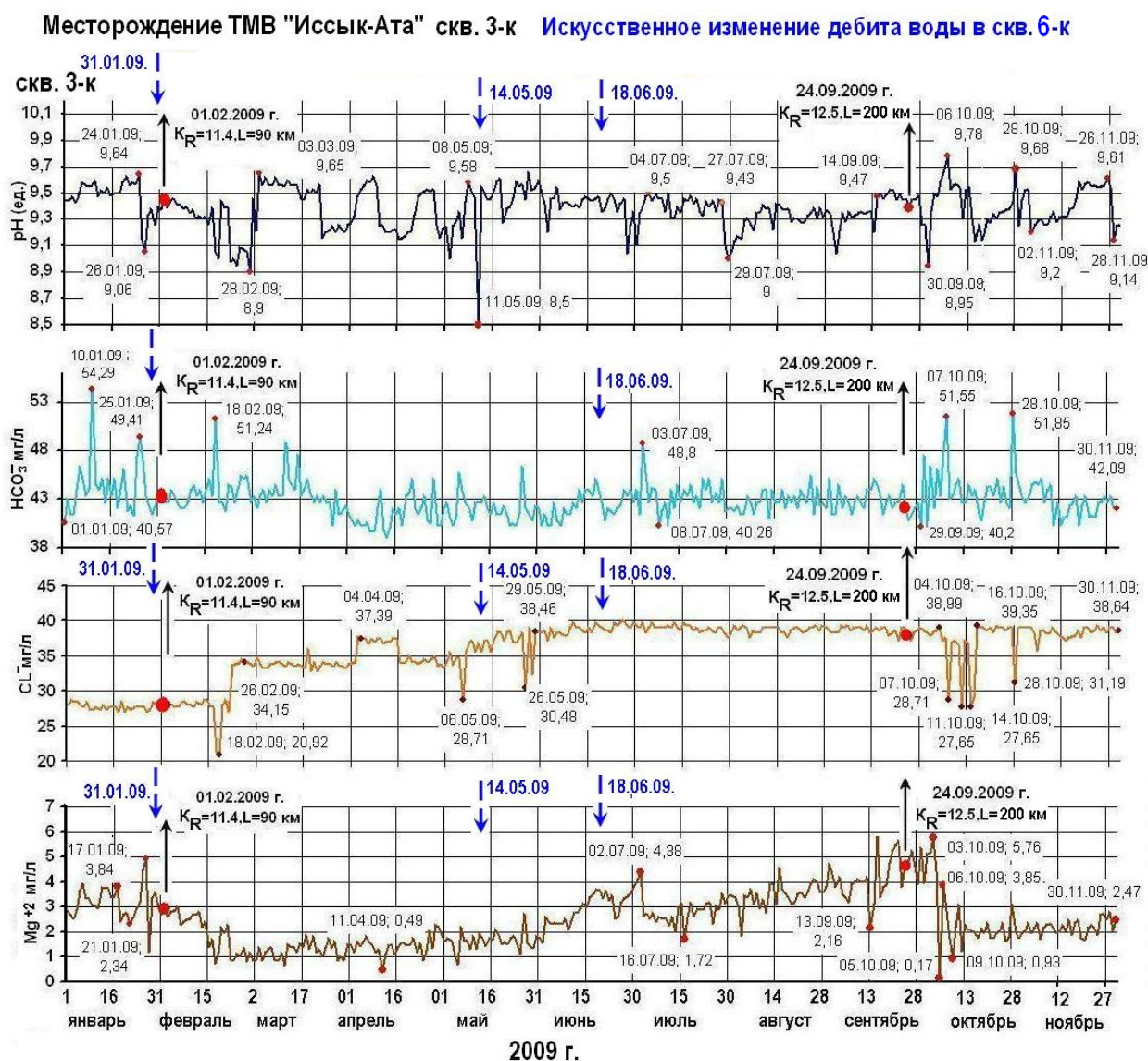


Рисунок 7. Влияние искусственного изменения дебита воды в скв. 6-к месторождения ТМВ «Иссык-Ата» на содержания гидрогеохимическим компонентов воды в скв. 3-к перед землетрясениями произошедших: 01.02.2009 г., $K_R = 11.4$ (в районе сейсмической станции «Эркин-Сай») и за три месяца до землетрясения 24.09.2009 г., $K_R = 12.5$ (южнее г. Каджи-Сай).

Таким образом, на основе вышеприведённого материала можно сделать вывод, что водоотбор воды в скв. 6-к месторождения ТМВ «Иссык-Ата», повлёл изменение содержания гидрогеохимических компонентов воды в скв. 3-к более, чем на 10%. В связи с чем, с 2006 г. реальный учёт и выделение аномальных флуктуаций физико-химических параметров ТМВ, связанных с современными геодинамическими процессами, весьма затруднён.

Литература

1. Абдуллаев А.У., Меджитова З.А., Кригер Л.Р., Нургазиева В.В. Последовательность проявления предвестников сильных землетрясений Северного Тянь-Шаня // Физика Земли, № 7, 1988. – С. 23-32.
2. Абдуллаев А.У. Флюидный режим земной коры как отражение современных геодинамических процессов (на примере Тянь-Шаня). Алматы. 2002. 352 с.
3. Гребенникова В.В. Гидрогеохимические и гидродинамические исследования с целью прогноза землетрясений на территории Северного Тянь-Шаня. Сборник докладов 7-го Казахстанско-Китайского Международного Симпозиума, 2-4 июня 2010 г. Алматы, Казахстан, 2010. – С. 151-155.
4. Кендирбаева Дж.Ж., Гребенникова В.В. Основные результаты гидрогеологических исследований для прогноза сильных землетрясений на территории Северного Тянь-Шаня. Вестник Института сейсмологии НАН КР, 2013, №2, интернет-журн. URL: http://www.journal.seismo.kg/archive/journal_2014-3/article8.pdf
5. Опыт комплексного сейсмического районирования на примере Чуйской впадины. Фрунзе: Илим, 1975. 189 с.
6. Игнатъев И.В. Землетрясение в Токмакском уезде в 1885 г. // Изв. Импер. Русск. геогр. О-ва. – 1886. Т. 22. – Вып. 2. – С. 150-164.
7. Джанузакоев К.Дж., Омуралиев М., Омуралиева А., Ильясов Б.И., Гребенникова В.В. Сильные землетрясения Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов стран Центральной Азии). Бишкек: Илим, 2003. 221 с.
8. Корженков А.М. Сейсмогеология Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов). – Бишкек: Илим, 2006, 289 с.
9. Кальметьева З.Р., Миколайчук А.В., Молдобекоев Б.Д., Мелешко А.В., Жантаев М.М., Зубович А.В. / Атлас землетрясений Кыргызстана. – Бишкек: ЦАИИЗ, 2009. 73 с.
10. Кайев Ю.А., Нургазиева В.В. Связь химического состава подземных вод с режимом эксплуатации скважин. Изв. АН Кирг. ССР. Деп. в ВИНТИ. 27.05.1987 г., № 3809-1387, 17 с.
11. Абдуллаев А.У., Кайев Ю.А., Гребенникова В.В. О связи химического состава самоизливающихся подземных вод с режимом эксплуатации скважин в сейсмоактивных районах // *InlandEarthquake. Urumqi*, Vol. 18, №4, 1991, p. 629-632.
12. Мамыров Э., Гребенникова В.В., Омуралиев М., Орозокунов О. Геохимические предвестники термальных вод Тянь-Шаня // Геотермия сейсмичных и асейсмичных зон. Москва. 1993. – С. 279-285.
13. Grebennikova V.V., Mamurov E., Omuraliev M., Mahankova V.A. and et al. Conformity to natural laws of great earthquakes displays on the Kyrgyzstan territory, 2000. Abstracts of the Third Meeting of Asian Seismological Commission and simposium on seismology, earthquake hazard assessment and Earth's interior related topics, 10-12 October, 2000. Tehran, I.R. Iran. p. 23.
14. Нургазиева В.В., Беленович Т.Я. Изменение концентрации гидрогеохимических компонентов термоминеральных вод месторождений Иссык-Ата и Аламедин на Фрунзенском прогностическом полигоне в связи с сейсмичностью // Гидрогеохимические и гидродинамические исследования на прогностических полигонах Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1988. – С. 58-77.
15. Кальметьева З.А., Гребенникова В.В., Мусиенко Е.В. Поле напряжений Киргизского Тянь-Шаня // Геодинамика и геоэкологические проблемы высокогорных регионов. Сб. материалов 2 Междунар. Симп. Москва-Бишкек: Изд. Дом «Printhouse», 2003. – С. 233-240.