

УДК 551.243+551.2

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

## ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЙСМОГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В СЕВЕРНОМ ТЯНЬ-ШАНЕ: ЗАДАЧИ И ПРОБЛЕМЫ

**Аннотация:** На основе обзора истории сейсмогидрогеологических исследований и полученных результатов приводятся основные сведения о водоносных толщах и физико-химических параметрах термоминеральных вод (ТМВ) Кыргызстана - источников для решения вопросов прогноза землетрясений. Это приведёт к повышению информативной надёжности действующего гидрогеологического мониторинга и научно обоснованному расширению наблюдательной сети.

**Ключевые слова:** сейсмогидрогеологические исследования, результаты, основные сведения, водоносные толщи, физико-химические параметры, термоминеральные воды (ТМВ), источник информации, прогноз землетрясений.

## ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДАГЫ СЕЙСМОГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫК МОНИТОРИНГДИН НЕГИЗГИ КӨРСӨТКҮЧТӨРҮ: ПРОБЛЕМАЛАРДЫН БАЯНДАМАСЫ ЖАНА МИЛДЕТТЕРИ

**Кыскача мазмуну:** Сейсмогидрогеологиялык изилдөөлөрдүн тарыхына баяндама жасоонун жана алынган жыйынтыктардын негизинде жер титирөөлөрдү божомолдоо маселелерин чечүү үчүн булактар болуп саналган Кыргызстандын суу алып жүрүүчү калыңдыктары жана термоминералдык сууларынын (ТМС) физикалык-химиялык параметрлери жөнүндө негизги маалыматтар келтирилет. Бул аракеттеги гидрогеологиялык мониторингдин маалыматтык ишенимдүүлүгүн жогорулатууга жана илимий жактан негизделген байкоо түйүндөрүнүн кеңейтилишине алып келет.

**Негизги сөздөр:** сейсмогидрогеологиялык изилдөөлөр, жыйынтыктар, негизги маалыматтар, суу агуучу калыңдыктар, физика-химиялык параметрлер, термоминералдык суулар (ТМС), маалымат булагы, жер титирөөлөрдүн божомолдоолору

## BASIC CHARACTERISTICS OF THE SEISMOHYDROGEOLOGICAL MONITORING OF THE NORTHERN TIEN SHAN: TASKS AND PROBLEMS

**Abstract:** Based on a review of history of the seismohydrogeological studies and obtained results the basic information about the aquifer strata and physico-chemical parameters of the thermal mineral water (TMW) of Kyrgyzstan as sources for solutions of earthquake prediction problem is given. This will increase the reliability of the existing informative hydrogeological monitoring and science-based observation network expansion.

**Keywords:** seismo – hydrogeological investigations, results, basic information, water-bearing stratum, physicochemical parameters, thermo-mineral water (TMW), a source of information, earthquake prediction.

Результаты многолетнего гидрогеологического мониторинга Кыргызстана и выполненного анализа показывают, что для подземных, особенно термоминеральных вод

(ТМВ) характерна реальная реакция к процессам подготовки и происхождения сильных землетрясений. Установлено, что их физико-химические параметры даже при дискретных наблюдениях (один раз в сутки) обладают предвестниковым признаком о готовящихся событиях с  $K \geq 12$ .

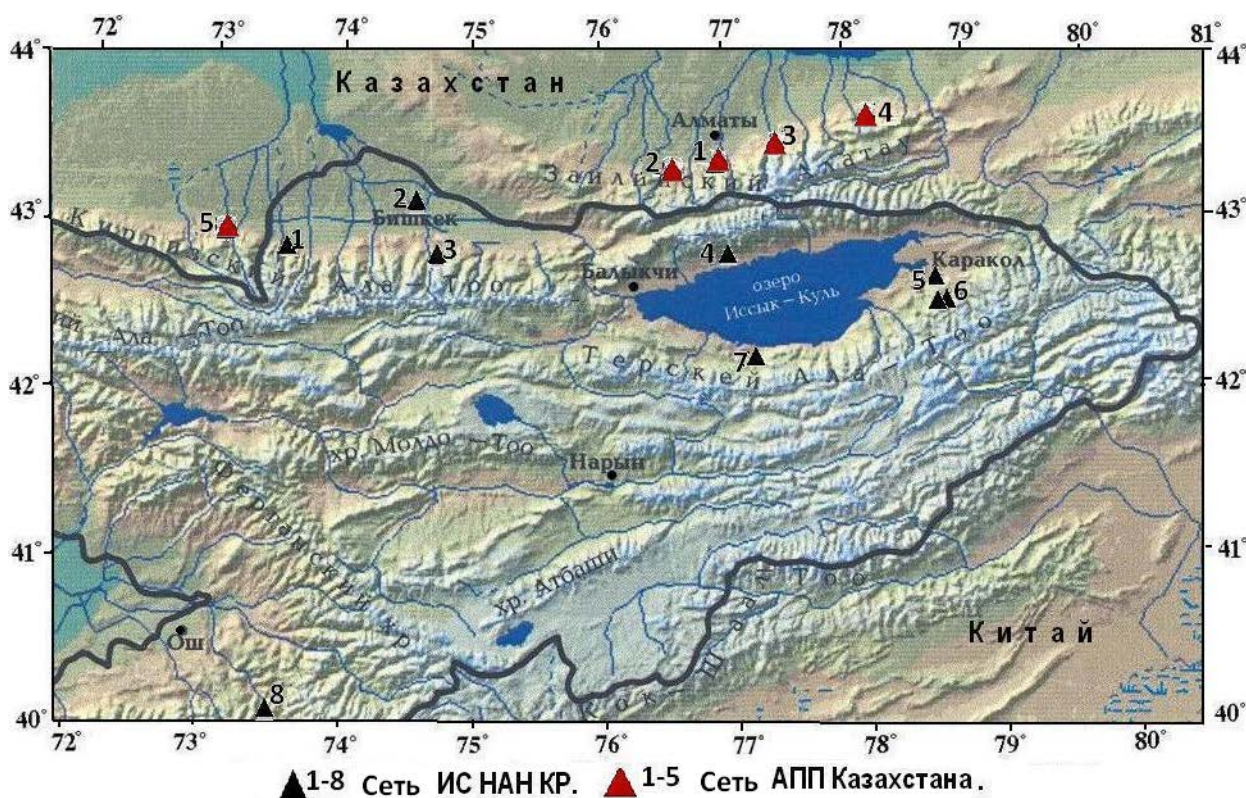
В Кыргызстане создание и развитие гидрогеологических исследований, связанных с поисками предвестников землетрясений, целиком и полностью отражают историю становления, с одной стороны, этого направления в СССР, а с другой - Института сейсмологии НАН КР. Они начались с привлечения попутных сведений по режимным наблюдениям «Средазгеоминвод», Кыргызского научно-исследовательского Института курортологии и физиотерапии при Минздраве Кирг. ССР и Комплексной гидрогеологической экспедиции Управления геологии нашей республики, а с 1976 года постепенно дополняются ежесуточными данными из стационарных пунктов ТМВ «Иссык-Ата», «Джети-Огуз», «Долинка» («Кара-Ой») Института сейсмологии НАН КР и др. Именно они сыграли решающую роль в развертывании по площади сейсмогидрогеологического мониторинга, включающий отбор проб и наладку приборов, внедрение экспресс-методов химического анализа и автоматической регистрации динамических параметров. В результате выявлена хорошая сопоставимость временных рядов с конфигурациями областей Сарыкамашского (1970 г.,  $M_w=6.7$ ), Жаланаш-Тюпского (1978 г.,  $M_w=6.9$ ), Каджисайского-1 или Барскаунского (1980 г.,  $M_w=5.6$ ) землетрясений, выделенными по отношениям  $V_p/V_s$  [1-7].

В качестве примера приведём реакции некоторых показателей на Сарыкамашское землетрясение (1970 г.,  $M_w=6.7$ ): за 2 месяца до события, температура ТМВ в скв. 20 «Джети-Огуз», расположенной в 30 км от эпицентра и выводящей субтермальные воды из сланцев, постепенно повышаясь от 6.5 до 13°C, перед толчком достигла 26.6°C и одновременно произошло увеличение дебита от 0.006 до 0.077 л/сек [1-3]. Аналогичная картина наблюдалась и в скв. 6, заложенной в известняках карбона: температура увеличилась на 1°C - от 24.5 до 25.5°C, а дебит в 1.5 раза - от 2.63 до 3.26 л/сек. За 3 месяца до Жаланаш-Тюпского землетрясения (1978 г.,  $M_w=6.9$ ) на месторождении «Джеты-Огуз» в скв. 20 (удаление от эпицентра на 60 км), повысилась температура воды на 3°C, а в 300 км на месторождении ТМВ «Иссык-Ата» за 1-2 месяца до землетрясения наблюдалось уменьшение избыточного давления в скважинах - на 0.2-0.8 м, сменившееся за 8-10 дней подъёмом. Эти изменения имели короткопериодный характер и прослеживались на фоне годовой цикличности, проявляющейся в верхнем этаже, благодаря сезонным условиям питания, и среднем, сложенном кайнозойскими отложениями, представляющих собой резервуары для самоизливающихся и высоконапорных ТМВ [1, 5-7].

В настоящее время сеть сейсмогидрогеологического мониторинга Института сейсмологии НАН КР состоит из восьми объектов, семь из которых расположены на севере и северо-востоке Кыргызстана и один - «Сопу-Коргон» - на юго-западе Ошской области. Эти объекты базируются, главным образом, на месторождениях ТМВ, за исключением «Эркин-Сай» и «Сопу-Коргон», где измеряются температура и расход воды, действующих на подземных водах четвертичных образований. Согласно Договору о научном сотрудничестве от 14 марта 2012 г. между Государственным учреждением «Сейсмологической опытно-методической экспедиции Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан» (ГУ «СОМЭ КН МОН РК») и Институтом сейсмологии НАН КР в Центр данных ИС НАН КР поступают среднесуточные значения по пяти станциям Алматинского прогностического полигона (АПП): Алма-Арасан, Нижняя-Каменка, Тау-Тургень, Курам и Мерке (рисунки 1, 2). На станциях АПП Казахстана проводятся круглогодичные непрерывные наблюдения физических и динамических показателей подземных вод, а в гидрогеодинамических скважинах измеряются уровень и температура воды ( $t_{\text{воды}}$ ). На всех водопунктах попутно измеряются также атмосферное давление ( $P_{\text{атм.}}$ ) и температура воздуха ( $T_{\text{воз.}}$ ). В таблице 1 приводятся основные газо-химические и динамические параметры, определяемые на объектах по состоянию на 1 января 2014 г. Геолого-гидрогеологическая

характеристика стационарной сети Кыргызстана и Алматинского прогностического полигона (АПП) Казахстана приведена в таблице 2.

Режимные наблюдения с 1980 по 2013 гг. за физико-химическими параметрами подземных вод глубокой циркуляции Кыргызстана показали, что, в большинстве случаев, периодам подготовки землетрясений с  $K \geq 13.0$  сопутствуют не только резкие бухто- и пикообразные скачки, но и всплески в виде "провалов", а иногда полное их отсутствие, отмеченные также в научно-практических публикациях и отчётах Института сейсмологии Казахстана и России [5-23]. Для объективной оценки информативности газо-химического состава и гидродинамических параметров подземных вод в Кыргызстане с целью сейсмопрогноза, расширяется наблюдательная сеть в сейсмоактивных зонах, путём восстановления закрытых ранее и открытия новых объектов (ТМВ «Каракол»), что позволит проводить комплексный анализ режимных материалов ИС НАН КР и сопредельных государств для объективного прогнозного заключения. Последовательность и структура функционирования сейсмогидрогеологического мониторинга Института сейсмологии НАН КР и Казахстана приведены на рисунке 3.



**Рисунок 1.** Схема сейсмогидрогеологического мониторинга Института сейсмологии НАН КР по состоянию на 2014 г.: **1-8.** Сеть ИС НАН КР: 1 - Эркин-Сай, 2 - Бишкек, 3 - Аламедин, 4 - Кара-Ой, 5 - Каракол, 6 - Джети-Огуз, 7- Каджи-Сай, 8- Сопу-Коргон. **1-5.** Сеть Алматинского прогностического полигона (АПП) Казахстана: 1. Алма-Арасан, 2. Нижняя-Каменка, 3. Тау-Тургень, 4. Курам, 5. Мерке.



Рисунок 2. Структура функционирования международного гидрогеологического мониторинга Института сейсмологии НАН КР и Казахстана для сеймопрогностических целей.

Таблица 1.

Основные газо-химические и динамические параметры, определяемые на гидрогеологических объектах по состоянию на 1 января 2014 г.

№ п/п	Наименование объекта	№ скважины (глубина, м)	Определяемые гидрогеохимические и гидродинамические параметры
<b>Сеть Института сейсмологии НАН КР</b>			
1.	Эркин-Сай	скв.1441 (300)	$H_{\text{воды}}$
2.	Бишкек (территория ИС НАН КР)	скв. 1240 (1100)	$H_{\text{воды}}$
3.	Аламедин	скв. 915 (507)	$pH, CO_3^{-2}, HCO_3^{-}, Cl^{-}, Ca^{+2}, GF, Q, T^{\circ}_{\text{воды}}, P_{\text{воды}}$
		скв. 909 (191)	$H_{\text{воды}}$
4.	Кара-Ой	скв. 2489 (1500)	$pH, CO_3^{-2}, HCO_3^{-}, Cl^{-}, Ca^{+2}, Mg^{+2}, Q, P_{\text{воды}}$
		скв. 1088 (110)	$H_{\text{воды}}, P_{\text{атм.}}$
5.	Каракол	скв. 1756 (1500)	$T^{\circ}_{\text{воды}}, Q$
6.	Джети-Огуз	скв. 6 (163)	$pH, CO_2, CO_3^{-2}, HCO_3^{-}, Cl^{-}, Ca^{+2}, Mg^{+2}, T^{\circ}_{\text{воды}}$
		скв. 20 (520)	$pH, CO_2, CO_3^{-2}, HCO_3^{-}, Cl^{-}, Ca^{+2}, Mg^{+2}, T^{\circ}_{\text{воды}}$
7.	Каджи-Сай	скв. 1111 (1500)	$pH, CO_2, CO_3^{-2}, HCO_3^{-}, Cl^{-}, Ca^{+2}, Mg^{+2}, T^{\circ}_{\text{воды}}$
8.	Сопу-Коргон	родник	$T^{\circ}_{\text{воды}}, Q$

Метрологические характеристики видов режимных наблюдений					
№ п/п	Определяемые параметры	Единица измерения	Метод определения	Погрешность	
				отн.	абс
1.	Водородный ион -pH	единиц	универсальный иономер ЭВ-74, ПДР 0.1	0,1 ед	
2.	Карбонат-ион - CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	мг/л	титрование соляной кислоты с индикатором фенолфталеина	4 мг/л	
3.	Гидрокарбонат-ион - HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/л	титрование соляной кислоты с индикатором метиловый оранжевый	10 мг/л	
4.	Хлор-ион - Cl <sup>-</sup>	мг/л	оргентометрическим титрованием, метод Мора	2%	
5.	Кальций-ион - Ca <sup>+2</sup>	мг/л	комплексометрическим титрованием с индикатором флуорексон или урексидом	3%	
6.	Магний-ион - Mg <sup>+2</sup>	мг/л	расчетным способом	1,5 мг/л	
7.	Углекислый газ - CO <sub>2</sub>	об.%	раствор щелочи с фенолфталеином	3 мг/л	
8.	Дебит воды – Q	л/сек	измерение времени заполнения мерной ёмкости	-	0.05
9.	Давление воды - P <sub>воды</sub>	кгс/см <sup>2</sup>	измерение манометром с ценой деления 0.1 кгс/см <sup>2</sup>	-	0.1
10.	Температура вод на изливе - T <sup>о</sup> <sub>воды</sub>	°C	измерение ртутным термометром с ценой деления 0.1 °C	-	0.1
11.	Уровень воды - H <sub>воды</sub>	метр.	гидрогеологической рулеткой (уровнемер) - хлопушкой	±1 см	
12.	Атмосферное давление - P <sub>атмосф.</sub>	гПа	барометром-анероидом БАММ-1, барографом М-22АН	±гПа	
<b>Сеть АПП - ГУ «СОМЭ КН МОН РК»</b>					
1.	Алма-Арасан	скв.3 (479 м), абс. отм. 1830 м		T <sup>о</sup> <sub>воды</sub> , Q, pH, CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	
2.	Нижняя-Каменка	скв.5-Т(2730 м), абс. отм. 745м		pH, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	
3.	Тау-Тургень	скв.48 (340 м), абс. отм. 1540 м		T <sup>о</sup> <sub>воды</sub> , Q, pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>+2</sup>	
4.	Курам	родник 1 (306 м), абс. отм. 800 м		T <sup>о</sup> <sub>воды</sub> , pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	
5.	Мерке	скв. 4 (351 м), абс. отм. 1166 м		T <sup>о</sup> <sub>воды</sub> , Q, pH, Eh, Na <sup>+</sup>	

Таблица 2.

**Геолого-гидрогеологическая характеристика стационарной сети Кыргызстана и  
Алматинского прогностического полигона (АПП) Казахстана**

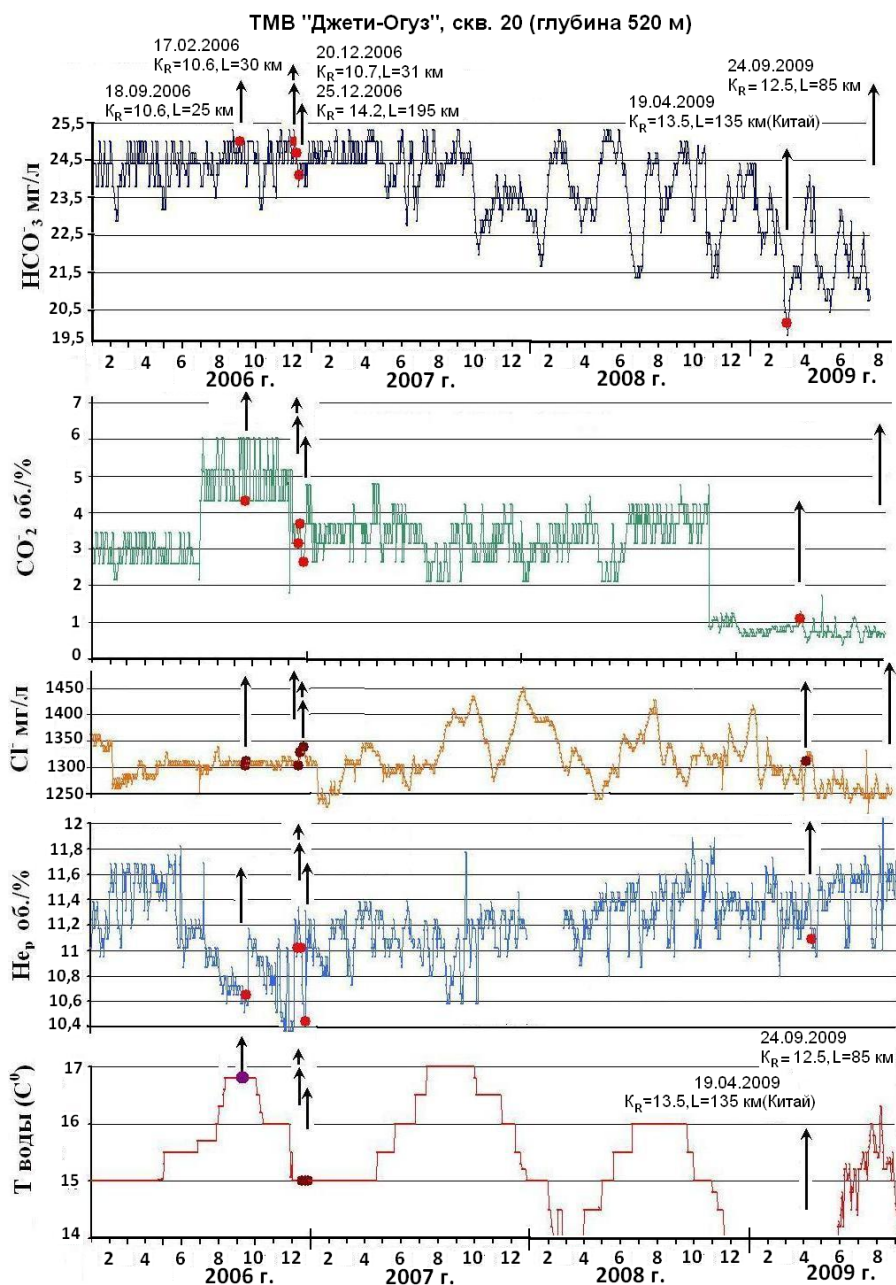
№ п/п	Наименование объекта	№ скважины глубина, м	Водовмещающие породы, возраст	Температура	Минерализация,	Химический состав воды ТМВ
<b>Сеть Института сейсмологии НАН КР</b>						
1.	Эркин-Сай	<u>скв.1441</u> 300	Песчаники			Уровень воды <u>(Н<sub>воды</sub>)</u> -23
2.	Бишкек (территория ИС НАН КР)	<u>скв. 1240</u> 1100	Валунно-галечные слабосцементированные конгломераты	14,5	0,19	Уровень воды <u>(Н<sub>воды</sub>)</u> -236
3.	ТМВ Аламедин	<u>скв. 915</u> 507	Гранодиориты, PZ	53	0,3	<u>SO<sub>4</sub>49Cl 46</u> Na84Ca 12
		<u>скв. 909</u> 191	Гранодиориты, PZ	30	0,3	<u>SO<sub>4</sub>58HCO<sub>3</sub> 24Cl18</u> (Na+K)68Ca22
4.	ТМВ Кара-Ой	<u>скв. 2489</u> 1500	Песчаники, алевролиты N <sub>2</sub>	23	1,8	<u>Cl18SO<sub>4</sub>43</u> (Na+K)64Ca36
		<u>скв. 1088</u> 110	Галечно-песчаные образования с прослоями песков			Уровень воды <u>(Н<sub>воды</sub>)</u> -3,29
5.	ТМВ Каракол	<u>скв. 1756</u> 1500	Песчаники, алевролиты N <sub>2</sub>	34	0,3	<u>Дебит воды - Q</u> 5,1 л/сек
6.	ТМВ Джети-Огуз	<u>скв. 6</u> 163	Известняк, C <sub>2</sub>	37	10,5	<u>Cl 80SO<sub>4</sub>20</u> (Na+K)53 Ca43
		<u>скв. 20</u> 520	Метаморфические сланцы, PR <sub>2</sub>	24	3,0	
7.	ТМВ Каджи-Сай	<u>скв.1111</u> 1500	Песчаники, алевролиты N <sub>2</sub>	54	0,3	
8.	Сопу-Коргон	родник		15		<u>Дебит воды - Q</u> 0,40 л/сек
<b>Сеть АПП - ГУ «СОМЭ КН МОН РК»</b>						
1.	ТМВ Алма-Арасан	<u>скв. 3</u> 479	Гранодиориты, O <sub>3</sub>	35	0,25	<u>HCO<sub>3</sub>48SO<sub>4</sub>22</u> Na86 Ca7
2.	ТМВ Нижняя-Каменка	<u>скв. 5-Г</u> 2730	Песчаники, N <sub>1</sub>	54	5,76	<u>Cl 96</u> Na57Ca24
3.	ТМВ Тау-Тургень	<u>скв. 48</u> 340	Гранодиориты, O <sub>3</sub>	28	1,42	<u>SO<sub>4</sub>76 Cl 6</u> Na 77 Ca 24
4.	ТМВ Курам	родник 1	Эффузивы, PZ	21	1,53	<u>Cl 52SO<sub>4</sub>39</u> Na74 Ca 22
5.	ТМВ Мерке	<u>скв. 4</u> 351	Граниты, C <sub>1</sub>	28	0,28	<u>HCO<sub>3</sub>53SO<sub>4</sub>27Cl 20</u> Na83 Ca13 Mg 4



**Рисунок 3.** Последовательность и структура функционирования гидрогеологического мониторинга Института сейсмологии НАН КР и Казахстана.

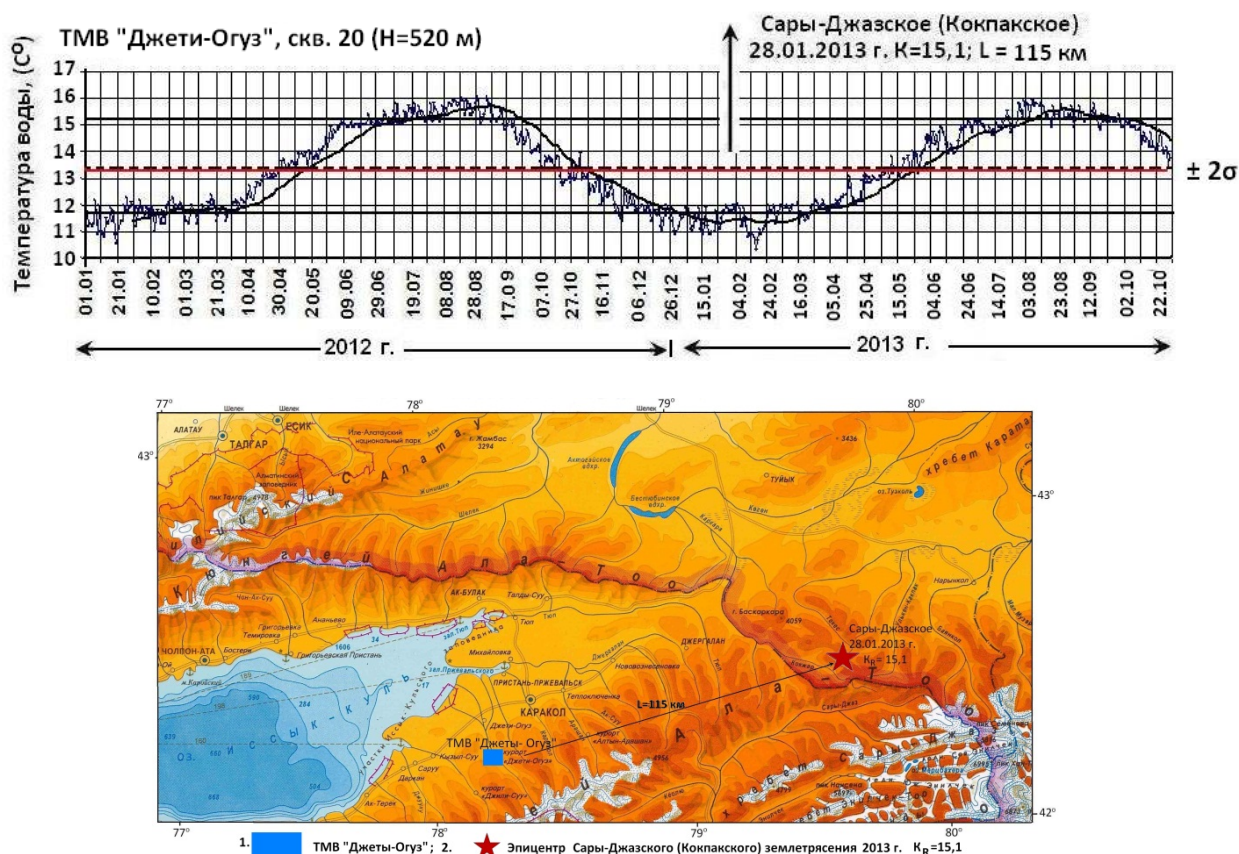
По мнению [6, 24-26], на нарушение режима ТМВ, наряду с сейсмическими событиями, оказывают влияние: сезонность действия источника питания и лунно-солнечных приливов, а также техническое изменение объёма забора воды. К примеру, в ТМВ «Иссык-Ата» понижение дебита скв. 3 от 4.7 до 4.3 л/сек сопровождалось уменьшением компонентов до десятков мг-экв%. Аналогичная картина обнаружена в весенне-летнее время, когда на многократную техническую смену дебита в скв. 6 наложена подготовка серии землетрясений, а именно, Шамсинского (08.11.2006 г.) с  $K_R=12.1$ , Кочкорского (25.12.2006 г.) с  $K_R=14.2$  и Шамсинского (06.06.2007 г.) с  $K_R=12.2$ : снижение до 5.79 л/сек (11.05.2006 г.) после резкого повышения от 7.04 до 10.54 л/сек (26.03.2006 г.) и обратное увеличение до 10.40 л/сек (30.09.2006 г.) отразились и в скв. 3-к, где на фоне общей тенденции, направленной на постепенное снижение параметров, наблюдались частые мигания, а по скв. 6-к в сентябре температура воды изменилась на  $+0.90^\circ \text{C}$ , на что, возможно, повлияло Кочкорский землетрясение (25.12.2006 г.) с  $K_R=14.2$ , произошедший в 109 км от месторождения ТМВ Иссык-Ата. Это привело к необходимости учёта и разделения временных рядов на колебания с тектонической и экзогенно-техногенной природой формирования, для чего в их обработку внедрены корреляционный и дисперсионный методы со скользящим окном (шаг- 1 сут.) 365 суток.

На рисунках 4 и 5 показаны вариационные кривые за 2006-2009 гг. и 2012-2013 гг. температуры воды по скв. 20 месторождения ТМВ «Джети-Огуз», на которых отражена годовая (сезонная) цикличность: с максимумами в летнее время и минимумами - в зимнее, на фоне которых хорошо видны аномальные изменения температуры воды сопутствующие землетрясениям с  $K_R \geq 11.0$ , произошедших с 05.06.2006 г. по 21.08.2009 г. на территории Северного Тянь-Шаня (18.09.2006 г.,  $K_R=10.6$ ; 17.02.2006 г.,  $K_R=10.6$ ; 20.12.2006 г.,  $K_R=10.7$ ; Кочкорское 25.12.2006 г.,  $K_R=14.2$ ; 24.09.2009 г.,  $K_R=12.5$ ) и Китая - 19.04.2009 г.,  $K_R=13.5$ .



**Рисунок 4.** Изменение гидрогеохимических параметров и температуры воды в скв. 20 ТМВ «Джети-Огуз» перед землетрясениями, произошедших с 05.06.2006 по 21.08.2009 гг. на территории Северного Тянь-Шаня (18.09.2006 г.,  $K_R=10.6$ ; 17.02.2006 г.,  $K_R=10.6$ ; 20.12.2006 г.,  $K_R=10.7$ ; Кочкорское - 25.12.2006 г.,  $K_R=14.2$ ; 24.09.2009 г.,  $K_R=12.5$ ) и Китая - 19.04.2009 г.,  $K_R=13.5$ .



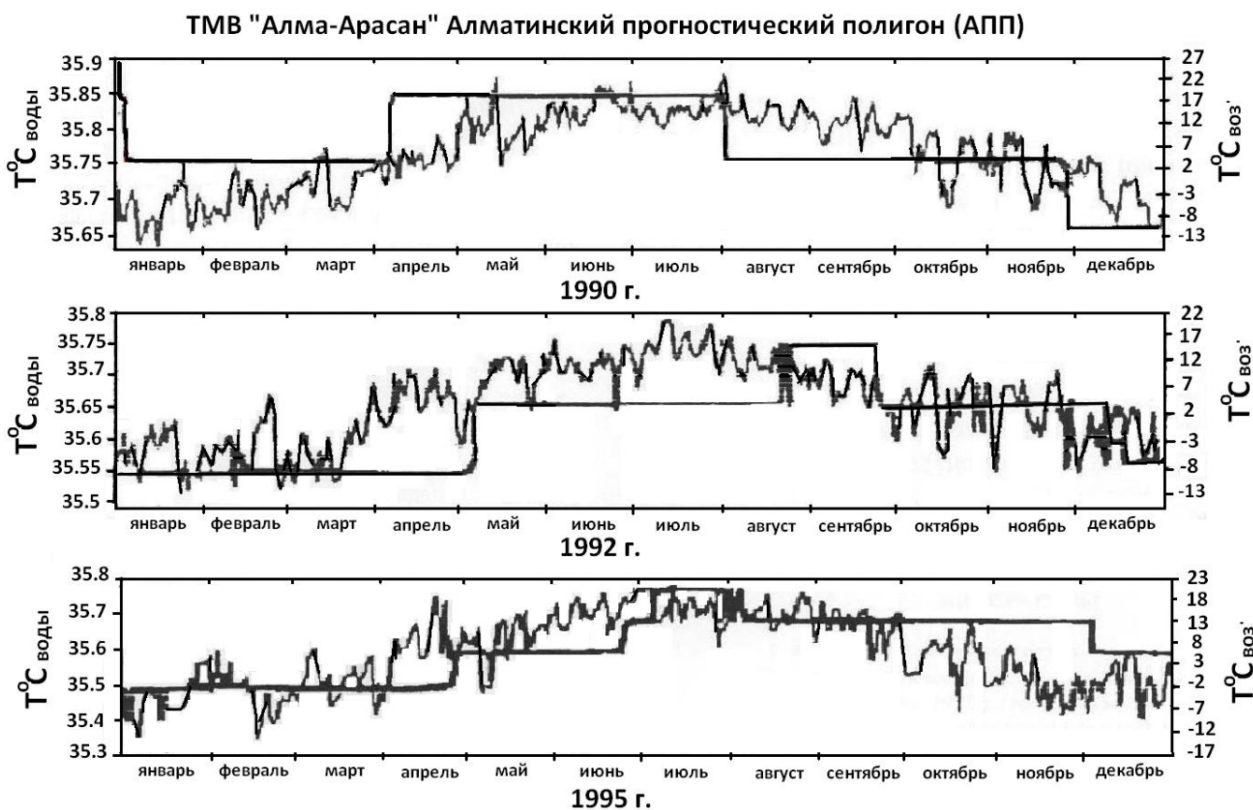


**Рисунок 5.** Вариация температуры воды по скв. 20 месторождения ТМВ «Джети-Огуз» за 2012-2013 гг. в период подготовки и релаксации Сары-Джазского (Кокпацкого) землетрясения (28.01.2013 г.) с  $K_R=15,1$ , произошедшего в 115 км к СВ в зоне Предвосточно-Терской активной разлома.

Отмечается, что аномальные изменения уровней ТМВ по знакам и амплитудам, близки по типам гидрогеологических структур, например, наблюдения в скв. 1097-Бишкек и скв.1254 ТМВ «Кара-Ой» с 1985 по 1990 гг.: уровень воды в первом случае, импульсируя, не выходил за рамки доверительного коридора, то во втором - он понизился на 34 см, отклоняясь от среднего на +12 см, несмотря на аналогичные геолого-гидрогеологические условия. Наибольший эффект отмечен понижением на 70 см при +25 см в скв. 909 месторождения ТМВ «Аламедин», расположенного в горном массиве.

Как показывают данные по АПП Казахстана, температура воздуха на температуру ТМВ не оказывает сколько-нибудь значимого влияния [27]. Так, на рисунке 6 на примере ТМВ «Алма-Арасан» показаны годовые вариации температуры воздуха и температуры воды, где отчётливо видно, что между этими параметрами однозначной связи нет, этим самым можно сказать, что последняя обязана эндогенному режиму гидротермальной системы.

С нашей позиции учёт типа гидрогеологических структур, к которым приурочены гидрогеологические объекты наблюдений ИС НАН КР, в определённой степени может повысить информационную надёжность действующего мониторинга, тем более как считает [5], для Северного Тянь-Шаня, несмотря на слабые связи между амплитудами колебаний параметров и энергией толчков, свойственна сложная, но близкая к прямолинейности эмпирическая зависимость параметров землетрясения ( $V_x$ ) с эпицентральным расстоянием распространения ( $R$ ), площадью охвата ( $S_{км^2}$ ) и интенсивностью ( $I_{ин}$ , %) предвестниковых аномалий.



**Рисунок 6.** Годовые вариации температуры воздуха и температуры воды на месторождении ТМВ «Алма-Арасан» (АПП, Казахстан) [27].

К настоящему времени все гидрогеологические структуры Северного Тянь-Шаня охвачены пунктами гидрогеологического и геофизического (сейсмические и геомагнитные станции) мониторинга, содержащими обширную информацию о геодинамическом состоянии геологической среды. Наибольший интерес, как возможный источник информации для наших работ представляет средний этаж. Ниже дана его краткая характеристика и пригодные для гидрогеологического мониторинга водопункты.

Средний структурно-гидрогеологический этаж распространен в центральных частях артезианских бассейнов - межгорных впадин, где под покровом верхнего этажа начиная с неогеновых отложений до кристаллических пород фундамента по всей площади встречаются напорные пластовые и порово-трещинные воды. Его мощность достигает 4-5 км и характеризуется широким развитием теплых и горячих вод, встречающихся с глубин от 1000 м, где местами ярко выражена гидрохимическая зональность (таблица 3).

Водоносные комплексы приурочены к неогеновым и палеогеновым отложениям сложенных конгломератами, гравеллитами, песчаниками и глинистыми породами, в которых местами присутствуют гипс и соли. В этих толщах в плане и разрезе sporadически распространены подземные воды, разнообразные по минерализации и химическому составу, изменяющиеся от хлоридно-сульфатно-натриевых до хлоридных натриевых, что определяется составом вмещающих пород и глубиной циркуляции: в карбонатных разностях и вблизи от поверхности обнаружены гидрокарбонатные кальциевые, в загипсованных толщах-солончатые сульфатно-кальциевые, на сводах антиклиналей и на прилегающих к ним частях - солончатые и солёные воды.

Таблица 3.

## Характеристика среднего структурно-гидрогеологического этажа

Местоположение скважин	Геологический возраст пород	Глубина залегания водоносных комплексов	pH	M, г/л	Химический состав вод, мг-экв. %
Балыкчы	N <sub>2</sub>	76-87	7,9	0,4	$\frac{HCO_3}{(Na+K)} 68 \frac{SO_4}{Ca} 18$
Кара-Ой	N <sub>2</sub>	1265-1385	8,4	2,8	$\frac{SO_4}{(Na+K)} 58 \frac{Cl}{Ca} 10$
Жаркынбаево	N <sub>2</sub>	1235-1485	8,5	1,4	$\frac{Cl}{(Na+K)} 59 \frac{SO_4}{Ca} 38$
Чолпон-Ата	N <sub>2</sub>	830-900	7,6	17,5	$\frac{Cl}{(Na+K)} 91$ Ca 32
Избаскент	N <sub>2</sub>	920-980	8,3	1,2	$\frac{SO_4}{(Na+K)} 58 \frac{Cl}{Mg} 30$
Уч-Коргон	N <sub>1</sub>	3700-3800	7,0	40,0	$\frac{Cl}{(Na+K)} 92$ 96
Избаскент	P	2267-2275	7,3	90,4	$\frac{Cl}{(Na+K)} 97$ Ca24
Майлуу-Суу	P	1967-2050	7,1	32,4	$\frac{Cl}{(Na+K)} 98$ Ca28
Сох	P	1515-1530	8,1	8,0	$\frac{SO_4}{Ca} 32$ Ca50 (Na+K) 37
Чолпон-Ата	P	1340-1400	7,8	27,5	$\frac{Cl}{(Na+K)} 83 \frac{SO_4}{Ca} 12$
Шалба	P	2230-2260	7,5	103,2	$\frac{Cl}{(Na+K)} 91$ Ca20
Майлуу-Суу	C	2405-2440	7,8	124	$\frac{Cl}{(Na+K)} 93$ Ca40
Сох	C	2320-2340	7,7	147	$\frac{Cl}{(Na+K)} 92$ Ca14
Майлуу-Суу	C	2020-2080	8,1	112	$\frac{Cl}{(Na+K)} 99$ Ca30

Подземные воды в меловых отложениях приурочены, в основном, к мощным пластам красноцветных песчаников, гравеллитов, тонким пластам известняков и мергелей, разделяемых пропластками глин, гипсов и загипсованных глин. В целом эта толща характеризуется низкой водообильностью, хотя в зонах тектонических нарушений и закарстованности нередко высокая водоотдача в родниках, достигающая десятков л/сек.

В такой геохимической взаимообусловленности теория отражения может быть принята как основа в поисках предвестников землетрясений, в связи с чем наибольший интерес представляют вариации тех составляющих, которые не только поступают из нижних частей земной коры, но и создают нестационарные условия их выхода из вмещающих образований за счёт неустойчивого равновесия с самой средой.

## 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. Оролбаев Э.Э. Влияние Сарыкамышского землетрясения на режим Джеты-Огузского месторождения ТМВ. – Деп. ВИНТИ, 3 3356-82, 1982, 13 с.
3. Оролбаев Э.Э. Первые результаты исследований режима подземных вод с целью поиска гидрогеодинамических предвестников землетрясений на территории Киргизии// Гидрогеодинамические предвестники землетрясений. М.: Наука, 1984. – С. 50-64.
4. Камиссаров В.В. Исследования процессов миграции гелия в водах разломов в связи с прогнозом землетрясений //Гидрогеохимические и гидрогеодинамические исследования на прогностических полигонах Киргизии. Фрунзе: Илим, 1988. – С. 78-95.
5. Абдуллаев А.У. Флюидный режим земной коры как отражение современных геодинамических процессов (на примере Тянь-Шаня). Алматы. 2002. 352 с.
6. 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.
7. 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](http://www.journal.seismo.kg/archive/journal_2014-3/article8.pdf)
8. Поиски предвестников землетрясений. – Ташкент: ФАН, 1976, 262 с.
9. Мавлянов Г.А., Султанходжаев А.Н., Уломов В.И. и др. Явление изменения химического состава подземных вод при землетрясениях //Диплом на открытие № 129. Бюллетень открытий изобретений. – Москва, 1979, № 42.
10. Чалов П.И., Тузова Т.В., Алехина В.М. Изотопные параметры вод разломов земной коры в сейсмически активной зоне. Фрунзе: Илим, 1980, 105 с.
11. Милькис М.Р. Гидрогеологические предвестники Ашхабадского землетрясения 1948 г. //Гидрогеодинамические предвестники землетрясений. М.: Наука, 1984. 76-94.
12. Осика Д.Г. Флюидный режим сейсмически активных областей. М.: Наука, 1981. 204 с.
13. Гидрогеохимические предвестники землетрясений. М.: Наука, 1985. 216 с.
14. Прогноз землетрясений №3, 1983. Душанбе: Дониш, 1985. 286 с.
15. Барсуков В.Л., Варшал Г.М. и др. Значение гидрогеохимических методов для краткосрочного прогнозирования землетрясений. М.: наука, 1985. 3-16 с.
16. Вартанян Г.С., Бредехоефт Дж.Д., Роуэллоффс Э. Гидрогеологические методы исследования тектонических напряжений //Советская геология, №9, 1991. – С. 3-12.
17. Барсуков В.Л., Беляев А.А., Бокалдин Ю.А. и др. Геохимические предвестники землетрясений. М.: Наука, 1992. 213 с.
18. Киссин И.Г. Гидрогеологический мониторинг земной коры //Физика Земли, 1993, №8. – С. 59-69.
19. 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.
20. Войтов Г.И., Юнусов Ш.С. Изотопно-углеродный предвестник сильных тектонических землетрясений //Доклады РАН, 1996, т. 346, №3. – С. 392-395.
21. Киссин И.Г. Флюидонасыщенность земной коры, электропроводность и сейсмичность //Физика Земли, 1996, №4. – С. 30-40.
22. 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.
23. Кальметьева З.А., Гребенникова В.В, Мусиенко Е.В. Поле напряжений Киргизского Тянь-Шаня //Геодинамика и геоэкологические проблемы высокогорных регионов. Сб. мат-лов 2 Междунар. Симп. Москва-Бишкек: Изд. Дом «Printhouse», 2003.– С. 233-240.
  24. Оролбаев Э.Э. Гидрогеологическая скважина, как объёмный деформограф. //Мат-лы IX научной конференции молодых ученых АН Кирг. ССР. Фрунзе, 1988.–С.138-139.
  25. 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.
  26. 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.
  27. Тукешова Г.Е. Соотношение между температурой воздуха и температурой воды самоизливающихся скважин на Алматинском прогностическом полигоне //ҚР ҰҒА–ның Хабарлары. Геологиялық сериясы, Алматы, №4, 2010. – С. 82-86.