

УДК 551.243+551.2

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

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРЫВНО-БЛОКОВОЙ ДЕЛИМОСТИ  
ПЛИОЦЕНА КЫРГЫЗСКОГО ТЯНЬ-ШАНЯ  
(на примере Иссык-Кульского артезианского бассейна)**

**Аннотация:** Для повышения достоверности прогноза землетрясений на примере Иссык-Кульского артезианского бассейна приведены причинно-следственные взаимосвязи гидрогеохимических показателей верхнего неогена- одного из водоносных комплексов, содержащих термоминеральные воды (ТМВ) в зонах динамического влияния разломов. Проявление конкретных гидрогеохимических типов связано с подвижностью разрывно-блоковых зон, а возникновение скачков в системе «вмещающая среда-подземные воды-водопункты» определяется режимобразующими факторами - временной цикличностью и тектонической нарушенностью в структуре.

**Ключевые слова:** разрывно-блоковые зоны, термоминеральные воды, гидрогеохимические типы, случайные скачки, закономерные вариации, простые и комплексные ионы, структурно-функциональные связи, интерпретация, обусловленность гидрогеологических свойств.

**КЫРГЫЗ ТЯНЬ-ШАНЫНЫН ПЛИОЦЕНТИНИН АЖЫРАГЫЧ-БЛОКТУК  
БӨЛҮНҮҮСҮНҮН ГИДРОГЕОХИМИЯЛЫК КӨРСӨТКҮЧТӨРҮ  
(Ысык-Көл артезиан бассейнинин мисалында)**

**Кыскача мазмуну:** Ысык-Көл артезиан бассейнинин мисалында жер титирөөлөрдүн божомолдонуусунун аныктыгын жогорулатуу үчүн жараңкалардын динамикалык таасир көрсөтүү зоналарындагы термоминералдык сууларды (ТМС) камтыган суу алып жүрүүчү комплекстеринин бири – жогорку неогендин гидрогеохимиялык көрсөткүчтөрүнүн өз ара байланышынын себеп-натыйжалары келтирилген. Конкреттүү гидрогеохимиялык типтердин көрүнүшү ажырагыч-блоктук зоналардын кыймылдуулугу менен байланышта, ал эми «сыйдырыла турган чөйрө-жер алдындагы суулар-суупункттары» системасындагы олук-солкулуктардын пайда болуу фактору структурадагы убакыт циклдүүлүгү жана тектоникалык бузулуулардын режим түзүүчүлөрү менен аныкталышат.

**Негизги сөздөр:** иштеп чыгуу методикасы, режим, гидродинамикалык талаа, процесстер, сейсмикалык окуялар мезгилдери, убакыт катарлары, температура, артыкбаш басым, деңгээл, өзгөрүлмөлүү параметр, чыңалган-деформациялык абал, атмосфера кубулуштары.

**HYDROGEOCHEMICAL INDICATORS OF RUPTURE-BLOCK DIVISIBILITY OF THE  
KYRGYZ TIEN SHAN PLIOCENE  
(on the example of the Issyk-Kul artesian basin)**

**Abstract:** For improvement of the reliability of the earthquake's predictions on the example of the Issyk-Kul artesian basin the relationship of hydrogeochemical indicators of the upper Neogene as one of the water-bearing system, containing the thermomineral water (TMW) in the areas of dynamic influence of faults, is presented. An appearance of the specific hydrogeochemical types associated with mobility of the rupture-block areas and the occurrence of changes in the system, "country environment-groundwater-water site" is defined by operation conditions such as time cyclicity and tectonic disturbances in the structure.

**Keywords:** processing method, mode, hydrodynamic fields, processes, seismic event periods, time series, temperature, overpressure, level, variable parameter, the stress-strain state, atmospheric phenomena

Проявление конкретных гидрогеохимических типов связано с подвижностью разрывно-блоковых зон, а возникновение скачков в системе «вмещающая среда-подземные воды-водопункты» определяется режимообразующими факторами - временной цикличностью и тектонической нарушенностью в структуре.

**Состояние вопроса.** Кыргызский Тянь-Шань представляет собой горное сооружение со сложным сочетанием поднятий и межгорных впадин, ограниченных различными по условиям формирования и характером развития разломов. Превышение хребтов над прогибами колеблется от 200-600м до 2200-3000м, что отражено в распространении подземных вод в артезианских бассейнах и горных массивах.

Как свидетельствуют многочисленные публикации, в изучении подземной гидросферы Кыргызского Тянь-Шаня сделано немало, что в историческом аспекте условно разделяется на два этапа. Первый, качественный период (до 60-х гг. прошлого столетия) характеризуется бурением мелких скважин и проходкой горных выработок для покрытия территории мелко- и среднемасштабными съемками. Кстати, эти результаты послужили основой для выпуска 40-го тома (Киргизская ССР) в монографии «Гидрогеология СССР», а в дальнейших исследованиях - методическим инструментом. Так, [2,3] выделил два типа структур - артезианские бассейны, приуроченные к межгорным впадинам, и гидрогеологические массивы, охватывающие складчато-глыбовые поднятия. В последних показатели вод с трещинно-пластовой, трещинной и жильной циркуляцией определяются положением родников по отношению к речной сети: сезонные выходы преобладают выше 3000м- в районе многолетней мерзлоты-, а термы и субтермы, являющиеся круглогодичными, тяготеют в Северном Тянь-Шане к высотам от 2200 м до 2500-2600 м, в Срединном - к 2600-2800 м, а в Южном- к отметке от 2200 м до 2800 м.

В течение второго этапа усовершенствованы методы разведки водоносности пластов и доказано пластовое залегание ТМВ в осадочных толщах кайнозоя, нарушенных зонами дробления глубинных разломов, по которым определены их возможности применения в исследовании «дыхания» земли. При этом созданы различные модели по типичной схеме анализа форм, контрастности и длительности изменений в них, но предвестники с надёжными признаками не выделены. В этих гидроаномалиях, подчинённых определённым механическим перемещениям и физико-химическим превращениям, вне сомнения, присутствует не только низкий уровень научных знаний, но и сложность самой проблемы, особенно недостаточная разработанность методических приёмов [7], из-за чего с каждым годом разрыв между режимными данными и теоретическими построениями увеличивается.

К сегодняшнему дню имеются сведения о периодах активизации и ослаблении 5 ощутимых ( $M \geq 5$ ) сейсмических событий с эпицентрами от 30 км до 300 км от пунктов наблюдений (таблица 1), но общие признаки в гидрогеологических полях от одного землетрясения к другому отсутствуют, в связи с чем на примере ТМВ плиоцена Иссык-Кульского бассейна приведены особенности проявления наблюдаемого водоносного комплекса, поскольку по [1, 4] разломы - это не только регуляторы гидропроводности разреза, но и генераторы геодинамической обстановки. Это также обусловлено тем, что сопоставительный анализ и объективная интерпретация гидрогеологических признаков корректны только тогда, когда их набор будет одного уровня, причём постоянные и временные пункты наблюдений, размещённые на различных глубинах и несущие информации с близких разрезов по литолого-структурной принадлежности, придают влиянию эпицентрального расстояния подчинённую роль.

**Методика исследований.** Мы, учитывая многоступенчатость геолого-геохимических процессов, происходящих в недрах земли, и, как следствие, неясность блоково-разрывной тектоники в формировании физико-химических показателей ТМВ использовали системный подход как метод, способный отделить природу случайных скачков от закономерных вариаций [8]. При этом ход режима ТМВ, обычно завершающий синтез, принят отправным положением, позволяющим рассмотреть их как динамическую систему, состоящую из множества подсистем различного ранга, у каждого из которых геохимический облик определяется внутренней структурой разрывно-блоковых зон. При этом, между глубиной залегания и структурной приуроченностью водоносных пластов с физико-химическими показателями подземных вод, циркулирующих в осадочном чехле межгорных артезианских бассейнов Кыргызского Тянь-Шаня, существуют закономерные связи: так, из палеоген-неогеновых образований в сводах структур на глубинах до 1200м обнаружены седиментационные хлоридные натриево-кальциевые воды с температурой более  $\pm 40 - 45^{\circ}\text{C}$ , которые на их крыльях даже ниже 1600 м охлаждены (до  $35-36^{\circ}\text{C}$ ) при сульфатно-хлоридном натриево-магниевом-кальциевом составе и сухом остатке около 10-15г/л. Кроме этого, в допалеозойских известняках, у которых средний абсолютный возраст превышает несколько сот млн. лет, нередко распространены современные воды, хотя отдельные ионы, например, углерод, по абсолютному возрасту являются более древними. Поэтому представление теории систем об определённой совокупности ионов и параметров, образующих целостность подземной гидросферы, вполне пригодно, а выносом элементов и донасыщением ими можно познать вещественное преобразование водоносного пласта, совпадающее с короткопериодной активизацией сейсмичности.

Для этого были привлечены три взаимосвязанных аспекта: распространение, функция и история ТМВ: первое охватывает совокупность пространственно-временных отношений, например, особенности или закономерности их проявления по площади и в разрезе, второе- реакция на действие внешней и внутренней сил, обуславливающих прямые и обратные связи, а третье - длительность и обратимость гидроаномалий по законам координации, т.е. как однопорядковый- их проявление в годовом и многолетнем разрезах по отношению к глубинам циркуляции, стратиграфической принадлежности и литолого-геохимической представленности или индифферентность к ним, другой- разнопорядковый- оценка иерархичных уровней временных рядов по разрывно-тектоническим блокам. В нашем распоряжении имеются данные, охватывающие периоды активизации и релаксации около 5 сильных ( $M \geq 5$ ) сейсмических событий с эпицентрами от 30 до 300 км от пунктов наблюдений.

**Полученные результаты.** 1. Взаимокоррелируемость определённого набора и количества как простых, так и комплексных ионов в одной системе по многоступенчатым структурно-функциональным связям, образующим парагенетические подсистемы: например, трещинный и пластовый тип, пресная и рассольная, грунтовая и напорная, холодная и термальная. Как классический пример однопорядковой системы может служить вертикальная гидрогеохимическая зональность подземной гидросферы [10], проявляющаяся в виде прямого и обратного (инверсионного) типов (таблица 2). В первом случае книзу пресные гидрокарбонатные кальциевые или натриевые через сульфаты переходят к высоко минерализованным и рассольным хлоридным водам, а во-втором-наоборот, в неглубоких толщах имеются воды с большей минерализацией, нежели в нижележащих зонах.

С нашей позиции, как выяснилось, переходы гидрогеохимической обстановки плиоцена одновременно- как по площади, так и в разрезе мозаична, т.е. они происходят ломаными линиями, причем на фоне локальных площадей с прямой зональностью, близкой к литологии вмещающей среды, в узких зонах через весь кайнозой пронизывают, до глубины 5-6 км, однотипные воды (Сухой-Хребет Уч-Кайнар, Каракол), идентичные с отдельными выходами горных массивов (Алтын-Арашан, Аксуу), не включая чередования промежуточных показателей ТМВ (Джергалан, Кара-Ой, Ананьево, Тоссор).

2. Устойчивость системы к статистически случайным возмущающим действиям, например, к процессам подготовки землетрясений. Как видно из таблицы 1, реакция физико-химических параметров ТМВ Кыргызстана на воздействие внешних и внутренних сил, свидетельствуя о способности к динамическому развитию, лежит в основе возможности их использования как источники информации для прогноза землетрясений [1, 6,7].

Таблица 1.

**Реакции ТМВ на землетрясения с  $K_R \geq 11,0$ . (+) реагируют, (-) нет**

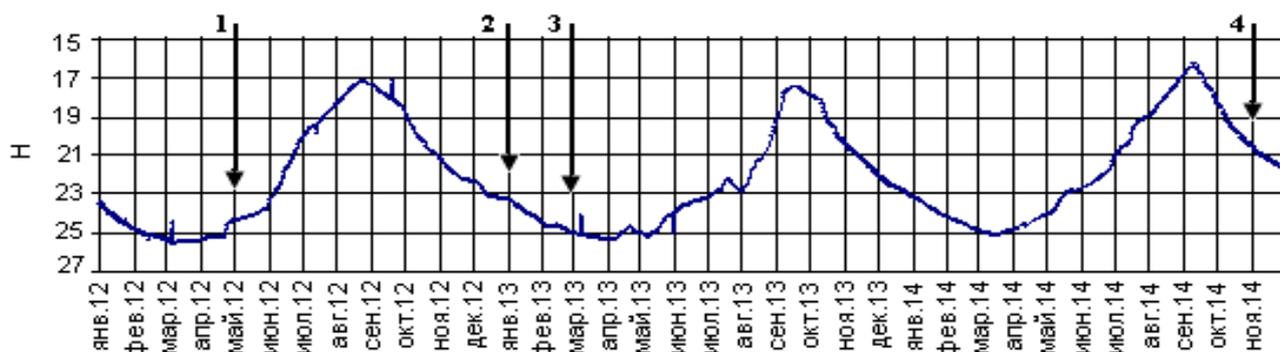
Произошедшие землетрясения	$K_R$	Расстояние (км)	pH	$CO_3^{2-}$	$HCO_3^-$	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>
Каджи-Сай (5.07.1980)	13.8	200				+	+	
Чолпон-Ата (31.12.1982)	13.6	205	+	+	+	+		
Байсоорун (12.11.1990)	15.0	250	+		+			
Суусамыр (09.08.1992)	17.0	120	+	+	+		+	
Арпатекир (16.01.2004)	11.8	22	+	+	+	+	+	
Шамси (08.11.2006)	12.1	46	+		+			+
Кочкор (25.12.2006)	14.2	109			+	+		
(21.08.2008)	11.0	118		+	+	+		+
Сары-Жаз (28.01.2013)	15.1	110	+	+	+	+		+
(30.06.2013)	12.5			+	+			+
Каджи-Сай (14.11.2014)	14.0		+			+		

3. Возможность перевода гидрогеологической системы из одного качественного и количественного состояния в другое воздействием на какой-нибудь элемент, например, изменением режима эксплуатации скважины. Так, по данным [6,7], наибольшие амплитуды колебания параметров ТМВ «Иссык-Ата», вследствие технического перевода дебита скважин, не превысили 10%, а флуктуации выше 10%, связанные с подготовкой землетрясений  $K_R \geq 11,0$ , представлен как предвестниковый признак.

Итак, физико-химические показатели гидрогеологической системы за счёт такого свойства, как стремление к равновесию, после реализации события возвращаются в прежнее состояние, без которого они меняли бы свой геохимический облик от любого воздействия, причём параметры не успевали бы организовываться в системы.

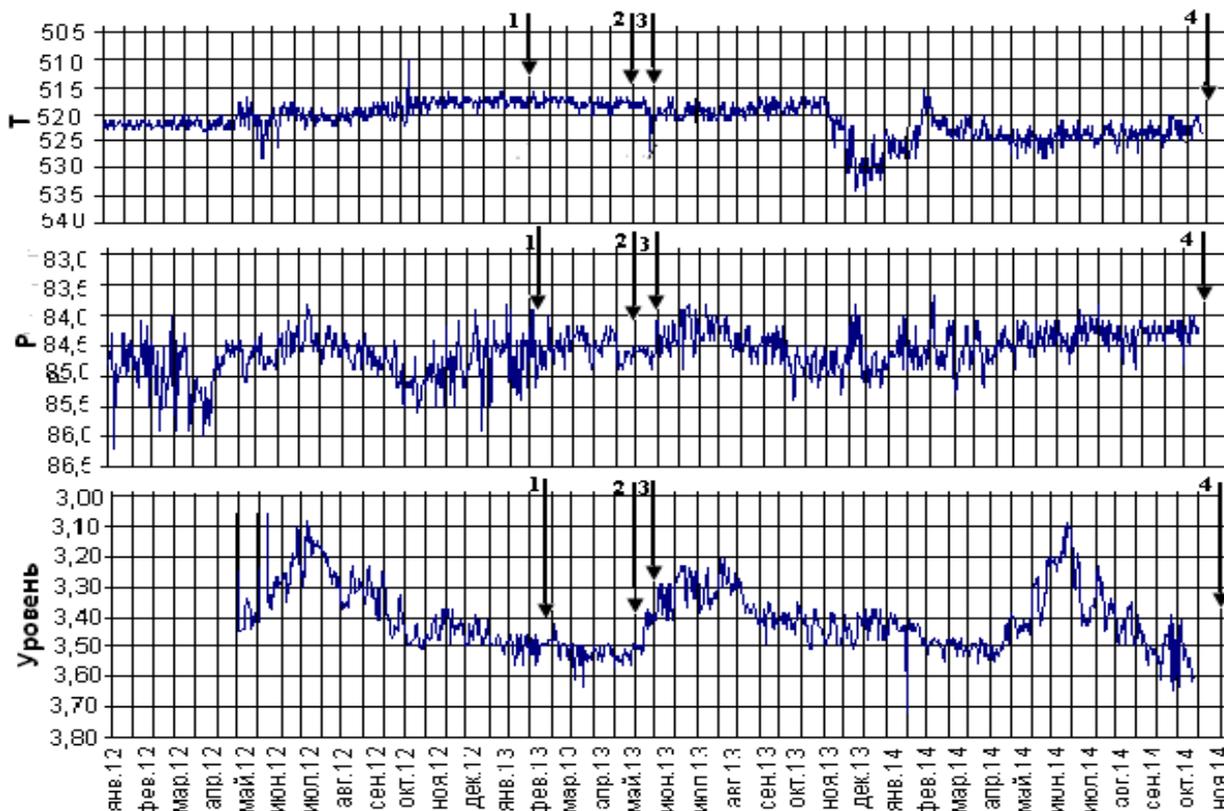
Вышеприведённые данные позволяют заключить, что временные вариации гидрогеохимических параметров отражают определённое пространственно-временное состояние системы, в связи с чем их выход за пределы как минимальных, так и максимальных уровней принят границей раздела устойчивости и неустойчивости равновесия, отличающей по характеру проявления-цикличности и скачкообразности со свойственной в пространстве асинхронностью и неоднородностью. С учётом этого по динамике (коридорам) развития таких частей в пределах каждого устойчивого и неустойчивого равновесия, превышающей средних значений, изучаем интенсивность годовой и многолетней цикличности ТМВ, изолированных от прямого влияния экзогенных факторов, что контролируется саморегуляцией, фиксируемой по изменениям соотношений между равновесным и устойчивым состоянием. В качестве примера можно привести временный ход уровня воды «Эркин-Сай», установившегося на глубине от 15.8 до 25.9-26.1 м с амплитудой колебания от 9.5 до 10.2 м, вскрытых в четвертичных отложениях. Его режимный ход, имеющий параболлический вид, к поверхности земли максимально приближается в летне-осеннее время, а снижается зимой (рисунок 1), тогда как в скв. 909

«Аламедин» понижение уровня и повышение дебита от 1.5783 до 1.6128, сопровождающиеся импульсными колебаниями давления (кгс/см<sup>2</sup>) от 86.2 до 84.4 кгс/см<sup>2</sup>, зафиксированы перед землетрясением с  $K=10.8$ , произошедшим 28.03.2012 г. (таблица 2).



**Рисунок 1.** Среднемесячные вариации уровня воды «Эркин-Сай» (1, 2, 3 и 4-землетрясения).

Такие картины отмечены практически перед всеми землетрясениями с  $K_R \geq 12.0$ , т.е. на фоне сезонной цикличности возникают случайные, на первый взгляд, эффекты с различными амплитудами и формами, что по нашему мнению связано с индивидуальной реакцией пункта наблюдений в зависимости от внутренней структуры разломов в реальном времени.



**Рисунок 2.** Вариации гидродинамических параметров скв.909 «Аламедин».

К этому наталкивает сопоставление вариационных кривых Р-Т условий скважин «Эркин-Сай», «Аламедин», приведённых на рисунках 1 и 2, которые позволяют допустить, что в начале накопления сейсмической энергии, т.е. до момента реализации эндогенного

фактора, в водоносные пласты поступают больше веществ, чем выносятся, но система равновесия сохраняет граничными условиями саморегуляции. С этим, скорее всего, связана модель внедрения флюидов из очага готовящегося землетрясения и проявление гидрогеологических эффектов на больших расстояниях.

Таблица 2.

**Основные сведения землетрясений, указанных на рисунках 1 и 2 («Эркин-Сай» и «Аламедин»).**

Год	Месяц	Дата	Часы	Мин.	Сек.	Долгота	широта	Глуб.	К <sub>энер.</sub>
2012	03	12	8	21	20.0	41.72	74.42	18.0	4.9
2013	01	28	17	14	45.7	42.53	74.83	19.0	15.3
2013	03	13	15	0	49.3	41.60	76.37	19.0	7.5
2014	11	14	8	56	14.7	42.15	75.23	19.0	12.6

4. Эмереджентность - наличие качества гидрогеологической системы, отсутствующего у её компонента или параметра в отдельности, например, из молекул водорода и кислорода, представляющих собой газ, образуется вода, т.е. соединение с совершенно другими свойствами. В данном случае мы имеем дело с алгебраической суммой концентрационных значений ТМВ, заведомо попадающей, при механическом связывании с сейсмической активизацией, в рамки субъективной интерпретации, тем более сведения о направленности их вариаций отсутствуют [6].

Таблица 3.

**Характеристика плиоценового водоносного комплекса.**

Местоположение скважин	Геологич. возраст пород	Глубина залегания водоносных комплексов (м)	pH	M, г/л	Химический состав вод, мг-экв. %
Балыкчы	N <sub>3</sub> -Q <sub>1</sub>	76-87	7.9	0.4	<u>HCO<sub>3</sub> 68 SO<sub>4</sub> 18</u> (Na+K)48 Ca36
Кара-Ой	N <sub>2</sub>	1265-1500	8.4	2.8	<u>SO<sub>4</sub>58 Cl 40</u> (Na+K)88 Ca10
Ананьево	N <sub>2</sub>	1235-1485	8.5	1.4	<u>Cl 59 SO<sub>4</sub> 38</u> (Na+K) 85 Ca14
Чолпон-Ата	N <sub>2</sub>	830-900	7.6	17.5	<u>Cl 91</u> (Na+K) 65 Ca 32
Шалба	N <sub>2</sub>	1430-1660	7.5	13.2	<u>Cl 91</u> (Na+K) 71 Ca20
Каракол	N <sub>2</sub>	1200-1500	8.4	0.4	<u>HCO<sub>3</sub> 70 SO<sub>4</sub> 28</u> (Na+K)88 Ca 8
Каджи-Сай	N <sub>2</sub>	1200-1450	8.4	0.4	<u>HCO<sub>3</sub> 58 SO<sub>4</sub> 38</u> (Na+K)78 Ca16

Поэтому для объективной интерпретации, как предлагает Шерман [11], приступили к поискам взаимообусловленности гидрогеологических свойств и разрывно-блоковой делимости, например, Предтескейского разлома в реальном времени. Но сначала построением гидрогеохимической схемы проанализированы гидрогеохимические параметры

плиоцена, по которому режимные материалы являются представительными (рисунок 3). С другой стороны, он, благодаря региональному распространению, большой мощности от 1000 до 1500 м и повсеместному содержанию ТМВ, изучен по площади и разрезу достаточно равномерно (таблица 2). При их систематизации была использована методика Питъевой К.Е., в основу которой положена зависимость ионно-солевого состава от минерализации, а основными границами взяты 1.0; 10.0 и 30.0 г/л, дополнительными- соотношение между анионами и катионами.

Как видно из таблицы 3, на границе 1.0 г/л сульфаты уступают ведущее место хлор-иону, который с увеличением минерализации начинают доминировать, причём, когда минерализация становится более 3.0 г/л, кальций переходит на ведущее положение. При этом в анионном составе вод до 0.5 г/л одновременно (практически в равных количествах) присутствуют все три аниона ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), при 0.8 -1.0 г/л- два аниона ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), а катионный состав- натриевый с концентрацией кальция до 12 мг-экв.%. С учётом этого, выделено 5 гидрогеохимических типа (г/л): мало- (до 1.0) и слабо- (до 10.0), умеренно- (до 30.0), сильноминерализованный (до 50) и рассольный (более 50).

Первый тип, включающий воды до 1.0 г/л, характеризуется гидрокарбонатно-сульфатным и сульфатно-гидрокарбонатным натриевым составом. Они распространены локально в узких зонах и контролируются глубинными разломами (Уч-Кайнар, Каракол, Каджи-Сай). Его особенностью является повышенное содержание гидрокарбонатов и сульфатов при небольшой концентрации хлора, рН изменяется от 8.4 до 9.5 при превышении пластового давления над гидростатическим.

По соотношениям анионов внутри этого типа выделяются два - гидрокарбонатный и сульфатный подтипы. Первый, имея очаговое развитие, тяготеет к глубинным разломам, испытывающим в течение длительного геологического времени растягивающие усилия, и характеризуется рН от 9.2 до 9.5 при Eh, равном +100 мВ, а радон находится в пределах естественного фона (8-12эман).



**Рисунок 3.** Гидрогеохимическая схема верхнеэоценового водоносного комплекса Иссык-Кульского артезианского бассейна (М: 1:200 000). Условные обозначения:  
 1-Гидрогеохимические типы и подтипы: 1- маломинерализованный сульфатный тип-гидрокарбонатный (а) и хлоридный подтипы. 2- слабоминерализованный хлоридный тип- сульфатный (а) и натриевый подтипы. 3- минерализованный хлоридный тип-натриевый подтип. 4- разломы- достоверные (а) и предполагаемые (б). 5- Площади развития Кунгейского и Тескейского гидрогеологических массивов (а) и Иссык-Кульского артезианского бассейна.

Следующий - сульфатный подтип с локальными площадями, здесь обнаружены скважины по всей территории. Минерализация вод составляет 1.5-3.0 г/л при сульфатном и сульфатно-хлоридном натриевом и натриево-кальциевом составе при рН от 8.6 до 8.8 и Eh-от +125 до +140мВ, а пьезометрические уровни устанавливаются выше поверхности земли с доминированием пластового давления над гидростатическим.

Второй - слабоминерализованный тип включает воды (от 3.0 до 10.0 г/л) с изменяющимся от хлоридно-сульфатного до хлоридного натриево-кальциевого химического состава. Он широко распространён и отличается повышенной минерализацией, преобладанием среди анионов сульфата и хлора, а в катионном- натрия над кальцием и магнием. Для площадей данного типа свойственно абсолютное, причём, как следствие, уровни вод в верхней части не достигают поверхности земли, тогда как из нижних зон самоизливаются. Воды содержат радон в количестве 8-14 эман при рН 7.6-7.8.

В этих гидрогеохимических полях решающую роль играет тектоническое строение докембрийского фундамента, [5 ], с учётом которого по трём- западному, центральному и восточному- блокам описана перспективность площадей на нефтеносность [4].

Действительно, по срезу глубины, проведённому для 1000 м, чётко видно, что данный уровень поверхности, особенно, в центральных и восточных блоках, связан с площадями развития плиоцена, который нарушается приподнятыми выступающими блоками из нерасчлененного палеоген-неогена, а также эпизодически фундаментом. Так, по большей части территории, особенно, в зонах дробления Трансиссыккульского разлома, по всей видимости, преобладают растягивающие силы, т.е. как на севере, так и на юге имеет место однотипный гидрогеохимический разрез (Каджи-Сай, Учкайнар, Кош-Кель), имеющий инфильтрационный генезис, а, начиная с 900-950 м, в меридиане Чолпон-Ата- Корумду залегает нерасчленённый палеоген-неоген (Pg<sub>3</sub>-N<sub>1</sub>), для которого характерна прямая зональность, а на юго-западе скважиной «Бар-Булак» вскрыт карбон, тогда как в западном блоке- фундамент, а именно, безводные гранитные интрузии с высокими геотермическими полями (окраины г. Балыкчы и с. Тору-Айгыр).

Итак, в Иссык-Кульском артезианском бассейне гидрогеохимические параметры, приведённые в сопоставлении с геологической представленностью как по площади, так и для глубины 1000 м, указывают на неоднородную гидропроводность плиоцена, вследствие структурно-блокового строения- за счёт разнонаправленных (растягивающих и сжимающих) усилий сформирована мозаичная гидрогеохимическая обстановка, у которой, в свою очередь, неоднородная реакция на проявление сейсмичности.

*Рецензент: доктор ф.-м. наук Муралиев*

### Литература

1. Абдуллаев А.У. Флюидный режим земной коры, как отражение современных геодинамических процессов ( на примере Тянь-Шань). Алматы: Эверо , 2002, с. 352.
2. Гидрогеология СССР. Киргизская ССР. - М. : Недра, 1971.Т. 40.
3. Григоренко П.Г. Основы геологии четвертичных (антропогенных) отложений и связанные с ними подземные воды артезианских бассейнов Киргизского Тянь Шаня. - Фрунзе - Ташкент, 1966.
4. Ибрагимов Д.С., Авганов А.Т. Геотектонические особенности распространения термальных вод Иссык-кульской впадины //Вопросы геохимии и динамики подземных вод Средней Азии. Ташкент. 1979, вып.8.
5. Кнауф В.И. глубинно-глыбовой природе структуры Тянь-Шаня /Труды УГиОН при СМ Кирг. ССР. –Н.: М: Геолтехиздат, 1962.
6. 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\\_2013-2/article6.pdf](http://www.journal.seismo.kg/archive/journal_2013-2/article6.pdf)

7. Кендирбаева Дж.Ж., Гребенникова В.В. О взаимосвязи геохимических условий и гидрогеотермической обстановки Кыргызского Тянь-Шаня/ Труды Межд. конф. «Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле, интерпретация геофизических полей», Екатеринбург, 2013.
8. Мамыров Э.М., Абдуллаев А.У. Методика выделения гидрогеохимических и гидрогеодинамических предвестников аномалий для средне и краткосрочного прогноза землетрясений по геохимическим и гидрогеодинамическим данным /Сейсмологические наблюдения в Кыргызстане. Бишкек, 1993.
9. Пахомов Б.Я. О системной методологии /Методика системно-структурных исследований. Изд-во Воронежского университета, 1971.
10. Посохов Е.В. Химическая эволюция гидросферы. Л.: М.: 1981.
11. Шерман С.И. Сейсмический процесс и прогноз землетрясений. Иркутск. -ИЗК СО РАН. 2014.