

УДК 551.243+551.2

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

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕГИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КЫРГЫЗСТАНА КАК ИСТОЧНИКА ИНФОРМАЦИИ ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Аннотация: В предлагаемой работе рассмотрены основополагающие принципы гидрогеологии, позволяющие улучшение регионального анализа по изменениям физико-химических показателей подземных вод, связанных с проблемами прогноза землетрясений. Сущность данного подхода заключается в применении многоаспектных путей и разных геолого-геохимических комбинаций, исходящих из причинных и генетических, балансовых и качественных принципов, поскольку информационно-поисковой набор в гидрогеологических объектах Кыргызстана включает множество элементов и их соединений, обязанных своим происхождением многоканальной системе в тектонических разломах, где непрерывно происходит интенсивный обмен энергией и веществом.

Ключевые слова: принципы, физико-химические показатели, подземные воды, прогноз землетрясений, геолого-геохимические комбинации, причинно-следственные связи, информационно-поисковой набор, множество элементов, интенсивный обмен, энергия и вещество, тектонические разломы.

ЖЕР ТИТИРӨӨЛӨРДҮ АЛДЫН АЛА БОЖОМОЛДООНУН МААЛЫМАТ БУЛАГЫ КАТАРЫ КЫРГЫЗСТАНДЫН ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫК СИСТЕМАСЫН АЙМАКТЫК ТАЛДООГО АЛУУНУН НЕГИЗГИ ПРИНЦИПТЕРИ

Кыскача мазмуну: Сунушталып жаткан эмгекте жер титирөөлөрдү божомолдоп алдын ала айтуунун көйгөй маселелерине байланышкан жер алдындагы суулардын физикалык жана химиялык көрсөткүчтөрүнүн өзгөрүүлөрү боюнча аймактык талдоону жакшыртууга мүмкүндүк бере турган гидрогеологиянын негизги принциптери каралды. Бул ыкманын маңызы себеп-натыйжалуу жана генетикалык, баланстык жана сапаттык принциптерден келип чыгуучу көп тармактуу жолдорду жана ар түрдүү геологиялык-геохимиялык комбинацияларды колдонууда турат, анткени Кыргызстандын гидрогеологиялык объектилериндеги маалыматтык-издөө жыйнагы келип чыгышы үчүн тынымсыз түрдө энергия жана заттын интенсивдүү алмашуусу жүрүп турган тектоникалык сыныктардагы көп каналдуу системага милдеттүү боло турган көптөгөн элементтерди жана алардын кошулмаларын өзүнө камтыйт.

Негизги сөздөр: принциптер, физикалык-химиялык көрсөткүчтөр, жер алдындагы суулар, жер титирөөлөрдүн божомолдоолору, көп аспектүүлүк, геологиялык-геохимиялык комбинациялар, себеп-натыйжа байланыштары, маалыматтык-издөө топтому, элементтер көпчүлүгү, интенсивдүү алмашуу, энергия жана зат, тектоникалык жараңкалар

THE BASIC PRINCIPLES OF REGIONAL ANALYSIS OF HYDROGEOLOGICAL SYSTEM OF KYRGYZSTAN AS AN INFORMATIVE SOURCE FOR EARTHQUAKE PREDUCTION

Abstract: The basic principles of hydrogeology allow improve a regional analysis on changes in physical characteristics of groundwater-related problems of earthquake prediction are considered in the paper. The essence of this approach is the use of multi-dimensional ways and different combinations of geological and geochemical principles, as a retrieval set in hydro facilities in Kyrgyzstan includes a variety of elements and their compounds, the origin of which are associated with a multi-channel system of tectonic faults where there is an intensive continuous exchange of energy and substance.

Keywords: principles, physical-chemical parameters, groundwater, earthquake prediction, geological and geochemical combinations, cause-and-effect relations, information retrieval set, a set of elements, an intensive exchange, energy and substance, tectonic faults.

Гидрогеология - наука о подземных водах, путях и механизмах формирования их химического состава и генезиса дифференцирована по мере своего развития на гидрогеохимию, гидродинамику, гидравлику и гидромеханику. Каждая из них характеризуется своим комплексом теоретических задач, специфическими методами исследования и особой сферой применения в практике. Последней посвящено множество научных трудов и книг, связанных, главным образом, с добычей нефти и газа, тогда как задачи прогноза землетрясений гидрогеологическими методами разделяются на три группы: 1) установление эмпирических зависимостей и критериев, свойственных конкретным параметрам и их взаимосвязи с геолого-геохимическими и сейсмическими условиями; 2) экспериментально-лабораторные работы по выявлению главного источника и механизма формирования поступающего сигнала; 3) моделирование физико-химических процессов и статический анализ временных рядов режимных гидрогеологических наблюдений.

Сегодня гидрогеологические объекты, получившие широкую поддержку во всем мире, в т.ч. и в Кыргызстане, как источник информации о готовящихся землетрясениях нуждается в серьезном теоретическом обосновании, т.к. работы, базирующиеся на явлениях, не доказанных фактическим материалом, продолжают расти, особенно, в части, касающейся механизмов формирования как гидрогеохимических, так и гидродинамических эффектов. В этом главное место отводится процессам внедрения элементов и их соединений из газо-жидких флюидов по глубинным тектоническим разломам из мантии, а сами воды выполняют транспортирующую роль.

Накопление напряженно-деформационной энергии земной коры, отвечая за подготовку и свершение землетрясений, сопровождается «возмущением» температурно-динамических параметров и геохимических наборов в газо-водяных флюидах, заполняющих глубокие части Земли. Как показывают результаты практически всех предыдущих исследований, они, отражая неоднозначность и зачастую противоречивость данных, свидетельствуют о многоэтапности подготовки глубинных процессов, а подземные воды являются интегральным отражением особенностей геолого-тектонического развития структур.

Поэтому ниже будут рассмотрены некоторые принципы гидрогеологии, благодаря чему при интерпретации изменений физико-химических показателей подземных вод появится реальная технология в их региональном анализе о сейсмических процессах. Сущность данного подхода заключается в применении многоаспектных путей и разных геолого-геохимических комбинаций, поскольку в информационно-поисковом наборе гидрогеологических объектов сосредоточено множество элементов и их соединений, обязанных своим происхождением многоканальной системе, где происходит непрерывный обмен энергией и веществом.

Под гидрогеологической системой понимаем природные растворы, которые, находясь в неустойчивом равновесии с геолого-тектоническими условиями, характеризуются в пространственно-временном выражении совокупностью концентрационных значений, доступных для фиксации ретроспективно и в режиме реального времени от непрерывной и дискретной наблюдательной сети, как и вступающие сейсмические волны. Для этой системы характерно динамичное развитие событий и, следовательно, она обладает относительно ровными значениями физико-химических показателей во времени, пределы, колебания которых укладываются в форматы, фиксируемые в периоды сейсмического затишья. Отклонения от подобной гидрогеологической картины, осуществляемые за счет усиления диффузионных процессов и нарушения равновесия в системе «вода-порода», бывают по времени коротко и длиннопериодными, а по масштабу – локальными и региональными. Нередко это связано с эндогенной деструкцией отдельных слоев в земной коре, в связи, с чем основные положения интерпретации временных вариаций подземных вод Кыргызстана должны основываться на ниже следующих принципах, которые, базируясь на его региональных особенностях, приведут к повышению достоверности прогноза локальных сейсмических событий. Кстати – это еще выяснение физико-химической основы современного минералообразования.

Принцип причинности: общность и различия геохимических свойств гидрогеологической системы – это часть разреза и структуры, изоморфные той или иной форме организации движения воды и поступления вещества извне. Ее основу составляет закон ограниченности качественного набора и количественного содержания элементов в зависимости от их форм миграции и степени подвижности, а также от условий, при которых они циркулируют, тем самым, создаются как по вертикали, так и по площади прямая и обратная гидрогеологические зональности [1].

С этих позиций нами гидрогеологическая система рассматривается как иерархически устроенные уровни, находящиеся между собой в неустойчивом равновесии в соответствии с напряженно-деформационным состоянием блоков в земной коре. Для первого уровня характерны подземные воды, обладающие общностью признаков независимо от стратиграфической и литологической принадлежности вмещающих образований. Например, как видно из таблицы 1, в ТМВ Алтын-Арашан и Аксу, циркулирующие в гранитных интрузиях и метаморфических сланцах ордовика Тескейского гидрогеологического массива, а также Учкайнар и Каджисай осадочного чехла в Иссык-Кульском артезианском бассейне по всем физико-химическим показателям выявлена идентичность, в т.ч. по изотопному составу; для второго-литологическая ограниченность гидрогеологических процессов – формирование, распространение и разгрузка, придающая безводность и водоносность разрезам [2].

Таблица 1.

Характеристика основных показателей ТМВ глубокой циркуляции

Типы гидрогеологических структур	Водовмещающие породы и их геологический возраст	T ⁰ C	Мг/л	Химический состав, мг-экв./%	Название ТМВ-водопунктов
Тескейский гидрогеологический массив	Каледонские гранитные интрузии и метаморфические сланцы ордовика	32-50,5	0,25-0,3	$\frac{HCO_3SO_4Cl}{(Na+K)Ca}$ $\frac{SO_4Cl}{(Na+K)Ca}$	Источники и скважины «Тескейской гидротермальной линии»
Иссык-Кульский артезианский	Песчаники, конгломераты,	30-48	0,25-0,8	$\frac{HCO_3SO_4Cl}{(Na+K)Ca}$	Учкайнар, Джергалан,

бассейн	брекчии и патту- мы верхнего неогена			SO_4Cl (Na+K)Ca	Каджисай
---------	---	--	--	------------------------------------	----------

В наших исследованиях в качестве пунктов наблюдений используются самоизливающиеся воды глубокой циркуляции, на режим которых влияние источниками современного питания и метеорологическими факторами минимальное; третий – учитывает типы и динамику, превышающие предельные площади развития резервуаров, каковым являются зоны сочленения глубинных разломов, секущие, как горные массивы, так и межгорные впадины, а в гидрогеологических полях превалируют антигравитационные процессы. Четвертый блок, отражают особенности прямой и обратной (инверсионной) гидрогеологических зональностей за счет учета различий гидравлической взаимосвязи разреза, как по вертикали, так и по площади: первая, когда воды нижних зон более минерализованы и хлоридные, другая – наоборот. Пятый охватывает явления, которые, определяя в них нетектонический характер развития колебания, сглаживают влияние процессов подготовки сейсмической активизации. Дополнительно выделяемые блоки – это об уязвимости устойчивости гидрогеологических условий в неглубоко залегающих горизонтах и родниках.

Генетический принцип: вопросы возникновения гидрогеологических изменений, связанные с процессами подготовки землетрясений, подробно рассмотрены многими исследователями, большинство из которых при этом ведущим признаком принимают как усиление процессов диффузии, так и внедрение флюидов из мантии по трещинам глубинных тектонических разломов. Хотя сказанное не всегда объясняет неоднородность характера и амплитуды скачкообразного и короткопериодного изменения в гидрогеологической системе, т.к. во многих случаях последовательность их взаимосвязи с параметрами ожидаемых сейсмических толчков индивидуальна. Так же известны факты по подземным толчкам, произошедшим без проявления каких-либо колебаний в водах вообще, а с другой стороны, наибольшие глубины скважин, с которых поступает информация, по сравнению с гипоцентрами очагов землетрясений ничтожно малы. Так, ТМВ Кыргызстана – основные пункты наших исследований – представляют собой сложные физико-химическое соединения, в которых присутствуют растворитель (H_2O), газы, макро- и микрокомпоненты с разными путями поступления. Исходя из этого, они, по данным [2, 3], являются инфильтрационными, седиментационными и эндогенными. Отдельные из них, например, где действуют гидрогеохимические и гидродинамические пункты наблюдений, по содержанию дейтерия имеют чисто инфильтрационное происхождение, в то же время фтор, аргон и азот в них являются эндогенно-метаморфическими, а гелий и его изотопы, идут, скорее всего, с астеносферного слоя Земли (рисунок 1), на что указывает их увеличение с запада на восток в соответствии с интенсивностью неотектонических движений (от 2-4 до 6-8 км).

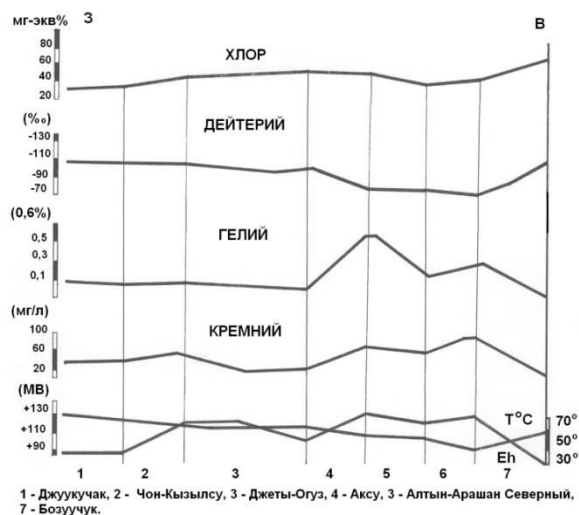


Рисунок 1. Изменение физико-химических показателей «Тескейской гидротермальной линии» с запада на восток

Поэтому учет и координация генетического принципа, выражаемого инвариантно-прямой последовательностью по абсолютному возрасту вмещающих пород и гидрогеологической зональностью, приобретают необходимый характер. Выделяются активные и пассивные гидрогеологические процессы в годовом и многолетнем разрезах. Активными считаются те, которые связаны с движением инфильтрационных вод с областей современного питания к участкам разгрузки. Это отражено увеличением скорости и транспортирующей способности водного потока и на этом фоне пассивные возникают внезапно, не имея общих признаков с природой экзогенных явлений. Это еще объясняется тем, что структурно-литологическая субординация инверсионности гидрогеологической системы и их преобразования в пространстве и во времени как показатель единства ее генетического аспекта, объективно отражая закономерности развития природных процессов, создает основу четкого выделения полезного сигнала-гидроаномалий, идущих с глубин, связанных лишь с сейсмической активизацией.

Таким образом, выделение и координация индифферентности и подчиненности гидрогеологических признаков к литолого-стратиграфической принадлежности и структурной приуроченности в первом приближении приведут к реальной интерпретации механизмов формирования получаемых результатов для прогноза землетрясений с надежными предвестниковыми признаками.

Балансовый принцип: закономерности особенности нарушения баланса качественного набора и количественных содержаний компонентов и их гипотетических соединений позволяют, находясь в закономерной связи с развитием системы «вода-газы-порода» в геотермальной среде. В данном случае балансовая характеристика гидрогеологической системы как выражение фундаментальных законов сохранения вещества, являясь наиболее общим и содержательным ее описанием, предполагает достижение выделения главного источника неустойчивости, что с учетом круговорота вещества в природе, завершает в соответствии с интенсивностью накопления напряжений свершение катастрофических явлений и процессов.

Среди многочисленных решаемых с их помощью задач выделяется прогноз землетрясений, основанный на анализе временных данных подземных вод, как суммарное отражение особенностей геолого-тектонического развития структур. На основе развернутого анализа их химического состава в различных типах гидрогеологических структур Кыргызстана - (массивах или артезианских бассейнах) - с точки зрения возможности образования гипотетических солей и соединений, а также их взаимных переходов друг в друга, пришли к выводу, что соотношение транспортирующей способности ТМВ и баланса количества микро- и макроионов в годовом и многолетнем разрезах является решающим

параметром в динамическом равновесии системы «вода-газы-порода». На это может указать выявляемая тенденция их скрытой периодичности, позволяющей за счет математических вычислений, а именно, гармонического анализа, составить карту мощности полезного сигнала.

Принцип дискретности: аномальные изменения в гидрогеологической системе возникают как дискретно, так и локально не только по разрезу, но и по площади, а также во многих случаях разнонаправленно в виде скачков. Понятие дискретности неразрывно связано с водоносностью пород и способностью «ресурсоформирующие расходы» литолого-геохимических разрезов, причем, любая аномалия по характеру, длительности и амплитуде индивидуальна, несмотря на размещение наблюдательной сети в виде гидрогеологических линий, пересекающих как основные сейсмогенные структуры, так и вдоль них. Так, если рассмотреть реакцию двух скважин ТМВ «Аламедин» на Кочкорское землетрясение, находящихся на одном участке и в непосредственной близости от эпицентральной зоны, то они по содержаниям гелия и радона имеют больше различий, чем схожие черты. Таких примеров немало. Группировка гидрогеологических полей в вертикальном разрезе и по площади со структурной, стратиграфической и литолого-геохимической принадлежностью показала следующее.

Выяснилось, что между глубиной залегания и структурной приуроченностью водоносного комплекса с физико-химическими показателями подземных вод, циркулирующих в осадочном чехле межгорных артезианских бассейнов, существуют закономерные связи: например, воды в палеоген-неогеновых образованиях, залегающих на глубинах до 1200 м и на сводах депрессий, обладают температурой более $\pm 40-45^{\circ}\text{C}$ и хлоридным натриево-кальциевым составом при рассольной солености, а на их крыльях и ниже 1600 м обнаружены субтермальные и сульфатно-хлоридные натриево-магниевые-кальциевые при средней минерализации - до 10-15 г/л. Кроме этого, в до палеозойских мраморизованных известняках, у которых средний абсолютный возраст превышает несколько сот млн. лет, обнаружены современные воды, хотя в них отдельные ионы, например, углерод, являются гораздо древними. Поэтому сопоставительный анализ и объективная интерпретация анализируемых гидрогеологических признаков корректны только при условии, когда их набор будет одного уровня, а пункты наблюдений как постоянного, так и временного функционирования, размещенные на различных глубинах, несут информации с одинаковых продуктивных разрезов по структурной принадлежности. При этом эпицентрального расстояния от ожидаемых землетрясений будет играть подчиненную роль.

Принцип размерности: специфика влияния зональных и аazonальных факторов на гидрогеологические процессы выражается привязкой к определенной структурно-гидрогеологической этажности- верхней, средней и нижней (рисунок 2). Так, на основе анализа данных по головным водозаборам, действующим для обеспечения питьевого водоснабжения. Бишкек, выявлено, что уклоны залегания водовмещающих пород четвертичного возраста, образующих верхний структурно-гидрогеологический этаж, при переходе от горного обрамления к центральной части Чуйской впадины уменьшаются гораздо быстрее, нежели фильтрационные свойства, в связи, с чем воды в зонах местных депрессий на равнинах испытывают влияние сезонности факторов меньше, о чем свидетельствует стабильность их режима в годовом разрезе (рисунок 2) и, как следствие, указывает на их пригодность для использования как источника информации о готовящихся землетрясениях при условии учета скрытой периодичности изменения.

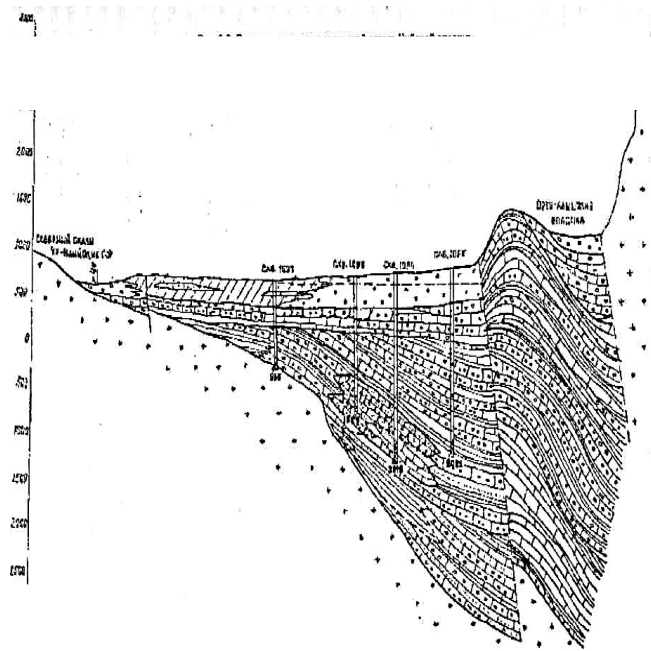


Рисунок 2. Поперечный геолого-гидрохимический профиль через г. Бишкек

Принцип цикличности: временный ход химического состава подземных вод, как в природных, так и в лабораторно-экспериментальных условиях, выступающий главным стволком в гидрогеохимии, может служить одним из реальных аргументов для прослеживания эволюции накопления напряжения в эндогенно-экзогенных зонах, благодаря чему, механическое связывание режимных данных с сейсмичностью станет принципиально не нужным способом их обработки. Дело в том, что экспериментально доказано о циклическом выходе компонентов и их соединений из вмещающих пород за счет процессов выщелачивания водой, то замедляясь, то ускоряясь, при одних и тех же температурно-динамических условиях. С учетом этого созданные максимально приближенные параметры по температуре и давлению разделены породы по степени подверженности процессам выщелачивания и эманирования, например, макро- и микрокомпонентов, а также радиогенных газов и их изотопов, в результате чего устанавливаются наибольшие и минимальные пределы, при которых возникают аномалии исследуемых параметров. Эти результаты, полученные лабораторным путем, сопоставляются с временными вариациями природных гидрогеологических полей как неглубоко залегающих горизонтов, так и глубоких частей земной коры.

Не останавливаясь на первых проблемах, т.к. подходы, связанные с разработкой их решения, общеизвестны, уделим внимание последним. В этом плане сравнение способов обработки режимных данных с другими подходами, направленными на решение задач прогноза землетрясений в Кыргызстане, сразу бросается в глаза, мягко говоря, их отставание в применении методов статистического анализа. Для выхода из ситуации проведено комплексирование коэффициентов корреляционных связей между гидрогеологическими и геофизическими полями, посчитав об общности причин формирования временного хода, закономерностей пространственно-временного колебания и причин развития любого из них, т.е. геотермическими параметрами, геологическим, абсолютным возрастом и плотностью возрастных границ структур.

Для этого ТМВ «Иссык-Ата» и «Кара-Ой» выбраны с размерами 2х2 и 20х20 км как площади, где вычислялись коэффициенты парной корреляции параметров. На них, представляющих собой примеры гидрогеологических массивов и артезианских бассейнов, рассчитаны коэффициенты парной корреляции между компонентами ионно-солевого

состава, а также каждого из них с температурой, напором и уровнем: первый с размером элементарной ячейки находится в условиях гидрогеологического массива, второй при размере 20x20 км находится в осадочном чехле артезианского бассейна.

Такой подход к размерам площадей позволяет идентифицировать полностью структуры 2-го порядка, т.е. горно-складчатые области. Сначала для каждого параметра гидрогеологических объектов определены среднее значение (x), среднеквадратичное отклонение (σ) и коэффициент вариации (v) по месяцам, закладываемые основу в выявлении их корреляционной взаимосвязи как по латерали (порово-трещинам), так и в разрезе, т.к. по теории трансформации гидрогеолого-геофизических полей в пространственно-временном выражении увеличение радиуса усреднения площади повышает глубину исследования, а за счет расширения площади вычисления достигается увеличение радиуса усреднения коррелируемых признаков. Иными словами, при большей территории вычисляются характерные и региональные корреляционные значения, а при малой- связи, свойственные для приповерхностных условий и узкого формата территории.

Для анализа дополнительно были привлечены временные ряды величин деформации приповерхностного слоя земной коры в направлении С-Ю и З-В в районе обсерватории Ала-Арча за 1986-1993 гг. Все параметры – одного набора и точности, исключение составляет геотермический градиент с эпизодичными замерами, использованный в качестве показателя геотермического режима Кыргызского Тянь-Шаня, т.к. представительность количества теплового потока, рассчитанного по Кыргызстану, оказалась недостаточной.

Итак, по результатам такого сопоставления выявлены высокие коэффициенты парной корреляции между компонентами ионно-солевого состава, а также каждого из них с температурой, напором и уровнем ТМВ. В то же время коэффициенты корреляции между гидрогеологическими показателями и величинами деформации в направлении С-Ю выше, чем В-З, что, подтверждая существующее представление об общей геодинамической обстановке региона, также обусловлено, видимо, влиянием сезонности метеоусловий. Эти результаты свидетельствуют о единстве природы деформационных и гидрогеологических полей.

Следовательно, гидрогеологическая система рассматривается как неотъемлемая часть в тенденциях развития и разрядки напряженно-деформационных процессов в земной коре, т.к. она, заключенная в водоносных горизонтах, пластах и слоях разного возраста и происхождения, местами интегрируется в единую зону со структурно-вещественным составом. На аналогичной основе в гидромеханике и гидравлике разработана теория равномерного установившегося потока, способствовавшая построению приближенной теоретической модели расчетов его неравномерного и неустановившегося движения. Об этом свидетельствуют, как приведено выше, не только натурные, но и лабораторно-экспериментальные работы, связанные с водовмещающими породами, различными по стратиграфическим и литолого-геохимическим признакам, а также обработка данных с применением статистического и корреляционного методов. В этом плане успехи компьютерной технологии позволяют применить широко известные ГИС-технологии для исследования этих процессов, которые, характеризуя интенсивность и условия водообмена, устанавливают количественные показатели по каждому водоносному горизонту. Дело в том, что способность ГИС-технологий моделировать гидрогеологические объекты и процессы в отдельности и комплексе, в статике и динамике, на разных структурных и глубинных уровнях позволяют принять их объективным средством анализа и обобщения. Однако к настоящему времени, несмотря на накопленный опыт использования ГИС-технологий, на пути их широкого внедрения в Кыргызстане существуют проблемы, связанные с низким уровнем оснащенности аппаратно-программными средствами и недостатками информационного обеспечения. Вместе с этим, при развитых функциях создания и использования моделей процессов подготовки землетрясений внедрение программных средств ГИС-технологий возможно, т.к. общедоступные модели, свойственные для

гидрогеологической системы Кыргызстана имеются, а ограниченная технологическая среда нередко служит толчком, подчеркивающим специфичность методических приемов по выявлению локальных и региональных признаков. Поэтому, нами приняты геоинформационные системы (ГИС) по решению задач создания и использования временных рядов газо-химического состава и динамических параметров подземных вод как наиболее перспективный метод обработки и анализа, т.к. они превращают временные ряды не только в средство учета информации, но и в базу для выявления новых, ранее неизвестных взаимосвязей между реально поступающими из недр Земли сигналами.

При раскрытии механизмов формирования гидрогеологических всплесков немаловажную роль играет учет нестационарности режима подземных вод, чего невозможно решить только математическими методами. **Нестационарность** является характерной чертой практически всех геолого-тектонических процессов. В этом отношении между гидрогеологией и смежной с ней сейсмологией существуют общие особенности. Поскольку, стержневой проблемой в первой являются процессы влагооборота, причем направленные изменения химического состава, которого в многолетнем разрезе бесконечно малы по сравнению с концентрацией самих элементов, тогда как причиной их внезапных колебаний, выходящих за пределы многолетних средних показателей – от «фона», выступает теория случайного, но периодически проявляющегося явления, указывающего на нестационарное движение газо-жидких растворов в соответствии с накоплением энергии геодинамических процессов. Но динамическое равновесие в них, если даже оно рассматривается в многолетнем разрезе, достигается на короткое время и без учета геолого-тектонических и физико-химических факторов. Это и является одной из основных причин того, что в большинстве случаев, принимаются попытки решения задач прогноза землетрясений, «начиная с конца», создав схемы возникновения всплесков в стадии затухания, например, соединяя временную «мозаичность» амплитуды и длительности распределения компонентов с моментом свершения сейсмических толчков. Это, с нашей точки зрения, объясняется комплексом причин, охватившим области наук о Земле, но, главное, непреодолимыми трудностями, лежащими на путях прогноза землетрясений. Кроме препятствий, которые преодолели теории гидрогеологии, основывающиеся на закономерности проявления всех процессов и невозможности универсальным способом их решений, имеются и другие, к которым, кроме нестационарности протекания гидрогеохимических процессов, относятся многофазность среды и неравномерный комплекс факторов, принимающих участие в них.

Многофазность среды исследований, в которых развиваются гидрогеологические процессы, также является специфической особенностью проблемы прогноза землетрясений. Если гидрология имеет дело лишь с жидкостью, то процессы, протекающие в системе «вода-сейсмичность-всплески», представляют собой результат взаимодействия двух и более сред, существенно отличающихся по своей физико-химической природе возникновения и развития. Например, в гидрогеологическом цикле участвуют атмосфера, вода и минералы, при тектонических процессах накладывают свой отпечаток вязко-пластичное вещество мантии, а также твердая хрупкая и упругая земная кора. Строгая теория взаимодействия подобных систем еще далека от завершения, т.к. в них управление процессами, наряду с законами механики, контролируется еще физико-химическими свойствами элементов и их соединений, обладающих различной формой миграции и подвижности[4]. Действительно, как видно из таблицы 2, ионы натрия и хлора являющиеся более свободными, а их соединения – хорошо растворимыми в воде, в ТМВ Кыргызстана встречаются повсеместно, особенно в зонах глубинных разломов, находящихся в режиме «сжатие – растяжение».

Таблица 2.

Формы миграции и миграционная способность элементов и их соединений

Формы	Миграционная	Формы	Миграционная	Формы	Миграционная
-------	--------------	-------	--------------	-------	--------------

миграции ионов	способность, мол. %	миграции ионов	способность, мол. %	миграции ионов	способность, мол. %
Ca^{+2}	65-98	Mg^{+2}	63-98	Na^+	94-100
CaCO_3^0	0,01-5	MgCO_3^0	0,01-5	NaSO_4^-	<5
CaSO_4^0	0,01-25	MgSO_4^0	0,1-25	NaHCO_3^0	<5
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)^0$	0,01-1	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)^0$	0,01-1	NaCO_3^{2-}	<05
$\text{Ca}(\text{HCO})^+$	0,1-2	$\text{Mg}(\text{HCO})_3^+$	0,1-1	Na_2SO_4	<05
$\text{Ca}(\text{SO}_4)_2^{2-}$	01-2	Mg SO	0,1-5		
HCO_3^-	60-98	CO_3^{2-}	80-98	SO_4^{2-}	63-95

В завершении нами для изучения взаимосвязи гидрогеологического режима мантийно-коровых веществ с сейсмичностью и дифференциацией блоков предлагается приступить к совмещению методов корреляции с факторным анализом [6]. Первый способствует выявлению тесноты и формы связи между этими явлениями, а второй - найти с помощью множества признаков определяющие факторы, которые сохраняют представительность всей существенной информации. Такие приемы обработки временных рядов ТМВ позволяют получить, так называемые, варимаксные факторы, в которых усиливается роль признаков, вносящих существенный вклад в данную обстановку при уменьшении роли признаков с незначительным вкладом, например, метеорологических условий и сезонность источников питания. Для этого выясняются основные факторы формирования гидрогеологической системы Кыргызстана: 1) эндогенные процессы - движение и деформации блоков литосферы, в результате чего происходит в локальных зонах перемещение глубинных веществ вверх, и наоборот, формирующих зональности; 2) метеорологические явления - деятельность ветра, воды, ледников и органического мира, а также выветривание; 3) типы гидрогеологических структур - массивы и артезианские бассейны, определяющие как гравитационную энергию, так и антигравитационные процессы; 4) гистерезис (запаздывание) - инерция гидрогеологических процессов, проявляющаяся за счет несинхронного воздействия активного фактора и вызванных им процессов (сейсмические процессы и техногенные нарушения); 5) геолого-геохимические условия пород, неоднородных по податливости и выщелачиваемости к внешнему воздействию. Этими можно добиться высокой результативности при комплексировании подходов математического моделирования с экспериментально-режимными работами.

Выводы

В многолетнем разрезе, по данным автора, направленные изменения химического состава гидрогеологической системы Кыргызстана бесконечно малы по сравнению с концентрацией самих элементов, в связи, с чем для объяснения их внезапных вариаций, выходящих за пределы средних показателей, выступает теория случайного, но периодически проявляющегося явления, указывающего на нестационарное движение газо-жидких растворов. При этом их динамическое равновесие, рассмотренные даже в многолетнем разрезе, достигается на короткое время, причем без учета геолого-тектонических факторов. Это и является, скорее всего, одной из основных причин того, что прогноз землетрясений, начинающийся с конца, т.е. с затухания энергии напряжения, основывается на механическом соединении «мозаичность» амплитуды и длительности распределения компонентов с моментом свершения сейсмических толчков.

В гидрогеологической системе участвуют, атмосфера, вода и минералы, при сейсмических процессах - вязко-пластичное вещество мантии, а также твердая хрупкая и упругая земная кора. Строгая теория их взаимодействия далека от завершения, т.к. в них управление всеми процессами, наряду с законами геомеханики, контролируется еще физико-

химическими свойствами элементов и их соединений, обладающих различными формами миграции и степенью подвижности.

Литература

1. Ибрагимов Д.С., Авганов А.Т. Геотектонические особенности распространения термальных вод Иссык-кульской впадины //Вопросы геохимии и динамики подземных вод Средней Азии. – Ташкент: ФАН. 1979, вып.8. С. 13-22.
2. Иманкулов Б.И., Кендирбаева Дж.Ж., Кожакова Н.Т. Разломная гидрогеологическая система Кыргызского Тянь-Шаня как отражение влияния эндогенных и экзогенных факторов //Известия НАН РК, № 2. – Алматы. 2006. С.44-45.
3. Кендирбаева Дж.Ж. Условия формирования химического состава термальных вод Иссык-Кульского артезианского бассейна //Гидрогеологические исследования межгорных впадин. – Фрунзе: Илим, 1985. С. 168-177.
4. Крайнов С.Р. Методы геохимического моделирования и прогнозирования в гидрогеологии. – М.: Недра, 1988. С. 172-191.
5. Матыченков В.Е., Иманкулов Б. Минеральные воды Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1987. 235 с.
6. Посохов Е.В. Химическая эволюция гидросферы. – Л.: Гидрометеиздат. 1981. 334 с.

УДК 551.243+551.2

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

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗА СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Аннотация: В данной работе приведены основные результаты гидрогеологических исследований, проводимых Институтом сейсмологии Национальной академии наук Кыргызской Республики, для прогноза сильных землетрясений на территории Северного Тянь-Шаня. Установлено, что наблюдательная гидрогеологическая сеть, в пределах данной территории, является информативной в процессе подготовки сильных землетрясений.

Ключевые слова: методика обработки, режим, гидродинамические поля, процессы, периоды сейсмических событий, временные ряды, температура, избыточное давление, уровень, переменный параметр, напряженно-деформационное состояние, атмосферные явления