УДК 556.33.+550.348 (575.2)

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СИСТЕМЕ "СЕЙСМИЧНОСТЬ - ТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ - СОЛНЕЧНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ" НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА

Дж. Ж. Кендирбаева

Институт сейсмологии Национальной Академии наук Кыргызской Республики,
720060, г. Бишкек, мкр. Асанбай, 52/1

E-mail: jumaevna48@gmail.com

На основе анализа многочисленных материалов показано, что геохимические и гидродинамические неоднородности, связанные с неустойчивым состоянием земной коры, определяются многоканальными путями поступления в них компонентов. На отсутствие идентичности гидроэффектов от одного землетрясения к другому в системе «атмосферно-космические процессы-подземные воды-землетрясения» накладывают отпечаток индексы 11-летней цикличности солнечной активности и техническая регулировка расхода скважин.

Ключевые слова: термоминеральные воды, гидрогеосейсмологическая сеть, временные графики, подземные толчки, гидроэффекты, тектонические блоки, солнечные циклы, регулировка расхода скважин, амплитуда колебаний, предвестник природных катастроф

© Кендирбаева Дж. Ж., 2019

Введение

В Кыргызстане ежегодно регистрируются более 5000 землетрясений, из которых в среднем 5-10 ощутимые, а через каждые 3-5 лет происходят сильные подземные толчки. Это на данной территории считается закономерным явлением, т.к. здесь находятся три в сейсмическом отношении активные зоны: Южный Тянь-Шань, разграниченный от Памира и Таримской микроплиты, Западный округ Ферганской впадины, сочленяющийся с Таласо-Ферганским и Южно-Ферганским глубинными разломами и, наконец, Северная часть с одноименными крупными разломами, уходящими в приграничные районы Казахстана.

Рис. 1. Выкопировка из Карты эпицентров землетрясений с $K_p \geq 13$ с исторических времен по 2017 г из [1]

Судя по Карте эпицентров произошедших землетрясений в Кыргызстане, прослеживается наибольшая сосредоточенность в южной части, а именно, в пограничных областях с Таджикистаном и Китаем (рис. 1).

В то же время, за последнее 60 лет (1992) произошло самое крупное Суусамырское землетрясение ($M_S=7,4$) в Срединном Тянь-Шане, т.е. там, где не ожидали вообще. Материальный его ущерб составил более 50 млн. долларов США, 52 человека погибли и часть дороги Бишкек-Ош полностью разрушена, а последствия ощущаются до сих пор.

Поэтому изучение вопросов прогноза землетрясений в нашей республике является одним из наиболее перспективных направлений, в данном случае, анализируя временные вариации гидрогеохимических и гидродинамических эффектов (рис. 2).

Рис. 2. Сейсмогидрогеологический мониторинг Кыргызстана и Казахстана **1-8**. Сеть ИС НАН КР: 1- Эркин-Сай. 2 – Бишкек. 3- Аламедин-Иссык-Ата. 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

Для этого гидрогеосейсмологический мониторинг регулярно регистрирует режим физико-химических показателей, большей частью, термоминеральных вод (ТМВ), а каждый пункт, находящийся в динамическом равновесии с геолого-тектоническими условиями, обладает собственным набором и индивидуальными концентрационными значениями, доступными в режиме реального времени. Сеть наблюдений действует как в гидрогеологических массивах, так и в артезианских бассейнах, где временные ряды, анализируемые с учетом особенностей морфотектоники структур, идентифицированы по глубине циркуляции (400-1500 м) и принадлежности к вмещающей среде, т.е. к гранитным интрузиям, метаморфическими породам палеозоя и терригенным отложениям кайнозоя (табл. 1). ТМВ «Каракол» и «Каджи-Сай» находятся в Восточно-Иссык-Кульской флексурно-разрывной зоне, а «Джеты-Огуз» - в оперяющих трещинах Предтескейского разлома.

Таблица 1

Название термоминеральных вод КР и интервалы их циркуляции

№ скв.	Глубины скв., м	Название и ин-лы глубин посадки фильтров (м) ТМВ	Литологический состав водовмещающих пород
6634	1500	Кара-Ой, 1350-1500	Терригенные образования, представленные конгломератами, песчаниками и гравелитами с прослоями паттумов и алевроитов
1754	1500	Каракол, 1240-1520	
1543	1500	Каджи-Сай, 1340-1500	
6-к	163	Джеты-Огуз, 70-160	Карбонатные образования верхнего карбона с глинистым цементом
20	520	Джеты-Огуз, 400-520	Контакт метаморфических пород верхнего ордовика и каледонских интрузий

Этот глубинный разрыв при средней ширине 30-50 км и протяженности 500 км представлен отдельными тектоническими блоками, каждый из которых, характеризуясь умеренной сейсмичностью, развивается самостоятельно и разнонаправленно. К их зонам в большинстве своем приурочены эпицентры произошедших землетрясений. Это Сары-Камышское (1970), Джаланаш-Тюпское (1978) и Каджи-Сайское, Сары-Жазское (2013) и Каджи-Сайское (2016) подземные толчки (рис.3), с которыми связаны различные по формам, контрастности и длительности гидроэффекты.

По полученным результатам наибольшие амплитуды их колебаний составили от 20 до 50%: например, сигналы по температуре достигли до 3⁰С, уровня (Н) - от 0,5 до 2м, а дебита - от 20 до 80%. В то же время в ТМВ «Джеты-Огуз» и «Кара-Ой», без учета амплитуды вариаций в содержаниях Cl⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, pH и Ca²⁺, а также в Q, H, P, T⁰С, полное равнодушие проявили азот (N₂), CO₂ и гелий, в т.ч. газовый фактор в ТМВ Аламедин (рис. 4).

Такая тенденция, существующая в Кыргызстане [5], является не исключением. Подобный уровень всех подходов, связанных с вопросами прогноза землетрясений, доминирует во всем мире, если не учесть увеличение количества параметров, предлагаемых в качестве потенциальных предвестников.

Необходимо подчеркнуть, что нами в процессе многолетних наблюдений установлена, наряду с достаточно хорошей согласованностью временных вариаций изуча-

Рис. 3. Восточная Иссык-Кульская зона с пунктами наблюдений и эпицентром Сары-Джазского землетрясения (31.01.2013)

Рис. 4. Временные вариации параметров ТМВ «Джеты-Огуз» за 2012-2017 гг

емых параметров с периодами сейсмической активизации, в их откликах для территории Кыргызстана повторяющаяся идентичность по формам, контрастности и длительности о процессах глубоких частей земной коры от одного землетрясения к другому не выявлена [2]-[4]. Это обусловлено тем, что в формировании и преобразовании их режима участвуют также фазовые различия лунно-солнечных волн,

сезонное функционирование источников питания и техническая регулировка расхода скважин.

В этом плане имеются много работ, в которых освещены результаты сопоставления колебания ежегодных максимальных магнитуд M_W землетрясений Земного шара с числом Вольфа (W) и интенсивностью подземных толчков с $M_W \geq 8$. Поэтому для повышения достоверности прогноза землетрясений объекты наблюдений рассмотрены как непосредственный участник в функционировании целостности системы «атмосферно-космические явления-подземные воды-землетрясения». Думается, что за счет учета индекса солнечной активности и технической регулировки расхода скважин можно выяснить характер взаимодействия этой системы, т.к. подземные воды реагируют как на процессы сейсмической активизации, так и даже на смещение почвы с частотой до 0.01 Гц.

Исходные данные и методика исследований

Структура выполняемой работы, представленная на рис. 5, включает первичные данные, из которых создаются временные ряды и строятся графики для совмещения с информацией о сейсмичности. При этом на графиках любой длительности видно, что режим подземных вод, непрерывно находится под воздействием колебательных процессов. Например, их физико-химические показатели после подземных толчков возвращаются в прежнее состояние, но в откликах каждого пункта наблюдений прослеживаются, так называемые, индивидуальные циклы.

Поэтому представление о пульсирующем дыхании Земли и теория отражения, а также теория статистической информации использовано как сравнительно-сопоставительный метод для анализа и интерпретации получаемых результатов, причем с дополнениями со сведениями из других регионов с аналогичными условиями.

Рис. 5. Схема передачи и анализа сейсмогидрогеологической информации Институтов сейсмологии НАН КР и Казахстана

В выявлении неизвестных ранее признаков сейсмичности среднемесячные значения и отклонения доверительного интервала ($\pm 2\sigma$), а также величины дисперсии (D), информационной энтропии (S) и спектрально-временного представления (СВАН) каждого параметра участвуют для очищения второстепенных процессов.

Максимальная амплитуда колебаний параметров в гидрогеологических полях неглубоких горизонтов, определяющаяся, главным образом, воздействием атмосферного давления и приливообразующих сил, выделяется коэффициентами барометрической и приливной эффективности: если коэффициенты приливов превышают барометрическую эффективность, то первые рассчитываются отдельно за периоды новолуния и полнолуния, а также наибольших уровней или напоров подземных вод.

Из среднегодовых кривых нередко четко отделяется сезонная цикличность, но даже их совмещение дают неоднозначный ответ, если не учесть среднегодовые числа Вольфа. Так, для определения уровня солнечной активности, чаще всего применяют усреднённое за год число Вольфа – среднегодовое W . С его помощью 11-летние циклы условно нумеруются, начиная с 1755 года. Официально зарегистрировано 24 цикла солнечной активности. Сегодня мы находимся в конце 24-го по счету 11-летнего солнечного цикла, наступившего в декабре 2008 года (табл.2).

Таблица 2

Минимумы и максимумы 11-летних циклов солнечной активности

№ цикла	Мин.	Макс.	№ цикла	Мин.	Макс.	№ цикла	Мин.	Макс.
1	1755	1761	9	1843	1848	17	1933	1937
2	1766	1769	10	1856	1860	18	1944	1947
3	1775	1778	11	1867	1870	19	1954	1957
4	1784	1787	12	1878	1883	20	1964	1968
5	1798	1804	13	1889	1893	21	1976	1979
6	1810	1816	14	1901	1905	22	1986	1989
7	1823	1830	15	1913	1917	23	1996	2000
8	1833	1837	16	1923	1928	24	2008	2014

В итоге, из среднегодовой информации высчитываются среднееголетние значения, в результате чего с помощью фильтра отделяются составляющие, у которых сезонные колебания отсутствуют. К сегодняшнему дню временные ряды после такой обработки содержат колебания с периодом от 2 до 10 дней, ответственные за воздействие внутри земных напряжений.

Характер взаимосвязи между параметрами изучается через коэффициент корреляции, например, хлора, кальция, магния, гидрокарбонатов, карбонатов, углекислого газа, а также каждого из них с рН и температурой ТМВ по известным формулам:

$$\sum_i \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(x_i - \bar{x})^2(y_i - \bar{y})^2}},$$

где $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_i y_i$, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i$ – среднеарифметические значения.

Количественный выход параметра за доверительный коридор ± 2 принят границей, разделяющей период сейсмического затишья от приближающей сейсмической активизации, считая, что без учета удаленности очага интенсивность толчков способна привести к превышению на два порядка от среднего уровня. Такие скачки во временных вариациях имеются, но они выделены ретроспективно.

На подобное Вернадский В.И уже в 1961 году указал так: «Вода в истории нашей планеты особняком стоит. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход грандиозных геологических процессов. Все земное вещество-

влияние свойственных воде сил и ее вездесущности, ею проникнуто и охвачено до сердца Земли». В этом плане [6], применяя теории катастроф к скачкообразности изменений, привели по территории России о сходимости режима подземных вод с сейсмичностью $M \geq 6$ и возможности их прогноза. Также для изучения в вариациях гидрогеологических полей сейсмического процесса и его составляющих оценивают структурные факторы.

Полученные результаты и их обсуждение

Временные ряды изучаемых параметров на всех вариационных графиках образуют повторяющиеся кривые, соединенные ломаными линиями, но в них не всегда отражается роль тектонических нарушений. По мнению [7, 8], землетрясения средней силы представляют собой эффект воздействия деформационных волн на деструктивные зоны литосферы, причем вычислив при этом интервал между сейсмическими толчками в режиме реального времени, что по отношению к геологической эволюции структур- мгновение. Для оценки этого сначала в гидрогеологических полях выявлены «тектонические следы», отпечатанные подобными явлениями. Так, в работе [9] на примере «Тескейской гидротермальной линии» показаны взаимосвязи между физико-химическими показателями источников с характером и интенсивностью неотектонических движений. Так, в восточной части Тескейского массива, где длительное геологическое время доминирует наибольший размах растяжения, сосредоточены как эпицентры большинства подземных толчков с $K \geq 12-16$, так и естественные выходы маломинерализованных терм ($\geq +50^{\circ}\text{C}$) с высокими концентрациями гелия, аргона и дейтерия (Аксу, Алтын-Арашан), тогда как на его западе, где при небольшом вертикальном смещении преобладают усилия сжатия, как следствие, происходят слабые землетрясения, а микрокомпоненты в углекислых водах с минерализацией 0,8-1,2 г/л и температурой от +36-37 до +20 $^{\circ}\text{C}$ отсутствуют (Улахол, Туура-Суу). Эти факты позволяют допустить, с одной стороны, о наличии избирательной циркуляции по глубинным разломам Кыргызского Тянь-Шаня флюидальных систем, а с другой- они, возможно, являются очагами древних подземных толчков, по которым продолжают обменные процессы энергиями и веществами в виде ТМВ.

Объективность такого высказывания подтверждена данными многих скважин, пробуренных в Ферганской, Чуйской и Иссык-Кульской впадинах до глубин 5-6 км. В них, как свидетельствуют результаты гидрогеохимического опробования, существуют аналогичные ситуации: в подземных водах на фоне ломаных кривых четко проявляются общие корни изменчивости температуры, рН и Eh, концентраций ионов, совпадающие с определенными геологическими периодами. Это отклоненные от средних величин пики, как и вдоль «Тескейской гидротермальной линии», тяготеющие к геологическим разрезам, испытавшим максимальные усилия тектонической активизации.

Например (рис.6), по данным скважины в структуре Майлуу-Суу Восточной Ферганы наибольшие притоки минерализации и компонентов ионно-солевого состава подземных вод приходятся на контакты неогеновых и палеоген-неогеновых пород, когда в этом регионе, действительно, тектоническая активизация привела к обновлению древних и появлению новых разломов, сопровождающихся раскрытием и закрытием трещин в горных породах. Как обстоит дело в современных условиях?

Рис. 6. Геолого-гидрохимический разрез скважины Майлуу-Суу: 1 – конгломераты; 2 – глины; 3 – известняки; 4- мергели; 5 - песчаники, 6- складки, 7 – сульфаты; 8 – хлориды; 9 – температура и 10 - азот

За 2015 год в Южном Прииссыккулье произошла серия землетрясений с К от 9.1 до 12 и глубиной очага 19-70 км (рис. 7).

Рис. 7. Выкопировка из карты активных структур Южного Прииссыккулье по [10] с эпицентрами Каджисайских и Барскаунских землетрясений и термальной воды «Каджи-Сай»

Их эпицентральные области приурочены к Джумгало-Терской сейсмогенерирующей зоне, заключенной между Предтерской и Центрально-Терской разломами с блоковой структурой. В результате этого сейсмического события в пос. Каджи-Сай и Коргон разрушены многочисленные строения- образовались значительные трещины, обвалились штукатурки и частично оборваны линии электропередач.

В первом поселке действует одноименный пункт наблюдений, основанный на скважине с глубиной 1500 м (рис. 8), из которой из верхнего неогена выводятся самоизливающие хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатные натриевые термы (53-54⁰С) низкой минерализации (≤ 0.3 г/л).

Рис. 8. Временные вариации «Каракол», «Кара-Ой», «Каджи-Сай» и «Джеты-Огуз»

В этой связи описаны вариации pH, представленные разбросами от 8.7 до 8.6 - в декабре плавно спустились до 7.4-7.5, а в ноябре снова повысились до 8.2-8.4 при снижении концентрации хлора от 650-665 до 590-600 мг/л и слабых миганиях CO₂ от 3.8-4.0 до 4.8-5.1. Для всех параметров в целом характерны мелкие разбросы, что позволяет допустить о незначительной силе накапливающихся напряжений для возникновения ощутимых гидроэффектов.

Итак, как видно из вышесказанного, в этой проблеме сложной является недостаточность знаний о специфичности функциональных связей между сейсмичностью и режимом подземной воды [9, 10]. Для полноты научного анализа изучаемых потоков ниже приведены сведения о солнечной активности и среднегодовой суммы осадков по [11, 12]. К настоящему времени известно 24 цикла солнечной активности, последний начался в декабре 2008 года, а максимум приходится на 2014 год (табл. 2).

Используя данные Global CMT, [13] Индексы солнечной активности- число Вольфа (W_u), определяющееся 11-летним циклом, вычислены для каждого дня по фор-

муле: $W = k (f + 10 g)$, где: W – число Вольфа; f – количество солнечных пятен; g – количество групп пятен за день; k – поправочный коэффициент, обычно < 1 .

Путем сопоставления колебания ежегодных максимальных магнитуд M_W землетрясений Земного шара за 1900-2014 гг. с изменениями чисел Вольфа (W) отмечается, что максимумы солнечной активности часто соответствуют снижению солнечной активности, причем тем выше сейсмическая и вулканическая активность. В качестве примеров приведены Чилийское (1960) с $M_W = 9.6$, Аляскинское (1964) с $M_W = 9.2$, Суматра (2004) с $M_W = 9.0$, Мауле в Чили (2010) с $M_W = 8.8$, Тохoku в Японии (2011) с $M_W = 9.1$ и о. Суматра (2012) с $M_W = 8.6$ землетрясения (рис. 9).

Рис. 9. Максимальных магнитуды (M_W) землетрясений Земного шара за 1900-2014 гг. и числа Вольфа (W)

Корректность этого подхода для нашей территории идентифицирована также с суммой осадков по метеостанции «Гульча». Итак, как видно из рис. 10, глобальные сведения Земного шара, прослеживаются и в Кыргызстане. Об участии экзогенных составляющих в проявлениях гидровсплесков показывают коэффициенты корреляции, вычисленные между температурой и расходом родника «Сопу-Курган».

Они в сейсмически активное время (2015) отрицательны (-0.3), но в 2016 году становятся положительными (+0.2), а в 2017 г. повышается до +0.4. Этот показатель между температурой, расходом родника и индексом солнечной активности также высок, но в обратном направлении- от положительного 0.64 (2015) до отрицательного -0.12 (2016 снижается), причем спускается до -1 в 2017 году (рис. 11).

Проведен корреляционный анализ между расходом (Q л/сек) родника «Сопу-Курган» и солнечной активности (с 01.01. 2015 г. по февраль 2017г), когда наблюдалась сейсмическая активизация, в результате чего выявлены высокие значения, т.е.

Рис. 10. Колебания годовых осадков и суммы чисел Вольфа (R) за 1938-1991 гг.

Рис. 11. Графики чисел Вольфа (W) и землетрясения с $K_p \geq 13,6$ за 1981-2017 гг. в Кыргызстане: красные точки - минимумы и максимумы солнечной активности

от - 1 и до 0,64 соответственно, отпечатанные в гидрогеологических полях. Кроме того, результатами наблюдения за расходом скважины ТМВ «Иссык-Ата» подтверждено наличие тесной связи между химическим составом и водоотбором. Так, в 2008-2010 гг. проведены экспериментальные работы [9,10] по изучению режима суточного хода и хранения проб, а также по учету возможного влияния солнечного затмения и технической регулировки расхода скважин. Здесь с 2006 года по настоящее время ТМВ используются как гидроминеральная база, из-за чего часто нарушается их естественный режим, исходя из практической потребности одноименного курорта.

На рис. 12 вариации ТМВ в скв. 3-к, показаны с дополнением землетрясений с $K_R \geq 11.0$: значительные колебания расхода в скважинах, достигшие до 4.4 л/сек и температуры воды до $\pm 1^\circ\text{C}$ отмечались также перед землетрясениями с $K_R=11$ (21.08.2008), $K_R=11.9$ (03.12.2008) и $K_R=11.4$ (01.02.2009).

От рассматриваемых ТМВ их эпицентры удалены от 46 до 200 км, а флуктуации в 5 случаях совпадают с искусственным вмешательством. В целом наибольшие амплитуды колебания параметров ТМВ, вследствие технической регулировки расхода скважин, не превышают 10%, тогда как флуктуации выше 10% связаны с землетрясениями с $K_R \geq 11.0$, в связи с чем этот количественный уровень представлен предвестниковым признаком о приближающихся сейсмических событий.

Рис. 12. Временные вариации расхода (Q л/сек) и температуры ($T, ^\circ\text{C}$) по скв. 3-к и 6-к ТМВ «Иссык-Ата» с 01.01.2006 г. по сентябрь 2009 г.

Выводы

Качественный набор и количественное содержание геохимии термоминеральных вод Кыргызстана с характером геологического развития и циклом солнечной активности указывает на общность природы существования и преобразования целостности в системе «атмосферно-космические явления- термоминеральные воды- землетрясения». Как минимальные, так и максимальные их уровни разделены на закономерные и случайные всплески. Участие экзогенных составляющих в них прослеживаются по числам Вольфа (W)- индексом солнечной активности в условиях 11-летней цикличности: его максимумы, соответствующие снижению активности землетрясений с $M_w \geq 8$ подтверждены коэффициентами корреляции на примере родника «Сопу-Курган, вычисленными между температурой и расходом воды.

Неоднородность набора и количества всплесков объясняется многофазностью химического состава термоминеральных вод: размазанные по ширине и незначительные по амплитуде аномалии возникают внутри тектонического блока, а остроконечные и узкие- в сочленяющихся зонах глубинных разломов. На этом фоне выявленные суммарные эффекты водно-газовой смеси, связанные со сменой устойчивого равновесия на неустойчивое состояние зависит также от цикла солнечной активности, что может служить основой комплексирования методов на основе теории пульсирующей Земли и теории отражения в процессе взаимодействия всех слоев Земли.

Список литературы/References

- [1] *Каталог землетрясений Института сейсмологии НАН КР (2010-2017)*, Бишкек. [*Katalog zemletryaseniy Instituta seysmologii NAN KR (2010-2017)*, Bishkek, (in Russian)].
- [2] Кендирбаева Дж. Ж., Гребенникова В. В., “Основные результаты гидрогеологических исследований для прогноза сильных землетрясений в Северном Тянь-Шане. Бишкек”, *Вестник Института сейсмологии НАН КР*, 2013, № 2. [Kendirbayeva Dzh. Zh., Grebennikova V. V., “Osnovnyye rezul’taty gidrogeologicheskikh issledovaniy dlya prognoza sil’nykh zemletryaseniy v Severnom Tyan’-Shane. Bishkek”, *Vestnik Instituta seysmologii NAN KR*, 2013, № 2, (in Russian)].
- [3] Кендирбаева Дж. Ж., “Основные принципы регионального анализа гидрогеологической системы Кыргызстана как источника информации о прогнозе землетрясений”, *Вестник Института сейсмологии НАН КР*, 2014, № 2. [Kendirbayeva Dzh. Zh., “Osnovnyye printsipy regional’nogo analiza gidrogeologicheskoy sistemy Kyrgyzstana kak istochnika informatsii o prognoze zemletryaseniy”, *Vestnik Instituta seysmologii NAN KR*, 2014, № 2, (in Russian)].
- [4] Вартанян Г. С. и др., “Гидрогеологические методы исследования тектонических напряжений”, *Советская геология*, 1991, № 9. [Vartanyan G. S. i dr., “Gidrogeologicheskiye metody issledovaniya tektonicheskikh napryazheniy”, *Sovetskaya geologiya*, 1991, № 9, (in Russian)].
- [5] Куликов Г. В. и др., “Оценка геодинамической обстановки и сейсмической опасности по энергетическим параметрам и векторам напряжений гидрогеодеформационного поля”, *Разведка и охрана недр*, 2010, № 7, 19-24. [Kulikov G. V. i dr., “Otsenka geodinamicheskoy obstanovki i seysmicheskoy opasnosti po energeticheskim parametram i vektoram napryazheniy gidrogeodeformatsionnogo polya”, *Razvedka i okhrana nedr*, 2010, № 7, 19-24, (in Russian)].
- [6] Sherman S. I., *Seysmicheskiy protsess i prognoz zemletryaseniy. Tektonofizicheskaya kontseptsiya*, Novosibirsk, 2014, (in Russian).
- [7] “Волны деформации Земли: понятие, наблюдения и модели. Геология и геофизика”, **46:11** (2005). [“Volny deformatsii Zemli: ponyatiye, nablyudeniya i modeli. Geologiya i geofizika”, **46:11** (2005), (in Russian)].
- [8] Кендирбаева Дж. Ж., “К дискретности гидрогеологических условий в свете разрывно-блоковой делимости Кыргызского Тянь-Шаня”, *Девятые научные чтения памяти Ю. П. Булашевича*, Екатеринбург, 2017. [Kendirbayeva Dzh. Zh., “K diskretnosti gidrogeologicheskikh usloviy v svete razryvno-blokovoy delimosti Kyrgyzskogo Tyan’-Shanya”, *Devuyatye nauchnyye chteniya pamyati YU. P. Bulashevicha*, Yekaterinburg, 2017, (in Russian)].
- [9] Абдрахматов К. Е. и др., *Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики*, 2013. [Abdrakhmatov K. Ye. i dr., *Karta seysmicheskogo rayonirovaniya territorii Kyrgyzskoy Respubliki*, 2013, (in Russian)].
- [10] Имашев С. А., Кендирбаева Дж. Ж., Сverdlik Л. Г., “Алгоритмы и технологии программного обеспечения «GeoChemistry» для выявления гидрогеохимических эффектов”, *Вестник Кыргызско-Российского (Славянского) университета*, 2018, № 3, 164-169. [Imashev S. A., Kendirbayeva Dzh. Zh., Sverdlik L. G., “Algoritmy i tekhnologii programmnogo obespecheniya «GeoChemistry» dlya vyyavleniya gidrogeokhimicheskikh effektiv”, *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo (Slavyanskogo) universiteta*, 2018, № 3, 164-169, (in Russian)].
- [11] Имашев С. А., Сverdlik Л. Г., “Изменения температуры воздуха в период высокой сейсмической активности в Японии. Бишкек”, *Наука, новые технологии и инновации*, 2015, № 1, 15-19. [Imashev S. A., Sverdlik L. G., “Izmeneniya temperatury vozdukha v period vysokoy seysmicheskoy aktivnosti v Yaponii. Bishkek”, *Nauka, novyye tekhnologii i innovatsii*, 2015, № 1, 15-19, (in Russian)].
- [12] Сverdlik Л. Г., Имашев С. А., “Атмосферные эффекты землетрясений в Северном и Центральном Тянь-Шане по данным спутниковых измерений”, *Вестник Кыргызско-Российского (Славянского) университета*, **17:1** (2017). [Sverdlik L. G., Imashev S. A., “Atmosfernyye efekty zemletryaseniy v Severnom i Tsentral’nom Tyan’-Shane po dannym sputnikovykh izmereniy”, *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo (Slavyanskogo) universiteta*, **17:1** (2017), (in Russian)].

- [13] Мамыров Э., Маханькова В. А., Березина А. В., Молдобекова С., Хан В. В., "Прогноз вероятного места сильных землетрясений на территории Кыргызстана", *Вестник Института сейсмологии НАН КР*, 2013, № 1. [Mamyrov E., Makhan'kova V. A., Berezina A. V., Moldobekova S., Khan V. V., "Prognoz veroyatnogo mesta sil'nykh zemletryasenyi na territorii Kyrgyzstana", *Vestnik Instituta seysmologii NAN KR*, 2013, № 1, (in Russian)].

Список литературы (ГОСТ)

- [1] Каталог землетрясений Института сейсмологии НАН КР (2010-2017). Бишкек.
- [2] Кендирбаева Дж. Ж., Гребенникова В. В. Основные результаты гидрогеологических исследований для прогноза сильных землетрясений в Северном Тянь-Шане. Бишкек // Вестник Института сейсмологии НАН КР. 2013. № 2.
- [3] Кендирбаева Дж. Ж. Основные принципы регионального анализа гидрогеологической системы Кыргызстана как источника информации о прогнозе землетрясений. Вестник Института сейсмологии НАН КР. 2014. № 2.
- [4] Г.С. Вартанян и др. Гидрогеологические методы исследования тектонических напряжений. Советская геология. 1991. № 9.
- [5] Куликов Г. В. и др. Оценка геодинамической обстановки и сейсмической опасности по энергетическим параметрам и векторам напряжений гидрогеодеформационного поля. Разведка и охрана недр. 2010. № 7. С. 19-24.
- [6] Шерман С. И. Сейсмический процесс и прогноз землетрясений. Тектонофизическая концепция. Новосибирск. 2014.
- [7] Волны деформации Земли: понятие, наблюдения и модели. Геология и геофизика. 2005. Т. 46. №11.
- [8] Кендирбаева Дж. Ж. К дискретности гидрогеологических условий в свете разрывно-блоковой делимости Кыргызского Тянь-Шаня // Девятые научные чтения памяти Ю. П. Булашевича. Екатеринбург. 2017.
- [9] Абдрахматов К. Е. и др. Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики. 2013.
- [10] Имашев С. А., Кендирбаева Дж. Ж., Свердлик Л. Г. Алгоритмы и технологии программного обеспечения «GeoChimistry» для выявления гидрогеохимических эффектов // Вестник Кыргызско-Российского (Славянского) университета. 2018. № 3. 164-169.
- [11] Имашев С. А., Свердлик Л. Г. Изменения температуры воздуха в период высокой сейсмической активности в Японии. Бишкек // Наука, новые технологии и инновации. 2015. № 1. С. 15-19.
- [12] Свердлик Л. Г., Имашев С. А. Атмосферные эффекты землетрясений в Северном и Центральном Тянь-Шане по данным спутниковых измерений // Вестник Кыргызско-Российского (Славянского) университета. 2017. Т. 17. №1.
- [13] Мамыров Э., Маханькова В. А., Березина А. В., Молдобекова С., Хан В. В., Прогноз вероятного места сильных землетрясений на территории Кыргызстана // Вестник Института сейсмологии НАН КР. 2013. № 1.

Для цитирования: Кендирбаева Дж. Ж. Пространственно-временное взаимодействие в системе "сейсмичность-терминальные воды-солнечная неоднородность" на территории Кыргызстана // *Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки*. 2019. Т. 29. № 4. С. 110-124. DOI: 10.26117/2079-6641-2019-29-4-110-124

For citation: Kendirbaeva J. Z. Spatial-temporal interaction in the system of "seismicity-terminal waters-solar heterogeneity" on the territory of Kyrgyzstan, *Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. nauki*. 2019, **29**: 4, 110-124. DOI: 10.26117/2079-6641-2019-29-4-110-124

DOI: 10.26117/2079-6641-2019-29-4-110-124

MSC 86A15

SPATIAL-TEMPORAL INTERACTION IN THE SYSTEM OF "SEISMICITY-TERMINAL WATERS-SOLAR HETEROGENEITY" ON THE TERRITORY OF KYRGYZSTAN

J. Z. Kendirbaeva

Institute of seismology of the National Academy of the Sciences Kyrgyz Republic,
720060, Bishkek, Asanbay., 52/1, Kyrgyzstan

E-mail: jumaevna48@gmail.com

Based on the analysis of numerous materials, it is shown that geochemical and hydrodynamic inhomogeneities associated with the unstable state of the earth's crust are determined by multi-channel ways of entering components into them. The absence of identity of hydroeffects from one earthquake to another in the system "atmospheric and space processes-groundwater-earthquakes" is influenced by indices of 11-year cycles of solar activity and technical regulation of wells flow rate.

Key words: thermomineral waters, hydrogeoseismological network, time graphs, tremors, hydroeffects, tectonic blocks, solar cycles, regulation of wells flow rate, amplitude of oscillations, harbinger of natural disasters

© Kendirbaeva J. Z., 2019