

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ СИЛЬНЫХ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАБЛЮДЕНИЙ В СКВАЖИНЕ
“КАДЖАРАН” И ИХ СВЯЗЬ С ПРОЦЕССОМ ПОДГОТОВКИ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

© 2011 г. А. Э. Казарян

9168 N Price Fresno CA USA 93720

armenkazarian@hotmail.com

Поступила в редакцию 28.10.2011г.

Приведен анализ предвестника “геохимическое затишье” в связи с динамикой процесса подготовки сильного землетрясения. Теоретическая модель подготовки сейсмического события основана на периодичности активизации геодинамических процессов в регионе и на продолжительности появления геохимического предвестника. Динамика подготовки сейсмического процесса определена как периодическая, с нарастанием экспоненциально к моменту сильного сейсмического события. Посредством наблюдения за динамикой изменения химических компонентов в воде наблюдательной скважины установлена качественная связь между сейсмическими событиями различной силы в регионе.

В статье впервые на основе мониторинга гидрогеохимического временного ряда наблюдательной скважины установлен характер процесса подготовки землетрясения как процесса, протекающего в режиме экспоненциального нарастания во времени при приближении к землетрясению. Процесс связан с увеличением количества землетрясений, приносящих стресс в эпицентр будущего сейсмического события. От этого процесса зависит также закономерное увеличение частоты колебаний измеряемых параметров. Понимание динамики процесса подготовки землетрясения имеет самое непосредственное отношение к его прогнозированию. Проблема прогноза, находясь в центре внимания наук о Земле, остается пока нерешенной (Geller et al., 1997). Имея на сегодня более двух сотен предвестников различной природы и топологии, исследователи испытывают трудности в соотношении характеристик этих предвестников и параметров будущего землетрясения. Сложность состоит в том, что предвестники имеют самую различную природу, и их проявления непостоянны перед каждым отдельным событием.

Интересно, что противники и сторонники прогноза интерпретируют наличие предвестников землетрясений различным образом. Сторонники прогноза считают, что появление многочисленных предвестников свидетельствует о том, что прогноз возможен, его реализация зависит лишь от правильности их интерпретации. Оппоненты утверждают, что многообразие предвестников и непостоянство их проявлений указывают на их хаотическую природу, не подлежащую прогнозированию. Такое “разночтение”, как нам кажется, является следствием отсутствия общепринятой концепции, описывающей модель подготовки землетрясения. Не вдаваясь в

подробности теоретической дискуссии по возможности прогноза землетрясений в целом, отметим, что прогноз сильных сейсмических событий, в связи с возросшей в мире урбанизацией, с каждым годом становится всё более необходим, а работы в этой области становятся все более актуальными.

В настоящее время общепринято, что землетрясения имеют продолжительный этап подготовки. Это позволяет надеяться, что динамика процесса может быть отслежена за достаточно долгое время, предшествующее землетрясению. Время и характер проявления предвестников при этом могут варьировать в широких пределах - от проявления в самом начале процесса до проявления непосредственно перед событиями. Топология и амплитуда предвестников также может быть совершенно различной, что делает практически достаточно трудным их выявление и сопоставление с будущими землетрясениями. В этом контексте выделение более или менее постоянных предвестников является довольно сложной задачей и могло бы явиться хорошей основой для прогноза землетрясений.

Прогноз землетрясения, сводящийся к определению места, времени и силы будущего события, является задачей, для решения которой необходимо представить и отследить весь процесс его подготовки. При проведении достаточно длительного мониторинга по выявлению различных стадий процесса подготовки сейсмического события ожидается, что само событие можно будет прогнозировать с достаточной точностью.

Для реализации такого наблюдения на территории Армении силами АрмНИГС ГЕОХИ АН СССР с 1978 г. проводился непрерывный мониторинг химического состава вод наблюдательных скважин в Каджаране, Ара-рате и Суренаване. Эти исследования в дальнейшем проводились в составе НССЗ РА большим коллективом исследователей под руководством Р.Г.Геворкяна и В.А.Игумнова. Составлялись длительные временные ряды исследований при шаге опроса наблюдательных пунктов один раз в сутки. Анализ вариаций состава химических компонентов, таких как Na, K, Cl, SO₄, HCO₃, Ne, Mg, Eh, pH, F, а также температуры и расхода воды составил основу для данного исследования. Чистота отбора проб воды обеспечивалась параллельным контрольным опробованием, а точность химических анализов - проведением внутрилабораторного контроля раз в месяц и межлабораторных контрольных анализов раз в три месяца. Различными экспериментальными исследованиями точность анализов была доведена до 2-3%. Аналитические работы проводились под руководством З.Г.Степанян. Огромный фактический материал, собранный в результате мониторинга, является весьма представительным. Автор данной статьи принимал непосредственное участие в проводимых исследованиях как в составе ГЕОХИ, так и в составе НССЗ с 1988 по 1994 гг., занимаясь сбором фактического материала и его обработкой методами математического анализа. Работы, проводимые по данной тематике в Таджикистане на месторождениях Файзабад и Явроз под руководством А.А.Беляева в

лаборатории геохимического прогноза землетрясений в ГЕОХИ АН СССР, фактически прекратились после распада СССР.

В процессе исследования гидрогеохимических предвестников землетрясений в Армении на пункте наблюдения “Каджаран” нами ранее был выделен качественно новый тип предвестника, названный “геохимическим затишьем” по аналогии с сейсмическим затишьем, выделяемым иногда перед сильными землетрясениями (Mogi,1985). Особенность геохимического затишья состояла в том, что прогнозным признаком считалось не аномальное значение измеряемых признаков, а скорее стабилизация среднего значения признака в измеряемых временных рядах. Таким признаком являлось значение медианы временного ряда измеряемых компонентов, рассчитываемое в плавающем временном окне с апертурой 14 дней. Длительность проявления данного предвестника перед сильными землетрясениями подтверждает тот факт, что сам процесс подготовки сейсмического события также имеет длительный период. Предвестник был установлен простым визуальным наблюдением перед Нарманским, 1983, М-6.9; Спитакским, 1988, М-6.9; Рудбарским, 1992, М-7.8 землетрясениями. В качестве демонстрации такого предвестника приведем его графический пример (Рис 1).

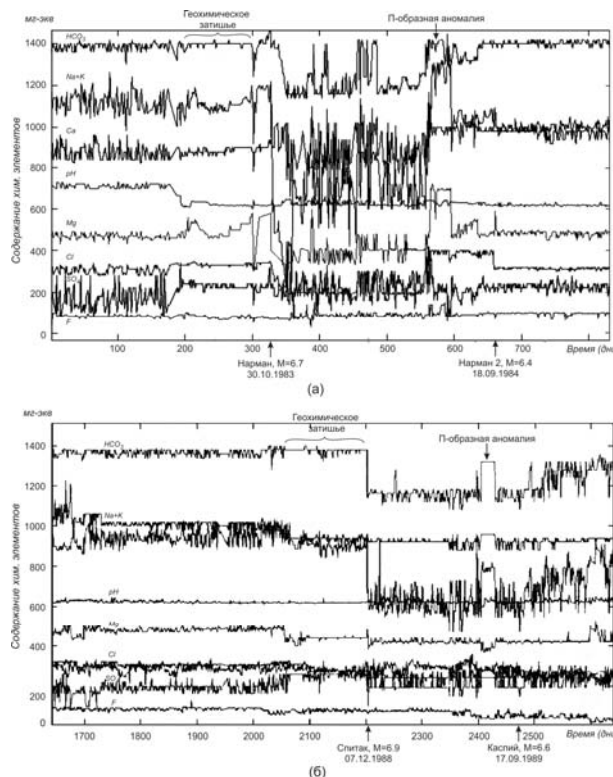


Рис.1. Проявление предвестника “ геохимическое затишье” перед Нарманским 1983г. и Спитакским 1988г. землетрясениями.

Как видно из приведенных графиков, предвестник в виде стабилизации значения медианы замеряемых временных рядов проявляется за 4-5 месяцев до сейсмического события и остается постоянным вплоть до основного толчка. В несколько неявном виде он проявляется также перед последующими после Нарманского и Спитакского землетрясениями с $M-6.4$ (1984.09.18; 40.88СШ, 42.22ВД) и $M-6.6$ (1989.09.17; 40.20СШ, 51.53ВД), проявляясь в виде П-образной аномалии, указанной на рисунке 1. Интересным является тот факт, что величины средних содержаний химических компонентов воды скважины принимают первоначальное значение после этих двух сейсмических событий, реакция на которые “завершает” гидрогеохимическую реакцию состава воды скважины на Нарманское и Спитакское землетрясения соответственно.

Данное наблюдение вскрывает некую связь между Нарманским и Спитакским землетрясениями и следующими после них сейсмическими событиями, практически хорошо выделяемую по динамике химического состава воды скважины. Общая схожесть поведения гидрогеохимических компонентов в воде наблюдаемой скважины перед Спитакским и Нарманским событиями позволяет предположить, что как процесс их подготовки, так и динамика развития геодинамического процесса после реализации главного толчка проходили по схожему “сценарию”.

Предвестник “геохимическое затишье”, в свою очередь, проявляясь задолго до самих событий и, имея стабильный характер вплоть до самих землетрясений, позволяет говорить о динамике завершающего, самого интенсивного периода процесса подготовки сейсмического события, как об имеющем длительность в 4-5 месяцев и проходящем различные стадии. Выявление внутренней зависимости этого, наиболее интенсивного периода подготовки сильных сейсмических событий позволит приблизиться к пониманию динамики данного процесса.

Время появления геохимического и сейсмического затишья перед Спитакским и Нарманским землетрясениями совпадало. Это, возможно, определяется тем, что отсутствие возмущений от сейсмических событий перед сильными землетрясениями способствовало относительной стабильности химического состава воды наблюдаемой скважины. Приведем в качестве примера время появления геохимического затишья в сравнении с сейсмическим временным рядом, построенным на основе данных сейсмического каталога НССЗ.

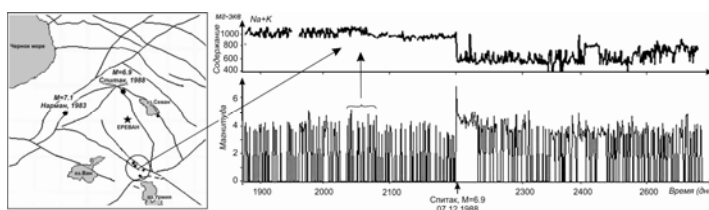


Рис.2. Связь между временем наступления предвестника “геохимическое затишье” и сейсмичностью региона.

Из приведенного рисунка видно, что время наступления геохимического затишья соответствовало времени появления относительно сильных (М-3.7) сейсмических событий в Урмийском очаге землетрясений (отмеченным на карте) и последующим после них относительным уменьшением сейсмической активности в регионе. Данное наблюдение позволяет проследить некую связь между этими сейсмическими событиями, имеющими среднюю силу и последующим сильным Спитакским землетрясением. Более детальное рассмотрение времени образования предвестника “геохимическое затишье” показывает, что период его становления также связан с сейсмическими событиями выше средней силы, произошедшими в районе прилегающем с севера-востока к оз. Ван.

Таким образом, может устанавливаться непосредственная связь как между динамикой сейсмических процессов в регионе и химическим составом воды в исследуемых скважинах, так и между самими сейсмическими событиями. Это обстоятельство позволяет употребить мониторинговые данные по химическому составу воды скважины как инструмент для отслеживания геодинамической активности в регионе. Преимуществами гидрогеохимического мониторинга являются его постоянство во времени, постоянный шаг опроса, а также привязанность к постоянной точке наблюдения. Процесс подготовки сейсмического события, как показано выше, хорошо отражается в изменениях химического состава воды в отдельно взятой точке наблюдения. Использование данных гидрогеохимического мониторинга позволяет изучить процесс нуклеации и роста очага землетрясения более детально.

Для выявления динамики процесса подготовки землетрясений необходимо представить общую модель этого процесса и определить какие фазы становления проходит процесс до его полного завершения в виде землетрясения. Для этого выдвигались теоретические модели процесса подготовки землетрясений, основанные на наблюдении в лабораторных условиях за процессами разрушения и аппроксимации этих выводов на реальные процессы, протекающие в природе. Эти модели важны тем, что принятие в качестве основы для исследований той или иной из них во многом определяет как ход этих исследований, так и интерпретацию результатов. В литературе имеется множество таких теоретических моделей процесса подготовки землетрясений. Мы приведем коротко наиболее известные из них.

Теория “дилатансии” впервые была выдвинута У.Брейсом и развита впоследствии А.Нуром из Стенфордского университета (Гир, Шах, 1988). Дилатансия обозначает увеличение объема горной породы при деформации. При движении земной коры в породах растут напряжения и образуются микроскопические трещины, которые меняют физические свойства пород, например, уменьшаются скорости сейсмических волн, проходящие через породу, увеличивается объем породы, меняется электросопротивление, которое возрастает в сухих породах и уменьшается во влажных.

Модель лавинно-неустойчивого трещинообразования (ЛНТ) создана специалистами из института Физики Земли АН РФ. Суть модели состоит в том, что различные стадии образования трещин (разных масштабов), сопровождаемые изменениями скорости деформирования в очаговой области и вне ее, неизбежно ведут к изменениям физических свойств среды. Это находит отражение и в вариациях сейсмического режима, т.е. в изменении числа слабых землетрясений, их величины и пространственного расположения (Соболев, 1989).

Широко развивается гипотеза появления землетрясения за счет крипа – постепенно ускоряющегося движения бортов уже существующего разлома. Классические лабораторные эксперименты в рамках этой гипотезы выполнил в США Дж.Дитрих (Соболев, 1989). Перед подвижкой, рассматриваемой как аналог землетрясения, на лабораторной модели землетрясения последовательно наблюдались два явления. Вначале регистрировался медленный (несколько сантиметров в секунду) крип, затем вдоль разлома или его части он экспоненциально ускорялся (до десятков и сотен метров в секунду), завершаясь динамической подвижкой и излучением сейсмических волн.

Можно привести еще много моделей подготовки землетрясений, таких как модель консолидации, модель неустойчивого скольжения, модель фазовых превращений и др. Но при их детальном рассмотрении оказывается, что достоинства моделей перекрываются их недостатками. Все рассмотренные выше модели зарождения и подготовки очага землетрясения основаны на попытке воспроизведения изучаемого процесса на модели его линейного развития, когда сила, генерирующая землетрясение, достигает своего максимума в момент самого землетрясения. Хотя в природе не существует чисто линейных процессов, тем не менее, в целом, представление об общем нарастании интенсивности процесса к моменту самого сейсмического события представляется логичным и должно в каком-то приближении соответствовать действительности. Не отрицая правомочности такого обобщенного подхода к процессу подготовки землетрясений, мы хотели бы обратить внимание на некоторые подробности динамики процесса нарастания тектонических напряжений в очаге будущего события.

Выявленная нами ранее особенность распределения сейсмичности на основе анализа суточной динамики сейсмических событий показала, что сейсмическая активность в регионе имеет ярко выраженную периодичность. Периоды колебаний сейсмичности составляют 12 часов, 24 часа, 14 и 28 дней (Казарян, 2011). Применение принципа Лапласа к выявленной периодичности позволяет констатировать, что силы, ответственные за генерацию землетрясений, имеют периодический характер, причем их период равен выделенным периодам колебания сейсмической активности. Данное обстоятельство позволяет по-новому взглянуть на динамику развития геодинамических процессов в относительно малом масштабе реального времени – от нескольких дней до нескольких лет.

Для прослеживания динамики короткопериодной активизации сейсмичности в гидрогеохимических рядах наблюдений длиной менее суток необходимо участить шаг опроса гидрогеохимических наблюдательных пунктов и довести его, как минимум, до одного раза каждые три часа. Такое опробование позволит точнее охарактеризовать 24 и 12 часовые периоды геодинамической активизации, которые при современном шаге опроса (один раз в день) проследить невозможно. Тем не менее анализ собранных данных при ежедневном шаге опроса наблюдательных пунктов позволяет выделить на качественном уровне новые детали процесса подготовки сейсмических событий в регионе.

Предлагаемая в данной статье модель подготовки сейсмического события содержит абстракцию процесса, относящуюся к динамике накопления тектонического напряжения в гипоцентральной зоне будущего землетрясения. В качестве такой зоны принято некое условное пространство горных пород, в котором более или менее линейному, однонаправленному движению микроблоков земной коры препятствует относительно неподвижный “блок”. Представим, что в процессе движения массы одноразмерных тектонических блоков в каком-то одном направлении “натываются” на некое неподвижное “препятствие” (зацеп). Такое “препятствие” в действительности будет иметь конечные размеры, однако в контексте региона может рассматриваться, как “точка” будущего гипоцентра землетрясения. Такая “точка” будет отличаться от остальных точек “геологического пространства” ввиду того, что всё взаимодействие между соседними микроблоками после образования “зацепа” будет происходить именно через нее.

Характер накопления стресса в процессе подготовки землетрясения в гипоцентре должен в какой-то мере подчиняться характеру активизации геодинамических процессов в регионе. В качестве подтверждения правомочности такой связи можно привести результаты исследований по замеру распределения остаточного стресса после сильных землетрясений на Северо-Анатолийском разломе, произведенные Р.Стейном (Stein, 1999). В данной работе показано, что выделившаяся после сильного землетрясения потенциальная энергия не диссипировалась в “геологическом пространстве” в виде тепла, а распределилась в виде дополнительного стресса в зоне разломов, прилегающей к эпицентру землетрясения. Предполагая, что процесс накопления тектонического напряжения в гипоцентре будущего события напрямую связан с динамикой сейсмического “режима” в регионе, можно считать, что и сам этот процесс имеет периодический характер. Экстраполируя данные наблюдения на слабые землетрясения и имея факт обнаружения их периодичности в регионе, можно с большой долей уверенности говорить, что при “достаточном количестве” слабых сейсмических событий процесс накопления тектонического стресса в эпицентре будущего сильного события должен носить элементы периодичности, аналогичные выделенным периодам сейсмической активизации. Учитывая, что процесс подготовки во времени при приближении к сейсмическому

событию также имеет нарастающий характер (сила вызывающая землетрясения достигает своего максимума к моменту основного события), можно с достаточной степенью уверенности полагать, что процесс накопления тектонического стресса в эпицентре будущего сейсмического события будет носить периодический нарастающий характер.

Полагая, что в процессе подготовки сейсмического события эпицентральная зона будущего землетрясения подвергается определенной консолидации, можно допустить, что количество энергии, приносимой “соседними” землетрясениями в гипоцентр будущего события, в целом, должно зависеть от количества последних и их удаленности от эпицентра. Фактическим подтверждением консолидации околоэпицентрального геологического пространства является связь между временем наступления выявленного предвестника “геохимическое затишье” и относительно сильными сейсмическими событиями в регионе. Исследования (Woith, Milkereit et al., 1998), проведенные в рамках программы исследования “READINES”, показали, что состав воды скважины формируется в результате смешения двух вод с различным составом. Очевидно, что консолидация пород перед сейсмическим событием и отсутствие заметных сейсмических событий в период сейсмического затишья могут привести к стабилизации химического состава воды скважины.

Отслеживая зависимость количества и магнитуды сейсмических событий от удаленности от условной точки пространства (зацепа), можно составить представление о степени нарастания энергии, приносимой в эпицентр будущего землетрясения. Для подтверждения и демонстрации эффекта увеличения количества воздействующих событий на условную точку геологической среды проведем следующий математический эксперимент. Подсчитаем зависимость количества землетрясений в транскавказском регионе в зависимости от удаленности от условной точки (скважина “Каджаран”). Выявленная зависимость хорошо видна на приведенном ниже рисунке 3.

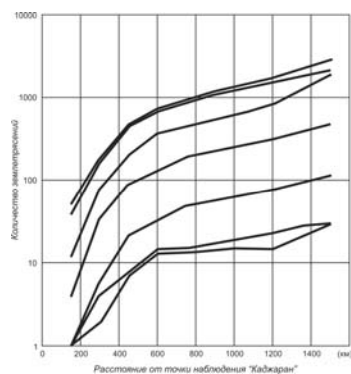


Рис. 3. Зависимость количества землетрясений от удаленности от скважины “Каджаран” для магнитуд выше M-3.5

Как видно из приведенного рисунка, количество привносимой в гипоцентральною область энергии, при условии, что она привносится “соседними” землетрясениями, а также при условии консолидации гипоцентрального пространства перед сильными сейсмическими событиями, должно возрастать экспоненциально. Принимая во внимание, что количество землетрясений, привносящих энергию в гипоцентрально пространство при увеличении консолидированного пространства увеличивается, можно допустить, что процесс подготовки сейсмического события должен также иметь нарастание по частоте воздействия.

Заключение и выводы

Анализ фактического материала показал, что процесс подготовки сейсмического события после образования сейсмического очага будущего землетрясения (зацепа) занимает длительный временной период, и динамика накопления стресса носит периодический характер с экспоненциально нарастающей амплитудой и частотой.

Установленная путем анализа мониторинговых данных связь между отдельными сейсмическими событиями в регионе позволяет подтвердить выявленные ранее Р.Стейном (Stein, 1999) явления накопления стресса в эпицентральной части будущего землетрясения посредством других землетрясений. Выявление периодичности в процессе подготовки сейсмического события позволяет по-новому оценить возможности предварительной оценки времени, места и силы будущего сейсмического события, при условии, что процесс накопления тектонического стресса можно будет с достаточной точностью отслеживать путем мониторинга химического состава вод исследуемых скважин. Предварительные оценки динамики изменения химического и газового состава воды скважины показывают, что такая возможность существует, если проводить детальный мониторинг содержания газов в воде скважины. Содержание газов в воде напрямую связано с величиной давления привносимого “соседними землетрясениями” в эпицентрально пространство будущего события. Данное утверждение хорошо подтверждается тем фактом, что момент наступления “геохимического затишья” перед сильными землетрясениями в регионе, как правило, соответствует времени локального максимума содержания гелия в растворенной в воде фазе. На рисунке 4 показан пример времени наступления предвестника “геохимическое затишье” и его связи с флуктуациями колебаний содержания гелия в воде скважины “Каджаран” в период подготовки Спитакского землетрясения М-6.9 (1988.07.12; 40.51СШ, 44.13ВД) и землетрясения в Каспийском море М-6.6 (1989.09.17; 40.20 СШ, 51.53 ВД).

Время наступления предвестника “геохимическое затишье” можно считать самостоятельным предвестниковым сигналом, наряду с активизацией флуктуаций содержания гелия в воде скважины, которая также может считаться предвестником землетрясения. В газовом составе воды

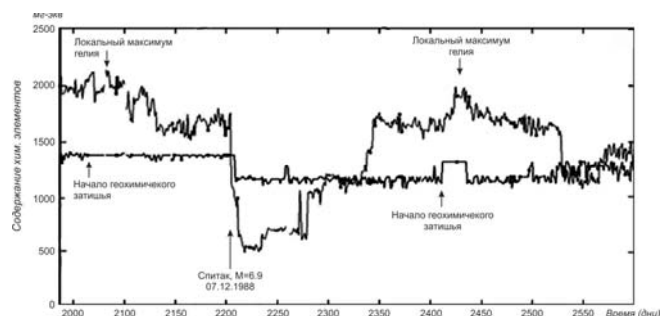


Рис.4. Совпадение времени появления предвестника “геохимическое затишье” и локального максимума содержания гелия в воде скважины “Каджаран” на примере Спитакского землетрясения (М-6.9) и землетрясения в Каспийском море (М-6.6).

наблюдательной скважины в основном представлены азот и углекислый газ, гелий представлен в небольшом количестве. Однако колебания количества гелия в составе воды являются хорошим индикатором низкочастотных колебаний давления в горных породах, чему способствует его химическая инертность.

Таким образом, чувствительность химического и газового состава воды к изменениям в динамике активизации геодинамических процессов является хорошим аргументом для его употребления с целью выявления более надежных и информативных гидрогеохимических предвестников землетрясений.

В качестве базовой рабочей модели для поиска может служить предложенная в данной работе модель процесса подготовки землетрясения. Существенным отличием приведенной модели от ранее предложенных является ее периодический характер. Данная модель нашла качественное подтверждение в проявлении гидрогеохимических предвестников наиболее сильных землетрясений в регионе.

ЛИТЕРАТУРА

- Войтов Г.И., Попов Е.А. Геохимический прогноз землетрясений. Природа, 1989, №12, с.60-64.
- Геохимические методы прогноза землетрясений. Наука, 1992, 212с.
- Гир Дж, Шах Х. Зыбкая твердь. М., Мир, 1988, 220 с.
- Казарян А.Э. Анализ сейсмодинамического состояния территории Армении как одного из факторов оценки текущей сейсмической опасности. Изв. НАН РА, сер.Науки о Земле, 2011, № 2, с.29-42.
- Соболев Г.А. Проблема прогноза землетрясений. Природа, 1989, № 12, с.47-55.
- Igumnov V., Kazarian A.. The geochemical precursors to earthquakes and the relaxation of geochemical parameters. Proceeding Scientific meeting on the seismic protection Venice . ATTI Colloquio scientific sulla protezione sismica Palazzo Balbi, Regione, 1995, p.148-151
- Igumnov V., Stepanian Z., Kazarian A. On the mechanism of the geochemical precursors to earthquake. Abstract on International Conference on Continental Collision zone: earthquake and earthquake hazard reduction. Yerevan, 1993, p.17

- Kazarian A., Igumnov V.** Some aspects of earthquake prediction by geochemical methods, Abstract on International Conference on Continental Collision zone: earthquake and earthquake hazard reduction. Yerevan, 1993, p.46.
- Mogi K.** Earthquake Prediction. Academic Press, New York, 1985, 382c.
- Stein R.** The role of stress transfer in earthquake occurrence. Nature 402, 1999, p.605-609.
- Woith H., Milkereit C., Zschau J., Igumnov V., Balassanian S., Avanesian, A.** Thermal and mineral waters as natural strain sensors. XXVI ESC European Seismological Commission, Abstracts volume, Tel- Aviv, 1998, p.35.

Рецензенты А.Р.Аракелян, Р.Т.Мириджанян

**ՈՒԺԵՂ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ՀԻՂՐՈՇԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ
ՆԱԽԱՆՇԱՆՆԵՐՆ ԸՍՏ “ՔԱՋԱՐԱՆ” ՀՈՐԱՏԱՆՑՔԻ ԴԻՏԱՐԿՈՒՄՆԵՐԻ
ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ և ՆՐԱՆՑ ԿԱՊԸ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԻ ՆԱԽԱՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ
ՊՐՈՑԵՍԻ ՀԵՏ**

Ա.Է. Ղազարյան

Ա մ փ ն փ ու մ

Տրված են երկրաշարժերի նախանշանների ի հայտ գալու որակական բնութագիրը և երկրաշարժերի նախապատրաստման փուլի տեսական մոդելը՝ հիմնված սեյսմիկ պրոցեսների ակտիվացման պարբերականության սկզբունքի վրա: Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի վարքագծի վերլուծությամբ բացահայտված է նրա փոփոխությունների բնույթը՝ կապված ուժեղ երկրաշարժերի հետ;

**HYDROGEOCHEMICAL PRECURSORS OF STRONG EARTHQUAKES ON
THE RESULTS OF OBSERVATIONS IN THE WELL “KAJARAN” AND THEIR
RELATIONSHIP TO THE PROCESS OF EARTHQUAKE PREPAR**

A.E. Kazarian

A b s t r a c t

The analysis of a precursor “ geochemical quiescence “ in connection with dynamics of process of preparation of strong earthquake is given. The character of preparation of strong seismic events in region is determined qualitatively. The theoretical model of preparation of seismic event, based on periodicity of activation of geodynamic processes in region and on duration of occurrence of a geochemical quiescence is given. Dynamics of preparation of seismic process is determined as periodic process with exponential increase of amplitude and increase of frequency toward the time of strong seismic event. By monitoring over dynamics of variation of chemical components in water the connection between different strong seismic events in the area has been established.

ՀՀ ԳԱՍ Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի մասին, 2011, 64, № 3, 14-26