

МОДЕРНИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Кузьмин Ю.Д., Воропаева Н.П.

Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский, kuzu@emsd.iks.ru

Введение.

В рамках темы «Реакция гидротермальной системы на геофизические воздействия» в КФ ГС РАН при финансовой поддержке РФФИ проводится геохимический и геофизический мониторинг на ПКН «Карымшина». Целью данной работы является оценка взаимовлияния глубинной и подпочвенной составляющих гидротермальной системы и выяснение влияния геофизических воздействий на термодинамические и газодинамические параметры гидротермальной системы.

Для выявления реакции и корреляций между гидротермальными системами на пространственное воздействие разнообразных геофизических полей (метеорологических, гравитационных, электромагнитных, сейсмических и др.) по мере развития и оснащения геохимического пункта ПКН «Карымшина» предпринимаются действия по расширению данного вида работ на других гидротермальных системах и геологических средах вне их.

Общие представления выбора места геохимических пунктов и пункты наблюдений

На использование гидротермальной системы в качестве природного объемного деформометра нас навели работы японских исследователей, которые для получения данных о движении земной коры использовали скважинные деформометры [4]. Чувствительным элементом в скважинном деформометре является сильфон, реагирующий на изменение объема силиконового масла, которым заполнен измерительный объем скважины. Посредством жидкого масла и сильфона изменения деформации объема в окружающих породах можно свести к вертикальному перемещению верхнего сечения сильфона, с которым связано измерительное устройство. В гидротермальной системе любые внешние воздействия: гравитационные, геодинамические, сейсмические, геомагнитные, метеорологические и др., будут регистрироваться в виде изменения флуктуаций внутренних параметров системы: геохимических, газодинамических, термодинамических и др. Наблюдения за всеми этими параметрами позволят определить реакцию гидротермальной системы на внешние воздействия. Для этого необходимо правильно определиться с методиками наблюдений, выбором наблюдательных скважин, техническими возможностями организации наблюдений, сбором, накоплением, хранением и обработкой полученных данных.

Поскольку каждый регион имеет свою геолого-тектоническую, гидрогеологическую историю развития, то он характеризуется и специфическим сеймотектоническим каркасом – тектоническими разломами, с которыми связан, характерный для данного разлома тип вод. Путь их движения, морфология термопроводящих каналов сложны и часто приурочены к оперяющим разломам или дериватным аналогам основного сейсмогенерирующего разлома [3]. Предполагается, что нестабильность водно-газовых систем обусловлена процессами на достаточно больших глубинах и будет иметь интегральный эффект динамических и физико-химических процессов, протекающих во всем интервале глубин от места локализации очага возмущения до стока флюидов [2].

Для получения представительной гидрогеохимической информации необходимо, чтобы на пунктах наблюдения проводилась непрерывная или, по крайней мере, с достаточной частотой регистрация как можно большего числа параметров; были унифицированы измерения и методы обработки получаемой информации.

Для базового геохимического пункта наблюдений была выбрана Верхнее-Паратунская гидротермальная система, которая является частью Паратунской геотермальной системы. Все 45 скважин в пределах Верхнее-Паратунской гидротермальной системы вскрыли термальные воды различные по температуре и химсоставу. В геологическом строении Верхнее-Паратунского геотермального месторождения принимают участие в различной степени диссоциированные вулканогенно-осадочные, эффузивные и интрузивные образования палеоген-неогенового возраста, перекрытые с поверхности толщей четвертичных отложений мощностью 150 – 190 м. Мощность

относительной водоупорной толщи (до появления самоизлива из скважин) составляет 24 -423 м, преимущественно 100-350м. Нижняя граница выделенной толщи залегает на глубине 64 – 586 м. Обводненные трещинные зоны вскрывались скважинами на различных глубинах: от 32 -101 м до 1670м. В целом на месторождении до глубин 400 м, реже 600 м и более отмечается низкая проницаемость трещинных зон. [7]

В региональном плане Верхнее-Паратунская термоаномалия приурочена к пересечению Паратунско-Асачинской меридиональной раздвиговой зоны Вилючинским линеаментом. Паратунско-Асачинская зона является фрагментом единого мантийного заложения разлома – главного линеамента, прослеживающегося по геологическим и геофизическим данным вдоль Восточной Камчатки и контролирующего размещение восточной цепи четвертичных, в том числе и современных вулканов. Она прослеживается с юга на север от нижнего течения реки Асача, через вулканы Мутновский, Вилючинский в долину р. Паратунки и далее в направлении вулкана Корякский. Контролирует современные термопроявления с юга на север: Асачинские, Северо-Мутновские, Войновские, Жировские, Вилючинские, Овражьи, Поперечные, Верхне-, Средне-, Нижне-Паратунские и Северные. Мощность зоны 10 – 12 км [7].

В системе геохимических параметров, привлекаемых в последние 1.5 – 2 десятилетия для изучения сейсмичности недр, равно как при изучении условий газообмена в приземном слое атмосферы, радону и водороду отводиться особое место [6]. Для регистрации подпочвенного водорода из 4 м скважины и растворенного водорода в потоке термальной воды используется анализатор водорода, разработанный В.М. Лупатовым (ГЕОХИ). Описание датчика дано в настоящем сборнике. Информация с анализатора ежеминутно передается по радиотелеметрическому каналу на приемный пункт в г. Петропавловск-Камчатский. Для регистрации эсхалиции подпочвенного радона из 4 м скважины и растворенного радона в потоке термальной воды используются серийно выпускаемые МТМ «Защита» МИФИ радиометры РРА-01 -03. Радиометры автономны, портативны, автоматизированы и имеют собственную память, позволяющую запоминать до 1000 измерений с последующим съемом на компьютер. Регистрация изменения эсхалиции радона осуществляется с частотой один раз в 30 мин. Изменения температуры на дне наблюдательной скважины и межскважинные потенциалы линий между скважинами ГК-17, ГК-37 и К-88 пишутся на «DATAMARK» с частотой 1 раз в минуту.

Отработка методов и методик измерений газодинамических и термодинамических параметров в полевых условиях для получения рядов наблюдений является трудоемким процессом. Особенно хочется обратить внимание на проведение охранных мероприятий по сохранению регистрирующей аппаратуры и получение разрешений на организацию наблюдений на скважине или определенной территории. Из-за невозможности положительно решить эти вопросы иногда приходится отказываться от оптимальной точки наблюдения.

В 2006 г. на полевом пункте «Микижа» ИКИР ДВО РАН и КФ ГС РАН проводился комплексный эксперимент по синхронным наблюдениям за геоакустикой, атмосферным электрическим полем, радоном и водородом. Пункт интересен тем, что он так же, как и ПКН «Карымшина», расположен в Паратунско-Асачинской раздвиговой зоне на Северной геотермальной системе. Для регистрации водорода используется датчик В.М.Лупатова. Регистрация эсхалиции радона проводилась новой сейсморадоновой станцией СРС-1, разработанной в МИФИ. В связи с тем, что у нас были ее первые экземпляры, пришлось проводить полевые испытания данных станций. Станция удобна для работы в полевых условиях, возможна автономная установка, электронная часть работает хорошо, но при высокой влажности перестает работать детектор, регистрирующий альфа распад. С разработчиками СРС этот вопрос обсуждается. Кроме радона и торона станция регистрирует параметры газовой пробы (температуру, давление, влажность), вводимой в радиометр. Для регистрации вариаций геомагнитного поля Земли на данном пункте были организованы наблюдения за теллурическим потенциалом между двумя свинцовыми электродами, закопанными на глубину 1.5 м. Возможность таких наблюдений за геомагнитными вариациями ранее была проверена на ПКН «Карымшина». Данные измерений геоакустики, атмосферного электрического поля, теллурических потенциалов и водорода передаются с частотой 1 сек. в ИКИР (Паратунка). Данные СРС по мере посещения пункта записываются на ноутбук и затем передаются в ИКИР. На пункте имеется цифровая метеостанция, данные с которой также передаются в ИКИР. Пример регистрации приведен на рис. 1.

Пункт «Микижа» расположен на берегу озера «Микижа», в котором установлены гидроакустические датчики. Согласно [5], район оз. Микижа расположен в пределах Паратунского

грабена, являющегося частью Авачинской депрессии. Примерно в километре к востоку от оз. Микижа расположена структура Быстринского блока. По левому борту верхней части долины р. Карымшина откартирован новейший рельефообразующий, возможно сейсмоактивный разлом, скрытый под рыхлыми вышележащими образованиями. Этот разлом является границей между Паратунским грабеном и Быстринским блоком, однако в районе оз. Микижа он на тектонической карте нарисован штриховой линией, т.е. не определен. Современный рельеф на территории полигона сложен ледниковыми и водноледниковыми отложениями (g, f, Q4III), представленными валунниками, галечниками, супесями, суглинками, редко глинами и песками. Мощность отложений составляет не более 150-200м. На глубине отложения могут быть значительно сцементированы. Судя по тому, что в современном рельефе сейсморазрывные нарушения в зоне разлома, ограничивающего Паратунский грабен и Быстринский блок, не выражены, рыхлые водноледниковые отложения не деформированы, в позднеплейстоцен-голоценовое время разлом не активизировался.

Как отмечалось выше, интересно сравнить дегазационные возможности пунктов наблюдений, расположенных в разных геолого-тектонических условиях. Проведем сравнение по эсхалации радона на ПКН «Карымшина», пункте «Микижа», которые расположены в Паратунско-Асачинской раздвиговой зоне, но разных гидротермальных системах, и в подвале на глубине 3 м в г. Петропавловск-Камчатский (рис 2). В геологическом отношении пункт «Подвал» расположен в пределах С-З фланга Петропавловского горста. При бурении скважины НИС-1 в районе ИВиС для наблюдений по мониторингу землетрясений, была установлена мощность рыхлых отложений около 300 м, причем большую часть разреза представлена туфоподобными щебенисто-глыбовыми обвальными-взрывными отложениями Пра-Авачинского вулкана.

В связи с направленностью конференции на сильные землетрясения Камчатки, следует показать всплеск интенсивности нейтронного потока на ПКН «Карымшина» (при ясной погоде) в апреле 2006 г. перед Олюторским землетрясением, которое произошло 20 апреля 2006 г. (рис.3).

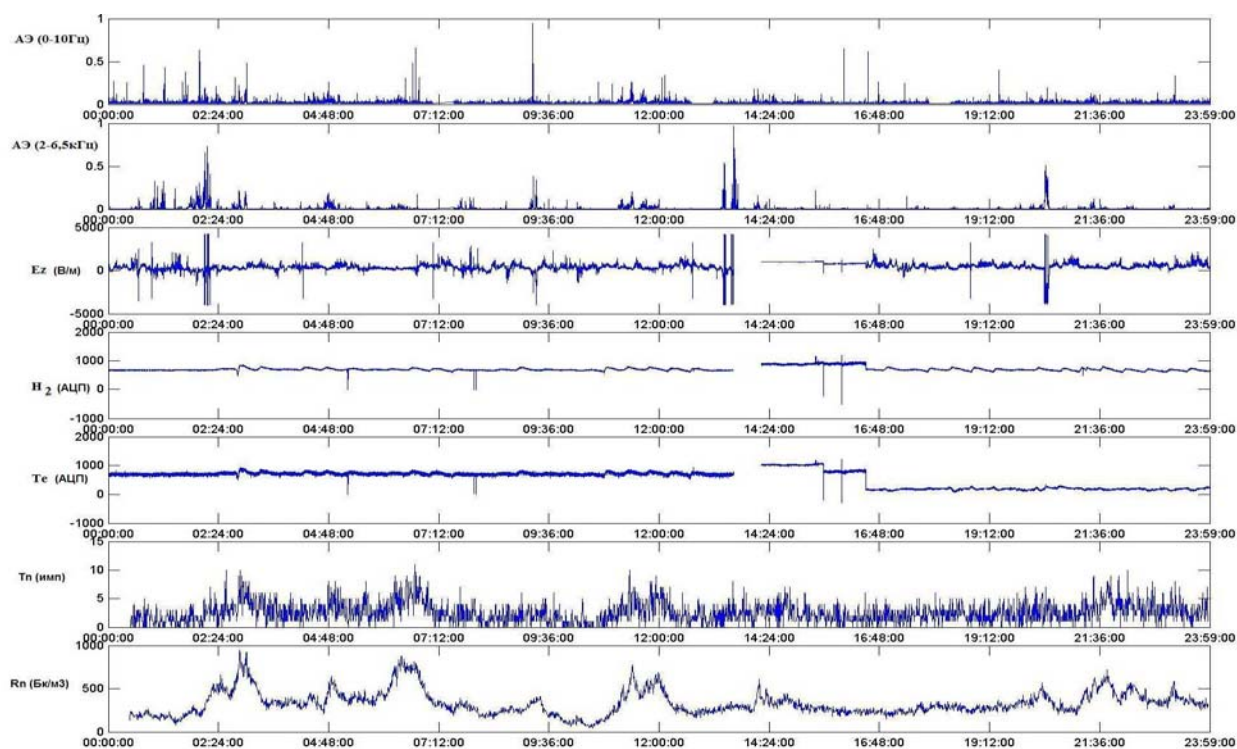


Рис. 1. Пример комплексной регистрации на пункте «Микижа» за 51 день, кроме метеоданных. 1 и 2 каналы – акустическая эмиссия в разных частотных диапазонах (Па), 3 канал – атмосферное электричество (В/м), 4 канал – изменение концентрации водорода (разряд АЦП), 5 канал – изменение теллурического потенциала (разряд АЦП), 6 канал – канал торона (имп), 7 канал – канал радона (Бк/м3).

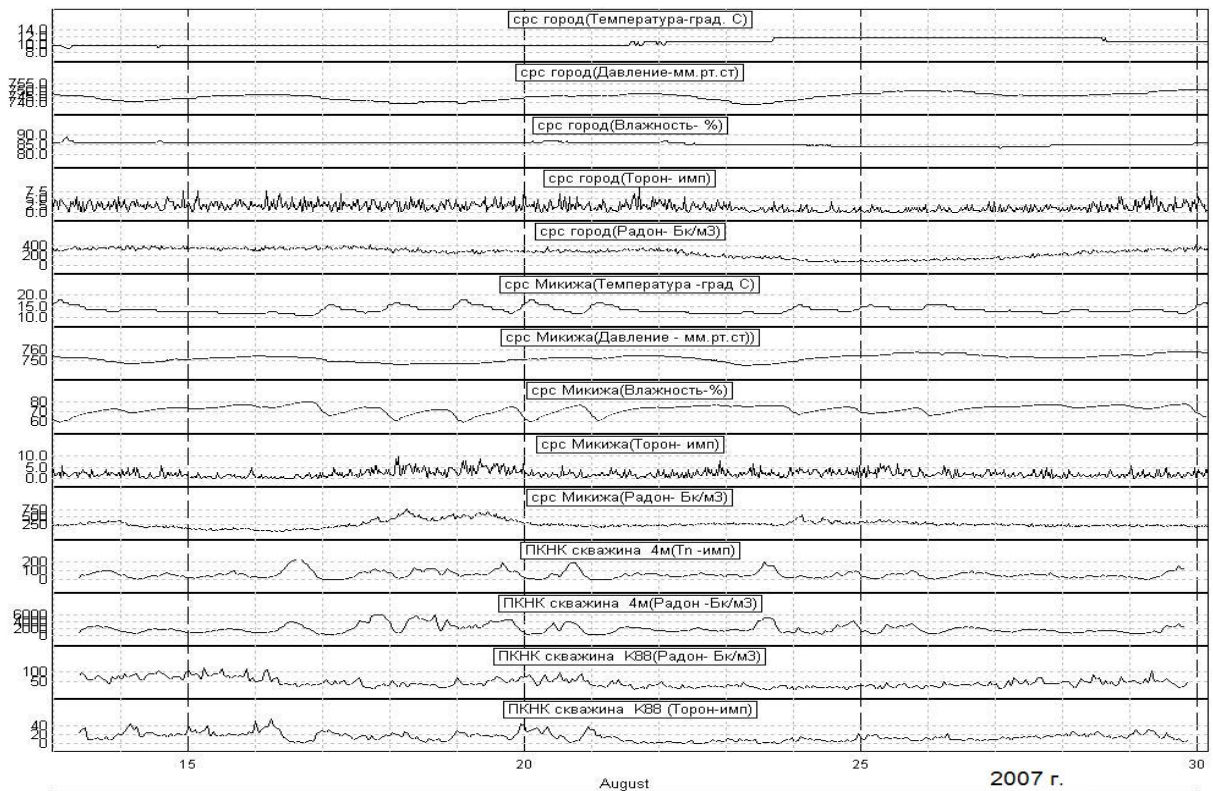


Рис. 2 Сравнение рядов наблюдений на ПКН «Карымшина», пункте «Микижа» и в подвале в г. Петропавловск-Камчатский.

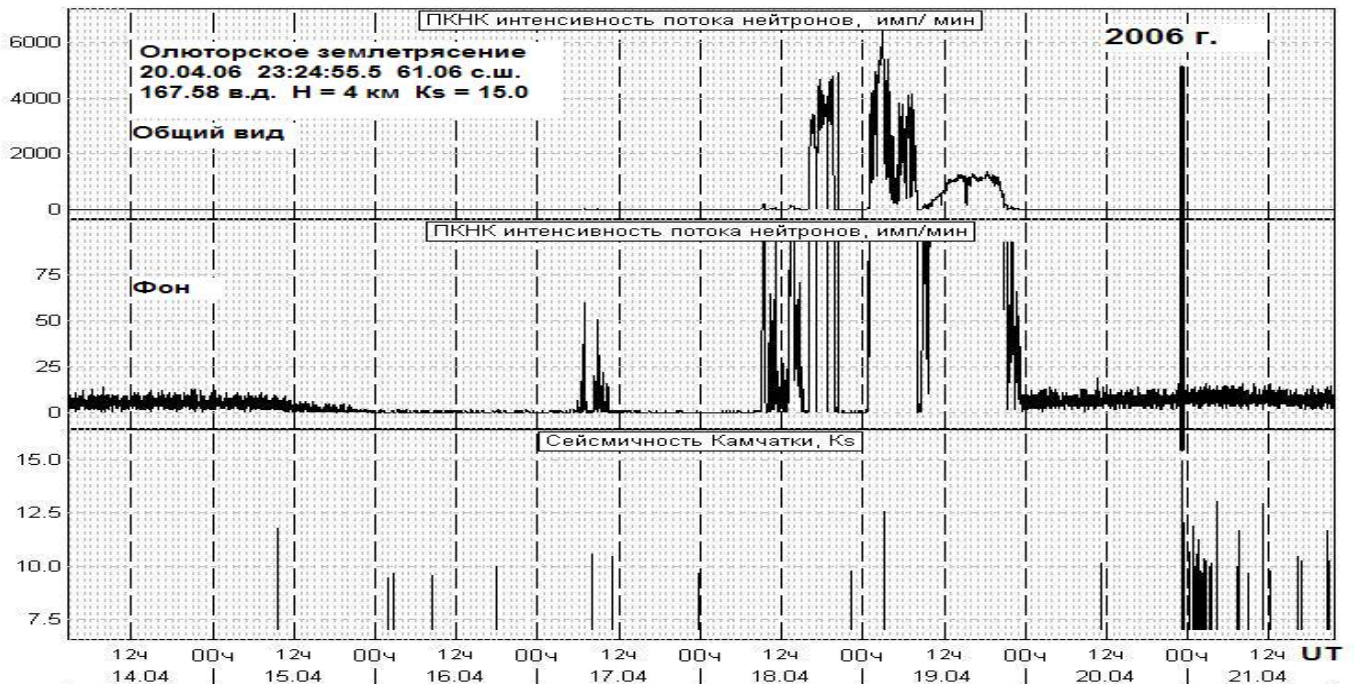


Рис. 3. Изменение интенсивности потока тепловых нейтронов на ПКН «Карымшина», перед Олюторским землетрясением в Корьякии. 20 апреля 2006 г

Такой всплеск перед землетрясением отмечен впервые за время наблюдений с 2003 г., но и сильных землетрясений за время регистрации до этого не было. Всплеск интенсивности потока тепловых нейтронов перед Олюторским землетрясением можно отнести к предвестниковым, но по одному событию это делать некорректно. т.к. нет ясности в физическом понимании процессов, связанных с изменением потока тепловых нейтронов в приземной атмосфере [8].

Результаты газодинамических наблюдений хранятся в виде базы данных, реализованной на основе СУБД MySQL.

Заключение

- Полученные ряды наблюдений показывают, что данные наблюдения информативны и в них наблюдается взаимосвязь между геофизическими и геохимическими параметрами гидротермальной системы;

- наблюдаемая корреляция в поведении подпочвенного радона на ПКН «Карымшина» и «Микижа» говорит о том, что подпочвенные газовые параметры разных гидротермальных систем, приуроченные к одному глубинному разлому, могут вести себя одинаково при разных пространственных геофизических воздействиях;

- корреляции в поведении радона между данными ПКН «Карымшина» и «Микижа» с «Подвалом» в городе не наблюдается;

- использование новых сейсморадоновых станций, с регистрацией параметров вводимой воздушной пробы, значительно упрощает проведение мониторинга за радоном, что является важным фактором при сравнении поведения радона в разных точках наблюдения;

- есть трудности в быстром обмене полученной информации в разных организациях (КФ ГС РАН и ИКИР ДВО РАН), т.к. используется разное программное обеспечение и технические возможности съема, передачи и накопления информации.

- для проведения корректного термогазодинамического мониторинга гидротермальных систем необходимо проводить наблюдения на информативных водонапорных термальных неэксплуатируемых скважинах.

- для проведения круглогодичных наблюдений необходимо продумывать мероприятия по обогреву пункта в зимнее время, т.к. большая часть оборудования работает при температурах с 5°C и выше, а ноутбуки при отрицательных температурах не работают вообще, что значительно усложняет мониторинг в зимнее время.

Исследования по теме «Реакция гидротермальной системы на геофизические воздействия» на Камчатке поддерживаются Российским фондом фундаментальных исследований, гранты 05-05-64837-а и 07-05-00093-а.

Список литературы

1. Войтов Г.И., Стекланин Ю.И. О нестабильности во времени поземных водно-газовых систем // Гидрогеохимические исследования на прогностических полигонах: Тезисы докладов. Алма-Ата: Наука, 1983. С.28
2. Кузьмин Ю.Д. Регистрация интенсивности нейтронного потока на Камчатке в связи с прогнозом землетрясений // Геофизический мониторинг Камчатки. Материалы научно-технической конференции 17-18 января 2006 г. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2006. С. 149 – 156
3. Мизев В.А. О принципах размещения сети гидрогеохимических станций // Гидрогеохимические исследования на прогностических полигонах: Тезисы докладов. Алма-Ата: Наука, 1983. С.62.
4. Асада Т., Исибаси К., Матсуда Т. и др. Методы прогноза землетрясений. Их применение в Японии. М.: Недра, 1984. 312 с.
5. Отчет о результатах гидрогеологического доизучения с инженерно-геологическими и геоэкологическими исследованиями и картографированием масштаба 1:200 000, проведенного на территории листа N-57-XXVII в 1991-1996 гг. / Отв. исполнитель А.И.Сережников. Камчатнедра, 2000 г.
6. Рудаков В.П., Уточкин Ю.А. О мониторинге состояния геологической среды посредством непрерывных измерений вариаций концентрации водорода и радона подпочвенных отложений // Геохимия. 1993. №9. С.1368-1370
7. Сережников А.И., Зимин В.М. Геологическое строение Паратунского геотермального района, влияние отдельных геологических факторов на современную гидротермальную деятельность // Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки. Владивосток: ДВНЦ, 1976. С.115-142.