УДК 550.341.5

А. В. Кирюхин, А. Ю. Поляков, И. Ф. Делемень

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
г. Петропавловск-Камчатский
e-mail avk2@kscnet.ru

Связь локальной сейсмичности в Северо-Мутновской вулканотектонической зоне с аномальным изменением устьевого давления на скважине Родниковая

Зарегистрированная 14 декабря 2012 г. термогидродинамическая аномалия на скважине Родниковая находящейся на север-северо-восточной части Северо-Мутновской вулкано-тектонической зоны, связана с локальной сейсмичностью в средней части Мутновской вулканотектонической зоны и интерпретируется как процесс внедрения магмы или глубинного флюида в область теплового питания Мутновской гидротермальной системы.

Введение

С 24 июля 2012 г. на скважине Родниковая (52,65514° с. ш. 158,21907° в. д.) находящейся на север-северо-восточной части Северо-Мутновской вулкано-тектонической зоны (рис. 1) [1], проводятся непрерывные наблюдения за изменением давления теплоносителя. Наблюдения проводятся для оценки термогидродинамического влияния эксплуатации Мутновского геотермального месторождения на прилегающие термоминеральные источники.

Скважина Родниковая глубиной 295 метров, была пробурена КГГЭ ПГО «Сахалингеология» в 1985 г. вблизи Вилючинских термальных источников в конце 80-х годов прошлого века, в каталоге экспедиции ей был присвоен номер № 27. Бурение производилось станком роторного бурения, диаметр бурения 394 мм (на глубинах от 0 до 14 м), 295 мм (14 – 123 м) и 215 мм (123 – 295 м). Ствол скважины обсажен до глубины 293 м. В соответствии с описанием её геолого-гидрогеологического разреза скважины, на глубинах от 0 до 12 метров залегают рыхлые отложения — в верхней части горизонта галечники с прослоями песка и гравия, а в нижней — валунниками с песчано-гравийным заполнителем, местами с прослоями суглинка. С глубины 12 м и до забоя разрез скважины представлен габбро-диоритами, причём с глубины 30,2 м эти породы трещиноваты и подвержены пиритизации и окварцеванию. Избыточное давление на устье при измерениях, выполненных 8 июня 1985 г., составило 1,0 атм.расход при самоизливе 50 л/с,[2]

Измерения устьевого давления на скважине

В июле 2012 г. на скважине установлен трансдьюссер (цифровой манометр) Ashcroft T-ASH-G2-100[1], производства фирмы Onset Computer Corporation (США) с блоком управления и накопления данных (HOBO Energy Logger Pro)[2] и установленным аналоговым модулем FlexSmart Analog Module[3]. Объёма памяти модуля хватает на более чем 300 дней измерений, при их временном интервале в 5–10 минут. Диапазон измерения давления от 0 до 6,89 бар, с погрешностью измерения ±1% в температурном диапазоне $-20° \div +85°$ С.

За период наблюдений с 24 июля 2012 по 23 августа 2013 получен массив данных, графическое отображение которых приведено на рис. 2. Кроме явных сезонных вариаций и антропогенного влияния (скважина используется на обогрев и в ряде случаев, осуществлялось её закрытие) обращает на себя внимание аномальное изменение давления — увеличение более чем на 2 бара, произошедшее 14 декабря 2012 г. В такое время года, наиболее вероятным поводом для подобной вариации давления могут быть события связанные с сейсмической деятельностью.

Результаты обработки данных

В результате анализа каталога региональных землетрясений[4] за период ноябрь 2012 г. — январь 2013 г., какой либо корреляции этих сейсмических событий с представленной гидродинамической аномалией не обнаружено.

Для дальнейшего анализа использовался массив данных по локальным (520–530 — 1580–1590) сейсмическим событиям за аналогичный период времени, за который произошло 8 сейсмических событий которые можно связать с гидродинамической аномалией, часть событий произошло до и часть после гидродинамической аномалии. При анализе местоположения эпицентров, выяснилось, что все они локализованы в средней части Мутновской вулканотектонической зоны со средней глубиной 5,8 км. рис. 3.

[1] http://www.onsetcomp.com/products/sensors/t-ash-g2-100

[2] http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/h22-001

[3] http://www.onsetcomp.com/products/sensors/s-fs-cvia

[4] http://www.emsd.ru/ts/index.php

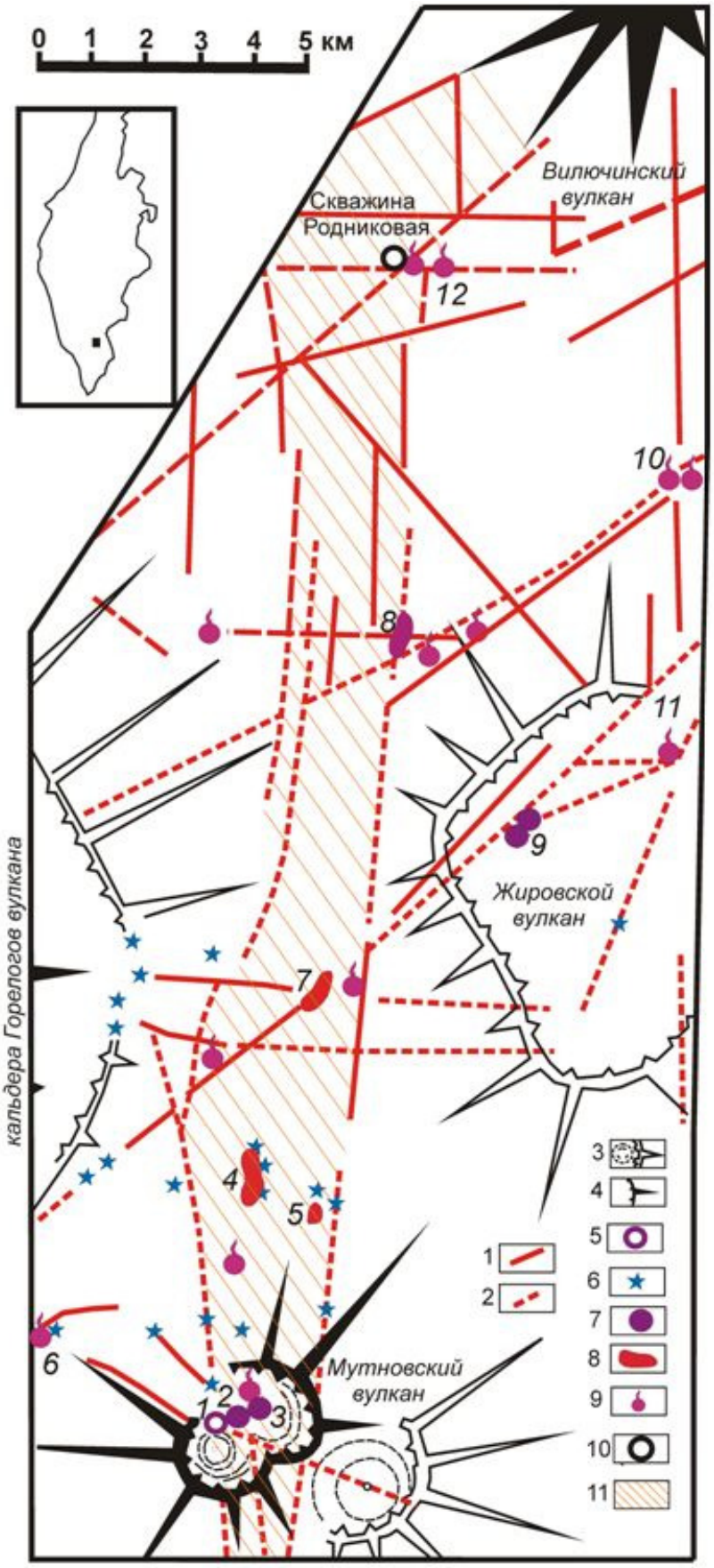

Рис. 1. Позиция скважины 1 в структуре Мутновско-Жировского геотермального района (по Е. А. Вакину с соавторами [Вакин и др., 1976], с дополнениями): 1 — тектонические нарушения установленные; 2 — тектонические нарушения предполагаемые; 3 — кратеры и кальдеры доголоценовых вулканов; 4 — действующие вулканы; 5 — Активная воронка действующего Мутновского вулкана; 6 — плейстоцен-голоценовые шлаковые конусы и лавовые потоки базальтового состава; 7 — фумарольные поля; 8 — термальные поля; 9 — термальные источники; 10 — наблюдательная скважина №28; 10 — Северо-Мутновская вулкано-тектоническая зона.

Цифры на схеме: 1 — Активная воронка Мутновского вулкана; 2 — Нижнее (Донное) фумарольное поле Мутновского вулкана; 3 — Верхнее фумарольное поле Мутновского вулкана; 4 — Северо-Мутновское термальное поле, Западная группа источников; 5 — Северо-Мутновское термальное поле, Восточная группа источников; 6 — Западно-Мутновские термы; 7 — Дачное термальное поле; 8 — Верхне-Жировские термы; 9 — термальное поле Жировского вулкана; 10 — Нижне-Жировские термальные источники; 11 — Войновские термальные источники; 12 — Вилючинские термальные источники.

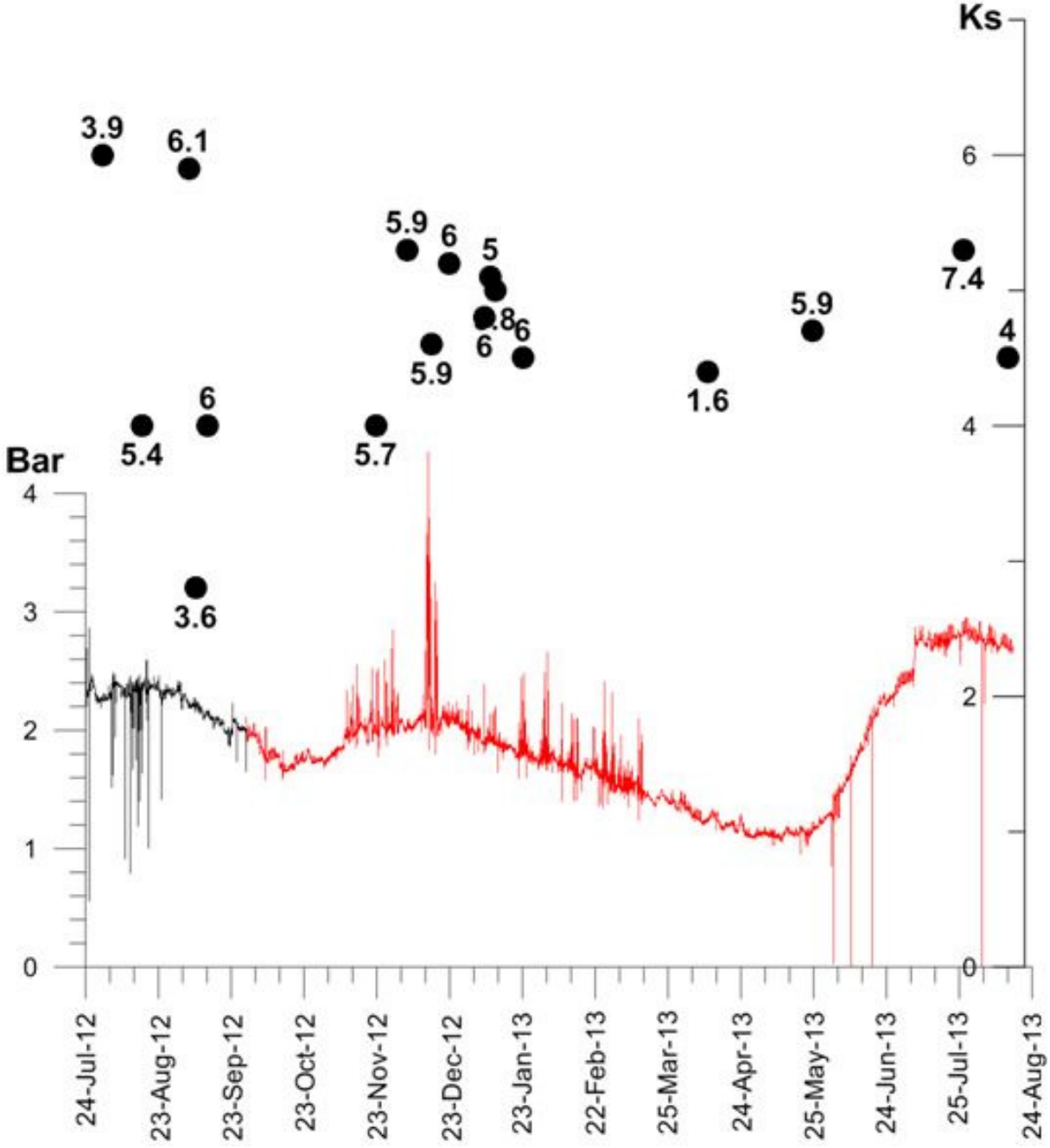

Рис. 2. Изменения устьевого давления на скважине Родниковая с 24 июля 2012 по 23 августа 2013 и локальная (520–530 — 1580–1590) сейсмичность. Bar — устьевое давление, K_S — класс землетрясений, чёрные кружки — землетрясения, цифры у кружков — глубина землетрясений.

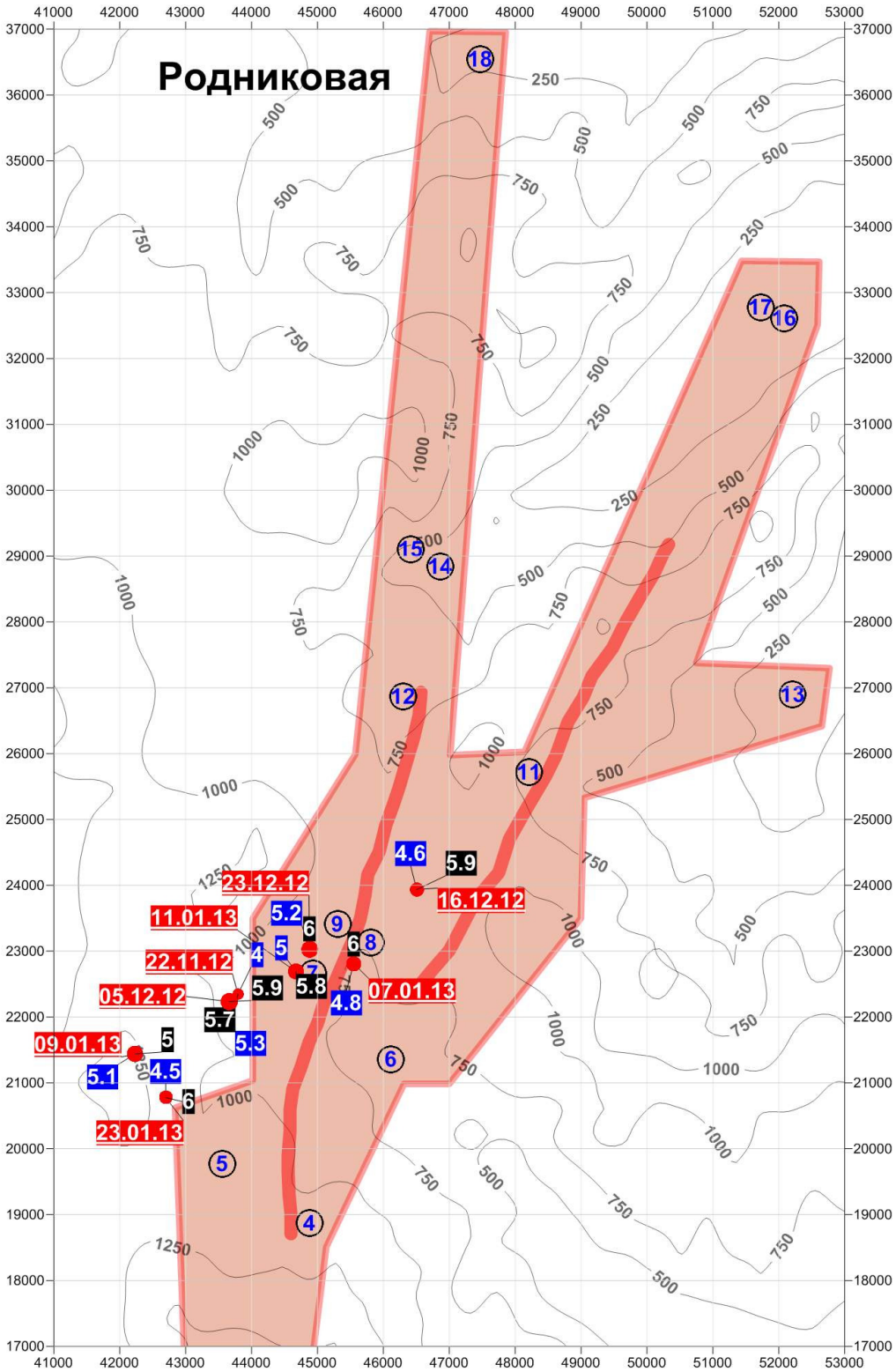

Рис. 3. Месторасположение локальных землетрясений непосредственно до и после гидродинамической аномалии. Красные кружки — землетрясения, числа выделенные красным (с подчеркиванием) — даты землетрясений, числа выделенные голубым — класс землетрясений, числа выделенные черным — глубина землетрясений, розовым выделена Северо-Мутновская вулкано-тектоническая зона (по [1], 18 — скважина Родниковая.

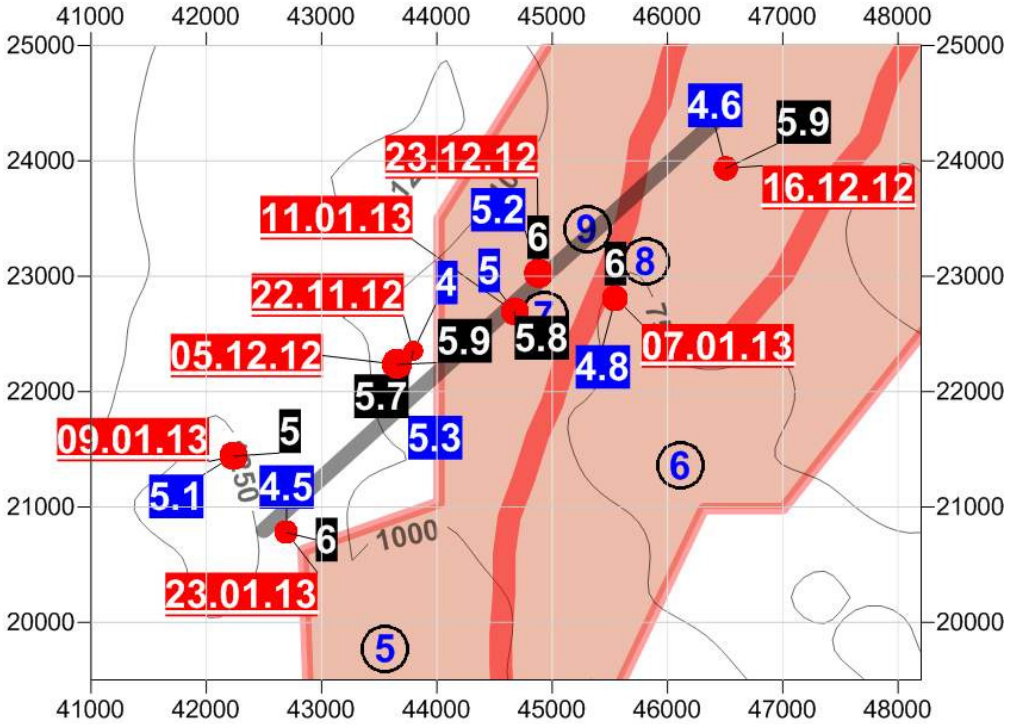

Рис. 4. След плоскости аппроксимирующей координаты локальных землетрясений произошедших сразу после гидродинамической аномалии. Чёрная полоса — след плоскости аппроксимирующей координаты локальных землетрясений, красные кружки — землетрясения, числа выделенные красным (с подчеркиванием) — даты землетрясений, числа выделенные голубым — класс землетрясений, числа выделенные черным — глубина землетрясений

Эпицентры, сейсмических событий в средней части Мутновской вулкано-тектонической зоны, коррелируемые нами с гидродинамической аномалией на скважине Родниковая, с достаточной достоверностью, ложатся на корреляционную плоскость:

$$z = Ax + By + C, \text{ где}$$

$$z = 5{,}8$$
$$A = 0{,}000436769378446 \quad B = -0{,}000482164322599$$
$$C = -2{,}73429843493 \quad x = 42500 \div 45000$$

с углом наклона 68° на юговосток.

След плоскости которая аппроксимирует координаты землетрясений изображён на рис. 4.

Указанная плоскость фиксирует зону образования предполагаемого разлома, являющейся, вероятно, трещиной гидроразрыва, возникшей в процессе внедрения магмы или глубинного флюида в область теплового питания Мутновской гидротермальной системы

Выводы

1. На скважине Родниковая в период времени 24 июля 2012 по 23 августа 2013 проводятся непрерывные наблюдения за изменением устьевого давления. 14 — декабря 2012 г. обнаружено аномальное повышение давление более чем на 2 бара.

2. Сопоставление с локальной сейсмичностью в пределах Мутновского геотермального месторождения показывает, что в течении месяца после гидродинамической аномалии произошло 6 землетрясений классом $5{,}8 - 6{,}0$. На абсолютных отметках $-5 \div -6$ км. Анализ координат землетрясений показывает, что они приурочены к плоскости северовосточного простирания и углом падения 68 на юговосток, указанная плоскость фиксирует зону образования предполагаемого разлома (трещины гидроразрыва).

3. Возрастание давления в геотермальном резервуаре с последующей образованием активной трещины интерпретируется как процесс внедрения магмы или глубинного флюида в область теплового питания Мутновской гидротермальной системы.

Список литературы

1. *Вакин Е. А., Кирсанов И. Т., Кирсанова Т. П.* Термальные поля и горячие источники Мутновского вулканического района // Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки. Владивосток. 1976. С. 85–114.
2. *Судакова И. А., Смажелюк Т. С.* Геолого-гидрогеологический разрез по скважине № 27. Масштаб: 1:1000 // Отчёт о результатах предварительной разведки на участке Дачном Мутновского месторождения парогидротерм с подсчётом запасов теплоносителя для обоснования проекта строительства первой очереди геотермальной электростанции мощностью 50 Мвт. Ответственный исполнитель Блукке П. П.. Посёлок Термальный Камчатской области: КГГЭ ПГО «Сахалингеология». 1987. Приложение № 62, 1 лист.