

Международная научная конференция по проблемам геотермальной вулканологии (Geothermal Volcanology Workshop 2019)

ПЕРВЫЙ ЦИРКУЛЯР

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 05-08 сент. 2019 г.



III международная научная конференция по проблемам геотермальной вулканологии (**Geothermal Volcanology Workshop 2019**) будет проходить с **05 по 08 сентября 2019 года** в г. Петропавловске-Камчатском, Россия. Камчатка является активным вулканическим, сейсмическим и гидротермальным регионом. Активный вулканизм сопровождается инжекциями магмы во вмещающие структуры, магматическим фракингом и формированием гидротермальных систем, прилегающих к вулканам. Инженерное изучение продуктивных геотермальных резервуаров является необходимым условием их эффективного использования для тепло- и электрообеспечения. Геомеханический анализ режима магматического фракинга с использованием сейсмических данных чрезвычайно важен для прогноза вулканической и сейсмической активности, анализа продуктивности геотермальных резервуаров, а также в качестве аналога разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами УВ. Междисциплинарный характер конференции соберет вместе ученых для решения проблем, которые выходят за рамки международных границ.

Темы научных сессий:

- Гидротермальные системы областей современного вулканизма
- Сейсмичность в геофлюидных вулканических и гидротермальных системах
- Магматические питающие системы действующих вулканов
- Моделирование естественного режима и эксплуатации геотермальных месторождений вулканических областей
- Проблемы использования геотермальной энергии вулканических областей для тепло- и электроснабжения
- Магматический фракинг как аналог разработки месторождений УВ с трудноизвлекаемыми запасами
- Механизм функционирования гейзеров и циклические процессы в гидротермальных системах
- Диагенетические изменения горных пород в результате гидротермальной циркуляции

Geothermal Volcanology Workshop 2019 предоставляет уникальную возможность встретиться с другими учеными, работающими на Дальневосточном сегменте северо-западной части Тихого океана, а также послужит отличным знакомством для тех, кто желает принять участие в исследованиях в этом уникальном регионе, позволит объединить усилия ученых в исследованиях геофлюидных систем и геотермальной энергии в вулканических областях.

Программный организационный комитет:

д.г.-м.н. А.В. Кирюхин (ИВиС ДВО РАН) (Председатель), д.г.-м.н. Г.А. Карпов (ИВиС ДВО РАН), Dr.S. Klarner (Klarenco LLC, Germany), д.г.-м.н. Г.Н. Копылова (КФ ФИЦ ЕГС РАН), к.г.-м.н. Т.А. Коровина ((ООО «Корэтест Сервис»)), Dr. D. Nielson (DOSECC, USA), к.г.-м.н. И.Ф. Делемень (ИВиС ДВО РАН), Dr. S. Hurwitz (USGS, USA).

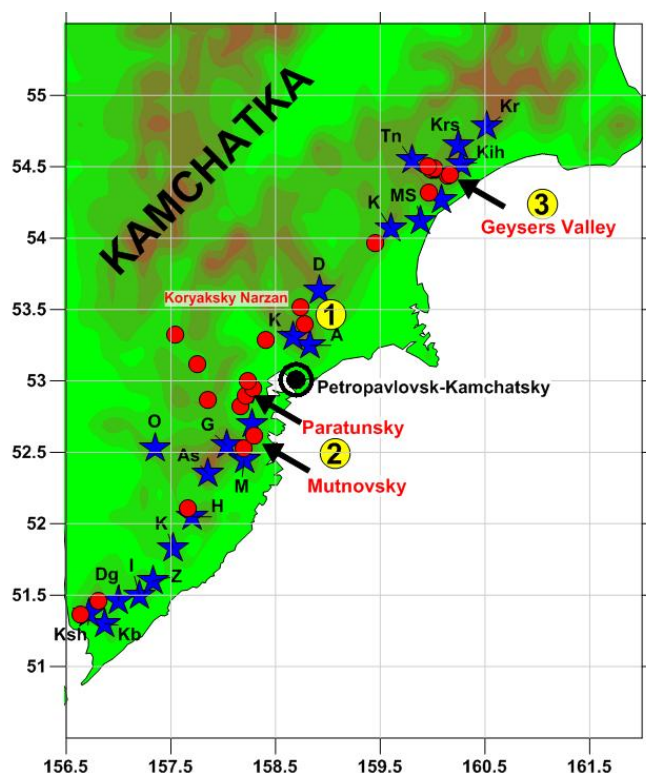
Технический организационный комитет:

д.г.-м.н. А.В. Кирюхин (Председатель), д.г.-м.н. А.Ю. Озеров (Директор ИВиС ДВО РАН), О.А. Евдокимова, к.г.-м.н. С.В. Болдина, А.Ю. Поляков, И.Ф. Делемень, О.О. Воронин, к.ф.-м.н. А.В. Соломатин, Т.В. Рычкова, С.Д. Чернышев, Е.В. Черных, Лещенко С.В.

Формат совещания: Устные доклады, English\Russian.

Место проведения: Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа 9

Экскурсии: (1) Дайковые поля и термоминеральные источники вулкана Корякский, (2) Мутновский и Паратунский геотермальные районы, (3) Долина Гейзеров, (4) Дайки Лагерной бухты и Халактырский пляж.



(1) Дайковые поля и термоминеральные источники вулкана Корякский

Продолжительность экскурсии 10 часов (9-00 до 19-00). Количество участников до 10 человек. Транспорт (вертолет+автомобиль), схема маршрута (Рис. 1): ИВиС ДВО РАН – Авачинский перевал/стационар ИВиС (AVH) – ИВиС ДВО РАН (автомобиль); Авачинский стационар (AVH) – Дайковое поле на южном склоне Корякского вулкана - Корякский Нарзан (K8) – Корякский Нарзан (K2) – Корякский Нарзан (K1) – Изотовский источник (IS) - Авачинский стационар (AVH) (вертолет). Питание: сухой паек, Корякские нарзаны. Стоимость 30 000 руб. для одного участника. Предоплата при регистрации в ИВиС ДВО РАН.

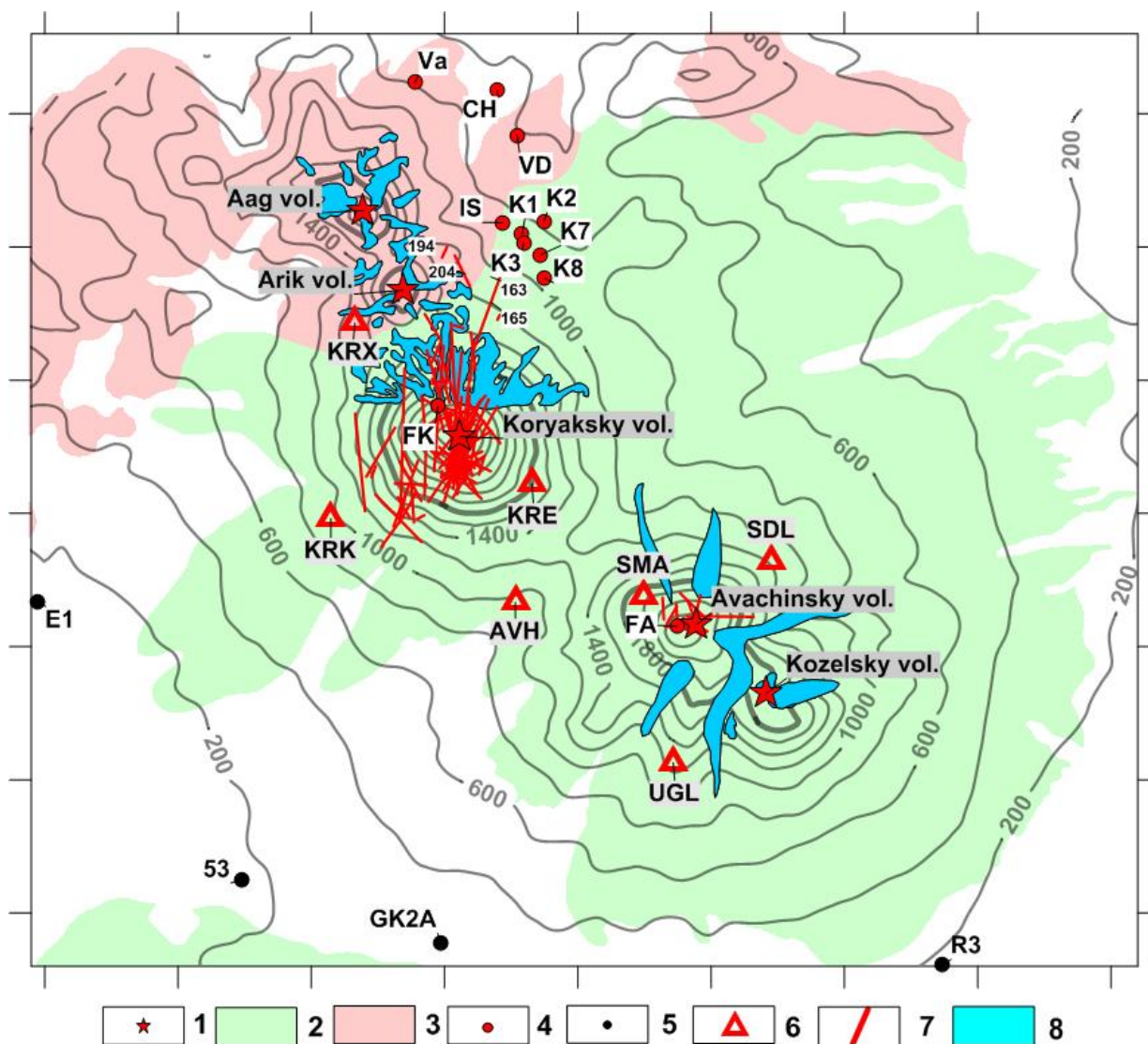


Рис. 1. Геологическая карта Корякско-Авачинского вулканогенного бассейна.

1 – вершины вулканов Авачинского, Корякского, Козельского, Арика и Аага; 2 – продукты извержения Авачинского, Корякского и Козельского вулканов; 3 – Пиначевские экструзии Q₂₋₃; 4 – термопроявления: FA - фумаролы Авачинского вулкана; FK - фумаролы Корякского вулкана; термоминеральные источники: K1, K2, K3, K7, K8 - Корякские Нарзаны; IS - Изотовский; VD - Водопадный; CH - Чистинский; Va - Вакинский; 5 – гидрогеологические скважины; 6 – сейсмостанции КФ ФИЦ ЕГС РАН; 7 – проекции даек на высоте -3000 м абс. под Корякским вулканом и на +1500 м. абс. под Авачинским вулканом; 8 – ледники. Изолиниями показана топографическая поверхность, разметка осей - 5 км.

Авачинско-Корякский вулканогенный бассейн (рис. 1) площадью 2530 км², расположен в 25 км от города Петропавловска-Камчатского и включает в себя пять четвертичных вулканов (два из которых: Авачинский (2750 м. абс.) и Корякский (3456 м. абс.) являются активными), расположены в депрессии, сформированной в верхней части фундамента мелового возраста. Анализ локальной сейсмичности позволяет выявить последовательность плоско-ориентированных кластеров землетрясений, интерпретируемых как зоны инъекций магмы (дайки и силлы) под Корякским и Авачинским вулканами на глубинах от -4,0 до -2,0 км абс. и от + 1,0 до +2,0 км абс, соответственно. По данным анализа изотопного состава (δD , $\delta^{18}O$) воды термоминеральных источников и скважин, питание Корякских Нарзанов, Изотовских, Пиначевских источников и скважин Быстринского месторождения пресных подземных вод осуществляется за счет таяния ледников Корякского и Авачинского вулканов. Изотопный состав углерода $\delta^{13}C$ в CO_2 в пробах свободного газа на северных склонах Корякского вулкана отражает магматическое происхождение CO_2 . Источник углерода (по данным анализа $\delta^{13}C$ в CH_4 в водно-метановых резервуарах, вскрытых скважинами в неоген-четвертичных породах фундамента вулканов) имеет термобиогенное происхождение.

Ref:

[A. Kiryukhin, V. Lavrushin, P. Kiryukhin, P. Voronin "Geofluid Systems of Koryaksky-Avachinsky Volcanoes \(Kamchatka, Russia\)," Geofluids, vol. 2017, Article ID 4279652, 21 pages, 2017.](#)

(2) Мутновский и Паратунский геотермальные районы

Продолжительность экскурсии 10 часов (9-00 до 19-00). Количество участников до 10 человек. Транспорт (вертолет+автомобиль), схема маршрута (Рис. 2 и 3): ИВиС ДВО РАН – В-Паратунские источники – ИВиС ДВО РАН (автомобиль); В-Паратунские источники – Вилючинский вулкан – Н-Жировской ист.(16) – Воиновский ист.(13) – В-Мутновская ГеоЭС – Мутновская ГеоЭС – Дачные ист.(7) – дайковое поле в кратере вулк. Мутновский (3) – р. Вулканная/водопад 60 м – хол. ист. кальдеры вулк. Горелый - В-Паратунские источники (вертолет). Питание: сухой паек, вода из руч. Серебряный. Стоимость 40 000 руб. для одного участника. Предоплата при регистрации в ИВиС ДВО РАН.

Мутновский геотермальный район является частью Восточного Камчатского действующего вулканического пояса. Вулкан Мутновский (80 тыс.лет) это стратовулкан (состоит из 4-х конусов), действует как инжектор магмы и воды в Северо-Мутновскую зону протяженностью 25 км (рис. 2). Инъекции магмы в виде даек фиксируются плоско-ориентированными кластерами микроземлетрясений (MEQ), большинство из которых происходит в Северо-Восточном секторе вулкана (2x10 км²) на глубине от -4 до -2 км абс., а некоторые магматические внедрения происходят на отметках от -6,0 до -4,0 км абс. в районе продуктивного геотермального резервуара. Водное питание продуктивных резервуаров происходит при таянии ледника Мутновского вулкана (1500 м абс. до 1800 м абс.), что подтверждается данными изотопного состава (δD , $\delta^{18}O$) теплоносителя эксплуатационных скважин до начала эксплуатации. Дачный продуктивный резервуара с температурой 260-310° С и объемом 16 км³ находится на стыке разломов ССВ и СВ простирания, что совпадает с ориентацией инъекций даек. По результатам TOUGH2 моделирования: проницаемость продуктивного резервуара составляет 90-600e⁻¹⁵ м², расход притока глубинного теплоносителя с энтальпией 1420 кДж/кг оценивается - 80 кг/с. Моделирование также показало, что резервуар способен обеспечить устойчивую продукцию 65-83 МВт эл. до 2055 года, при бурении дополнительных скважин в ЮВ секторе месторождения. Более того, это продукция резервуара может увеличиться до 87-105 МВт, если применить бинарные технологии. Моделирование также показывает, что прогнозные оценки чувствительны

к величине притока локальных метеорных вод в процессе эксплуатации. Концептуальное iTOUGH2-EOS1sc термогидродинамическое моделирование Мутновской гидротермальной системы в целом объясняет ее формирование в течение 1500-5000 лет за счет теплового питания в результате инъекции даек через жерло вулкана Мутновского-4 и водного питания за счет инфильтрации воды через жерла вулканов Мутновского-2 и Мутновского-3.

Ref:

[Kiryukhin A.V., Polyakov A.Y., Usacheva O.O., Kiryukhin P.A. THERMAL-PERMEABILITY STRUCTURE AND RECHARGE CONDITIONS OF THE MUTNOVSKY HIGH TEMPERATURE GEOTHERMAL FIELD \(KAMCHATKA, RUSSIA\) // Journal of Volcanology and Geothermal Research 356C \(2018\) pp. 36-55.](#)

Паратунское низкотемпературное геотермальное месторождение (рис. 3) эксплуатируется с 1964 г. За период эксплуатации с 1966-2014 гг. извлечено 321 Мт термальной воды с температурой 70-100°C (состав Cl-Na, Cl-SO₄-Na, М до 2600 ppm). Паратунский геотермальный резервуар объемом около 40 км³ и с температурой резервуара (80-110° С) характеризуется тремя основными зонами притока горячей воды. Анализ данных по изотопному составу воды и состав газа (N₂, 96-98%) показывает, что основным источником водного питания Паратунского геотермального резервуара является Вилючинский вулкан (2173 м. абс.) и прилегающие возвышенности, расположенные в 10-25 км к югу от геотермальных резервуаров. Продуктивные зоны формируются в условиях радиального растяжения, индуцированного тепловыми источниками магматического происхождения в основании резервуара и гидроразрывом за счет возвышенного положения области питания в районе Вилючинского вулкана. Термогидродинамическое TOUGH2-моделирование естественного состояния и эксплуатации (с учетом давления, температуры и изменения концентрации хлоридов) в период с 1965 по 2014 год приводит к следующим оценкам продуктивного резервуара: приток глубинного теплоносителя 190 кг/с, сжимаемость до 4×10^{-8} Па⁻¹ и проницаемость до 1,4 Д. Моделирование показывает площадную разгрузку термальной воды из продуктивного резервуара в верхние горизонты холодных вод, объясняет постепенное увеличение концентрации Cl притоком хлоридных вод через восточную (открытую) границу геотермального резервуара. Прогнозное моделирование эксплуатации до 2040 года с расходом 256 кг/с показывает умеренное снижение давления (0,7 бар) и незначительное падение температур в продуктивном геотермальном резервуаре Паратунского геотермального месторождения.

Ref:

[Kiryukhin A.V., Vorozheikina L.A., Voronin P.O., Kiryukhin P.A. THERMAL-PERMEABILITY STRUCTURE AND RECHARGE CONDITIONS OF THE LOW TEMPERATURE PARATUNSKY GEOTHERMAL RESERVOIRS, KAMCHATKA, RUSSIA // Geothermics 70 \(2017\) 47-61.](#)

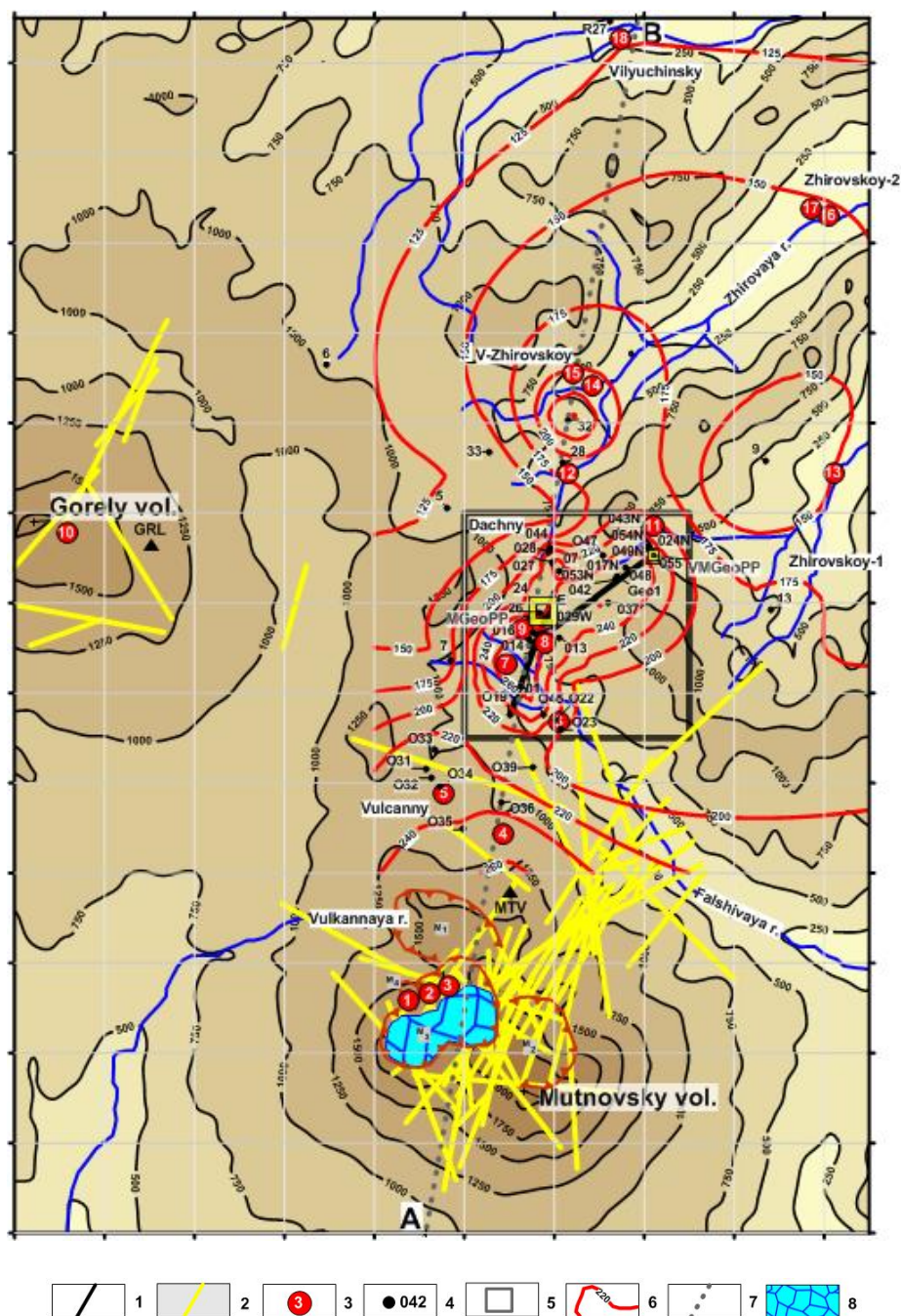


Рис. 2. Схема Мутновского геотермального района. Легенда: 1 – проекции продуктивных зон на -250 м. абс.; 2 – проекции даек за период с 2009 по 2016 гг. на -3000 м абс.; 3 – термопроявления (1-18, см. ниже); 4 - скважины; 5 – границы 3D модели; 6 – температурные изолинии на -250 м абс.; 7 – линия разреза АВ; 8 – ледник в кратере Мутновского вулкана. Разметка осей – 1 км. Примечание: 1: М1, М2, М3, М4 - Мутновские вулканы 1, 2, 3 и 4 соответственно; MGeoPP - Мутновская ГеоЭС 50 МВт эл.; VMGeoPP - Верхне-Мутновская ГеоЭС 12 МВт эл.; Dachny, Vulkanny, V-Zhirovskoy, Zhirovskoy-1, Zhirovskoy-2, Vilyuchinsky - потенциальные участки для дополнительной продукции геотермальной электроэнергии.

Термопроявления: 1 - Активная воронка; 2 - Донное поле; 3 - Верхнее поле; 4,5 – Северо-Мутновские (В и 3); 6 - Новые 2003; 7 - Дачные (Активная группа); 8 – Радоновый источник; 9 – Медвежьи; 10 – газовая эмиссия из кратера Горелый; 11 - Верхне-Мутновские; 12 - Пиратовские; 13 – Воиновские источники; 14,15 - Верхне-Жировские (Cl-Na горячие источники и фумарольное поле); 16,17 - Нижне-Жировские Cl-Na горячие источники; 18,19 – Вилучинские Cl-Na горячие источники и скважина R27.

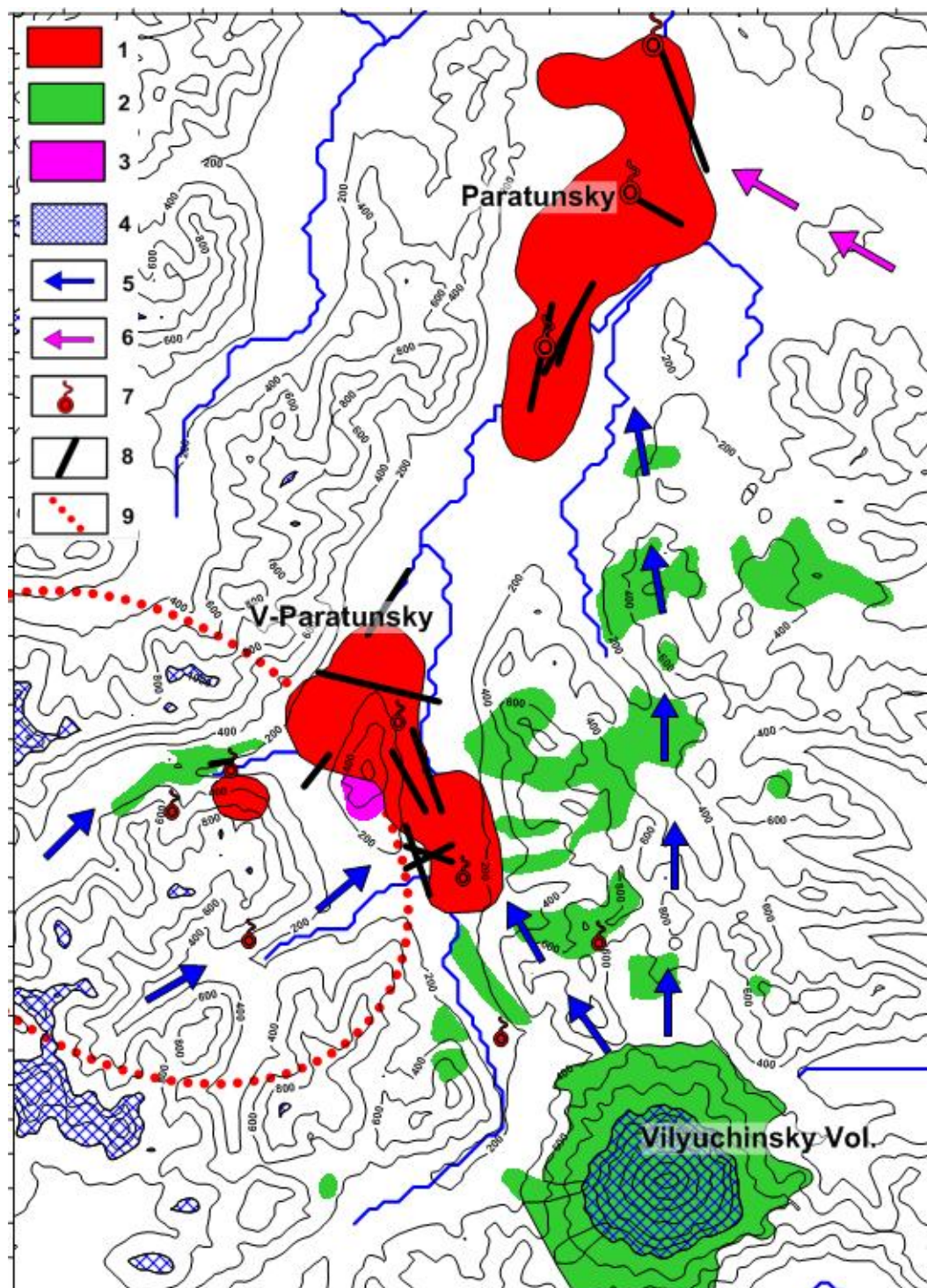


Рис. 3. Термогеофильтрационная структура и условия водного питания Паратунского геотермального месторождения. Разметка осей – 1 км.

1 – контуры продуктивных геотермальных резервуаров на отметке -750 м.абс. Паратунский резервуар с температурой 75°C и Верхне-Паратунский резервуар с температурой 60°C; 2 – голоценовые лавовые потоки и шлаковые конусы; 3 – экструзии риолитов 0,5 – 0,8 млн. лет; 4 – области питания для Паратунских геотермальных резервуаров (на отметках выше 1000 м. абс.); 5 – горизонтальные проекции потоков флюида от областей питания к продуктивному геотермальному резервуару; 6 – хлоридные воды, привлекаемые в продуктивный резервуар в процессе эксплуатации; 7 – горячие источники; 8 – следы продуктивных зон на отметке -750 м.абс. 9 – границы кальдеры Леонова 1.2-1.5 млн. лет (Леонов и др., 2007).

(3) Долина Гейзеров

Продолжительность экскурсии 10 часов (9-00 до 19-00). Количество участников до 10 человек. Транспорт (вертолет+автомобиль): ИВиС ДВО РАН –аэропорт Николаевка-ИВиС ДВО РАН (автомобиль); аэропорт Николаевка - Долина Гейзеров – кальдера Узон – Налычевская Долина - аэропорт Николаевка (вертолет). Питание и купание в гор. источниках (Налычевская Долина). Стоимость 70 000 руб. для одного участника. Предоплата при регистрации в ИВиС ДВО РАН.

Формирование гидротермальной системы Долины Гейзеров происходит в пределах проницаемых зон разломов (выявленных в результате проведенной инфракрасной съемки), расположенных над предполагаемым частично расплавленным магматическим телом с областью водного питания метеорными водами вдоль риолит-дацитовых экструзий. Быстрая эрозия долины приводит к увеличению разгрузки гидротерм и оползневым явлениям. Катастрофический оползень произошел 3 июня 2007 г., когда 20 млн м³ горных пород были перемещены на 2 км вниз по течению, они перекрыли или затопили более чем 23 гейзера и сформировали Подпрудное озеро. Возможными триггерами катастрофического оползня являются уклон плоскости скольжения в сторону бассейна р. Гейзерная, повышение давления в магматической питающей системе, насыщение висячего блока водой во время весеннего паводка, гидротермальные изменения на плоскости скольжения и гидротермальный взрыв пара.

Мониторинг режима гейзеров Великан и Большой после катастрофического оползня 3.06.2007 и до селя 3.01.2014 (который уничтожил плотину и почти полностью осушил Подпрудное озеро) показал, что интервал между извержениями (IBE) гейзера Большого снизился от 108 до 63 мин, а IBE гейзера Великан медленно уменьшался в течение трех лет от 379 мин до 335 мин. В сезонном гидрологическом цикле гейзера Великана установлено увеличение IBE в зимний период (+41 мин). Также установлено разбавление по хлору (глубинной компоненты) гейзеров Большого (-17%) и Великана (-12%). TOUGH2 модель гейзера Великана откалибрована по данным температурных измерений в канале гейзера показывает существенную роль CO₂ в функционировании гейзера. Модель неглубокозалегающего продуктивного гейзерного резервуара описывает изменения термогидродинамических условий и концентрации хлора в нарушенных условиях, когда происходила инжекция холодной воды из Подпрудного озера (после 3.06.2007). Модельное увеличение гейзерной разгрузки, вызванное увеличением давления в резервуаре из-за инжекции холодной воды, соответствует наблюдаемому снижению интервала между извержениями гейзеров Большого (~58%) и Великана (~9%).

За период с 1941 по 2017 гг. в Долине Гейзеров установлено очень динамичное поведение гейзеров в естественных условиях: значительные изменения IBE и характеристик извержений, изменение содержания хлора и других химических элементов. Тем не менее, общая глубинная разгрузка остается относительно стабильной, и поэтому изменения объясняются перераспределением тепломассопотока в результате катастрофических событий 3.06.2007 г. и 3.01.2014 г., приведших к эрозии верхнего водоупорного слоя и инжекции воды в геотермальный резервуар. Замеренные температуры в каналах гейзеров Великан (1994, 2007, 2015, 2016, 2017) и Большой (2015, 2016, 2017) показывают температуру перед извержением при заполнении канала водой ниже температуры кипения при соответствующем гидростатическом давлении, что означает, что извержения гейзеров происходят в режиме CO₂ газ-лифта в гейзерных каналах. За период наблюдений с 1941 по 2013 гг., интервал между извержениями гейзера Великан характеризуется постепенным снижением поступления CO₂ с последующим значительным снижением поступления CO₂ после селя 3.01.2014 г., который повредил гейзерный канал и привел к уменьшению высоты фонтанирования гейзера.

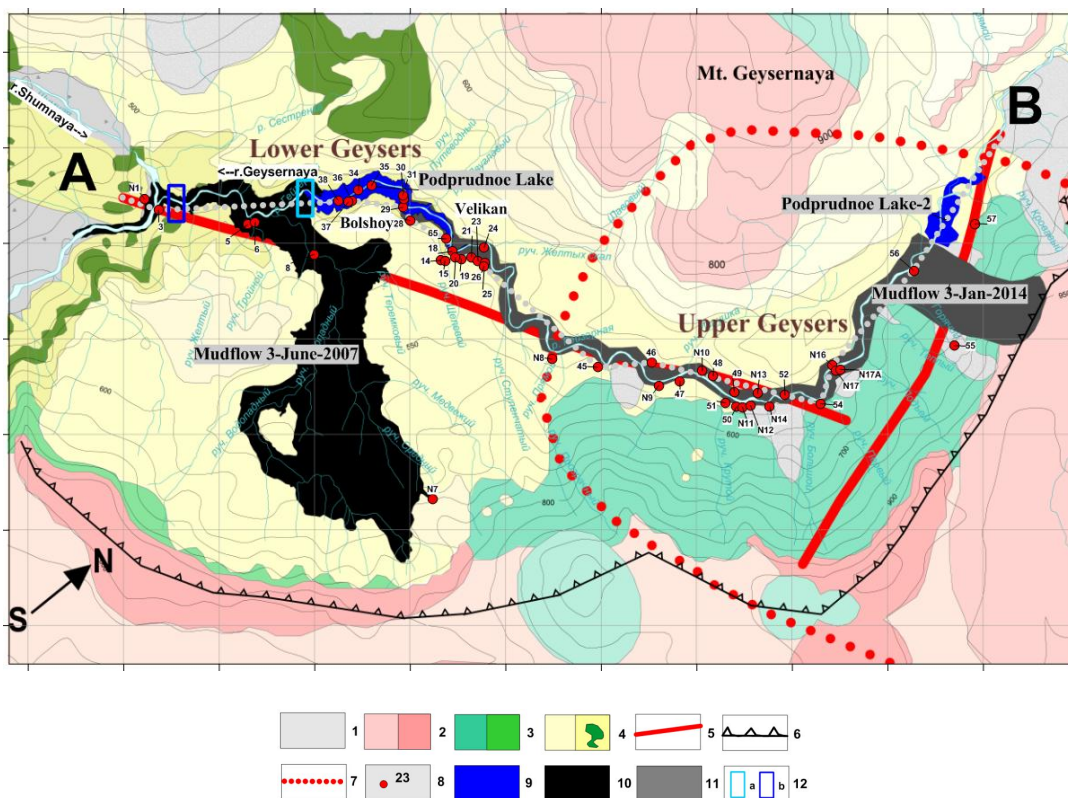


Рис. 4. Схематическая карта Долины Гейзеров. Легенда: 1 – аллювиальные и ледниковые отложения Q_{3-4} ; 2 – проницаемые блоки риолитовых, дацитовых и андезитовых экструзий ($\alpha\xi Q_3^4$); 3 – базальтовые, андезитовые, и дацитовые лавы и пирокластика (αQ_3^{1-2}); 4 – блоки низко проницаемых кальдерно-озерных отложений (Q_3^4), осложненные комплексом даек (Q_3^{ust}); 5 – предполагаемые термовыводящие разломы; 6 – граница Узон-Гейзерной депрессии; 7 – возвышенная область, связанная с предполагаемым контуром активного магматического резервуара (Lundgren et al., 2006); 8 – гейзеры и горячие источники (нумерацию см. в таблице 6 в работе Kiryukhin, 2016); 9 – Подпрудное озеро и Подпрудное озеро-2, сформированные оползнем и селом; 10 – катастрофический оползень-сель 3.06.2007; 11 – оползень-селевой поток 3.01.2014; 12 – точки измерения расхода реки Гейзерной: а – выход из Подпрудного озера, б – в устье р. Гейзерной. Размерная сетка – 500 м.

Ref:

[A.V. Kiryukhin, T.V. Rychkova, I.K. Dubrovskaya Hydrothermal system in Geysers Valley \(Kamchatka\) and triggers of the Giant landslide // Applied Geochemistry Journal, Applied Geochemistry 27 \(2012\) 1753–1766](#)

[A. Kiryukhin. Modeling and observations of geyser activity in relation to catastrophic landslides–mudflows \(Kronotsky nature reserve, Kamchatka, Russia\). Journal of Volcanology and Geothermal Research, 323, p. 129-147, 2016.](#)

[A. Kiryukhin, V. Sugrovov, E. Sonnenthal. Geysers Valley CO₂ Cycling geological Engine \(Kamchatka, Russia\) // Geofluids Journal, 2018, 17 p.](#)

<https://www.hindawi.com/journals/geofluids/aip/1963618/>

(4) Вулканологический музей Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

По договоренности в процессе конференции (1 час).



Транспорт: Ежедневные рейсы между Москвой и Петропавловском-Камчатским, частые рейсы из Санкт-Петербурга, Новосибирска, Хабаровска и Владивостока. Участники с западного побережья США могут долететь прямым рейсом из Анкориджа в Петропавловск-Камчатский. Участникам из Японии проще всего добираться через стыковочные рейсы через Владивосток.

Погода: Начало сентября в Петропавловске-Камчатском обычно солнечное с температурой +16 °С, но не исключена возможность циклона.

Стоимость: Регистрационный взнос совещания: **3000 руб.** (включает оплату расходов на организацию и проведение общих мероприятий во время совещания).

Проживание: Гостиницы «Эдельвейс», «Петропавловск», «Авача» и «Октябрьская». Самые недорогие номера (около \$100) в гостинице «Эдельвейс», которая расположена недалеко от Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН.

Поддержка: Организаторы ожидают поддержку от РНФ, РФФИ, АО «Тепло Земли», АО «Геотерм», Международной Геотермальной Ассоциации (IGA), ПАО «Газпромнефть».

По всем вопросам, касающимся организации совещания, обращаться к Рычковой Татьяне Васильевне и Черных Евгении Валерьевне GeothermalVolcanology2019@gmail.com

Следите за обновлениями на сайте ИВиС ДВО РАН: <http://www.kscnet.ru/ivs/>

Тезисы

Прием тезисов до **1 мая 2019**.

Тезисы должны быть не более 0.5 стр, 12 point Times New Roman, 2 см отступ со всех сторон, и включать название доклада, имя автора(ов), афилицию автора(ов), email, и текст тезисов. Просьба не включать в тезисы графику.

Тезисы должны быть направлены по электронной почте:

GeothermalVolcanology2019@gmail.com

Тезисы будут рассмотрены с точки зрения их научной ценности и соответствия теме конференции. Принятые по решению организационного комитета тезисы будут рекомендованы для представления устного доклада или постера.

На конференции каждый участник может представить один доклад как первый автор.

Оповещение о принятии тезисов будет отправлено до **1 июня 2019 г.**

Расширенные тезисы

Объем текста публикации должен быть не более 4 страниц указанного ниже формата (включая таблицы, рисунки и список литературы). *Формат шрифта.* Основной текст: 12 пт, гарнитура Times New Roman. *Формат абзаца.* Интервал – одинарный; отступ в начале абзаца – 1,25 см; выравнивание текста по ширине. *Формат страницы.* Формат А4 с полями: верхнее – 2 см, нижнее – 2 см, левое – 2 см, правое – 2 см.

Срок подачи расширенных тезисов – **1 августа 2019 года**

Презентации

Презентация должна быть отправлена по эл. почте GeothermalVolcanology2019@gmail.com не позднее 2 сентября 2019 г.

DOCUMENT NAME for your file upload: *Last name_First word of Session name_First 4-5 words of Title_version #* (EXAMPLE: Prieto_Geologic_Giving a presentation on the_v3)

Время для устных презентаций: всего 20 минут (представление 13 минут + 5 минут для обсуждения + 2 минуты для смены докладчиков)

Расписание проведения конференции и экскурсий

Дата	Мероприятие	Место и время проведения
4 сентября 2019	Регистрация участников	ИВиС ДВО РАН, к.215, 9:00 -18:00
5 сентября 2019	Регистрация участников Заслушивание докладов	ИВиС ДВО РАН, к.215, 9:00 -10:00 ИВиС ДВО РАН, конф.-зал,10:00 -18:00
6 сентября 2019	Экскурсия 1	Дайковые поля и термоминеральные источники Корякского вулкана, 9:00 – 19:00
7 сентября 2019	Экскурсия 2	Мутновский и Паратунский геотермальные районы, 9:00 – 19:00
8 сентября 2019	Экскурсия 3	Долина гейзеров, 9:00 – 19:00
9 сентября 2019	Резервный день для	

	проведения экскурсии в случае плохой погоды 6-го, 7-го или 8-го сент. 2019 г.	
--	--	--