

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГИН РАН.
акад. РАН  К.Е. Дегтярев
« 27 » 08 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации
на диссертацию О.Р. Хубаевой
ТЕПЛОВОЕ ПИТАНИЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНО- МАГМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ХРЕБТА ВЕРНАДСКОГО (о. Парамушир, Курильские острова),
представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук
по специальности 25.00.01 – Общая и региональная геология

Объект и направление научных исследований О.Р. Хубаевой обуславливают актуальность данной диссертации, так как они посвящены обоснованию энергообеспеченности о. Парамушир за счет использования глубинного термического потенциала гидротермальных проявлений, связанных с магматическими центрами активных вулканов Эбеко и Крашенинникова. Использование глубинного тепла Земли как альтернативного источника энергии на Курильских островах проводится уже на протяжении 40 лет, и опыт эксплуатации ГеоТЭС «Менделеевская» на Кунашире и «Океанская» на Итуруне в этом убеждают. *Удивляет слишком оптимистическая оценка (10%) производства геотермальной энергии в России (стр.5) в общемировом балансе этого возобновляемого энергоресурса. На самом деле в России производится пока только 0,7% геотермальной энергии от её общемирового баланса.*

Целью исследований автора было выявление источников теплового питания гидротермально-магматических систем влк. Эбеко и влк. Крашенинникова, расположенных на хр. Вернадского (о. Парамушир, Курильские острова), которые могли бы быть утилизированы при создании сети скважин питания будущей ГеоТЭС. Для достижения этой цели проводились экспедиционные работы по выявлению системы проницаемых зон, контролирующей размещение гидротермальных проявлений, циркулирующих в пределах магматических систем хребта Вернадского, картировались интрузивные тела и выходы геотермальных проявлений, проводились замеры температур и расход воды в ручьях для составления карты теплового поля очагов скрытой разгрузки термальных вод для центральной части хр. Вернадского, оценивалась гидравлическая связь зон повышенной проницаемости с системами интрузивных тел, проводились структурно-геоморфологические и геохимические исследования для определения источника теплового питания гидротермально-магматических систем северной части о. Парамушир. *Указано, что проводились замеры температуры и расход воды в ручьях и*

реках (стр.31). Почему замеры и отбор проб проводились только в ручьях и реках, а не в термальных источниках непосредственно? Вода ручьев и рек существенно разбавляется метеорными, талыми и грунтовыми водами, что сильно снижает ценность данных.

Автором было установлено, что для северной части о. Парамушир основной геологической структурой, обеспечивающей тепловое питание гидротермальных систем, является силло-дайковый комплекс, локализованный в трещиновато-пористой среде в пределах вулканокластических отложений хр. Вернадского. Тепломассоперенос к поверхности обеспечивают гидротермы, циркулирующие в системе разломов СВ и СЗ простирания. Большое значение для существования гидротермально-магматической системы, приуроченной к влк. Крашенинникова, имеет скрытое разрывное нарушение ССВ простирания, выделенное впервые на восточном склоне хр. Вернадского.

Фактический материал, положенный в основу диссертации, накапливался автором в течение восьми полевых сезонов (с 2003 по 2010 гг.) в рамках выполнения госбюджетной темы ИВиС ДВО РАН и мегагранта Минобрнауки РФ.

В камеральный период проводилась обработка полевых данных с применением ряда методов анализа, интерпретации и моделирования, среди которых можно назвать следующие: структурно-геоморфологическое дешифрирование топокарт масштаба 1:50000; дешифрирование спутниковых и аэрофотоснимков; трёхмерное моделирование тектонической раздробленности; моделирование гидро-геотермических условий разгрузки термальных вод и составление схемы очагов разгрузки; химический анализ водных проб.

Структура работы. Диссертация содержит из пяти глав, изложенных на 129 стр. текста; библиография включает 132 ссылки на опубликованные и фондовые материалы. Судя по списку литературы, автор знакома как с исследованиями второй половины XX века, так и с новейшими работами XXI века по вулканологии и гидротермальной активности, относящимися к различным геодинамически активным регионам.

В первой главе рассмотрена структурная позиция вулканических систем Курильских островов и источники питания вулканических систем. Автор привела компиляционный обзор представлений об эволюции плейстоценового и современного вулканизма Курил и о характере термических источников магматического происхождения, обеспечивающих тепловое питание гидротерм. *Но на стр.21 возраст наиболее долгоживущих вулканических комплексов указывается как неоплейстоценовый, в то время, как известно, что Курильская дуга сформировалась в начале палеоцена. Если имеется в виду заложение дуги на «симатическом» основании в процессе субдукции, то и здесь нужен хотя бы краткий обзор по тектонике и магматизму Курильской дуги с обоснованием позиции автора, а также*

ссылки на фундаментальные работы (см. например, Марков, 1975; Цветков и др., 1989; Авдейко и др., 2006; и др.).

Во второй главе приводится общая геологическая характеристика северной части острова Парамушир, описана вулканическая система хр. Вернадского с акцентом на интрузивные образования острова. Дано описание термопроявлений на хребте Вернадского. Отметим, что на рисунках показано четкое разделение вулканических систем острова, но *отсутствуют иллюстрации, подтверждающие линейно-гнездовое расположение вулканических центров и локализацию Северо-Парамуширской гидротермально-магматической системы.*

В третьей главе описана методика исследований. Здесь дается относительно подробная характеристика применявшегося структурно-геоморфологического и линейментного анализа, методики дешифрирования спутниковых и аэроснимков, расчета механизмов очагов землетрясений по методу О. И. Гуценко, а также гидрогеотермический метод расчета мощности очагов питания гидротермальных систем и величины подземного стока. *Отметим, что метод «оценки модуля стока» для подсчета теплового питания, описанный на стр. 46-47, вызывает большие сомнения не только в его точности, но и в применимости. На температуру воды в ручьях и реках прежде всего влияют погодные условия, степень разбавления термальных вод метеорными и грунтовыми водами, и т.п. Метод В.В. Аверьева, который упоминает автор, подразумевает выполнение комплекса замеров температуры и дебита непосредственно в термальных водопроявлениях. А для оценки кондуктивной составляющей теплового потока следовало бы провести детальные площадные замеры температуры грунтов на различных глубинных срезах и теплопроводности пород. Кроме того, в таких исследованиях важно изучать динамику процессов. Формула $J \text{ (ккал/км}^2\text{с)} = Q \cdot t(^{\circ}\text{C}) / F$, где $t^{\circ}\text{C}$ – температура ручья, не годится для оценки интенсивности теплового питания за счет термальных источников. Следует оперировать приращениями температур и расходов (Δt и ΔQ), а не абсолютными значениями t и Q . Что касается иллюстраций этого раздела, то на рис. 3.4 (а,б) отсутствует легенда цветовой заливки, к тому же эта информация дублируется на рис. 5.1 и 5.2. Так что рис.3.4 (а, б) можно было бы и не давать здесь, тем более, что они слишком мелкие и нечитаемые.*

Глава 4 посвящена описанию результатов исследования структуры интрузивных тел и проявлений гидротермальной деятельности в северной части о-ва Парамушир. Автор отмечает специфику структуры острова, который представляет собой геоантиклинальное поднятие, состоящее из четырех кулисообразно сочленяющихся антиклинальных складок СВ простирания. Вся неоген-четвертичная история острова характеризуется

магматической деятельностью. В неогеновое время магматические процессы локализовались вдоль линейных зон проницаемости, вытянутых в СВ направлении, а в четвертичном времени эти процессы стали характерны для зон субмеридионального простирания. Построенная О. Р. Хубаевой схема линеаментной сети северной части о. Парамушир очень информативна для определения положения проницаемых зон для парогидротерм, так как в распределении линеаментов о. Парамушир может проявляться строение глубинных (корневых) частей гидротермально-магматической системы. По результатам замера ориентировки линеаментов автором были построены диаграммы направлений зон локальной тектонической трещиноватости. **Это исследование явилось обоснованием для формулировки первого защищаемого положения.**

Переходя к более локальному анализу линеаментной структуры хр. Вернадского, автор выделила зону высокой плотности линеаментов в восточной части северного сектора о. Парамушир. Выделенные линеаменты трассируют скрытое разрывное нарушение, которое бронируется многочисленными лавовыми потоками и плохо читается в рельефе. Но к нему приурочена основная доля разгрузок на дневную поверхность холодных и термальных источников. На основании анализа горизонтальных срезов 3D-модели линеаментов хр. Вернадского, а также анализа потенциальных геофизических полей автор пришла к выводу, что скрытое разрывное нарушение, обнаруженное на восточном склоне хребта, пространственно совпадает с крупным интрузивным телом (основного или среднекислого состава), расположенным на глубине 2.5 км (**второе защищаемое положение**).

В пятой главе рассматривается проблема теплового питания гидротермально-магматических систем хребта Вернадского. Проведенные ранее исследования источников теплового питания гидротерм северной части острова позволили обосновать существование Северо-Парамуширской гидротермально-магматической системы. Автор дополнительно выделяет отдельную гидротермально-магматическую систему, приуроченную к вулкану Крашенинникова и приводит убедительные доводы, доказывающие локализацию этой системы. *Мы отмечаем досадную ошибку в оценке величины тепловой аномалии в верховьях долины реки Птичьей Красная. Автор пишет, что «вынос тепла в этом районе составляет $\sim 100\ 000\ \text{Дж}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}$ ». Если цифра верна, то плотность теплового потока будет составлять $\sim 100\ 000\ 000\ \text{мВт}\cdot\text{м}^2$, что соответствует геотермическому градиенту $40\ 000\ \text{°C}/\text{м}$. Это в 100 раз больше, чем на поверхности Солнца! Очевидно, что тут ошибка: вместо $\text{Дж}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}$ следует читать $\text{Дж}\cdot\text{км}^2\cdot\text{с}$. Та же ошибка в размерности повторяется в таблице 1 и на рис. 5.1.*

Современные гидротермальные системы вулканических областей сопряжены с сетью даек. Это подтверждает их изучение в Исландии, на Гавайях, на Камчатке и Курилах. Дайки чаще всего являются главным источником тепла гидротермальных систем. Проведя картирование и обзор литературы, посвященный изучению состава интрузивных тел, автор пришла к выводу, что дайки и нейки различного состава сопряжены с зонами распространения гидротермально-изменённых пород, а зачастую связаны с современной гидротермальной деятельностью исследуемого района. Изучаемые интрузивные тела тяготеют к субмеридионально вытянутым разрывным нарушениям СВ и СЗ простирания и нередко пространственно совпадают с расположенными на глубине от 1,5 до 2,5 км крупными интрузивными телами, предположительно, базальтового состава.

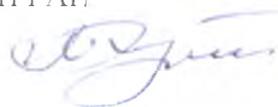
Интрузивные тела (силлы, дайки) являются основным источником теплового питания термальных вод северной части острова Парамушир. Разрывные нарушения, генетически связанные с внедрением магматических тел силло-дайкового комплекса, определяют пространственную локализацию зон разгрузки термальных вод. **Этот вывод обосновывает третье защищаемое положение.**

Анализ содержания автореферата и диссертации показывает, что они адекватно отражают результаты и выводы данной работы. Сделанные замечания, хотя и снижают общее благоприятное впечатление от представленной работы, но не препятствуют выводу о соответствии диссертации требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским работам.

Учитывая актуальность, новизну, практическую значимость проблемы для исследованного региона и доказанность защищаемых в диссертации положений, ведущая организация считает, что работа соответствует уровню кандидатских диссертаций и может быть охарактеризована как законченная квалификационная работа. В этой связи, автор данной работы, О.Р. Хубаева, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 – Общая и региональная геология.

Отзыв ведущей организации подготовлен на основании заключения структурного подразделения Института – лаборатории тепломассопереноса.

Зав. лабораторией тепломассопереноса ГИН РАН
доктор геол.-мин. наук, профессор



М.Д. Хуторской

Старший научный сотрудник лаборатории
тепломассопереноса ГИН РАН,
канд. геол.-мин. наук



А.В. Муравьев

Хуторской Михаил Давыдович
Заведующий лабораторией тепломассопереноса,
главный научный сотрудник,
доктор геолого-минералогических наук, профессор,
Председатель Научного совета РАН по
проблемам геотермии

119017, Москва, Пыжевский переулок, 7
тел.: +7-495-9592756, факс: +7-495-9510443
e-mail: mlkh1@vindex.ru

Муравьев Александр Владимирович
Старший научный сотрудник лаборатории тепломассопереноса,
кандидат геолого-минералогических наук

119017, Москва, Пыжевский переулок, 7
тел.: +7-495-9593489, факс: +7-495-9510443
e-mail: amur1909@mail.ru

