

УДК 551.248.2:553.78(571.645)

НОВЕЙШИЕ ДЕФОРМАЦИИ И ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ПОЛЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА ПАРАМУШИР

О.Р. Хубаева, Г.В. Брянцева, Л.А. Сим

Введение. Остров Парамушир - один из наиболее крупных островов Большой Курильской гряды (рис. 1). Он вытянут с ЮЗ на СВ более чем на 100 км, при средней ширине 20-25 км и площади в 2042 км². Северную часть острова образует хребет Вернадского, состоящий из слившихся построек ряда вулканов и протягивающийся в субмеридиональном направлении от г. Ветровая на севере до г. Вернадского на юге, имея общую длину 25 км при средней ширине в 20 км. Водораздел хребта почти совпадает с осевой линией о. Парамушир и к нему приурочены все наиболее высокие вершины. Максимальным превышением над уровнем океана обладает г. Вернадского (1180 м). Поперечный профиль хр. Вернадского заметно асимметричен. Его тихоокеанский склон, в т.ч. и подводный, является довольно пологим, в то время как охотский - более крутым. Подводный склон с восточной стороны острова также обладает меньшей крутизной и большей шириной, чем с западной.

История исследования тектоники, вулканизма и геотермальных ресурсов о. Парамушир насчитывает несколько десятилетий [2, 5 и др.]. Это один из наиболее изученных островов Курильского архипелага, однако вопросы разрывной тектоники и ее роли в развитии данного района почти не рассмотрены. На основе анализа рельефа северной части острова нами выделены новейшие разрывные нарушения, определена их кинематика и показана взаимосвязь с геотермальными процессами.

Характеристика геологии района. Северная часть о. Парамушир сложена верхнемиоцен-плиоценовыми, четвертичными и современными породами. Фундамент

составляют вулканогенно-осадочные породы парамуширского комплекса свит: вулканомиктовые песчаники, туфы, туфогравелиты охотской свиты (N_1), а также плохо сортированные конгломераты, брекчии, грубозернистые песчаники океанской свиты (N_2^{2-3}). Отложения охотской и океанской свит прорываются плиоценовыми [8] дайками и силлами (мощностью до первых десятков метров) и на этих отложениях залегают лавы четвертичные базальты, андезиты и андезит-базальты. Особенностью рельефа острова является наличие следов четвертичного и современного оледенения.

Фактический материал. Выявление новейших разрывных нарушений, проявленных в рельефе, проводилось по методике Н.П. Костенко которая предполагает, что при структурно-геоморфологическом дешифрировании топографической карты линейное расчленение рельефа отражает наиболее благоприятные условия эрозии, связанные с зонами повышенной трещиноватости и дробления пород, а избирательная разработка флювиальными процессами этих зон в ряде случаев может проявиться даже под покровом лавовых потоков и других четвертичных отложений [4]. Проверка положения разрывных нарушений, выявленных при дешифрировании топографической карты, проводилось по данным анализа комплексных геолого-геоморфологических профилей. В результате структурно-геоморфологического дешифрирования построена карта новейших деформаций.

Тектонические структуры. Изучение топографической карты масштаба 1:50000 выявило общее складчато-блоковое строение северной части острова, а также позволило определить кольцевые и линейные региональные разломы, выраженные в рельефе. (рис.1). Важнейшими кольцевыми структурами являются радиально-кольцевые структуры вулканов Ветровой, Козыревского и др.

Линейные разрывные нарушения представляют собой сочетание разрывов

различных простираций. Главной является субмеридиональная зона, состоящая из системы разломов СВ простираения, которая нарушается и смещается системой левых сдвигов СЗ простираения. По отдельным из этих разломов устанавливается сбросовая составляющая. При этом по ним фиксируется правосдвиговая компонента перемещения.

Субширотные зоны нарушений слабо выражены в рельефе, поэтому их дешифрирование по топографической карте затруднено. Однако ряд факторов указывает, что они скорее всего являются раздвигами. Так, вдоль восточного побережья острова дешифрируется система субширотных впадин (троговых долин), к которым приурочены долины рек Птичь, Наседкина и др. При этом на западном побережье дешифрируется лишь одна небольшая субширотная впадина такого же типа, что может объясняться более крутым западным склоном, неблагоприятным для развития троговых долин.

Данные о выделенных нами разломах подтверждаются проведенными ранее работами [2, 9]. Формирование сопряженной системы разломов может быть следствием субмеридиональных сжимающих усилий с пологой или субгоризонтальной ориентировкой векторов сжатия и растяжения, что согласуется с существующими тектоническими представлениями. Так, в монографии В.Г. Трифонова указывается, система правых СВ и система левых СЗ простираения разломов зафиксирована на Камчатке, а наибольшее сжатие с этом районе определяется ориентировкой вкрест или наискось простираения островной дуги [7, стр.19-21].

Для подтверждения сдвиговых перемещений по разломам был проведен анализ механизмов очагов землетрясений (данные за 2002.01.28 по 2004.12.18, 13 значений) с помощью сетки Вульфа и конической палетки О.И. Гущенко [3, рис. 4а]. Значениям осей напряжений в очагах землетрясений наилучшим образом соответствует общее поле напряжений с осью растяжения погружающейся по азимуту $205 \angle 30$ и осью сжатия,

ориентированной по азимуту $116 \angle 0$, чему не противоречит диагональная система сдвигов. Использование данных региональной сети сейсмических станций при невысоком классе точности определения гипоцентров землетрясений заставляет относиться к таким результатам (при анализе территории площадью $\sim 400-500 \text{ км}^2$) как к вспомогательной информации.

К разломам различных простираний приурочены интрузии и вулканические конусы. В северной части острова, в районе г. Ветровая, во время полевых работ были откартированы системы даек и зоны сгущения неков, приуроченные к разломам СВ простирания. Вдоль субмеридиональной зоны разломов, чаще всего в участках ее пересечения с разломами СЗ и СВ простираний располагается цепочка сложно построенных вулканических центров с кальдерами (вул. Козыревского, Вернадского, Эбеко) и стратовулканы, как потухшие, так и действующие. Заложение этих вулканов произошло на осевой части крупной линейно вытянутой в субмеридиональном направлении зоны земной коры [5]. Длительное поступление к поверхности магматических расплавов андезибазальтового состава поддерживало высокий уровень активности вулканов, которая завершилась заложением наиболее молодых вулканов Эбеко и Неожиданный, объединенные постройки которых сложены лавами двупироксеновых андезитов и андезибазальтов, а их вулканическая деятельность сохраняется и в настоящее время [2, 5], хотя основная часть вулканов относится к потухшим.

Анализ построенной карты новейших деформаций показывает взаимосвязь современных действующих вулканов с выделенными нами разрывными нарушениями. Вулканическая постройка Эбеко приурочена к структурному узлу, образованному пересечением диагональных разломов с северным окончанием главной

субмеридиональной зоны, а вулкан Неожиданный – к разлому СВ простираения. Оба вулкана находятся в пределах отдешифрованной по топокарте кольцевой структуре (рис.1). Возможно, происходит миграция активного вулканизма по главной субмеридиональной зоне с юга на север, что объясняет современную деятельность вулкана Эбеко и Неожиданный. Большая часть извержений вулкана Эбеко относится к фреатическим либо же к небольшим эксплозиям (например, эксплозивное извержение из среднего кратера, происшедшее 4.10.1934 – осень 1935) [5]. На юге исследуемой территории расположен действующий вулкан Ферсмана, приуроченный к субширотному разлому, что подтверждает его раздвиговую природу [7,11].

Гидротермальные поля. Начиная с первых обзорных работ по гидротермам Курильской дуги, термальным проявлениям северной части о. Парамушир уделяется большое внимание. Не вдаваясь в детальный разбор представлений о соотношении собственно гидротермальных и гидротермально-магматических систем, для характеристики термальных проявлений авторы придерживаются термина «гидротермально-магматическая система», предложенного С.Н. Рычаговым [6], т.к. он в более полной мере отражает связь гидротермального процесса и магматизма.

Северо-Парамуширский геотермальный район в пространственном отношении соответствует хребту Вернадского, где выделяется Северо-Парамуширская длительно живущая рудообразующая гидротермально-магматическая система [2]. В данном районе выделяются термальные и холодные источники и отчетливо выделяется два максимума термальных (рис.1). Первый приурочен к жерловой части вулкана Эбеко, второй- к верховьям долины р. Юрьева. В последнее время появилась серия публикаций [6, 10], в которых обоснована генетическая связь гидротерм с питающей магматической системой вулкана Эбеко и смежных вулканоструктур. На основе анализа отдешифрованных

разрывных нарушений можно предположить, что разлом СЗ простирания (рис.1, разлом 1) с левосдвиговой компонентой продолжается со смещением на запад и разрабатывается р. Юрьева (рис.1, разлом 3). Смещение его может быть вызвано разломом СВ простирания (рис.1, разлом 2). В этом случае оба максимума высокотемпературных источников и вулкан Эбеко связаны с единым разломом СЗ-ЗСЗ простирания. Холодные источники рассеяны в СВ части района и тяготеют к отдешифрированным разломам разных направлений.

Для изучения современных гидротермальных процессов О.Р. Хубаевой произведено изучение параметров выноса тепла южной части района (от р. Наседкина до р. Левашова). Выполнены работы по измерению температуры воды в ручьях и реках, что (с учетом расхода воды в них) позволяет оценить скрытую и сосредоточенную разгрузку в них термальных вод и суммарный вынос тепла в пределах каждого из изученных водосборов. При составлении итоговой карты теплового поля очагов скрытой разгрузки термальных вод использовалась формула: $Q \cdot t^{\circ}\text{C} : S = J$ ккал/км²-с, где Q – расход воды (л/с); $t^{\circ}\text{C}$ – температура ручья; S – площадь водосбора; J -вынос тепла в ккал/км²-с.

На карте теплового поля очагов скрытой разгрузки термальных вод (рис.2) видно, что к долине р. Птичь приурочены две тепловые аномалии. Одна из них расположена в верховьях реки (вынос тепла в этом районе составляет 30967 ккал/км²с); вторая аномалия находится в устье реки (вынос тепла 10306 ккал/км²с).

Низовья долины р. Птичь приурочены к разлому СВ простирания. При этом границы изолиний выноса тепла в сторону верховьев р. Птичь позволяют наметить продолжение этого разлома на ЮЗ (рис.2). В таком случае обе тепловые аномалии оказываются приуроченными к этому разлому. Аномалии с выносом тепла от 4 до 10 тыс. ккал/км²с имеют широкое распространение и также тяготеют к выделенным нами

разломам. К числу проявления гидротермальной деятельности относится и образование опалитов, которые могут концентрироваться в нескольких километрах от гидротермального резервуара. Откартированные поля опалитов (рис.1) приурочены к южной части субмеридиональной зоны разлома, где расположены потухшие вулканы Козыревского, Билибина и др. По всей вероятности, они являются свидетельством гидротермальной деятельности в этом районе в период активной деятельности вулканов. В настоящее время, согласно карте теплового поля очагов скрытой разгрузки термальных вод (рис. 2), в этом районе вынос тепла минимальный.

Выводы.

- Проведенные структурно-геоморфологические исследования на территории Северо-Парамуширской гидротермальной системы позволили установить сеть новейших и современных разломов, причем определена сдвиговая кинематика диагональных разломов: СЗ – с левосдвиговой; СВ – с правосдвиговой компонентой, которая совпадает с современным полем напряжений.
- Вдоль восточного побережья выделены линейные впадины (троговые долины?), ограниченные субширотными сбросами;
- Современная деятельность вулканов, термальных источников и конвективный вынос тепла обусловлены активностью разломов.

Авторы признательны заведующему кафедрой динамической геологии геологического факультета МГУ профессору Н.В.Короновскому, чьими консультациями и советами мы постоянно пользовались при написании статьи, благодарят И.Ф. Делемена, С.Н. Рычагова, В.И. Белоусова, И.В. Мелекесцева, а также Л.В. Котенко, Т.А. Котенко за поддержку в полевых исследованиях и предоставление фактического материала.

Работа выполнена при поддержке грантов:

ДВО РАН № 05-III-Г-08-146; НШ-2294-2003.5; ДВО РАН № 05-III-Е-08-029;

ДВО РАН № 06-III –В-08-371; ДВО РАН № 06-III-А-08-332

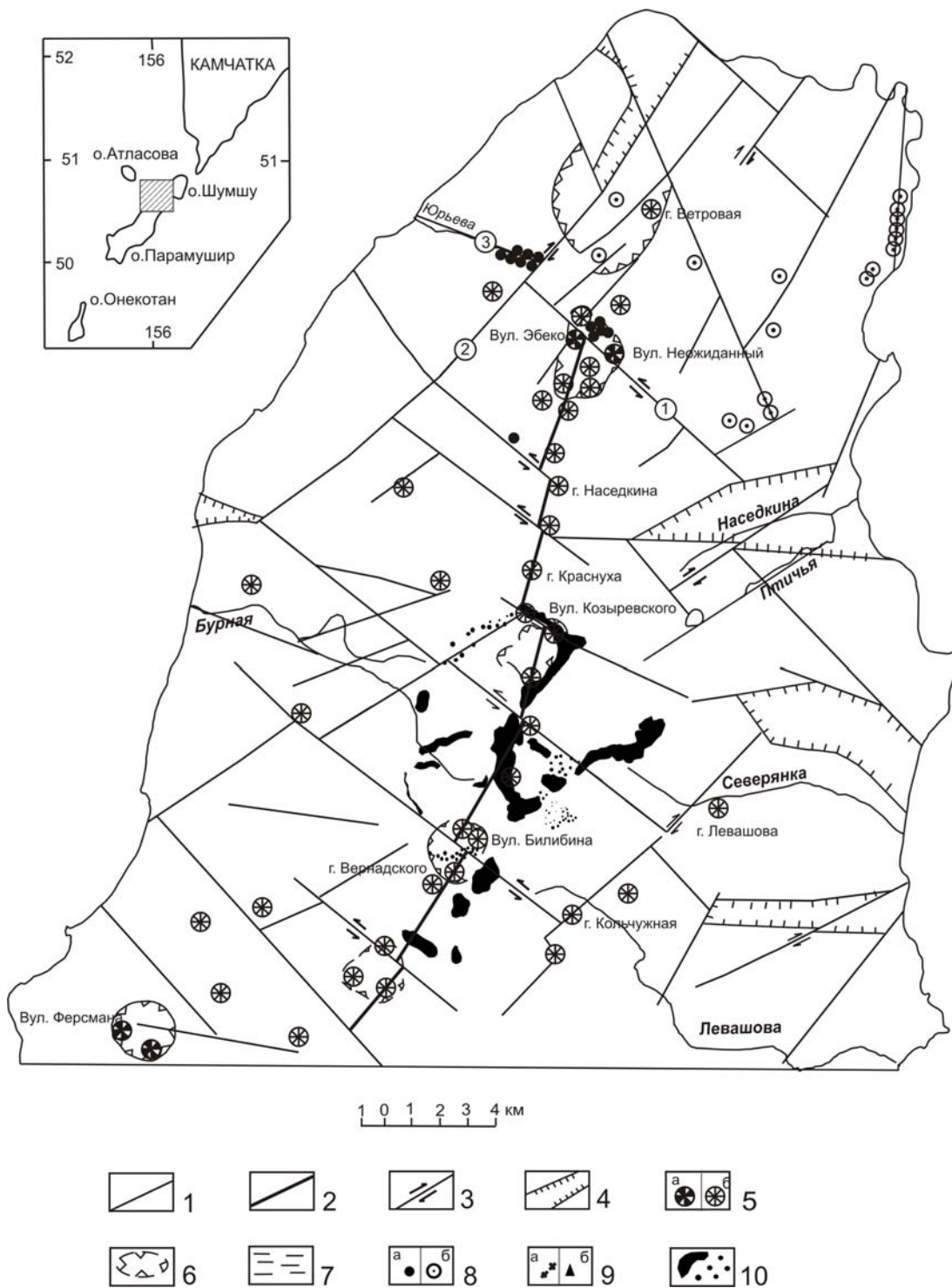


Рис. 1. Карта разрывных нарушений северной части о. Парамушир, выявленных по геоморфологическим данным: 1 - предполагаемые разрывные нарушения; 2 – сдвиги; 3 –

грабенообразные впадины; 4 – вулканические постройки (а – действующие, б – потухшие); 5 – границы кальдер; 6 – сектора локальных растяжений; 7 – источники (а – термальные, б – холодные); интрузивные образования (а – некки, б – дайки); 9 – границы распространения опалитов. Цифры в кружочках – номера разломов.

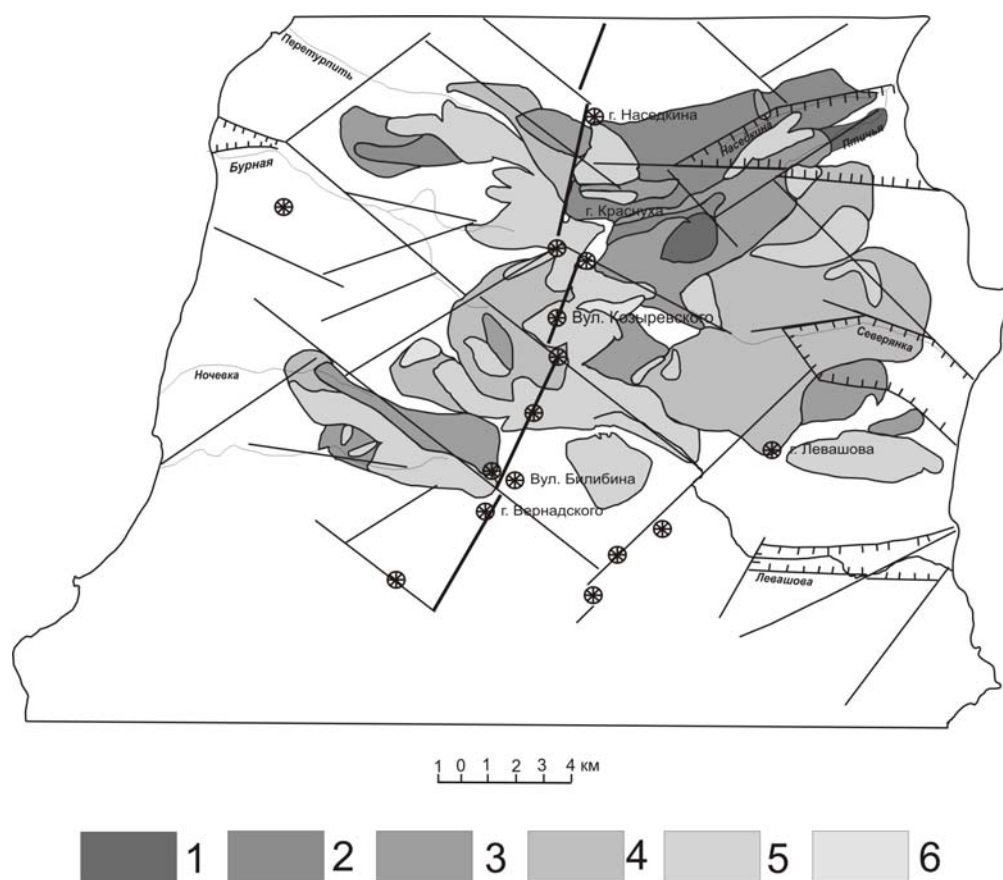


Рис. 2 . Карта теплового поля о. Парамушир (от р. Наседкина до р. Левашова). Вынос тепла ($\text{ккал}/\text{км}^2 \cdot \text{с}$): 1 – более 10 тыс. $\text{ккал}/\text{км}^2 \cdot \text{с}$; 2 – от 4 до 10 тыс. $\text{ккал}/\text{км}^2 \cdot \text{с}$; 3 – от 1 до 4 тыс. $\text{ккал}/\text{км}^2 \cdot \text{с}$; 4 – от 300 до 1000 $\text{ккал}/\text{км}^2 \cdot \text{с}$; 5 – от 0 до 300 $\text{ккал}/\text{км}^2 \cdot \text{с}$; 6 – десятые, сотые и тысячные доли $\text{ккал}/\text{км}^2 \cdot \text{с}$

Список литературы

1. Аверьев В.В. Гидротермальный процесс в вулканических областях и его связь с магматической деятельностью // Современный вулканизм. М.: Наука, 1966. С. 118-128.
2. Белоусов В.И., Рычагов С.Н., Сугробов В.М. Северо-Парамуширская гидротермально-магматическая система: геологическое строение, концептуальная модель, геотермальные ресурсы // Вулканология и сейсмология, 2002. № 1. С. 34-50.
3. Гущенко О.И. Реконструкция поля мегарегиональных тектонических напряжений сейсмоактивных областей Евразии //Поля напряжений и деформаций в литосфере. М., Наука, 1979. С.26-51. Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. №4. 2004. С.34-38
4. Костенко Н.П., Брянцева Г.В. К проблеме структурно-геоморфологического дешифрирования в условиях закрытых пространств// Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. №4. 2004. С.34-38
5. Мелекесцев И.В., Двигало В.Н., Кирьянов В.Ю., Курбатов А.В., Несмачный И.А. Вулкан Эбеко (Курильские острова): история эруптивной активности и будущая вулканическая опасность//Вулканология и сейсмология. 1993. № 3 С. 69
6. Рычагов С.Н., Белоусов В.И., Главатских С.Ф. и др. Северо-Парамуширская гидротермально-магматическая система: характеристика глубокого геологического разреза и модель современного минералорудообразования в ее недрах // Вулканология и сейсмология, 2002. № 4. С. 1-19.
7. Трифонов В.Г. Неотектоника Евразии. М.: Научный мир, 1999. 252 с (Тр. ГИН РАН; Вып 514)
8. Федорченко В.И., Абдурахманов А.И., Родионова Р.И. Вулканизм Курильской островной дуги: геология и петрогенезис. М.: Наука, 1989. 238 с
9. Хубаева О.Р., Шульга О.В., Котенко Л.К., Котенко Т.А. Морфоструктура и оценка выноса тепла в северной части острова Парамушир // Геотермальные и минеральные ресурсы областей современного вулканизма (материалы международного Курило-Камчатского семинара, 16 июля – 6 августа 2005 г.). Петропавловск – Камчатский: «ОТТИСК», 2005. С. 181 – 194.
10. Чудаев О.В. Состав и условия образования современных гидротермальных систем Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2003. С. 173-174.

11. Hedenquist J.W. Mineralisation associated with volcanic-related hydrothermal systems in the Circum-Pacific basin // Transactions of Forearth Circum-Pacific Energy and Mineral Resources Conference. Singapore. Am. Ass. Pet. Geol. 1987. Pp. 513-524.