

ПОДВОДЯЩИЕ КАНАЛЫ ГАЙОТОВ ВУЛКАНОЛОГ И КОЦЕБУ (МАГЕЛЛАНОВЫ ГОРЫ, ТИХИЙ ОКЕАН)

В.А. Рашидов¹, П.Н. Новикова², А.С. Долгалъ²

¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,
e-mail: rashidva@kscnet.ru;

²Горный институт УрО РАН, Пермь, e-mail: dolgal@mi-perm.ru

Исследование современного подводного вулканизма Мирового океана, невозможно без анализа его эволюции. В настоящее время одним из наиболее интересных районов проявления мелового вулканизма в Тихом океане являются Магеллановы горы. Магеллановы горы представляют собой протяженную дугообразную цепь подводных гор, в основном, гайотов, в средней части Восточно-Марианской котловины, простирающуюся на 1100 км от Марианского желоба к северо-востоку, востоку, а затем и к юго-западу, в направлении восточного окончания Каролинского вала (рис. 1).



Рис. 1. Гайоты Магеллановых гор. 1- скважины глубоководного бурения; 2 – название гайотов; 3- изобаты.

Гайоты возвышаются над относительно ровным дном Восточно-Марианской котловины с глубинами ~ 5500 – 6000 м на высоту до 4500 – 4800 м и достигают глубинных отметок 1300 – 1200 м.

В 1986 г. во время 13 рейса НИС «Вулканолог» были исследованы гайоты Вулканолог и Коцебу [Рашидов, 2006; Рашидов и др., 2003; Рашидов, Селянгин, 2003; Шкира, 1990].

Позднее эти гайоты были изучены в 10 рейсе НИС «Академик Александр Несмеянов» [Гайоты, 1995; Жигулев и др., 1988; Кулаков и др., 1987; Ломтев и др., 2007] и при проведении исследований на судах Мингео СССР [Брусиловский и др., 1992а, 1992б; Брусиловский, Соколов, 1992; Мельников, 2005].

Гайот Вулканолог состоит из двух плосковершинных построек, расположенных на расстоянии 18 км друг от друга и имеющих общее основание овальной формы. Диаметр гайота по изобате 5000 м около 50 км. Плоские вершины расположены на глубинах 1200 м и 1380 м. Седловина между вершинами располагается на глубине ~ 2000 м и имеет субширотное простирание. Склоны гайота сложены плотными вулканическими породами, а в своих верхних частях перекрыты плотными рифогенными известняками. Они осложнены большим количеством мелких возвышенностей - вероятно, побочных вулканических конусов, имеющих относительную высоту до нескольких сотен метров. На вершине гайота обнаружены останцы древних коралловых построек и линзы стратифицированных осадков, видимо, лагунного происхождения.

Гайот Коцебу (ТИГ) состоит из двух плосковершинных построек, расположенных на расстоянии 40 км друг от друга (рис. 1). . Размер гайота по изобате 4000 м - 80×35 км. Вершины расположены на глубинах 1360 м и 1180 м. Плоские вершины построек имеют треугольную форму и размеры в поперечнике – 14-19 км. Седловина между вершинами располагается на глубине ~ 3500 м и имеет субмеридиональное простирание. Склоны гайота расчленены процессами подводной эрозии и осложнены большим количеством мелких возвышенностей, вероятно, побочных вулканических конусов, имеющих относительную высоту до первых сотен метров. Они сложены плотными вулканическими породами, а в своих верхних частях перекрыты плотными рифогенными известняками. На вершине гайота обнаружены останцы древних коралловых построек и линзы стратифицированных осадков, видимо, лагунного происхождения. В гравитационном поле в редукции свободного воздуха западной постройке гайота Коцебу соответствует положительная аномалия [Жигулев и др., 1988].

При драгировании, выполненном в 13 рейсе НИС «Вулканолог», с вершин гайотов Вулканолог и Коцебу были подняты обломки рифогенных известняков и облегающих их мощных, до 12-15 см черных Fe-Mn корок. Доминирующая роль Fe-Mn корок в поднятом драгами материале создает впечатление полного обрастания и заглаживания ими вершин обоих гайотов [Рашидов и др., 2003; Рашидов, Селянгин, 2003].

Магнитные аномалии, зафиксированные над гайотами, имеют обратную полярность. Гайоты расположены в области развития отрицательного магнитного поля, и только на их северном и южном склонах отмечены положительные значения. Интенсивность отрицательных аномалий над вершинами гайота Вулканолог достигает 1000 –1200 нТл, а над вершинами гайота Коцебу - 400 –600 нТл. Столь интенсивные аномалии магнитного поля могут быть вызваны лишь вулканическими породами, слагающими ядро гайота, а рифогенные известняки и Fe-Mn корки существенного влияния на структуру магнитного поля не оказывают.

Возраст формирования гайотов, определенный по результатам магнитного моделирования, приходится на границу обратной полярности баррем-готтерив и составляет 123-127 млн. лет [Брусиловский и др., 1992а, 1992б; Брусиловский, Соколов, 1992].

В настоящей работе впервые предпринята попытка выделения подводящих магматических каналов в постройках гайотов с использованием томографической интерпретации цифровых моделей магнитного поля. Томографическая интерпретация – новое, интенсивно развивающееся в последние годы направление анализа геопотенциальных полей, связанное с попытками получения послойного распределения физических свойств горных пород при минимуме априорной информации об источниках. Необходимость построения трехмерных распределений плотности и намагниченности, приближенно характеризующих геологическое строение изучаемого объема среды, диктуется практикой геофизических работ. Несмотря на известные ограничения, связанные с неоднозначностью решения обратной задачи магнитометрии и с глубинными характеристиками трансформант поля, методы томографической интерпретации позволяют успешно проводить решение разнообразных геологических задач, как картировочного, так и поискового характера в различных физико-геологических условиях.

Выделяются два основных направления томографической интерпретации: аппроксимационная и фильтрационная [Бабаянц и др., 2003]. Метод фильтрационной

томографии реализуется, в частности, в компьютерной технологии VECTOR, разработанной в Горном институте УрО РАН под руководством проф. В.М. Новоселицкого. Эффективность системы подтверждена многочисленными результатами ее практического использования при решении широкого круга геологических задач, в том числе при поисках и разведке месторождений углеводородов [Новоселицкий и др., 2008].

В данном случае выполняется разложение магнитного поля на «разноглубинные» составляющие с использованием его аналитической аппроксимации эквивалентными источниками [Долгаль, 2002]. Это позволяет с высокой точностью осуществлять пересчет поля в верхнее полупространство на различные уровни h . В первом приближении, после пересчета геопотенциального поля U на высоту h_1 , мы исключаем влияние источников, лежащих выше некоторой эффективной глубины $H_{эф1}$. Соответственно, результаты пересчета поля на высоту h_2 ($h_2 > h_1$) не содержат влияния источников, лежащих выше эффективной глубины $H_{эф2}$. Аномальный эффект горизонтального слоя горных пород, расположенного между глубинами $H_{эф1}$ и $H_{эф2}$, отождествляется с разностью пересчитанных вверх полей $U_{h1} - U_{h2}$ [Мартышко и др., 2002].

Однако в случае наличия низкочастотной (фоновой) составляющей более контрастную локализацию физических неоднородностей позволяет получить сочетание пересчета в верхнее полупространство с вычислением вертикальной производной поля $\partial U / \partial z$. Такое преобразование по сути является полосовой фильтрацией, при этом сохраняется линейный характер взаимосвязи между разностными компонентами полей $(\partial U / \partial z)_{h1} - (\partial U / \partial z)_{h2}$ и петрофизическими параметрами разреза. Следует также отметить, что хотя характер взаимосвязи параметров $H_{эф}$ с реальными глубинами залегания для совокупности возмущающих объектов весьма сложный, 3D-диаграммы вертикальных производных магнитного поля $\partial(\Delta T_a) / \partial z$, объединяющие аномальные эффекты отдельных слоев, позволяют получить принципиально новую информацию о строении изучаемого объема геологической среды.

Данный подход использовался при построении трехмерных петромагнитных моделей гайотов Вулканолог и Коцебу. Результаты ранее выполненных гидромагнитных съемок были векторизованы, полученные цифровые модели геомагнитного поля ΔT_a были преобразованы в трехмерные диаграммы $\partial(\Delta T_a) / \partial z$ (при этом в качестве параметра Z использовалось значение эффективной глубины центра для каждого отдельно пласта), характеризующие пространственное распределение эффективной намагниченности горных пород - «квазинамагниченность» [Бычков и др., 2005]. Для визуализации и построения различно ориентированных сечений 3D-диаграммы использовалась программа TecPlot 9.0, результаты выполненных интерпретационных построений приведены на рис. 2, 3.

Построенные модели отражают на качественном уровне основные особенности внутреннего строения исследуемых гайотов - многожерловых вулканических аппаратов центрального типа. Следует отметить, что в результате применения томографической интерпретации отчетливо выделяются и прослеживаются на глубину подводящие каналы, по которым происходили излияния лавы.

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН (проект 09-3-А-08-427).

Список литературы

Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусов А.А. Интерпретационная томография по данным гравиразведки и магниторазведки в пакете программ «СИГМА-3D» // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. 31-й сессия Международного семинара им. Д.Г. Успенского. М: ОИФЗ РАН, 2004. С. 11.

Брусиловский Ю. В., Городницкий А. М., Соколов Б.А. Время формирования Магеллановых подводных гор (Тихий океан) по данным геомагнитного изучения // ДАН. 1992а. Т. 322. № 1. С. 61-63.

Брусиловский Ю.В., Городницкий А. М., Соколов Б.А. Вулканотектоническая эволюция Магеллановых подводных гор в свете их геомагнитного изучения // Геотектоника, 1992б. №5. С. 96-106.

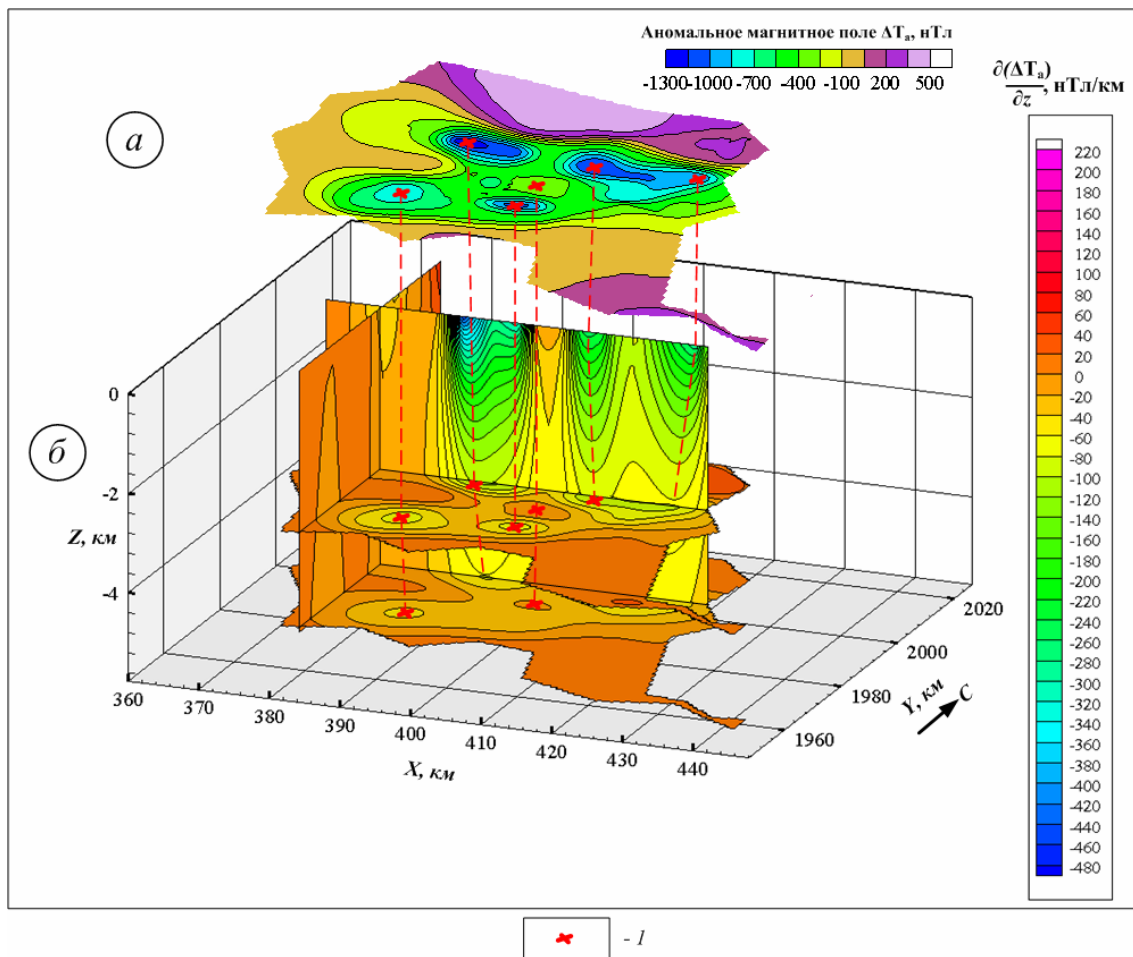


Рис. 2. Гайот Вулканолог. Карта изолиний аномального магнитного поля ΔT_a (а) и ортогональные сечения 3D-диаграммы квазинамагниченности горных пород (б). I – эпицентры магнитных аномалий.

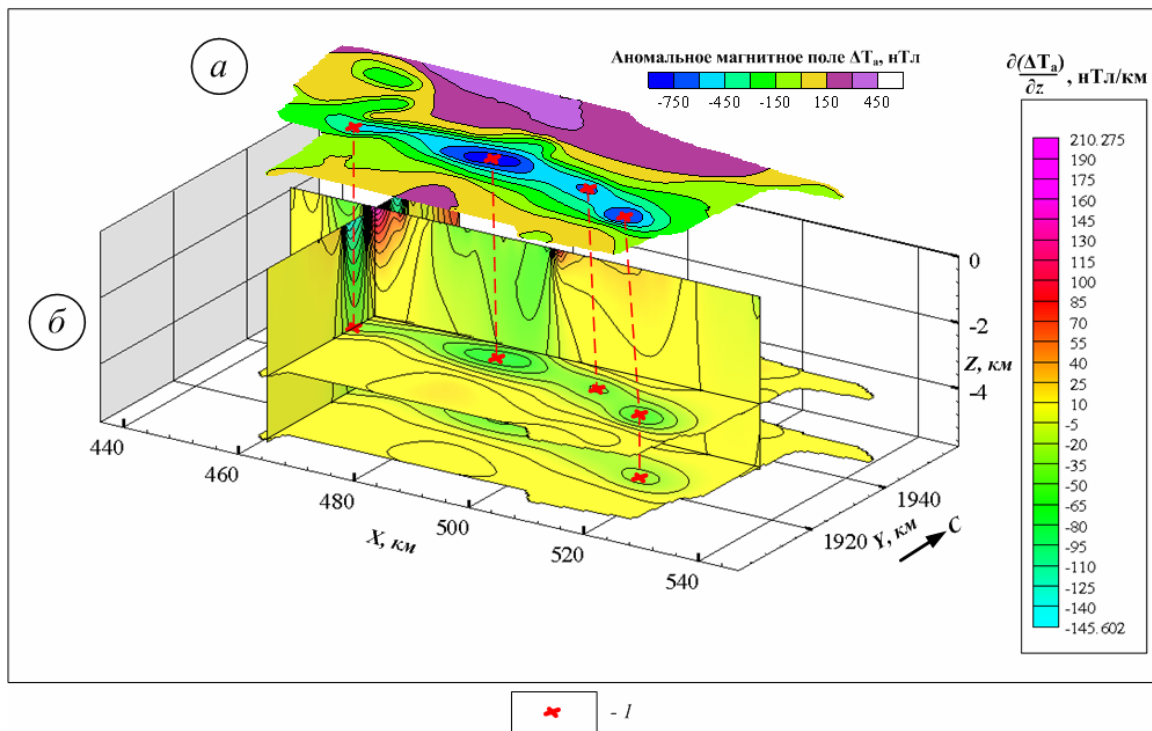


Рис. 3. Гайот Коцебу. Карта изолиний аномального магнитного поля ΔT_a (а) и ортогональные сечения 3D-диаграммы квазинамагниченности горных пород (б). I – эпицентры магнитных аномалий.

- Брусиловский Ю.В., Соколов Б.А.** Магнитное моделирование подводных гор из группы Магеллановых гор (Тихий океан) // Океанология, 1992. Т. 32. № 4. С. 730-734.
- Гайоты Западной Пацифики и их рудоносность / Отв. ред. д. г.-м. н. И. Н. Говоров и д. г.-м. н. Г. Н. Батулин. М.: Наука, 1995. 368 с.
- Бычков С.Г., Долгаль А.С., Кирплюк П.В. и др.** Гравитационное и магнитное поля Попигаийской астроблемы // Глубинное строение. Геодинамика. Мониторинг. Тепловое поле Земли. Интерпретация геопотенциальных полей. Третьи научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Материалы. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2005. С. 109-111.
- Долгаль А.С.** Компьютерные технологии обработки и интерпретации данных гравиметрической и магнитной съемок в горной местности. Абакан: ООО «Фирма «Март», 2002. 188с.
- Жигулев В.В., Пушин И.К., Старшинова Е.А. и др.** Геолого-геофизические исследования юго-западной части Тихого океана. Препринт. Южно-Сахалинск, 1988. 46 с.
- Кулаков А.П., Ермошин В.В., Ищенко А.А., Никонова Р.И.** Новые данные о морфоструктуре Юго-запада Тихого океана (результаты морфоструктурных исследований в 10-ом рейсе НИС «Академик Александр Несмеянов»). Препринт. Владивосток, 1987. 58 с.
- Ломтев В.Л., Ильев А.Я., Кононов В.Э. и др.** К строению и истории Магеллановых гайотов (ЮЗ Пацифики) // Геодинамика формирования подвижных поясов Земли. Материалы международной научной конференции. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2007. С. 190-193.
- Мартышко П.С., Новоселицкий В.М., Пруткин И.Л.** О разделении источников гравитационного поля по глубине // Электронный научно-информационный журнал «Вестник отделения наук о Земле РАН» № 1(20) 2002. www.scTis.ru/russian/cp1251/h_dTTTms/1-2002/scpub-7.htm#beTin
- Мельников М.Е.** Месторождения кобальтоносных марганцевых корок. Геленджик: ФГУГП ГНЦ «Южморгеология», 2005. 231 с.
- Новоселицкий В.М., Долгаль А.С., Бычков С.Г.** Новый алгоритмический базис технологии векторного сканирования геопотенциальных полей // Геофизические исследования Урала и сопредельных регионов. Материалы Международной конференции, посвященной 50-летию Института геофизики УрО РАН. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2008. С. 183-186.
- Рашидов В.А.** Магеллановы горы (Тихий океан): состояние геологической изученности // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2006. № 2. С. 13-20.
- Рашидов В.А., Невретдинов Э.Б., Селянгин О.Б., Невретдинов Эр.Б.** Геолого-геофизические исследования гайотов Магеллановых гор Тихого океана // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2003. № 1. С. 103 - 126.
- Рашидов В.А., Селянгин О.Б.** Особенности строения и рудоносность гайотов Вулканолог и ТИГ Магеллановых гор Тихого океана // Современный вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы юбилейной сессии Камчатского научного центра ДВО РАН, посвященной 40-летию Института вулканологии. Петропавловск-Камчатский. Из-во КГПУ, 2003. С. 29-30.
- Шкира В. А.** О строении и происхождении гайотов подводных гор Магеллана, Тихий океан // Вулканологические исследования на Камчатке. Тез. докл. конференции молодых ученых-вулканологов. Петропавловск-Камчатский. 1990. С. 61-65.