

Особенности глубинного строения Курило-Камчатского и Беринговоморского сегментов Тихоокеанской зоны перехода по данным МТЗ

Ю.Ф. Мороз, О.М. Самойлова

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: morozyf@kscnet.ru

В настоящей работе изучена электропроводность земной коры и верхней мантии различных районов восточной Камчатки по данным магнитотеллурического зондирования (МТЗ) вдоль региональных профилей «Северный» и «Южный». Геоэлектрические разрезы получены до глубины порядка 80 км. Выделенные аномалии электропроводности сопоставляются с данными других геофизических методов (с данными поля силы тяжести и аномального магнитного поля).

Введение

Восточное побережье северной и южной Камчатки характеризуется высокой сейсмичностью и гидротермальной активностью. Исследуемые районы входят в состав Центрально-Камчатского вулканического пояса на северо-восточном побережье и Восточно-Камчатского вулканического пояса на юго-восточном побережье полуострова. В пределах последнего находится подавляющее большинство действующих и потенциально активных вулканов. Характерно, что исследуемые районы относятся и к разным геодинамическим обстановкам. Восточная часть региона от мыса Лопатка до п-ова Камчатский, расположенная на границе с Тихим океаном и прилегающий участок Курило-Камчатского глубоководного желоба относятся к активной континентальной окраине. Часть восточной Камчатки, граничащей с Беринговым морем, соответствует пассивной окраине континента [10–11]. Выявление особенностей глубинного строения восточного побережья как островной, так и материковой части восточной Камчатки, является важным для вопросов тектоники и геологии.

Геоэлектрические модели восточного побережья южной и северной Камчатки

Глубинные геоэлектрические модели, демонстрирующие распределение областей высоких и низких значений удельного электрического сопротивления (рис. 1, 2), разработаны с применением численного трехмерного моделирования магнитотеллурического поля Камчатки [13]. Блоки повышенного электрического сопротивления связываются с насыщенностью разреза магматическими породами. Блоки с относительно повышенной электропроводностью можно объяснить преобладанием в разрезе терригенных толщ или повышенной пористостью вулканогенных пород, заполненной высокоминерализованными растворами.

Сравнительный анализ полученных геоэлектрических разрезов позволяет говорить об их принципиально разном строении. Согласно [4] северо-восточный район расположен в краевой западной (северо-западной) части палеосубокеанической плиты, где в высокой степени проявился региональный метаморфизм. Вследствие чего верхняя часть разреза северо-восточного побережья характеризуется меньшими значениями удельного электрического сопротивления по сравнению с юго-восточным районом, разрез которого насыщен высокоомными вулканогенными образованиями. Изменение параметра сопротивления вдоль юго-восточного побережья Камчатки происходит резко, отображая блочное строение этого участка, в виде чередования областей высокой и низкой электропроводности. Но, в целом, наблюдается тенденция понижения удельного электрического сопротивления в юго-восточном направлении при приближении профиля к акватории.

В пределах обоих районов исследования выявлен литосферный проводящий слой. В юго-восточной части Камчатки такой слой залегает на меньших глубинах, чем на северо-востоке. Максимальное погружение кровли проводящего горизонта на юге восточного побережья достигает 30 км, а на севере – 40 км. Удельное электрическое сопротивление проводящего горизонта меняется в пределах от 5 до 15 Ом·м в северной части, и от 10 до 50 Ом·м – в южной. Кровля литосферного низкоомного слоя наиболее приближена к дневной поверхности в районах богатых рудопроявлениями цветных и благородных металлов [3]. Выявленная связь представляет важный критерий прогноза рудных месторождений.

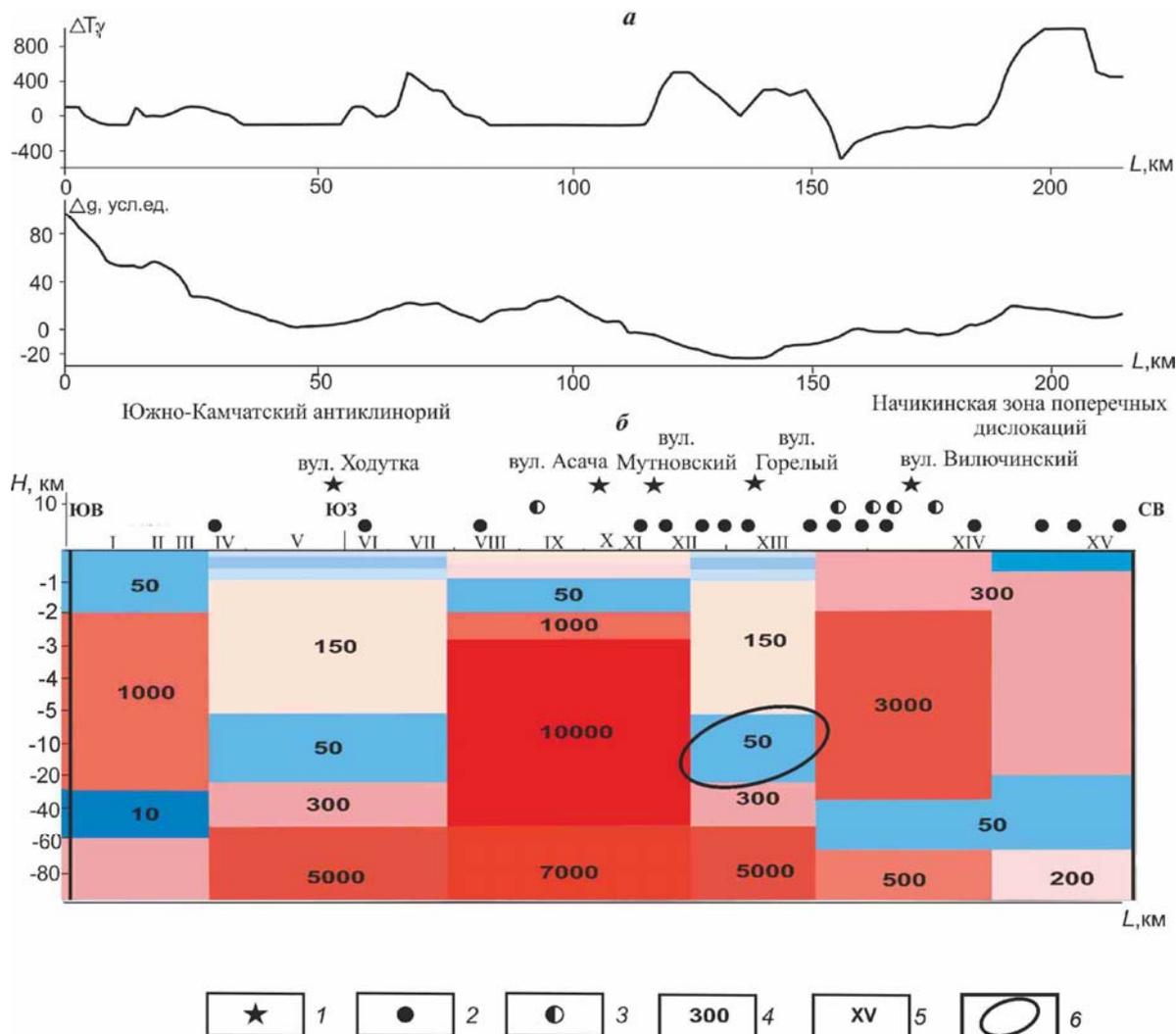


Рис. 1. Глубинный геоэлектрический разрез вдоль регионального профиля «Южный», полученный при трехмерном моделировании (б) и приведенный в сопоставлении с графиками аномального магнитного поля и поля силы тяжести (а); 1 – вулканы; 2 – гидротермальные источники [3]; 3 – рудопроявления полезных ископаемых [3]; 4 – значения удельного электрического сопротивления в Ом·м; 5 – зоны, выделенные при конформном осреднении кривых МТЗ; 6 – область пониженных сейсмических скоростей [1].

Заключение

Электропроводность выделенных низкоомных горизонтов зависит от химического и минералогического состава, структурных особенностей и влагонасыщенности горных пород. Как показывают теоретические и экспериментальные исследования удельного электрического сопротивления в разных термодинамических условиях, изменение температуры вызывает наиболее сильные изменения этого параметра [2; 8].

В пределах исследуемых районов восточного побережья региона тепловой поток меняется от 70 до 80 мВт/м² [12]. При таких высоких значениях теплового потока температура на глубине 12 км достигает 400° С, что вызывает процессы регионального метаморфизма, сопровождающиеся дегидратацией горных пород. При высоких температурах и давлениях выделенная вода приобретает высокую растворяющую способность, а это, в свою очередь, приводит к образованию высокоминерализованных растворов [9], которые вызывают понижение удельного электрического сопротивления.

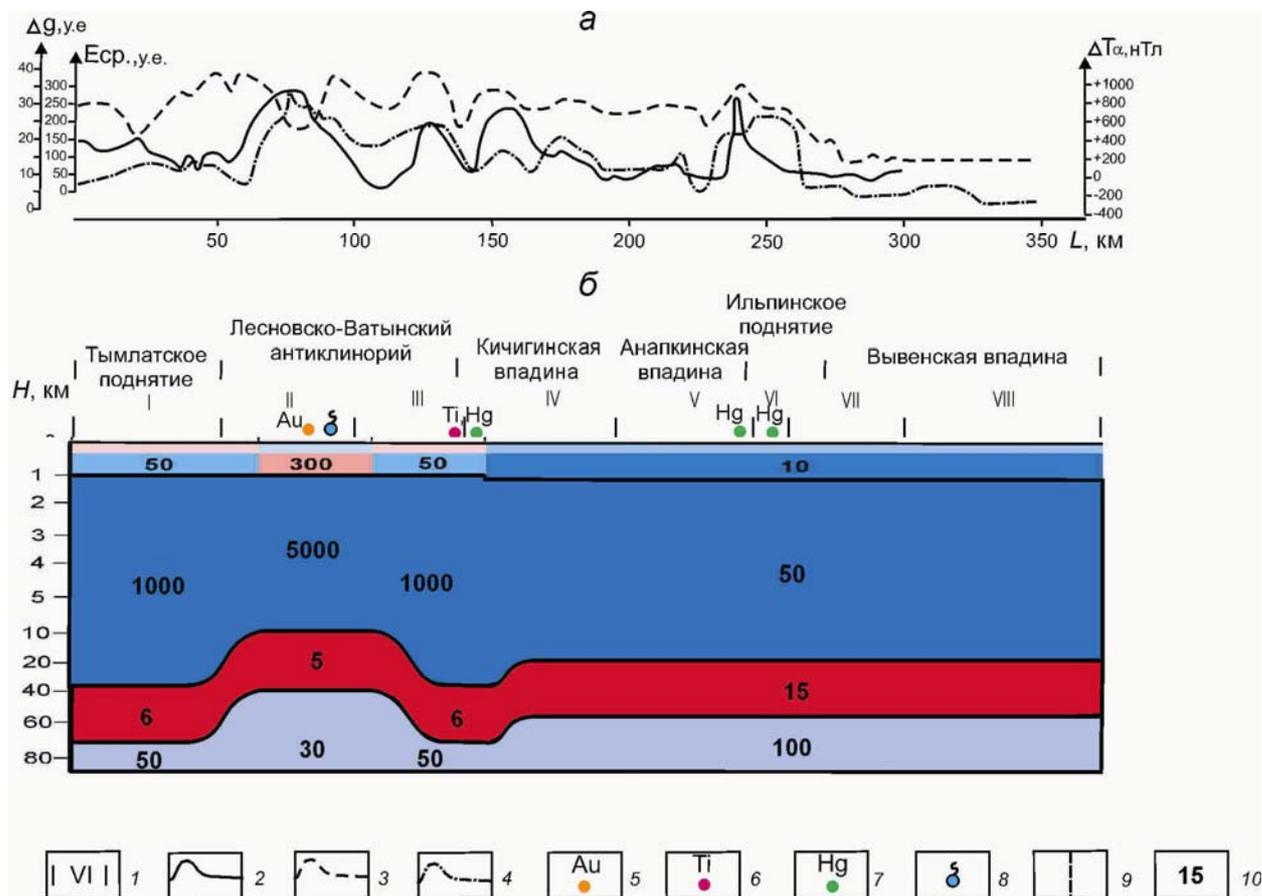


Рис. 2. Глубинный геоэлектрический разрез вдоль профиля «Северный», полученный при трехмерном моделировании (б) и приведенный в сопоставлении с графиками геофизических полей (а); 1 – зоны, выделенные при конформном осреднении кривых МТЗ; 2 – график средней напряженности теллурического поля; 3 – график поля силы тяжести; 4 – график аномального магнитного поля; 5 – проявления золота; 6 – проявления титана; 7 – проявления ртути; 8 – гидротермальные источники; 9 – зоны глубинных разломов [3]; 10 – значения удельного электрического сопротивления в Ом·м.

Полевые исследования выполнены ОАО «Камчатгеология» с участием ООО «Северо-Запад» (г. Москва) в соответствии с Государственным контрактом, заключенным в 2007 г. между Управлением по недропользованию по Камчатской области («Камчатнедра») и ОАО «Камчатгеология». Обработка и первичная интерпретация экспериментальных материалов проведены авторами и подробно изложены в работах [5–7].

Авторы выражают благодарность ООО «Северо-Запад» и ОАО «Камчатгеология» за предоставленные данные МТЗ.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ по проектам № 16-35-00088, 16-05-00059.

Список литературы

1. Гонтовая Л.И., Попруженко С.В., Низкоус И.В. Структура верхней мантии зоны перехода

- океан-континент в районе Камчатки // Вулканология и сейсмология. 2010. № 4. С. 13–29.
2. *Жарков В.Н., Калинин В.А.* Уравнения состояния твердых тел при высоких давлениях и температурах. М.: Наука, 1968, 311 с.
 3. Карта полезных ископаемых Камчатской области. Масштаб 1 : 500000 / Под ред. Литвинова А.Ф., Патоки М.Г., Марковского Б.А. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999. Л. VII; Л. XI; Л. XIII.
 4. *Мишин В.В., Нурмухамедов А.Г., Белоусов С.П.* Палеосубвулканический тип земной коры на северо-востоке Камчатки // Тихоокеанская геология. 2003. № 5. С. 58-72.
 5. *Мороз Ю.Ф., Самойлова О.М.* Глубинное строение вулканической зоны южной Камчатки по геофизическим данным // Вулканология и сейсмология. 2013. № 2. С. 12–26.
 6. *Мороз Ю.Ф., Самойлова О.М.* Глубинная электропроводность восточного побережья северной Камчатки // Вулканология и сейсмология. 2015. № 2. С. 65-80.
 7. *Мороз Ю.Ф., Самойлова О.М.* Особенности регионального и локального береговых эффектов в магнитотеллурическом поле Камчатки // Геофизические исследования. 2017. Т. 18. № 3. С. 81-94.
 8. *Пархоменко Э.И., Бондаренко Л.Т.* Электропроводность горных пород при высоких давлениях и температурах. М.: Наука, 1972, 179 с.
 9. *Равич М. И.* Фазовые равновесия в некоторых водосолевых системах при повышенных температурах и давлениях // Экспериментальное моделирование природных процессов. М.: Наука, 1971, с. 112-118.
 10. *Селиверстов Н.И.* Строение дна прикамчатских акваторий и геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. М.: Научный Мир, 1998, 164 с.
 11. *Селиверстов Н.И.* Геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. Петропавловск-Камчатский: Издательство КамГУ им. Витуса Беринга, 2009, 191 с.
 12. *Смирнов Я.Б., Сугробов В.М.* Земной тепловой поток в Курило-Камчатской и Алеутской провинциях // Вулканология и сейсмология. 1980. № 1. С. 16-31.
 13. *Mackie K.L., Smith J.T. and Madden T.R.* Three-dimensional electromagnetic modeling using finite difference equations: the magnetotelluric example // Radio Science. 1994. № 4. P. 923-935.