

В.В. Таскин, М.Д. Сидоров, С.В. Паламарь
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛИ
ТЕКТОНИЧЕСКОЙ РАЗДРОБЛЕННОСТИ
С РЕЗУЛЬТАТАМИ МТЗ

Представлен сравнительный анализ трехмерной модели, отражающей степень тектонической раздробленности блока верхней части земной коры района г. Петропавловска-Камчатского, построенной на основе данных дешифрирования космических снимков, с результатами электроразведочных работ, а именно магнито-теллурических зондирований.

Ключевые слова: аэро-, космоснимок, дешифрирование, удельная длина линейных элементов, модель тектонической раздробленности, сравнительный анализ, данные электроразведочных исследований, геофизические исследования.

Введение

Развитие новых подходов обработки космических изображений, делают возможным получение данных о внутреннем строении коры независимо от традиционных методов исследования. Например, в трудах [1, 3] представлен способ обработки данных ДЗЗ предполагающий, что выделяемые по космоснимку разломы и трещины различных рангов на поверхности Земли являются отражением глубинной тектонической ситуации в коре. Предложенный методологический подход использовался нами для создания трехмерной модели тектонической раздробленности блока коры [6], где исходными материалами стали карты трещинной тектоники и схемы кольцевых структур составленные по результатам дешифрирования аэро- и космоснимков различной детальности [2]. Алгоритм обработки данных, а также оценка соответствия полученных результатов существующей геолого-тектонической ситуации района исследования подробно показаны в [6, 7, 8]. Целью настоящей работы является сравнительный анализ модели с данными электроразведочных работ.

Методологический подход

В основе предлагаемой авторами [1, 3] методики лежит эмпирически установленное правило о том, что трещиноватость одной грани кубика породы адекватно отражает степень трещиноватости всего образца. В общем случае коэффициент раздробленности определяется отношением суммарного объема пустот и трещин к объему всего тела. Теоретически, если за объект принят некий объем пород земной коры кубической формы, где одной из граней является дневная поверхность, а ребро равно a , коэффициент раздробленности может быть найден по формуле $\Sigma b \cdot h \cdot l/a^3$, где b – ширина раскрытия, h – глубина проникновения, l – длина трещин. При дешифрировании космоснимка, определить величины b и h невозможно, но ширина трещин может быть принята средней для данной территории (т.е. $b = \text{const}$), а глубина, с учетом указанного правила приравнена к значению a . В этом случае степень тектонической раздробленности принятого куба определится нормированием общей длины трещин, выделенных на дневной поверхности в рамках ячейки

Таким образом, методологический подход построения модели заключается в составлении карты линеаментной сети исследуемой территории по выделенным на аэро-, космоснимке разломам и трещинам – линеаментам (рис. 1, а), которая становится основой к расчету удельной длины линеаментов (УДЛ) для различных глубин в зависимости от принятой а.

На территории Петропавловского геотермального района (частично совпадающего в плане с изучаемой нами

областью) проводились комплексные геофизические исследования в конце 80-х начале 90-х гг. прошлого века. Одним из видов работ были магнито-теллурические зондирования (МТЗ), проведенные по стандартной методике аппаратурой ЦЭС-2 Г-образной установкой с длиной диполя 0,1 км [4, 5]. Мощности исследованного электроразведкой слоя и модели раздробленности (0,5–3 км) близки, что дает возможность сопоставить результаты этих работ. Для этого вдоль профилей МТЗ с шагом 1 км были построены графики изменения УДЛ на основе расчетной модели, а с геоэлектрических разрезов сняты значения удельного электрического сопротивления

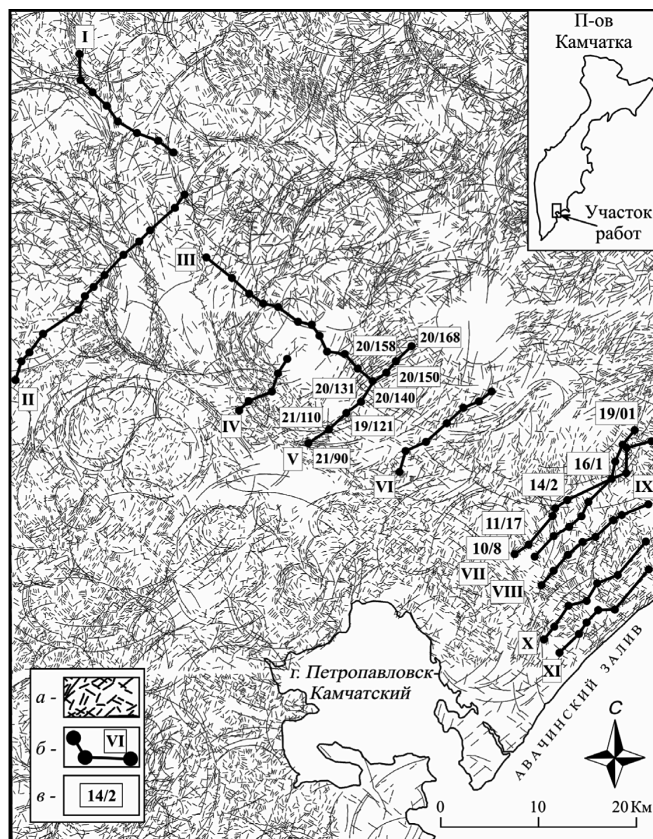


Рис. 1. Фрагмент цифровой карты линеamentной сети и схематичное расположение геоэлектрических профилей: а – линеamentы; б – геоэлектрический профиль и его номер; в – отдельные пикеты

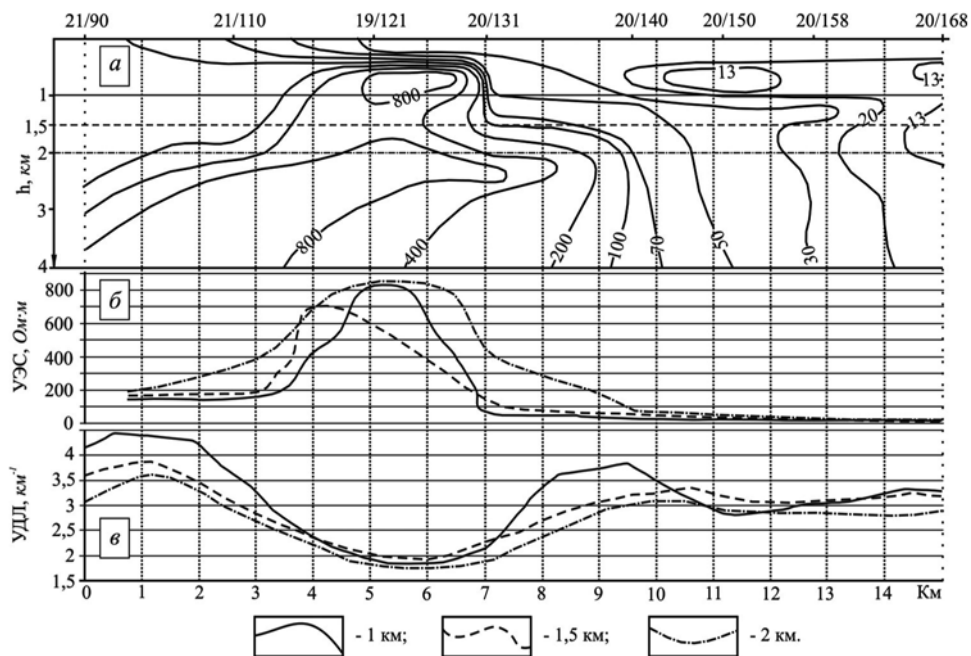


Рис. 2. Геоэлектрический разрез (а), графики изменения УЭС (б) [4] и УДЛ (в) по профилю V

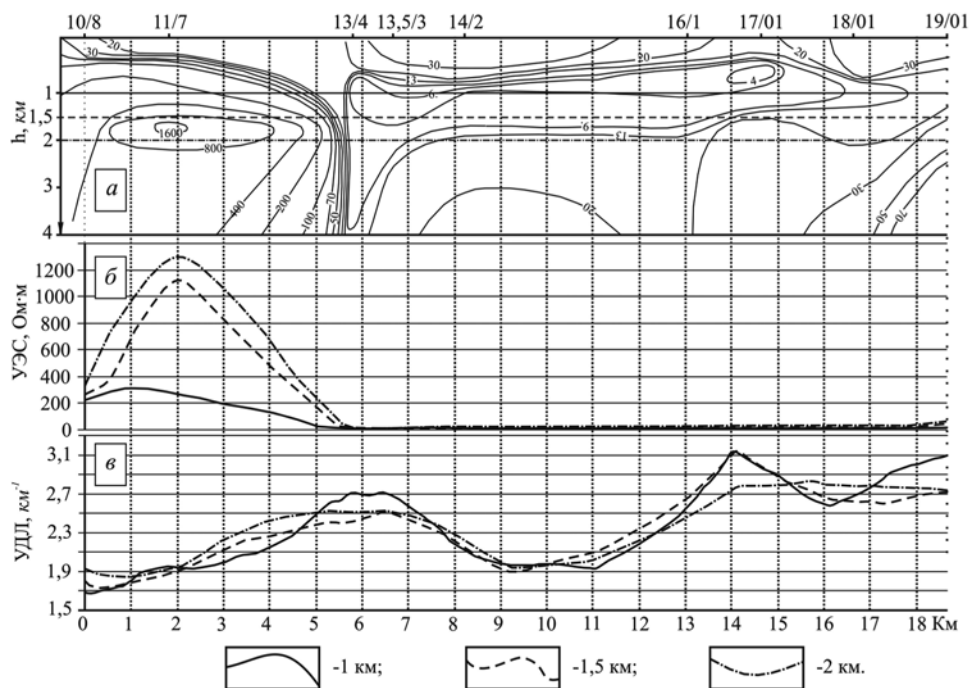


Рис. 3. Геоэлектрический разрез (а), графики изменения УЭС (б) [5] и УДЛ (в) по профилю VII

(УЭС) в тех же точках. Оси ординат соответственно оцифрованы в км⁻¹ и Омм (рис. 2, 3). Кривые выполнялись для трех гипсометрических уровней.

Результаты

Сравнительный анализ проводился по одиннадцати геоэлектрическим профилям, местоположение которых схематично показано на рис. 1. Здесь приводятся результаты сопоставления профилей МТЗ 21/90–20/168 и 10/8–19/01 (далее V и VII, рис. 1).

На профиле V в интервале между пикетами 21/110 и 20/131 электро-разведкой установлен высокоомный участок, с которым совпадает локальный максимум силы тяжести [4]. На этом же участке профиля, УДЛ находится в области минимальных отметок. Т.е. модельный блок, характеризующийся низкой степенью раздробленности, совпадает с областью уплотненной среды, установленной комплексом геофизических исследований. Такая зависимость сохраняется на всем исследованном интервале глубин. Разломная

зона в районе пикета 13/4 (рис. 3), выделенная электроразведочными работами и соответствующая аномально низкими значениями силы тяжести [5], также находит отражение в модели увеличением степени раздробленности в области пикетов 13/4 и 13,5/4.

Выводы

Сравнительный анализ результатов геофизических исследований с данными трехмерного моделирования тектонической ситуации на основе результатов дешифрирования аэро-, космоснимков показывает высокую сходимость (корреляция составляет 91–96%) в области пикетов 21/110 и 20/131 (профиль V), а также 13/4 и 13,5/4 (профиль VII). В то же время нами не установлена отчетливая зависимость параметров на других участках исследуемых профилей. Одной из причин этого может быть зависимость результатов МТЗ от существенно более широкого ряда факторов по отношению к УДЛ и, следовательно, неоднозначность при интерпретации результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатилов О.А., Нечаев Ю.В., Собисевич А.П. Использование космических технологий для мониторинга геологических структур вулкана Эльбрус // ДАН. – 2002. – Т. 387. – № 3. – С. 1–6.
2. Ворожейкина Л.А., Скоробагацко Л.С., Соколов В.А. Отчет об опытно-методических работах по применению геологических, гидрогеологических, геофизических и дистанционных критериев поиска термальных вод на закрытых площадях. – Петропавловск-Камчатский, 1995.
3. Нечаев Ю.В. Линеаменты и тектоническая раздробленность. Дистанционное изучение внутреннего строения литосферы. – М.: ИФЗ РАН, 2010. – 215 с.
4. Нурмухамедов Л.Г., Попруженко С.В. Отчет о поисках термальных вод на северо-западной части Петропавловского геотермального района I очередь – геофизические работы. – Петропавловск-Камчатский, 1987–1989.
5. Нурмухамедов А.Г., Желтухин А.С. Отчет о подготовке геофизической основы

для поисков термальных вод (опережающие работы) в юго-восточной части Петропавловского геотермального района. – Петропавловск-Камчатский, 1988–1991.

6. Таскин В.В., Сидоров М.Д. Трехмерная модель тектонической раздробленности земной коры, созданная с использованием космической видеоинформации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2014. – Т. 11. – № 2. – С. 243–252.

7. Таскин В.В., Сидоров М.Д. Алгоритм создания трехмерной модели тектонической раздробленности в среде ГИС по результатам дешифрирования аэро- и космоснимков, оценка ее достоверности // Геоинформатика. – 2015. – № 1. – С. 21–27.

8. Таскин В.В., Сидоров М.Д., Паламарь С.В. Оценка степени тектонической раздробленности земной коры на глубину по данным дешифрирования аэро- космоснимков // Горный информационно-аналитический бюллетень – 2014. – № 9. – С. 127–130. **ГИАН**

Таскин Виталий Витальевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, e-mail: taskin-v@yandex.ru
Сидоров Михаил Дмитриевич – кандидат геолого-минералогических наук, зав. лабораторией, e-mail: smd52@mail.ru,
Паламарь Сергей Владимирович – научный сотрудник, e-mail: veterkam4@mail.ru,
Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения РАН.

UDC 528.77;550.371.1

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF TECTONIC BREAK MODEL WITH MT SOUNDING RESULTS

Taskin V.V.¹, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, e-mail: taskin-v@yandex.ru

Sidorov M.D.¹, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Laboratory, e-mail: smd52@mail.ru,

Palamar S.V.¹, Researcher, e-mail: veterkam4@mail.ru,

¹ Scientific Research Geotechnological Centre, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 683002, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia.

The comparative analysis of three-dimensional tectonic break degree model of the crust upper part of Petropavlovsk-Kamchatsky area worked out using the results of satellite and airborne images interpretation with results of electric exploration, namely MT sounding results, has been presented in this paper.

Key words: satellite and airborne image, interpretation, lineament specific length, tectonic break model, comparative analysis, electric exploration data, geophysical research.

REFERENCES

1. Bogatikov O.A., Nechaev Yu.V., Sobisevich A.L. *Doklady Akademii nauk*. 2002, vol. 387, no 3, pp. 1–6.
2. Vorozheikina L.A., Skorobogatsko L.S., Sokolov V.A. *Otchet ob opytno-metodicheskikh rabotakh po primeneniyu geologostrukturnykh, gidrogeologicheskikh, geofizicheskikh i distantsionnykh kriteriev poiska termal'nykh vod na zakrytykh ploshchadyakh* (Report on field trials of application of geological–structural, hydrogeological, geophysical and remote sensing criteria to thermal water search in subsurface), Petropavlovsk-Kamchatsky, 1995.
3. Nechaev Yu.V. *Lineamenty i tektonicheskaya razdroblennost'. Distantsionnoe izuchenie vnutrennego stroeniya litosfery* (Lineaments and tectonic subdivision. Remote sensing of internal structure of lithosphere), Moscow, IFZ RAN, 2010, 215 p.
4. Nurmukhamedov L.G., Popruzhenko S.V. *Otchet o poiskakh termal'nykh vod v severo-zapadnoi chasti Petropavlovskogo geotermal'nogo raiona I ochered' geofizicheskoy raboty* (Report of thermal water search in the north-west Petropavlovsk geothermal region, stage I, geophysics), Petropavlovsk-Kamchatsky, 1987–1989.
5. Nurmukhamedov A.G., Zheltukhin A.S. *Otchet o podgotovke geofizicheskoy osnovy dlya poiskov termal'nykh vod (operezhayushchie raboty) v yugo-vostochnoi chasti Petropavlovskogo geotermal'nogo raiona* (Report on geophysical basis for thermal water search (advance operations) in the north-west Petropavlovsk geothermal region), Petropavlovsk-Kamchatsky, 1988–1991.
6. Taskin V.V., Sidorov M.D. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2014, vol. 11, no 2, pp. 243–252.
7. Taskin V.V., Sidorov M.D. *Geoinformatika*. 2015, no 1, pp. 21–27.
8. Taskin V.V., Sidorov M.D., Palamar' S.V. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, 2014, no 9, pp. 127–130.

