

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ 3D МОДЕЛИ ОЧАГОВЫХ ЗОН ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КАМЧАТСКОГО И АЛТАЕ-САЯНСКОГО РЕГИОНОВ

Белявский В.В.

Центр геоэлектромагнитных исследований Института Физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва

Наличие профильных магнитотеллурических, магнитовариационных данных и сведений о площадном распределении электропроводности садочного чехла, позволило провести их 3D инверсию и построить модели южной, восточной Камчатки и Алтайской, Тээлинской, Шаптальской очаговых зон землетрясений Алтае-Саянского региона. Алгоритм решения поставленной задачи в себя включает: построение стартовых 3D геоэлектрических моделей с оценкой размерности верхнего и нижнего структурных этажей, учета влияния “шумовой” части неоднородностей верхнего структурного этажа на кривые МТЗ путем нормализации максимальных $\rho^{\max H}$, минимальных $\rho^{\min H}$ кривых индукции, построения кривых фазового тензора и проведения их 1D инверсии. Решение обратной задачи МТЗ выполнялось в режиме интерактивного подбора к наиболее информативным инвариантным экспериментальным кривым и типперам 3D модельных. В результате составлены модели очаговых зон, по УЭС определено содержание флюида - Φ_p . Устанавливается определенная зависимость между Φ_p и типами структур.

Ключевые слова: удельное электрическое сопротивление, 3D инверсия МТ данных, флюидонасыщенность

Южная Камчатка и Олюторско-Восточно-Камчатская зона.

Полученные, методом подбором 3D модельных кривых максимума и минимума индукции $\rho^{\max HM}$, $\rho^{\min HM}$, фаз импедансов $\text{Arg}Z_{\max h}^M$ и типперов $\text{Re}W^M$, $\text{Im}W^M$ к соответствующим экспериментальным в Южной, Северной Камчатки [1] и Алтая, 3D модели представлены на рис. 1, рис. 2 и рис. 4, а пример соответствия модельных кривых экспериментальным для профиля, протягивающегося вдоль Прибрежного горста Южной Камчатки на рис. 3.

1. В пределах субмеридионального вулканического пояса на западном борту Прибрежного горста, в Начикинском грабене, на пересечении осей сейсмической активности субмеридиональной и субширотной (или северо-западной) ориентации выделены глубинные разломы с $\rho = 500 - 300$ Омм, вдоль которых происходят сдвиги коры. На глубинах 60 - 80 км они упираются в проводящий астеносферный выступ с $\rho = 10$ Омм [2]. В Южно-Камчатском прогибе на глубине 13 - 15 км выделены блоки с $\rho = 5 - 10$ Омм (рис. 1). Такая картина свойственна зоне подвига океанической коры, когда на переднем фланге расположены вулканогенные и интрузивные породы скучиванья, а за ними в Южно-Камчатском прогибе - блоки с повышенной сейсмической и гидротермальной активностью.

2. Срединный выступ Камчатки на глубине 80 км подстилается блоком с $\rho = 10$ Омм. Коровый и мантийный разрез под Центрально-Камчатской депрессией и Ганальским горст-антиклинорием содержит на глубине 40 км проводник с $\rho = 40$ Омм. Проводящий Петропавловский глубинный разлом под Начикинским грабеном аппроксимируется блоком с $\rho = 25$ Омм шириною 10 км и мощностью 30 км. Методами МОВЗ и сейсмической томографии в этой же зоне на глубинах 10 - 40 км выделены домены с дефицитом скорости продольных волн $\Delta V_p = 0.1 - 0.3$ км/с [2]. Эта зона вулканической активности Начикинского грабена является замыканием на суше Императорского палеорифта, пересекающего Северо-Восточную Тихоокеанскую плиту.

3. В окрестности вулкана Шивелуч, Харьюзовского, Пухль-Озерновского и Крестовского глубинных разломов выделены блоки северо-западного простирания с $\rho = 10 - 100$ Омм (рис. 2), упирающиеся в границу Мохоровичича, поднимающуюся под вулканом с глубины 35 км до 25 км [2]. Разломы характеризуются повышенной сейсмической и вулканической активностью, а их проводимость, может быть объяснена их флюидонасыщенностью.

4. В пределах Олюторского и Хаилинского очагов землетрясений (с гипоцентрами на глубине 35 - 45 км) блок с $\rho = 20 - 30$ Омм расположен на глубине 20 - 33 км над границей Мохо, в районе резкой смены ее глубины залегания с 50 км до 35 км [1, 2].

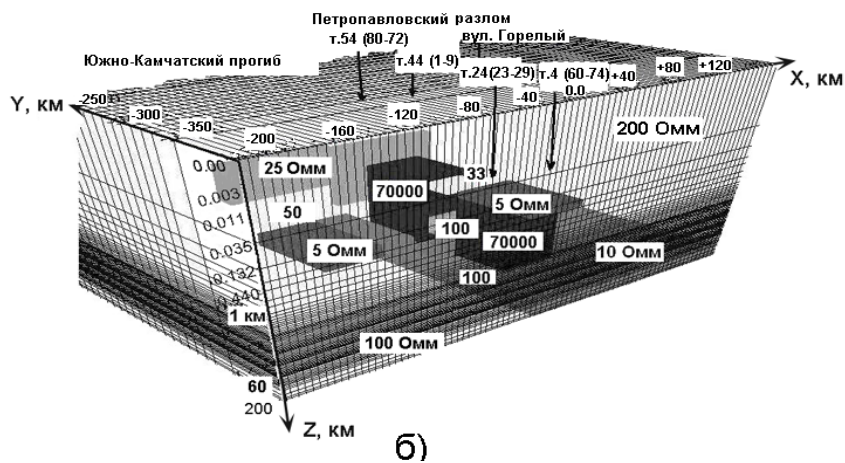
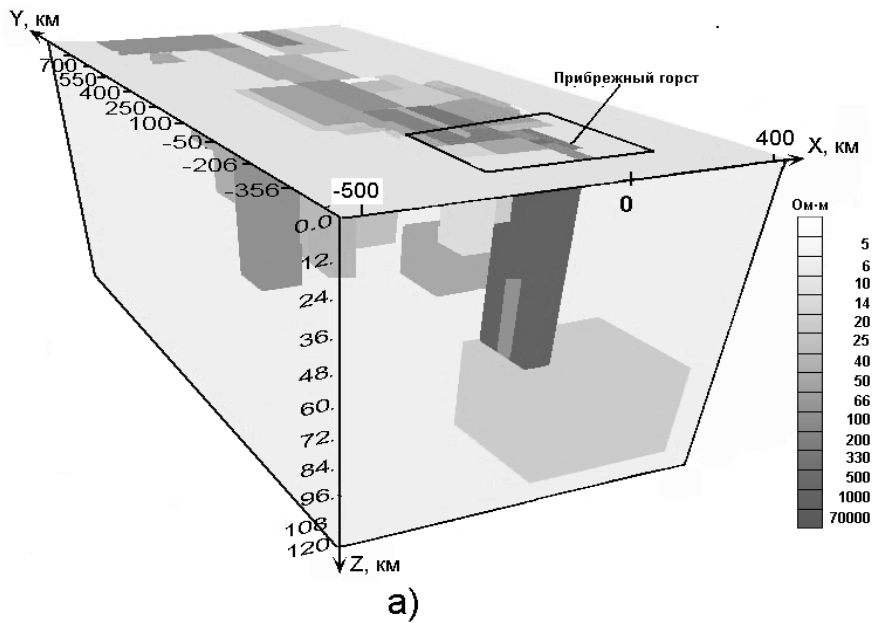


Рис. 1. Геоэлектрическая модель полуострова Камчатка (а) и ее южной части (б). Значения УЭС блоков модели даны справа (а) или вынесены на них (б). УЭС вмещающей среды 5000 Ом·м. Т.н. – точки расчета МТ полей. В скобках - номера экспериментальных МТЗ.

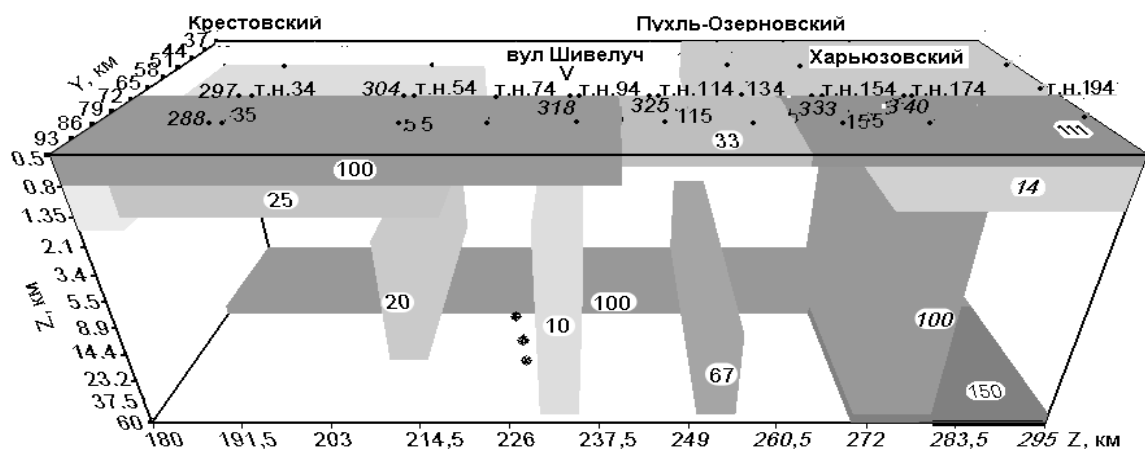


Рис. 2 Вид с юго-востока на 3D модель Олюторско-Восточно-Камчатской СФЗ. Номера экспериментальных МТЗ даны с наклоном, а без наклона точки расчета МТ полей (т.н.). Пятна - гипоцентры землетрясений. Сверху даны названия основных глубинных разломов.

Выводы. В пределах рассматриваемого региона флюидонасыщенность активизированных блоков коры и мантии зависит от их геодинамической активности. В зонах роевой сейсмичности $\Phi_p \geq 1\%$, в очагах землетрясений и доменах повышенной сейсмичности $0.2 \leq \Phi_p \leq 0.6\%$, а в областях активизации субширотных разломов - $\Phi_p \leq 0.01\%$. Верхняя мантия на глубинах свыше 50 – 80 км характеризуется $\Phi_p \approx 0.1 - 0.45\%$.

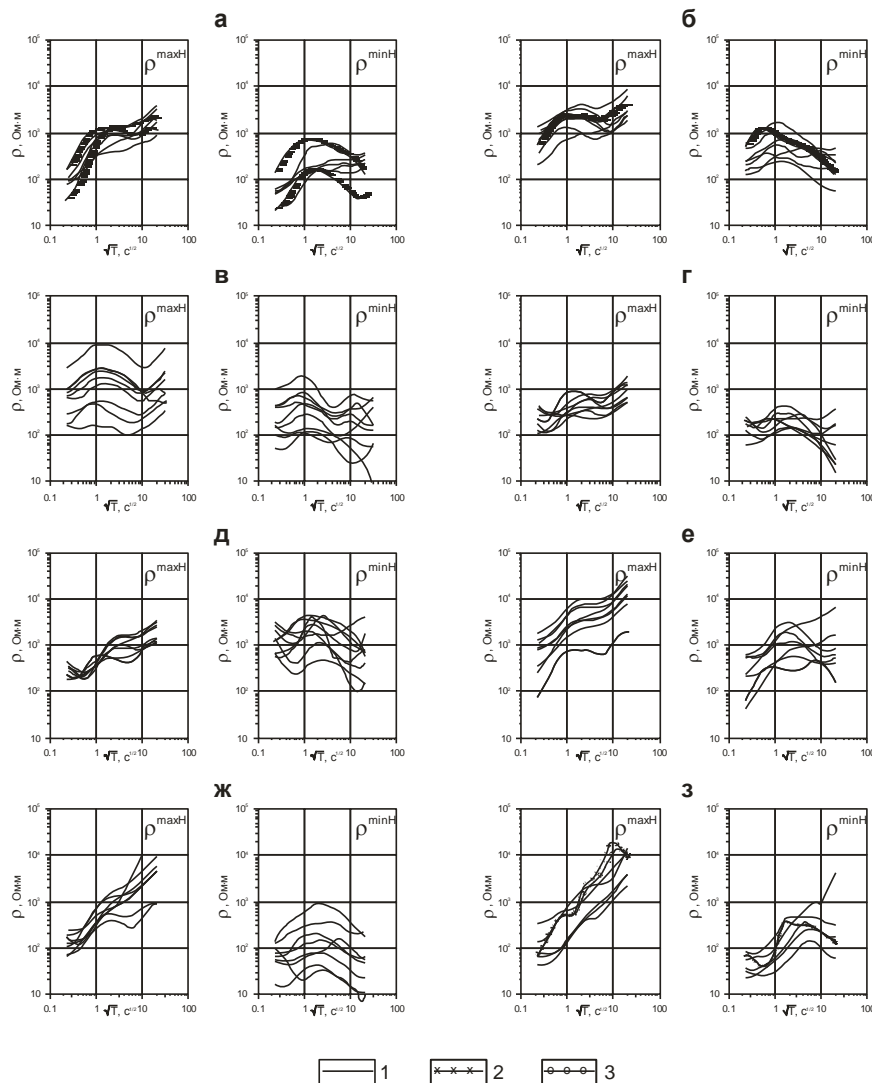


Рис. 3. Сопоставление экспериментальных (1) и модельных (2, 3) кривых $\rho^{\max H}$, $\rho^{\min H}$. Местоположение экспериментальных МТЗ (в скобках) и модельных т.н. дано на рис. 1. Группы: а – б) МТЗ 1-15 (т.н. 44, 39) - северная часть Прибрежного Горста; в) МТЗ 16-22 (т.н. 29) - вулкан Вилючинский; г–д) МТЗ 24-41 (т.н. 24,19) - Мутновское гидротермальное поле и вулкан Горелый; е-ж) МТЗ 44-59 (т.н. 14,19) - Прибрежный горст; з) МТЗ 68-74 (т.н.9) - Асачинская разломная зона.

Алтайский, Тээлинский и Шапталский очаги землетрясений Алтае-Саян

1. Алтайский очаг. В его северной части глубже 10 км расположены блоки мощностью до 40 км с $\rho = 10 - 40$ Омм, а западнее с $\rho = 5000$ Омм. В Курайской впадине блоки с $\rho = 200 - 250$ Омм аппроксимируют боковое влияние Курайского и Прителецкого глубинных разломов север-северо-западного простирания. Вблизи них и в Чуйской впадине на глубине 6 - 20 км концентрируются гипоцентры землетрясений над блоком с $\rho = 10$ км и $H > 20$ км, в который упирается разлом с $\rho = 50$ Омм (рис. 4). В окрестности Башеланского разлома с $\rho = 20$ Омм, ограничивающего с юго-запада впадину и упирающегося на глубине 20 км в блок с $\rho = 10$ Омм, расположены очаги землетрясений. На восточном борту Чуйской впадины, в окрестности Курайского глубинного разлома с $\rho = 100$ Омм на глубине 20 км расположен блок с $\rho = 10$ Омм, в который утыкается разлом с $\rho = 180$ Омм.

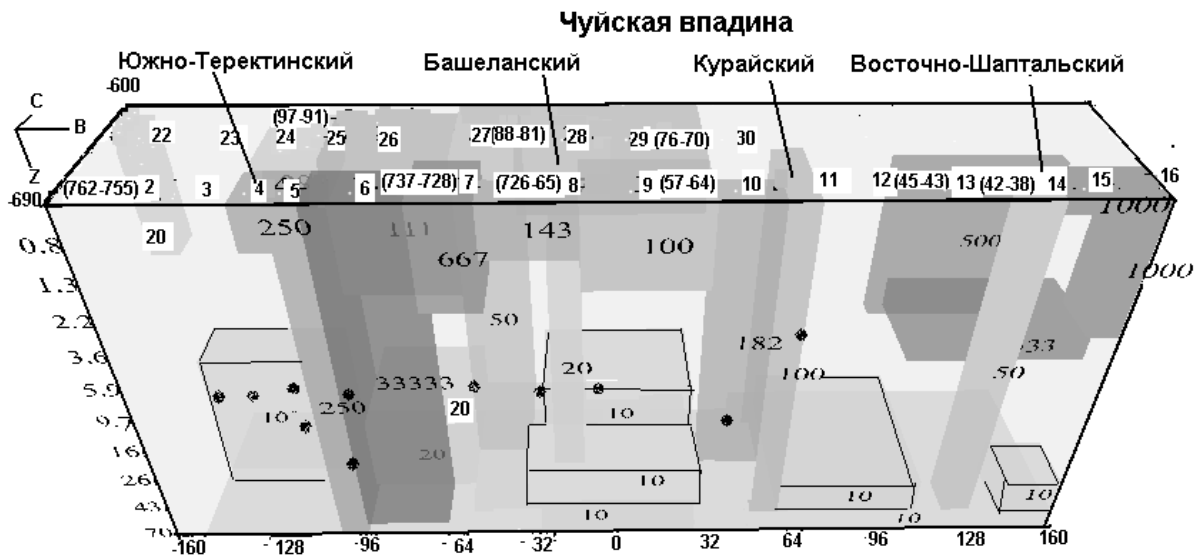


Рис. 4. Вид с юга на геоэлектрическую модель Алтайского очага землетрясений. На блоки вынесены значения УЭС. Пятна - гипоцентры землетрясений. Сверху даны номера модельных точек, а экспериментальных МТЗ - в скобках. По осям расстояния в км.

2. В пределах Шапталского очага на глубине $H = 3 - 8$ км выделены блоки с $\rho = 600$ Ом, глубже 20 км - с $\rho = 10$ Ом, а при $H = 50$ км основание с $\rho = 10$ Ом. На глубинах 10 - 15 км расположены гипоцентры землетрясений. Западная часть Тээлинского очага расположена над блоками с $\rho = 10$ Ом и $H = 30$ км, а центральная проявляется на глубинах 10 - 11 км вблизи широтных разломов с $\rho = 200 - 1000$ Ом землетрясениями с $M > 3.3$. Гипоцентры землетрясений концентрируются, как вблизи разломов с $\rho = 200 - 1000$ Ом, так и с $\rho = 10 - 50$ Ом. Их флюидонасыщенность составляет 0.1 - 1.4 %.

Выводы. В пределах очаговых зон землетрясений Алтая средняя и нижняя кора характеризуется блоками с $\rho = 10 - 20$ Ом. Это свидетельствует о её существенной дилатансии, трещиноватости, наполнении флюидом. Верхняя кора до глубины 15-20 км высокоомная с $\rho = 3000 - 5000$ Ом за исключением зон глубинных разломов. Вне очаговых зон, независимо от типа структурно-формационных зон, в нижней коре на глубине 40 км и более расположены горизонтальные блоки с $\rho = 5 - 50$ Ом. Высокие УЭС разломов субширотного и северо-восточного направлений могут обусловлены сжимающим действием на них сползающих с юга структур коры и верхней мантии. Низкие УЭС разломов северо-западного и субмеридионального простирания обусловлены движением вдоль них блоков коры и разгрузкой напряжения на их периферии.

1. Белявский В.В. Геоэлектрическая модель Камчатско-Корякского региона. 3D интерпретация магнитотеллурических полей и результаты. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Saarbrucken, Germany. 2011. - 162.

2. Разработка геолого-геофизической модели глубинного строения Корякско-Камчатской складчатой области (Региональный увязочный профиль МОВЗ-МТЗ мыс Лопатка - с. Хаилино). Нурмухамедов А.Г., Яковлев А.Г., Белявский В.В. и др. 2010. Гос. регистрационный № 15-07-14/1. ОАО «Камчатгеология». Федеральное агентство по недропользованию (РОСНЕДРА).