

УДК 551.14 + 551.24 (571.66)

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КОРЯКСКО-КАМЧАТСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ ГЛУБИННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

© 2008 А.Г. Нурмухамедов¹, Ю.Ф. Мороз²

¹ОАО «Камчатгеология», Петропавловск-Камчатский, 683016

²Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006;
e-mail: nur@mail.kamchatka.ru

Предлагаются к рассмотрению результаты геолого-тектонической интерпретации глубинных геофизических исследований проведенных в районе Камчатского перешейка и материковой части Камчатского края. В свете последней сейсмической активности в апреле и мае 2006 г. более пристального внимания заслуживает район сочленения Центрально-Корякской и Олюторской структурно-формационных зон. Проведен широкий анализ всей совокупности геолого-геофизической информации, накопленной по данному региону за все предыдущие годы. Но в основе ключевых выводов заложены результаты магнитотеллурического зондирования (МТЗ).

ВВЕДЕНИЕ

В конце семидесятых годов прошлого столетия Министерством Геологии СССР совместно с АН СССР была разработана долговременная программа исследований земной коры и верхней мантии методами магнитотеллурического зондирования (МТЗ) и обменных волн землетрясений (МОВЗ). Первые региональные работы МТЗ (без постановки МОВЗ) в рамках этой программы были начаты в 1979 г. Елизовской геофизической экспедицией Камчатского территориального геологического управления на профиле п. Усть-Большерецк — м. Шипунский. Основной целью работ являлось изучение глубинного строения земной коры и верхней мантии в областях сейсмической активности и современного вулканизма. В последующем исследования осуществлялись по сети региональных профилей (рис. 1). Всего было отработано 8 региональных профилей с применением методов МОВЗ и МТЗ. Работы послужили основой для анализа и обобщения глубинных исследований МТЗ на Камчатке. Но кроме этого использовалась информация и из других источников. В частности, для обобщения привлекались данные МТЗ, полученные Восточным Геофизическим Трестом (г. Иркутск) и другими производственными организациями Камчатки, а также опубликованные данные, в том числе публикации (Мороз, 1991; Мороз и

др., 1995; Мороз, Нурмухамедов, 2004). Отработка профиля п. Корф — п. Верх. Пенжино осуществлялась совместно с предприятием Центр «ГЕОН» ГФУП «ВНИИГеофизика» (г. Москва).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В полевых работах в разные годы применялись различные аппаратные комплексы, от цифровых станций отечественного производства ЦЭС-2, до современных аппаратно-программных комплексов канадского производства MTU-5 (5A, 2E). Диапазон регистрируемых периодов магнитотеллурического поля (МТ-поля) составил от 1–10 с до 1000–1500 с. Станции серии MTU дают возможность регистрировать вариаций МТ-поля начиная от 300–400 Гц (0,0033–0,025 с). Длина электрических диполей составляла от 100 м, при работе со станциями ЦЭС-2, ЭИН-МТЗ, до 40 м при работе с MTU-5. В качестве датчиков магнитного поля использовались индукционные датчики (ИД) из комплектов станций. Азимуты установки датчиков составили X - 120°; Y - 30°. Ось Y совпадает с простиранием основных геологических структур региона. Обработка материалов выполнена по алгоритму узкополосной математической фильтрации с последующим определением компонент тензора импеданса способом наименьших квадратов. Средне-квадратическая ошибка определения модуля

эффективного импеданса по данным контрольных наблюдений составляла 2–4%.

Интерпретация материалов МТЗ проводилась по двум направлениям: первое – получение геоэлектрических разрезов неконсолидированной коры; второе – создание глубинных геоэлектрических моделей земной коры и верхней мантии. Анализ полярных диаграмм, амплитудных кривых и их возможных искажений показал целесообразность использования в первом случае преимущественно эффективных кривых, а во втором – продольных кривых (Мороз, 1991; Мороз и др., 1995; Нурмухамедов, 2003).

При построении разреза верхней части земной коры была применена методика одномерной интерпретации данных МТЗ с применением процедуры S-нормализации кривых. В процессе интерпретации был использован пакет программ МТ-ЭКРАН-РС (Яковлев и др., 1992).

Численное моделирование выполнялось путем итерационного подбора модели в основном с помощью программы 2DMOD (Wannamaker, et al., 1987), с введением в модель толщи морской воды (0.3 Ом·м) в сопредельных морских акваториях. Сопротивление остальных элементов модели подбиралось из условия удовлетворительной сходимости экспериментальных и теоретических (расчётных) кривых по форме и уровню. По такой методике проводилось двумерное моделирование по всем региональным профилям, за исключением профиля п. Корф – п. Верх. Пенжино. Здесь интерпретация МТ-данных осуществлялась силами Центра «ГЕОН» и варианты глубинного геоэлектрического разреза получены в результате 1D- и 2D-инверсии кривых МТЗ (Белявский и др., 2007).

В процессе обобщения материалов глубинных геофизических исследований (2006 г.) по всей территории Камчатки была осуществлена корреляция границ наиболее крупных геоэлектрических неоднородностей. В результате была построена карта геоэлектрических структур в земной коре и верхней мантии (рис. 1), выделенных по данным МТЗ.

КРАТКИЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Ещё на стадии производства региональных работ по субширотным профилям особый интерес вызвали результаты работ МТЗ по профилю п. Лесная – п. Оссора (2000 – 2002 гг.), пересекающему Камчатский перешеек в его центральной части.

В результате интерпретации МТЗ был построен геоэлектрический разрез верхней части земной коры (рис. 2 на 2 стр. обложки), где была осуществлена стратиграфическая привязка

геоэлектрических горизонтов и их геологическое истолкование. Полученный разрез хорошо согласуется с результатами геологической и гравиметрической съемок масштаба 1:200000. Представленная в условных обозначениях легенда даёт возможность проследить изменение возраста пород с глубиной.

Разумеется, демонстрируемый вариант геологического истолкования разреза в определенной степени носит предположительный характер, ибо глубинная информация представлена только по материалам МТЗ в сопоставлении с результатами геологической съемки. Но вся совокупность геолого-геофизической информации, имеющейся на анализируемую территорию (регион), дает основание представить геолого-геофизический разрез именно так, как это показано (рис. 2 на 2 стр. обложки). Проанализируем его.

Сверху вниз, согласно принятой стратификации, выделяются палеоценовые и палеоэоценовые отложения ($P_1 - P_{1-2}$) с удельным сопротивлением от 10 до 80 Ом·м, ниже расположены отложения геткилнинской свиты (P_{1gt}) (40–90 Ом·м). Еще ниже, по заметному увеличению удельного сопротивления до 120–230 Ом·м, уверенно фиксируется горизонт, который отождествляется с породами верхне-мелового комплекса лесновской свиты (K_2ls). Горизонт претерпевает блоковое погружение на запад, где его кровля фиксируется на глубине ~ 2 км.

Горизонт, залегающий ниже пород лесновской свиты (20–50 км профиля) характеризуется средним сопротивлением 220 Ом·м. Но в отдельных его фрагментах сопротивление достигает высоких значений: 500 и 1300 Ом·м. Судя по диапазону удельного сопротивления, это могут быть интрузивные образования основного и кислого состава. В целом горизонт отнесен к верхнеюрско-нижнемеловой нерасчлененной толще пород ($J_3 - K_1$). Ближайшее место их картирования – полуостров Тайгонос (западный берег Пенжинской губы) и мыс Омгон (западное побережье Камчатки). Породы отнесены к офиолитовым образованиям кингивеевской свиты Пенжинской зоны и характеризуются как породы вулканогенно-осадочного происхождения. Нижнюю часть этого горизонта ограничивает сравнительно маломощный ($\Delta h = 0,7-1$ км) горизонт с низким (!) значением удельного сопротивления 60–65 Ом·м на фоне 120–390 Ом·м. При всех вариациях форм четко просматривается общая тенденция его погружения в восточном направлении. Горизонт выделен по уверенной корреляции геоэлектрических границ и требует к себе пристального внимания. Ниже вернемся к этому фрагменту разреза.

Еще ниже выделен горизонт со средним значением сопротивления 240 Ом·м. Можно

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

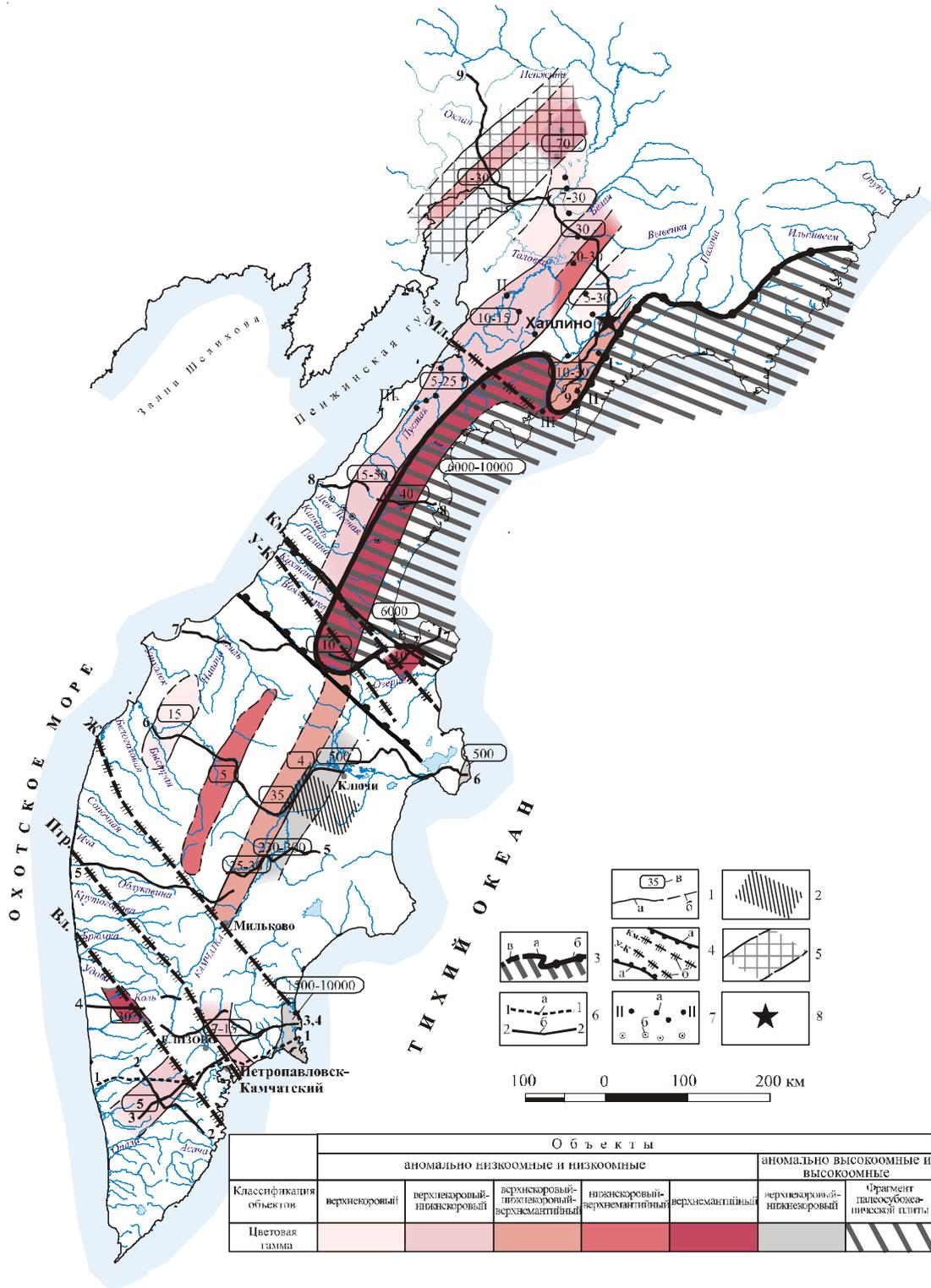


Рис. 1. Карта геоэлектрических структур, выделенных в земной коре и верхней мантии по данным МТЗ. 1 – границы геоэлектрических объектов: уверенные (а), предполагаемые (б), значение сопротивления в Ом·м (в); 2 – коровая зона повышенной электропроводности (10 Ом·м) на глубине 20 км (Мороз, Нурмухамедов, 2004); 3 – межплитная граница (фронт обдукции): по данным МТЗ (а); по гравиметрическим данным (б), предполагаемая (в); 4 – границы Паланско-Командорской Зоны поперечных дислокаций (а), глубинные разломы Алеутского направления (б) и их названия: Вилючинский (Вл), Петропавловский (Птр), Жупановский (Ж), Усть-Камчатский (У-К), Командорский (Км), Малетойваямский (Мл); 5 – участок локального выступа границы Мохо (по данным МОВЗ на профиле п. Корф – п. Верхн. Пенжино) и его предполагаемое положение; б – региональные профили МТЗ (а) и МОВЗ-МТЗ (б); 7 – точки МТЗ профилей I-I, II-II, III-III, (Шпак и др., 1973)² (а), точки МТЗ по р. Лев. Лесная (Мороз и др., 1974)³ (б); 8 - эпицентр Олюторского землетрясения (M=7.7, 20.04.2006).

высказать предположение о принадлежности горизонта к верхнеюрской толще пород (J_3).

Ниже, на глубине 8 – 13 км, выделен горизонт с удельным сопротивлением 420 Ом·м, мощностью 2 км. Разумеется, трудно осуществить однозначную стратиграфическую привязку горизонтов на столь значительных глубинах без наличия априорной информации. Но, исходя из принятой в регионе стратификации, два самых нижних горизонта отнесены к нерасчлененной ниже-среднеюрской толще пород (J_{1-2}). Тем более, что выходы пород этого возраста (ексиманская свита, J_{1-2} ек) закартированы на полуострове Тайгонос.

Следует отметить, что общая картина погружения глубинных горизонтов, выделенных в западной части разреза, их характерная морфология, весьма убедительно повторяют вариации значений силы тяжести, отраженных в графике Δg , что еще раз подтверждает корреляционную зависимость между плотностными характеристиками гравитирующих толщ и распределением электропроводности в земной коре.

В целом, нельзя не отметить весьма гармоничного сочетания форм и угла наклона всей пачки горизонтов выделенных в интервале глубин 4–15 км. Создается впечатление единства причин их погружения в восточном направлении.

В статье (Апрелков и др., 1997) отмечено, что Пенжинская зона возникла в пределах океанического рифта, который располагался между Омолонским и Корякским континентальными блоками и раскрывался дважды: в венде - раннем палеозое и в поздней юре - раннем мелу. В плане этот палеорифт совпадает с юго-восточной частью залива Шелихова, Пенжинской губой и простирается далее на северо-восток. Последнее замыкание океанического рифта датируется приблизительно ранним мелом – неокомом. По результатам геоплотностного моделирования было высказано предположение о существовании палеозоны Беньоффа в пределах юго-восточной границы Пенжинской зоны.

Исходя из выше изложенного, сопоставляя комплекс геолого-геофизических данных с результатами МТЗ, датируя самый верхний горизонт (из всей выделенной наклонной пачки) верхней юрой, есть основание предполагать, что фиксируемый в разрезе комплекс наклонных пластов представляет собой фрагмент упомянутой в публикации палеозоны Беньоффа. А отмеченный выше относительно маломощный низкоомный горизонт (60–65 Ом·м), фиксируемый в предкровельной части всей пачки наклонных горизонтов, представляет собой поверхность скольжения (область дробления и милонитизации).

В восточной части разреза стратификация горизонтов была существенно затруднена из-за

сложности корреляции геоэлектрических границ. Эта часть разреза отличается сложной картиной распределения электропроводности. Высокая степень латеральной неоднородности особенно характерна для верхней части разреза ($h = 2-3$ км). Кровля самого нижнего высокоомного горизонта фиксируется на глубине 2,5–4 км. Удельное сопротивление его меняется в широких пределах: от 900 до 2800 Ом·м. Нижняя граница высокоомного горизонта не установлена, но в его толще выделяются отдельные фрагменты, сопротивление которых достигает 3000 Ом·м и более. Судя по широкому диапазону высоких значений удельного сопротивления и по многим выходам интрузивных образований, данный горизонт можно отнести к кристаллическому основанию верхнемелового – неогенового возраста сложного состава (σ -v, $\nu\delta$, $\gamma\delta\mu$ K_2 - N_{1-2}).

В процессе создания двухмерной глубинной геоэлектрической модели по профилю п. Лесная – п. Оссора (рис. 3) была достигнута убедительная сходимость экспериментальных и расчетных кривых МТЗ (Мишин и др., 2003). Первый же анализ полученных результатов показал уникальность разреза по отношению ко всем профилям, ранее отработанным в южной и центральной частях полуострова (Нурмухамедов, 2003). Уникальность состоит, прежде всего, в четком разделении разреза на западную, относительно низкоомную часть (100–1000 Ом·м), и восточную – высокоомную (400–6000 Ом·м). Более того, в восточной части разреза в интервале глубин 2–30 км выделен обособленный аномально высокоомный объект с удельным сопротивлением, достигающим 10000 Ом·м.

Подобная картина распределения электропроводности в значительной степени повторяется в глубинном геоэлектрическом разрезе в восточной части профиля м. Утхолок – п-ов Озерновский¹, расположенного в южной части перешейка. Менее ярко, но, тем не менее, достаточно уверенно такая же картина наблюдается и на глубинном разрезе по профилю III – III², расположенному в северной части перешейка. Четкое разделение на низкоомную (10–200 Ом·м) западную половину разреза и высокоомную (от 400 – 1000 Ом·м и более)

¹ Попруженко С.В., Нурмухамедов А.Г., Недядько В.В. Отчет о результатах глубинных исследований сейсмоопасных зон и возможности прогноза землетрясений Камчатской области (комплексные геолого-геофизические исследования на региональном профиле м. Утхолок – п-ов Озерновский). ФГУГП «Камчатгеология», Елизово, 2004. 251 с.

² Шпак И.П., Корбух Ю.А., Серова Л.М. и др. Отчет о результатах работ Ильпинской электроразведочной партии № 22/72 за 1972 год. Восточный геофизический трест, Иркутск, 1973. 122 с.

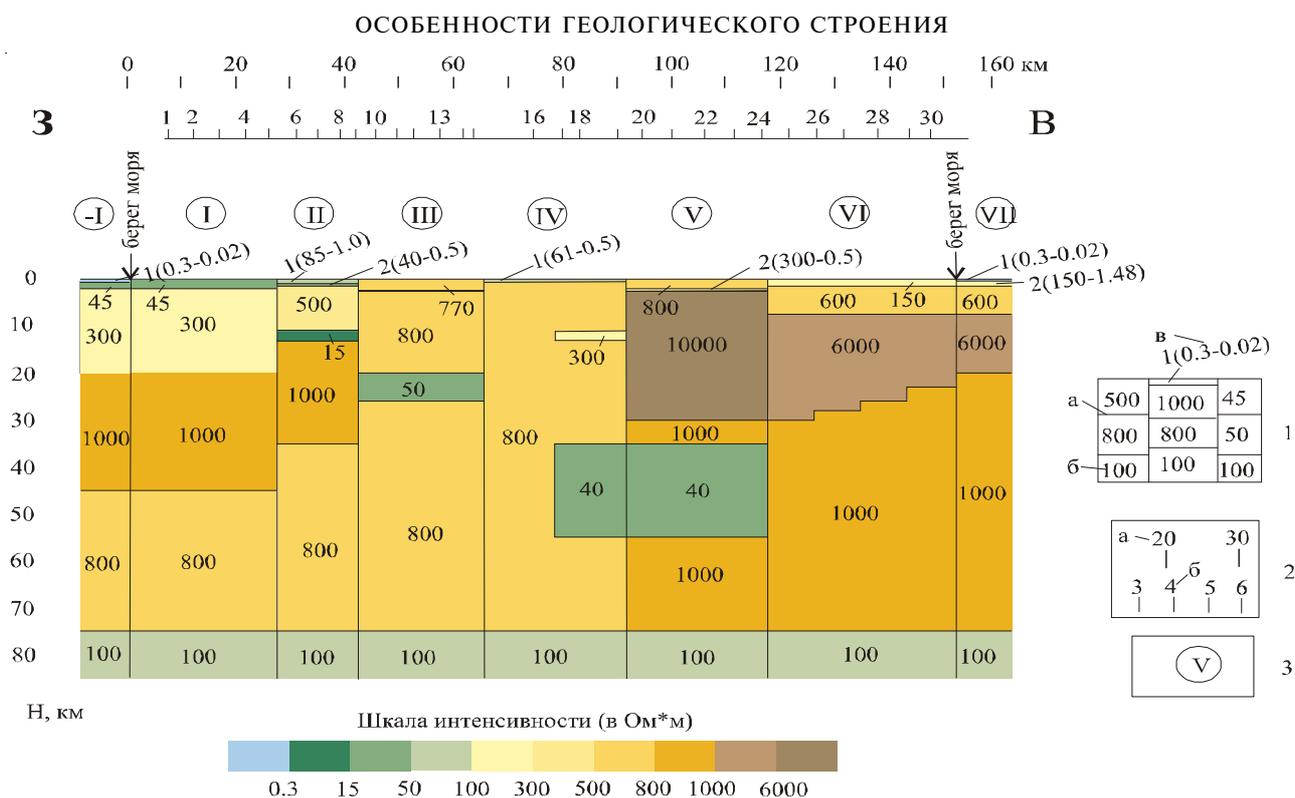


Рис. 3. Глубинная двумерная геоэлектрическая модель по региональному профилю п. Лесная – п. Оссора. 1 – блоки различного удельного сопротивления: границы блоков (а), значения сопротивления в Ом*м (б), информация о верхних маломощных геоэлект-рических горизонтах (в): первая цифра – номер горизонта, в скобках – значение сопротивления в Ом*м и мощность в километрах; 2 – разметка профиля в километрах (а), проекция точек МТЗ на линию профиля (б); 3 – номера зон, выделяемых в процессе моделирования.

восточную отмечено на разрезе³ по профилю, проложенному вдоль реки Левая Лесная (расположен чуть южнее профиля Лесная – Оссора, рис. 1).

Таким образом, по четырем сечениям зафиксирован уникальный геоэлектрический разрез. Сочетание глубинного проводника (10–40 Ом м) и расположенного выше аномально высокоомного объекта (6000–10000 Ом м) в столь значительных объемах в Камчатском регионе обнаружено впервые. По ряду параметров уникальность разреза подтверждалась результатами сейсморазведки МОВЗ (Мишин и др., 2003).

В результате комплексной интерпретации геолого-геофизических данных в восточной части исследуемой территории выделен палеосубокеанический тип земной коры, осадочный чехол которой превращен в метаморфический фундамент (Мишин и др., 2003). В своей западной части данная кора сочленяется (взаимодействует) с континентальной корой. Взаимодействие носит характер обдукции, т.е. надвига литосферной плиты субокеанического типа на краевую часть литосферной плиты материкового типа. Очевидно,

под влиянием давления субокеанической плиты произошло смещение в северо-западном направлении глубинной проводящей структуры, линейно простирающейся вдоль всего полуострова (рис. 1). Амплитуда этого выступа составляет десятки километров в южной и северной частях Камчатского перешейка, что достаточно отчетливо просматривается и в морфологии гравитационного поля. Характерные перегибы на границах выступа совпадают с глубинными разломами алеутского направления. Выделен фронт обдукции, положение которого хорошо согласуется с результатами геологической съемки (Геологическая карта..., 2005). Обдукция могла стать причиной замыкания Пенжинского палеорифта (Апрелков и др., 1997) в неокме. Очевидно, формирование гигантского надвига началось несколько раньше процесса замыкания рифта – возможно в верхней юре. И в этом случае возраст его формирования составляет не менее 140 – 150 миллионов лет.

Есть основание предполагать, что очаги Хаилинского (1991 г.) и Олюторского (2006 г.) землетрясений приурочены к зоне взаимо-действия литосферных блоков различного типа. Не исключено, что повышенная сейсмичность северо-западных окраин палеосубокеанической плиты является результатом унаследовано продолжающихся тектонических движений как в зоне

³ Мороз Ю.Ф. и др. Отчет о результатах работ Кинкильской электроразведочной партии №21/73 на западном побережье Камчатки. Восточный геофизический трест, г. Иркутск, 1974. 167 с.

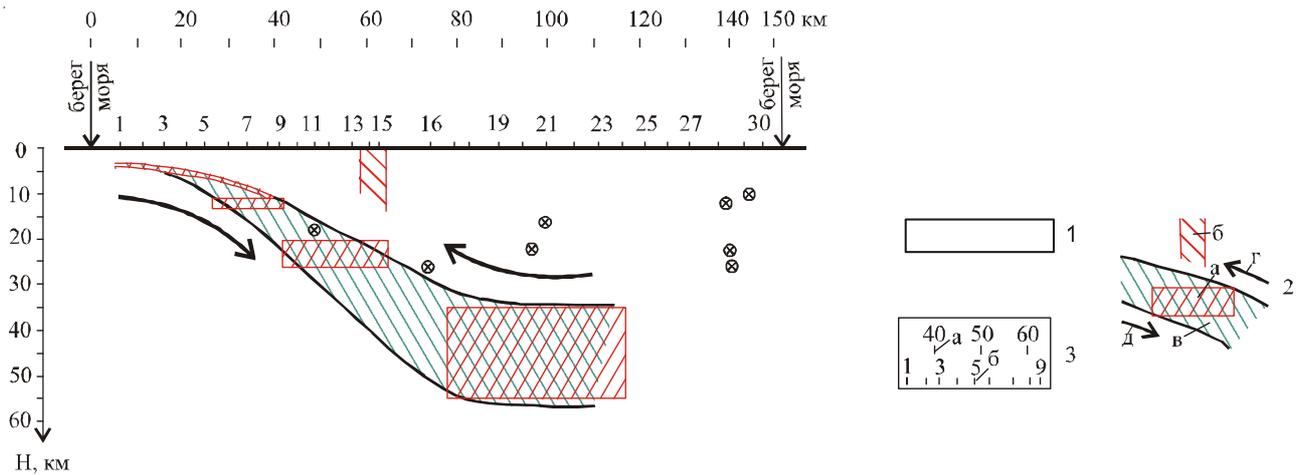


Рис. 4. Аппроксимация anomalously low-velocity objects единой зоной.

1 – проекции гипоцентров землетрясений (данные Камчатского филиала ГС РАН за 1969 - 2001 гг.) на линию профиля; 2 – anomalously low-velocity objects: в земной коре и верхней мантии (а), в верхней части земной коры (б) – отождествляется с коллизионным швом, объединенная зона (в), предполагаемые движения, отождествляемые с процессами обдукции (г), предполагаемые движения, отождествляемые с процессами субдукции (д); 3 – разметка профиля в километрах (а), точки МТЗ (б).

палеообдукции, в северо-западном направлении со стороны Тихого океана, так и в зоне палеосубдукции со стороны Пенжинского рифта в юго-восточном направлении. Предполагаемое взаимодействие плит в определенной степени подтверждает ранее высказанное Э. Мурсом в 1970 г. предложение о том, что надвигание на пассивную окраину возможно лишь при наличии вблизи нее зоны субдукции (Хаин, Ломизе, 1995). Анализ комплекса геолого-геофизической информации указывает на то, что подобное сочетание геодинамических факторов присутствует в анализируемом районе. На рис. 4 представлена аппроксимация anomalously low-velocity objects, выраженных на двух разрезах (рис. 3 и рис. 2 на 2 стр. обложки) единой зоной. Стрелками указано предполагаемое движение плит. Два геодинамических процесса (обдукция и субдукция) в какое то время могли существовать одновременно, во всяком случае, до момента замыкания Пенжинского палеорифта.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Совокупный анализ полученных данных показывает, что некогда единая anomalously low-velocity корово-верхнемантийная зона, протягивавшаяся вдоль всего полуострова, в районе Камчатского перешейка была перекрыта мощной (несколько десятков километров) anomalously high-velocity толщей (рис. 1, 3 и 4), которая и отождествляется с северо-западным фрагментом палеосубокеанической плиты.

Основываясь на сопоставлении результатов интерпретации геоэлектрических разрезов и гравитационного поля, предложен вариант продолжения фронтальной части обдущиваемой

плиты (межплитной границы) далее в северо-восточном направлении, там, где работы МТЗ не проводились (рис. 1).

Как отмечено выше, начало обдукции оценивается возрастом не менее 140–150 миллионов лет. Но, по-видимому, завершение ее наиболее «энергичной» стадии произошло в раннеэоценовое время – примерно 50–55 миллионов лет назад. Это близко соотносится с результатами палеогеодинамических реконструкций (Селиверстов, 1998) основанных на детальном изучении строения дна прикамчатских акваторий. Из реконструкций следует, что коллизионное замыкание конвергентной границы плит на западной Камчатке завершилось в эоцене. В разрезе (рис. 2 на 2 стр. обложки) это время отмечено надвигом пород ирунейской свиты на породы лесновской свиты. На рис. 5 вынесены границы анализируемой плиты и генерализованная линия Ирунейско-Ватынского надвига, датированного раннеэоценовым возрастом (Геологическая карта..., 2005).

Предлагаемый в настоящей работе вариант межплитной границы существенно отличается от картины сочленения плит предложенной в статье (Мишин и др., 2003). В ней представлена весьма сложная конфигурация межплитной границы, которая отождествляется с фрагментом границы между Северо-Американской и Евразийской плитами. Более того, в этой работе совершенно проигнорировано наличие в западной части исследуемой территории важнейших геодинамических факторов, таких как Пенжинский палеорифт и палеозона Беньюффа, которые во взаимодействии с обдущиваемой плитой, вероятно, сформировали современный геологический облик региона. По ряду признаков (Белоусов, 1982)

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

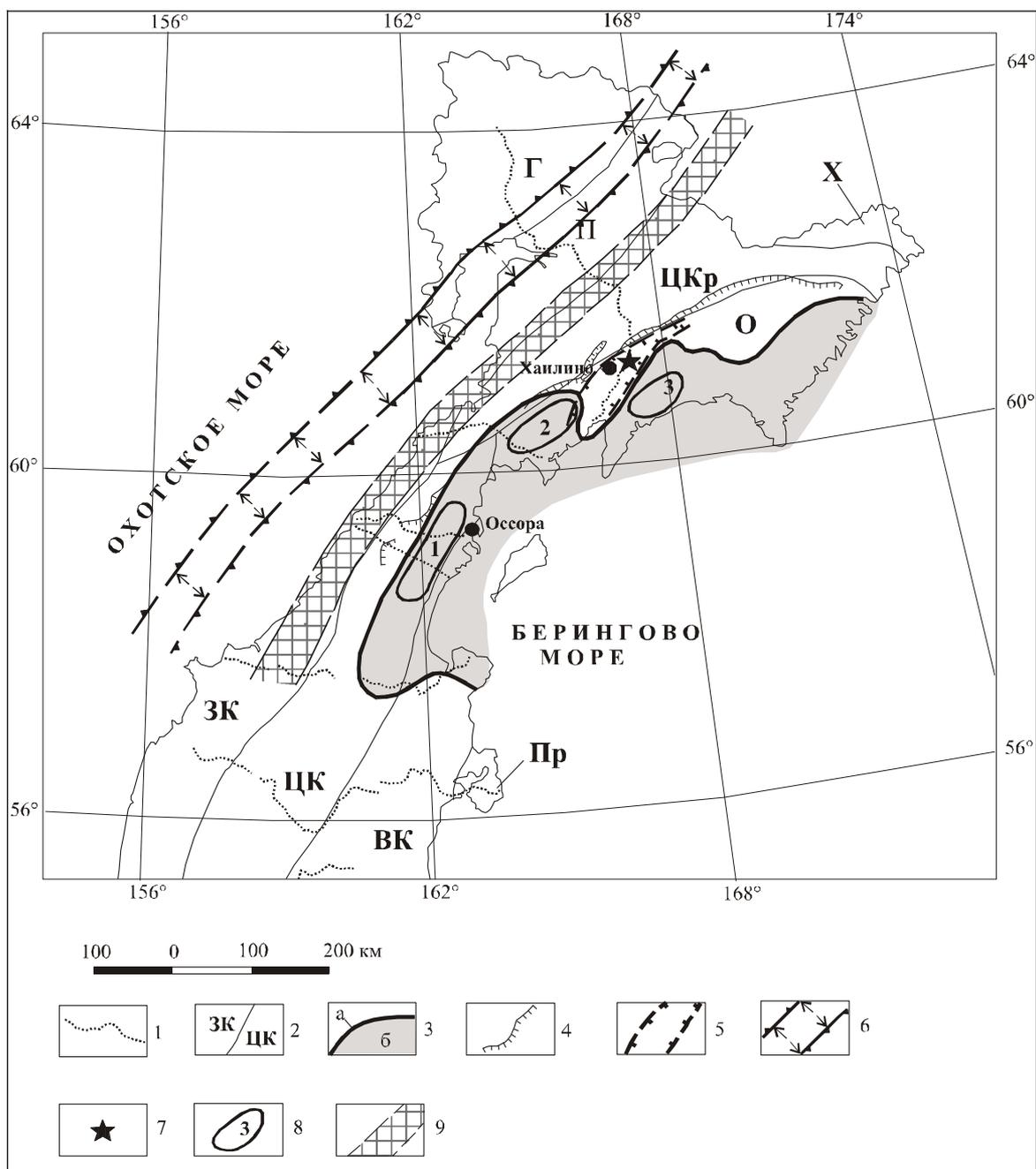


Рис. 5. Схема сопоставления основных структур.

1 – отработанные региональные профили; 2 – границы структурно-формационных зон и их названия (Г – Гижигинская, П – Пенжинская, ЦКр – Центрально-Корякская, Х – Хатырская, О – Олюторская, ЗК – Западно-Камчатская, ЦК – Центрально-Камчатская, ВК – Восточно-Камчатская, Пр – Приокеанская); 3 – предполагаемая межплитная граница (фронт обдукции) (а), фрагмент палеосубокеанической плиты (б); 4 – Ирунейско-Ватынский надвиг (Геологическая карта, 2005 г.); 5 – границы Ильпинско-Тылговаямского прогиба; 6 – предполагаемые границы Пенжинского палеорифта; 7 – эпицентр Олюторского землетрясения (20 апреля 2006 г.); 8 – рудные районы и их названия: 1 – Северо-Камчатский, 2 – Ильпинский, 3 – Пылгирский; 9 – палеозона Беньоффа, выделенная по геоэлектрическим разрезам МТЗ.

Пенжинский палеорифт можно отнести к спрединговой зоне. Наличие в анализируемом месте палеозоны Беньоффа отмечено и косвенно подтверждается рядом научных публикаций (Алексеев, 1987; Апрельков и др., 1997; Бондаренко, 1992). Все эти структуры уверенно фиксируются как по данным МТЗ, так и по

комплексной интерпретации всей совокупности геолого-геофизической информации, имеющейся в настоящее время по исследуемой территории. Предполагается, что выделенная палеозона Беньоффа (рис. 5) является следствием спрединга в Пенжинском рифте.

На представленную схему (рис. 5) вынесены

известные рудные районы: Северо-Камчатский, Ильпинский, Ильпырский. Обращает на себя внимание, что расположены они в краевой западной (северо-западной) части палеосубокеанической плиты. Как представляется, именно эта часть плиты в наибольшей степени подвергнута региональному метаморфизму и, по видимому, поэтому здесь образовались выше названные рудные районы, которые по совокупности признаков можно объединить в единую рудную провинцию.

В предложенной схеме Ильпинско-Тылговаямский прогиб расположен в предфронтальной части обдукции. Именно в этом районе к северо-востоку от поселка Хаилино в апреле и мае месяцах 2006 г. произошла серия катастрофических ($M = 7.8 - 8$) землетрясений. Как уже было отмечено, это не первое крупное сейсмическое событие. В этом же районе произошло сильное землетрясение ($M = 7$) 8 марта 1991 г. Все это говорит о том, что активные геодинамические процессы в зоне обдукции продолжаются и в настоящее время. На рис. 4 вынесены проекции гипоцентров землетрясений (энергетические классы от 8.4 до 12.2) за 1969 – 2001 гг. от прилегающей к профилю территории, ограниченной широтами $60^{\circ}00'$ и $58^{\circ}40'$. Обращает на себя внимание то, что практически все гипоцентры сконцентрированы в обдуцированной коре.

Узкий, линейно вытянутый Ильпинско-Тылговаямский прогиб унаследован от системы глубинных разломов северо-восточного простирания (аз. $30^{\circ} - 40^{\circ}$). Вероятно здесь, на границе плит, на протяжении геологического времени сформирована ось напряжения того же простирания. В результате тектонических подвижек, связанных с периодическим оживлением горизонтальных движений восточной (обдуцированной) плиты происходит разгрузка геологической среды в виде сейсмических событий от незначительных толчков до катастрофических землетрясений.

В конце девяностых годов прошлого столетия, после проведения комплекса геофизических работ в районе Гальмоэнанского, Сейнавского и Навкырского габброидных массивов, было установлено, что эти массивы не имеют корневой основы и представлены относительно мало-мощными пластинами, находящимися в аллохтонном залегании. Линия Ирунейско-Ватынского надвига в районе названных массивов образует сложный изгиб, напоминающий аппендикс (рис. 5). Создается впечатление «оторванности» фронта надвига от фронта обдукции в той части палеосубокеанической плиты, которая расположена севернее Камчатского перешейка. Здесь, как видно из рис. 5, межплитная граница (фронт обдукции) «отстает» от фронтальной части Ирунейско-Ватынского надвига на нескольких десятках

(иногда до 100) километров. Это можно объяснить различными скоростью и амплитудой смещения верхних горизонтов анализируемой плиты. Как нам представляется, южный Оссорский блок (Мишин и др., 2003) в динамическом отношении более стабилен. Северный блок – назовем его Корфским – более динамичен. Граница между ними, проходит в районе Малетойваямского глубинного разлома (рис. 1). На рис. 5 показано, что амплитуда горизонтального смещения верхних горизонтов консолидированной коры, достигла своих максимальных значений именно в Корфском блоке.

Убедительную демонстрацию существования пологих надвигов можно найти в геоэлектрическом разрезе по южной половине профиля п. Корф – п. Верхнее Пенжино (Белявский и др., 2007). Профиль в своей самой южной части проходит вдоль Ильпинско-Тылговаямского прогиба – то есть, вдоль аномально низкоомного объекта, корнями уходящего в верхнюю мантию. На представленном в статье геоэлектрическом разрезе, в интервале глубин 8-18 км, зафиксирован высокоомный блок с удельным сопротивлением 2000-3500 Ом·м, надвинутый на субвертикальную низкоомную глубинную зону, корнями уходящую в верхнюю мантию. Надвиг предположительно образован в результате горизонтального смещения верхних горизонтов обдуцируемой плиты.

По фиксируемому в геоэлектрических разрезах фрагментам палеозоны Беньюффа на рис. 4 выделена вся зона от южной части Камчатского перешейка до материковой части Камчатского края включительно. Обращает на себя внимание, что осевая часть палеозоны Беньюффа практически совпадает с границей между Пенжинской и Центрально-Корякской зонами и вплотную примыкает к границе между Западно-Камчатской и Центрально-Камчатской зонами. Предлагаемое положение Пенжинского рифта, в его северо-восточной части (Белявский и др., 2007), совпадает с границей между Гижигинской зоной – Омолонским массивом по С.Е. Апрелькову с соавторами (1997) и Пенжинской зоной. Очевидно, такие «совпадения» не случайны. Отсюда следует обоснованное предположение: выделенные по данным МТЗ структуры имеют прямое отношение к формированию границ между выше указанными структурно-формационными зонами.

Список литературы

- Алексеев Э.С.* Геодинамика зоны перехода океан-континент на примере мезозойской и кайнозойской истории южного сектора Корякского нагорья // Геотектоника, 1987. №4. С. 102-114.
- Апрелков С.Е., Декина Г.И., Попруженко С.В.* Особенности геологического строения

- Корякского нагорья и бассейна реки Пенжины // Тихоокеанская геология. 1997. Т. 16. № 2. С. 46-57.
- Белоусов В.В.* Базификация континентальной коры // Переходные зоны между континентами и океанами. М.: Недра, 1982. С. 87–101.
- Белявский В.В., Золотов Е.Е., Ракитов В.А. и др.* Глубинная сейсмогеологическая модель Охотско-Чукотского вулканогенного пояса и Центрально-Корякской складчатой зоны в пределах профиля Корф – Верхнее Пенжино // Олюторское землетрясение 20 (21) апреля 2006 г. Корякское нагорье. Петропавловск-Камчатский: КФ ГС РАН, 2007. С. 277-288.
- Бондаренко В.Н.* Юрско-валанжинский этап эволюции Камчатки. Автореф. дисс...канд. геол.-мин. наук. М.: 1992. 22 с.
- Геологическая карта и карта полезных ископаемых Камчатской области и Корякского автономного округа масштаба 1 : 1 500 000. Под редакцией *Литвинова А.Ф., Марковского Б.А., Зайцева В.П.* Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2005.
- Мишин В.В., Нурмухамедов А.Г., Белоусов С.П.* Палеосубокеанический тип земной коры на северо-востоке Камчатки // Тихоокеанская геология. 2003. № 5. С. 58–72.
- Мороз Ю.Ф.* Обобщенная геоэлектрическая модель Камчатки. Электропроводность земной коры и верхней мантии Камчатки. Л.: Недра, 1991. 184 с.
- Мороз Ю.Ф., Нурмухамедов А.Г., Лоцинская Г.А.* Магнитотеллурическое зондирование земной коры Южной Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1995. № 4-5. С. 127-138.
- Мороз Ю.Ф., Нурмухамедов А.Г.* Глубинная геоэлектрическая модель области сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг // Физика Земли. 2004. № 6. С. 54–67.
- Нурмухамедов А.Г.* Модель геоэлектрического разреза по профилю п. Лесная – п. Оссора по данным магнитотеллурического зондирования (район Камчатского перешейка) // Тез. докл. Первая Всероссийская школа-семинар по электромагнитным зондированиям Земли. М.: МАКС Пресс, 2003. С. 41.
- Селиверстов Н.И.* Строение дна прикамчатских акваторий и геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. М.: Научный мир, 1998. 164 с.
- Хаин В.Е., Ломизе М.Г.* Геотектоника с основами геодинамики. М.: Изд. Московского университета, 1995. 480 с.
- Яковлев А.В., Андреева Е.В., Озеров В.Д. и др.* Интерпретационный пакет программ МТ-ЭКРАН-РС (версия 92). МП «Москомцентр Эвита», М.: ИВТ РАН, 1992.
- Wannamaker P.E., Stadt J.A., Rejol A.* A stable finite element solution for two-dimensional magnetotellure modeling // Geophys. J. R. Astr. Soc. 1987. V. 88. P. 277-296.

GEOLOGIC FEATURES OF THE NORTH-EASTERN PART OF THE KORYAK-KAMCHATKA FOLDED AREA ACCORDING TO THE DATA FROM DEEP GEOPHYSICAL SURVEY

A.G. Nurmukhamedov¹, Yu.F. Moroz²

¹ OJSC "Kamchatgeologiya", Petropavlovsk-Kamchatsky, 683016

²Institute of Volcanology and Seismology Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006

This paper provides the results of geologic and tectonic interpretation of deep geophysical surveys conducted in the area of Kamchatsky Isthmus and continental part of Kamchatsky Krai (region). Taking into consideration the recent seismic activity registered in April and May 2006, we examined in details the conjunction of the Central – Koryak and Olyutorsky structural and formational zones. The total recorded geological and geophysical information related to this region for previous years has been scrutinized. The key conclusions of this study are based on the results of magnet telluric sounding (MTS).