

ГЛУБИННАЯ ТЕКТОНИКА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

А.М. Пашевин, А.Е. Лаврентьева, Н.К. Иванов

ФГУНПП «Иркутскгеофизика», г. Иркутск

E-mail: amp@gic.irk.ru

Комплексные геофизические исследования краевой части Сибирской платформы в предгорной области Ачитканского хребта Патомского нагорья, выполненные на современной аппаратуре, позволяют оценить глубинную тектонику региона. Наиболее вероятным представляется, что динамические нагрузки на земную кору, имеющие коллизионную природу, привели к возникновению ряда наклонных разломных зон, субпараллельных контуру горного обрамления, а непосредственный контакт протерозойских отложений с отложениями осадочного чехла платформы проходит по наклонному грабенообразному надвигу.

Ключевые слова:*Геофизика, электромагнитные зондирования, глубинная тектоника, Сибирская платформа.***Key words:***Geophysics, electromagnetic sounding, deep tectonics, Siberian platform.*

Анализ публикаций свидетельствует о том, что внутренней структуре земной коры и проявлениям особенностей этой структуры в осадочном чехле платформ уделяется мало внимания. Отметить можно лишь отдельные публикации [1–5]. Вместе с тем представленные в журнале работы позволяют констатировать, что глубинная тектоника консолидированной части земной коры, а также особенности взаимодействия геосфер на границе кора–мантия в определённой степени контролируют распределение месторождений полезных ископаемых. При этом ключевая роль в процессе генерации и переноса рудного вещества отводится флюидным потокам, а пути миграции и зоны концентрации определяются характером проявления разломной тектоники. Все эти исследования позволяют наметить критерии поисков месторождений полезных ископаемых. Однако достоверность прогноза по таким критериям может быть оценена лишь после детального исследования глубинной структуры конкретного региона комплексом геофизических методов. В настоящей статье рассматриваются результаты таких исследований на примере одного из районов Сибирской платформы, которые могут быть использованы в качестве фактической основы, позволяющей оценить эффективность намеченных критериев как при поисках рудных месторождений, так и месторождений углеводородного сырья.

Зона сопряжения Байкало-Патомского нагорья и Приленского плато является одной из наиболее дискуссионных в геологическом плане территорий Восточной Сибири. Между тем унаследованность развития региона в формировании как древних, так и современных структур мало у кого вызывает сомнение. Соответственно, и современный структурно-тектонический облик региона, который сформировался в результате длительной эволюции, предопределяется глубинной тектоникой, и прежде всего положением и активностью разломных зон древнего заложения.

Однако серьёзным препятствием в исследовании тектоники региона является весьма скромный

объём выполненных здесь ранее геофизических работ. Определённые усилия, позволяющие уточнить глубинную структуру краевой части платформы в пределах правобережья реки Киренга и нижнего течения реки Витим предприняты в последние годы. На территории выполнены комплексные геолого-геофизические исследования сейсморазведкой методом общей глубинной точки (МОГТ), электроразведкой магнитотеллурическими зондированиями (МТЗ), зондированиями становления поля (ЗСП), частотными зондированиями вызванной поляризации (ЧЗ-ВП), а также съёмка магнитного, гравитационного полей и геохимия. Кроме того, подвергнуты переобработке и переинтерпретации материалы геофизических исследований прошлых лет, в частности точечных сейсмических зондирований (ТСЗ).

Предпатомский район Сибирской платформы в пределах Прибайкалья представляет собой область сопряжения Ангаро-Ленского жёсткого блока и подвижного Байкало-Патомского нагорья. Переходная область включает Лено-Киренскую зону перикратонных опусканий и верхнепротерозойский Предпатомский (Прибайкальский) краевой прогиб. Интенсивность тектонической переработки последних, по мере приближения к окраине платформы, заметно возрастает, поскольку область сопряжения Сибирской платформы и Саяно-Байкальского складчатого пояса испытывает интенсивные тектонические напряжения, которые вызывают структурно-тектоническую перестройку региона. Современные деформационные преобразования, которым подвергается южная окраина платформы, несомненно, обязаны тектоническим напряжениям со стороны Саяно-Байкальского подвижного пояса. Последнее подтверждается сравнением пространственно-временных распределений платформенных землетрясений с картиной сейсмической жизни расположенного южнее горного обрамления.

Соответствие локализации в пространстве и времени сейсмических событий краевой части и южного обрамления платформы не оставляет сомнения

в том, что современные деформационные процессы, связанные с тектоническим развитием Саяно-Байкальского подвижного пояса, проникают далеко вглубь платформы [2, 6]. Однако, вне всякого сомнения, максимальная разрядка тектонических напряжений, а соответственно и максимальные структурообразующие преобразования осадочного чехла платформы (и фундамента) происходят в пределах наиболее близкой к горному обрамлению территории. Это выражается в сложной морфологии поверхности фундамента, в высокой интенсивности неотектонических движений, аномально интенсивном смятии осадочного чехла (вплоть до сдвигания отдельных интервалов разреза), в опрокинутом залегании складок, а также в многочисленных разрывных нарушениях, в выщелачивании солей, в интенсивном постседиментационном преобразовании карбонатных разностей и т. п.

Отметим, что коллизионная природа тектонического напряжения недр северо-восточного Прибайкалья в последнее время становится особенно популярной, поскольку за прошедшие два десятилетия революционно изменились взгляды на способность горных масс перемещаться в субгоризон-

тальном направлении [7]. Таким образом, источником тектонических сил структурно-вещественных преобразований горных пород, выполняющих геологический разрез района, с высокой степенью вероятности, является коллизия платформы и горно-складчатого обрамления. Свидетельством существования значительных субгоризонтальных сжимающих напряжений в районе Предпатамского прогиба является его морфология в плане. Формирование крупной предгорной структуры протяженностью несколько сотен километров и шириной порядка 60...100 км, которая характеризуется мелкой продольной складчатостью, по краю которой наблюдаются зоны расщепления, раздавливания пород, признаки надвигов, несомненно, происходило в условиях сжатия. Вместе с тем горно-складчатые образования, непосредственно соседствующие с платформенным разрезом, характеризуются интенсивной деструкцией, разбиты на блоки, отдельные из которых в плане представляются смещенными во внутренние области платформы. В частности таковым является Могольский выступ, расположенный в пределах бассейна реки Моголь (правый приток Киренги).

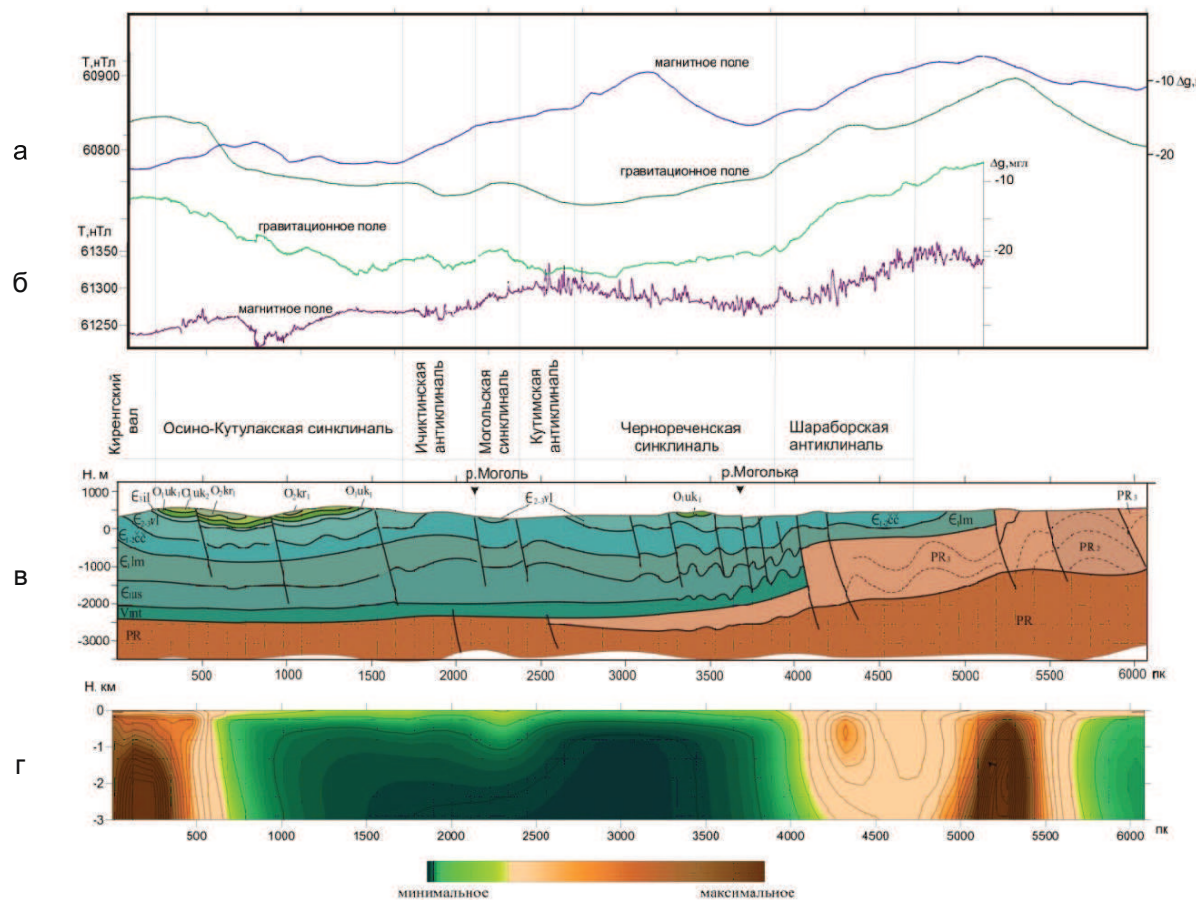


Рис. 1. Петроплотностной разрез по профилю: а) графики магнитного и гравитационного полей (региональная съёмка); б) графики магнитного и гравитационного полей (детальная съёмка 2008 г.); в) геологический разрез; г) разрез эффективной плотности

Анализ поля силы тяжести свидетельствует о том, что Могольская глыба сложена плотными разностями пород и, соответственно, отражается в поле силы тяжести положительной аномалией. Аномалия не ограничивается только горной областью выступа, а частично охватывает и платформенную часть, что с учётом морфологии поля в переходной зоне позволяет прогнозировать сложные структурно-тектонические условия сопряжения платформы и горно-складчатого обрамления, обусловленные блоковыми подвижками фундамента. По всей ви-

димости, выступ фундамента имеет свое продолжение и под осадочным покровом. Последнее находит подтверждение на модельных петроплотностных разрезах (рис. 1).

Сложное строение исследуемого региона ещё более контрастно отражается в результатах электромагнитных исследований. Характерный геоэлектрический разрез зоны сопряжения Сибирской платформы и Патамского нагорья (в пределах Могольского выступа) приведён на рис. 2. Резкая смена геоэлектрических параметров разреза обусло-

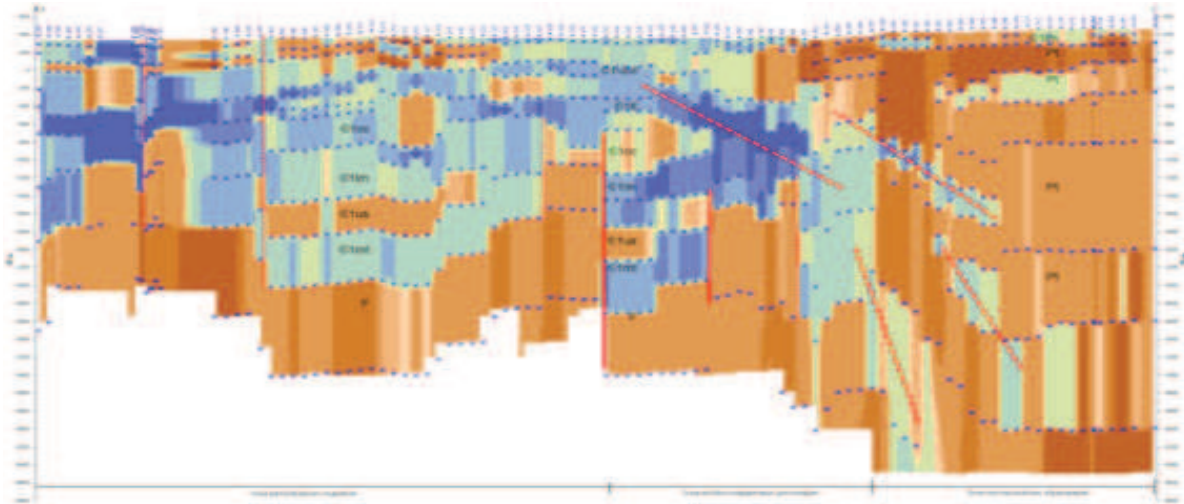


Рис. 2. Геоэлектрический разрез зоны сопряжения Сибирской платформы и Патамского нагорья по данным ЗСБ (профиль 19)

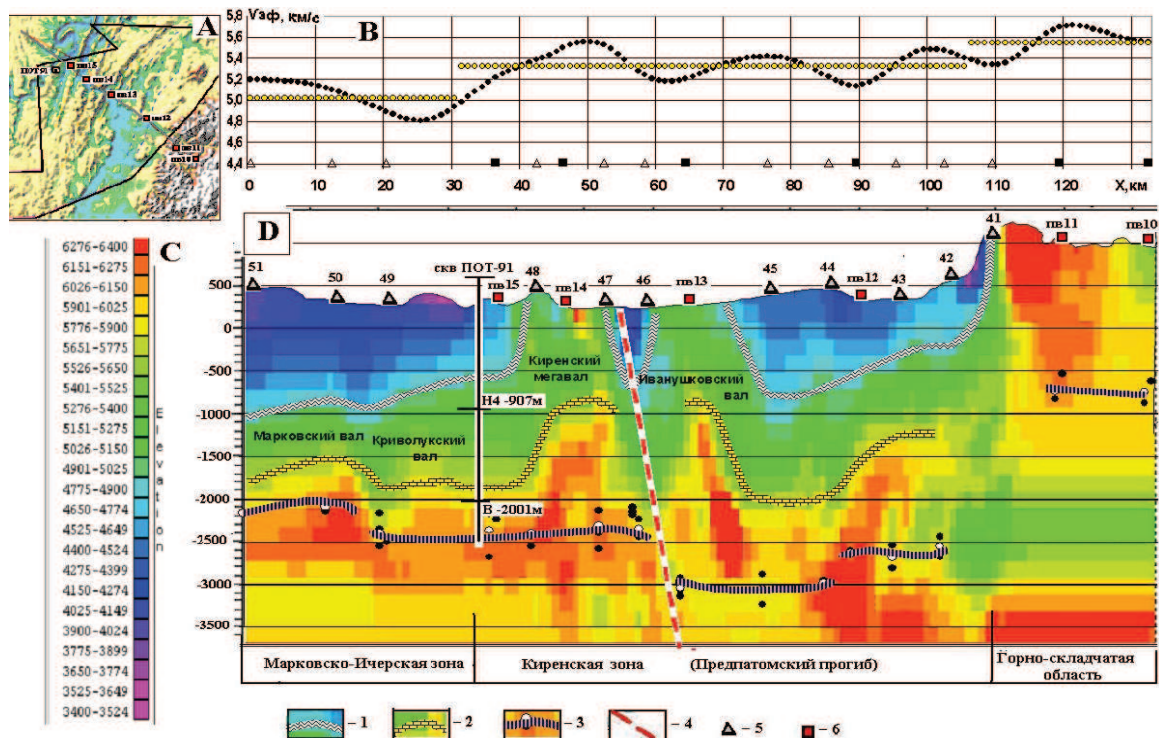


Рис. 3. Сейсмогеологический разрез по ПР 3: 1 – изолиния градиента скорости; 2 – граница «Ф»; 3 – граница «Ф»; 4 – зона тектонических нарушений; 5 и 6 – пункты наблюдения и взрыва соответственно; А – схема расположения профиля ПР3 (основа – цифровая карта рельефа); В – график эффективной скорости до границы «Ф»; С – цветовая шкала скоростного разреза; D – сейсмогеологический разрез

влена многочисленными тектоническими нарушениями. При этом, вероятно, полого-наклонные тонкие проводники генетически представляют собой косые разломы (плоскости скольжения), образовавшиеся в результате надвига пород со стороны Байкало-Патомской горной области. В целом центральный участок профиля интерпретируется как зона взбросонадвиговых дислокаций.

Предгорный участок профиля контрастно отличается от платформенной части разреза. Глубина исследования в блоке достигает 4000 м. Выделяется семь крупных геоэлектрических горизонтов, дифференцирующихся по сопротивлению, в пределах от 400 до 2000 Ом·м. Значительные перепады сопротивления связываются с тектоническими нарушениями в целом высокоомных пород. Верхняя

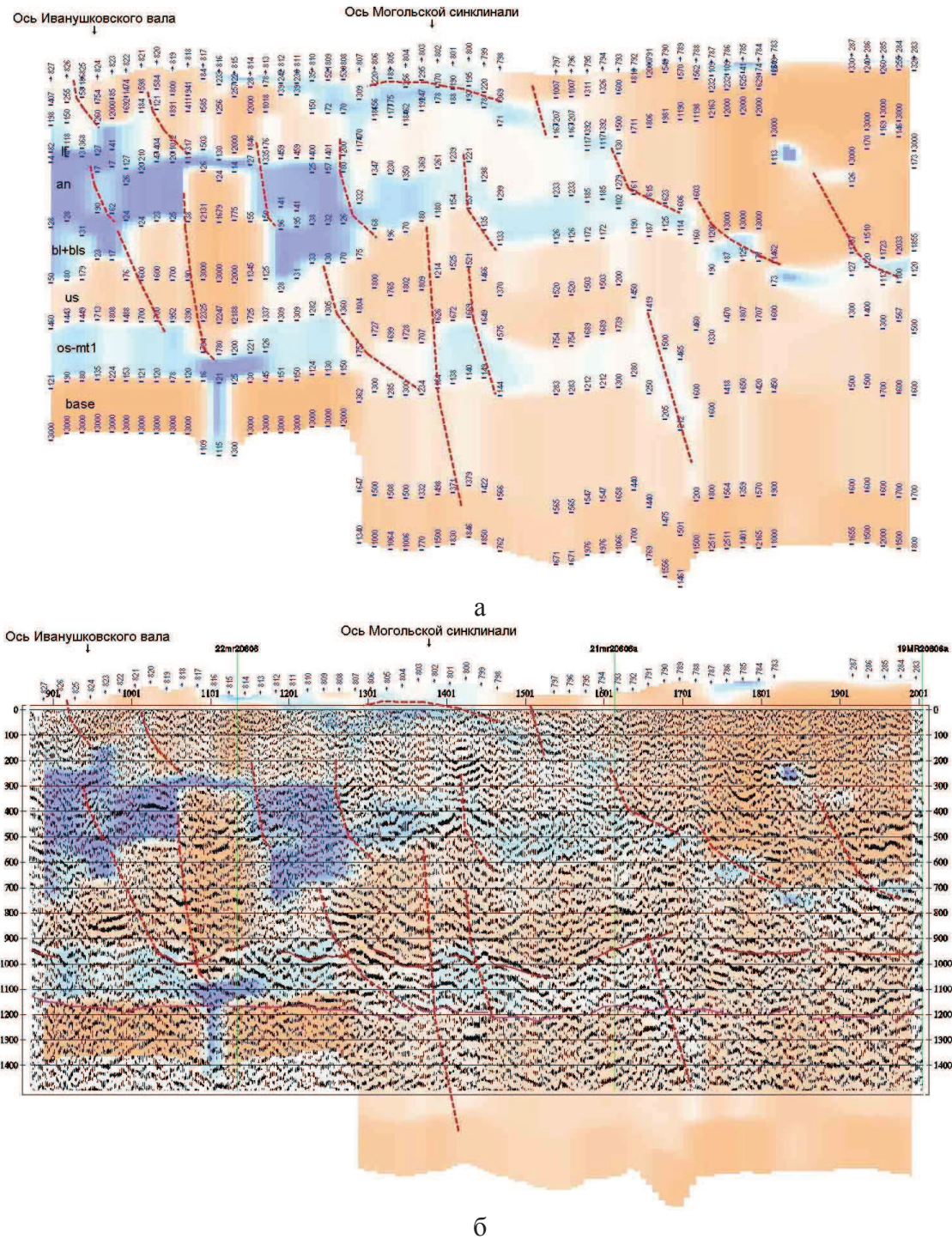


Рис. 4. Геоэлектрический (а) и сейсмогеоэлектрический (б) разрезы по ПР

часть разреза, по данным геологической съемки, представлена карбонатными породами лимпейской свиты. По геоэлектрическим параметрам ЗСБ она фиксируется сопротивлением 250...350 Ом·м. Предельно высокое сопротивление подстилающих свиту отложений, начиная с глубины порядка сто метров, и в целом разреза указывает на протерозойский возраст горных пород блока.

В 1986–1989 гг. зона Предпатомского прогиба была исследована региональной сетью ТСЗ. Анализ архивного материала ТСЗ, с позиций современных подходов к обработке и интерпретации (пакеты «FOCUS» Paradigm Geophysical и FATHOM TOMOGRAPHY Green Mountain Geophysics, Inc), позволяет значительно повысить геологическую информативность геофизического комплекса в целом.

В результате переобработки данных ТСЗ получены уникальные данные по глубинно-скоростной модели среды в предгорной области.

Информативным представляется сопоставление результатов, полученных методом ТСЗ, и электромагнитных зондирований в ближней зоне (ЗСБ), выполненных по субширотным профилям (рис. 3, 4). По данным ЗСБ Иванушковский вал ограничивается субвертикальными проводящими зонами, проявившимися в фундаменте вследствие неотектонических процессов. Глубина заложения их превышает 4000 м. Разломы имеют линейную северо-восточную направленность, соответствующую в плане прогибам. Вероятно, складчатость

в подсолевых толщах обязана своим происхождением подвижкам блоков фундамента, а также неравноностям его рельефа.

Комплексное рассмотрение аномалий ЗСБ и временных разрезов МОГТ позволяет говорить о наличии в нижнем этаже разреза структур взбросового типа в виде чешуйчатых вееров и надвигов (рис. 5), сформированных под влиянием тектонических процессов. Влияние разломов на формирование складок очевидно не только в пределах Иванушковского вала, но и в прогибах. При этом наиболее контрастные зоны деструкции приурочены к восточному склону Иванушковского и Киренгского вала. Последнее находит отражение и в асимметрии складок осадочных отложений. Между тем по данным ЗСБ разломные зоны проявляются цепочками контрастных аномалий повышенной проводимости, что позволяет изучить морфологию зон деструкции фундамента и проследить их отражение в осадочном чехле и распространение по площади. Зоны повышенной проводимости, зафиксированные в фундаменте, имеют юго-восточное падение. Они находят своё продолжение и в осадочном чехле, как в подсолевых отложениях, так и выше в галогенно-карбонатной толще, где, вероятно, связаны с зонами интенсивного выщелачивания солей и аккумуляцией рассолов в трещиноватых карбонатных породах. При этом вверх по разрезу аномалии проводимости смещаются в северо-западном направлении, и, соответственно, сохраняется падение зон деструкции в сторону горного обрамления.

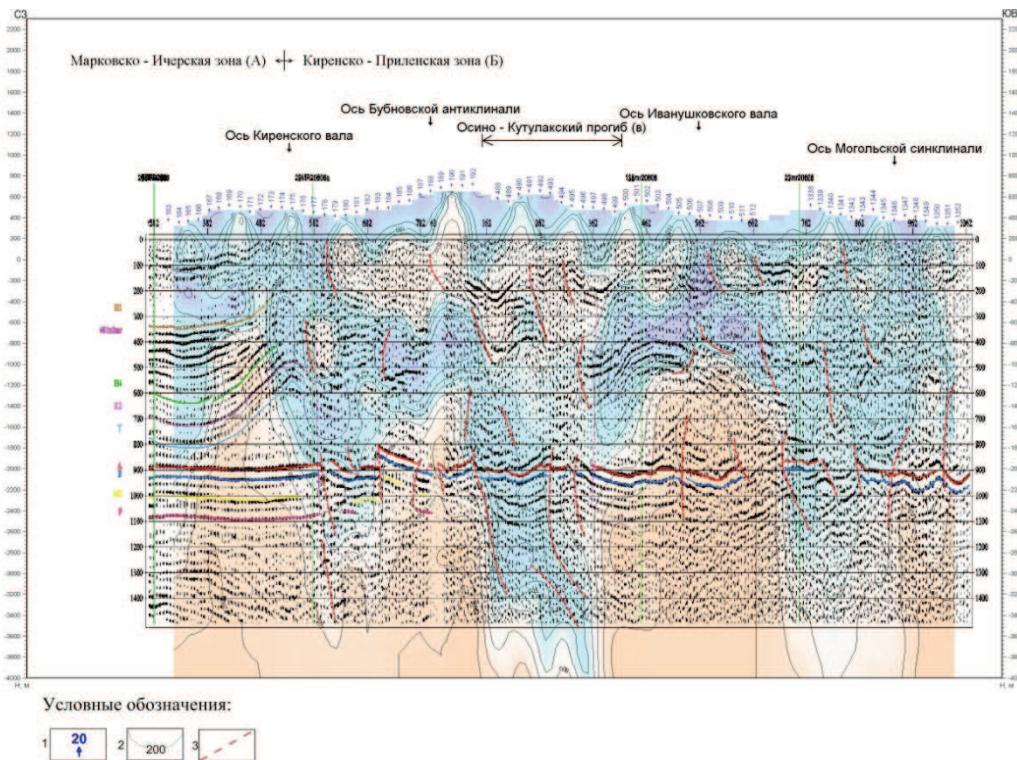


Рис. 5. Сейсмогеоэлектрический разрез по профилю 25MR20606. Условные обозначения: 1 – Пункты ЗСБ; 2 – изолинии дифференциальных сопротивлений dh/ds ; 3 – тектонические нарушения

Следует отметить, что на участке работ по результатам съёмки потенциальных полей на территории выделена система разломов (линеаментов) северо-западного простирания. При этом линейность этой системы разломов нарушается в местах пересечения их с зонами деструкции фундамента, выделенными по материалам электромагнитных зондирований. Характер их смещения свидетельствует о том, что взаимное перемещение блоков фундамента кроме вертикальной составляющей имеет ещё и левостороннюю горизонтальную составляющую. Между тем сейсмическими исследованиями МОГТ выявлено, что базальные горизонты осадочного чехла, в пределах отдельных блоков, слабо нарушены. На временных разрезах фиксиру-

ются группы отражений, характерные для подсолевой части разреза. Это обстоятельство ограничивает возможный масштаб развития покровных отложений.

Выводы

Наиболее вероятным представляется, что динамические нагрузки на земную кору, имеющие коллизийную природу, привели в пределах Предплатформского прогиба к возникновению ряда наклонных разломных зон, субпараллельных контуру горного обрамления, а непосредственный контакт протерозойских отложений с отложениями осадочного чехла платформы проходит по наклонному грабенообразному надвигу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинова Т.С. Нарушенность земной коры и ее роль в прогнозе геодинамики неустойчивых зон для Западно-Уральского региона // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – № 4. – С. 44–50.
2. Гладков А.С. Надвиги Прибайкалья (тектонифизический анализ): автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Иркутск, 1995. – 19 с.
3. Коржнев В.Н. Условия формирования рифей-палеозойских вулканогенно-осадочных формаций Горного Алтая // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 3. – С. 29–31.
4. Коробейников А.Ф. Условия образования крупных и гигантских золоторудных месторождений // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 2. – С. 14–22.
5. Коробейников А.Ф., Гусев А.И. Факторы мантийно-корового взаимодействия в магматогенных флюидах рудогенерирующих систем // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 1. – С. 11–18.
6. Семинский К.Ж., Гладков А.С., Чермных А.В., Радзиминович Я.Б., Бобров А.А. Особенности проявления активных разломов на юге Сибирской платформы // в кн.: Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Вып. 5. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2006. – С. 63–74.
7. Пейве А.В. Горизонтальные движения земной коры и принцип унаследованности // Геотектоника. – 1965. – № 1. – С. 30–37.

Поступила 22.08.2011 г.