

**АНАЛИЗ ФАЦИЙ В КАЙНОЗОЙСКИХ ГРАБЕНАХ СРЕДНЕАМУРСКОГО
ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА МЕТОДАМИ СЕЙСМО- И ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ**

Т.В. Меркулова, Е.П. Развозжаева

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск

Поступила в редакцию 20 ноября 2006 г.

Грабены Среднеамурского осадочного бассейна (СОБ) в подавляющем большинстве имеют сходное строение, типичное для континентальных рифтогенных структур. Используя модели осадочного заполнения в хорошо изученных рифтовых бассейнах, впервые проведен сейсмофациальный анализ грабенов СОБ. Определены сейсмофации, характерные для асимметричных бассейнов: на крутом склоне – конуса выноса, на пологом склоне – прибрежного мелководья, аллювиальных равнин, дельт. Выявлены сейсмические фации глубокого озера, которые считаются потенциально перспективными нефтегазоматеринскими породами. Увязка сейсмических данных с материалами бурения подтвердила правильность выводов и показала, что пробуренными скважинами вскрыты глубоководные озерные отложения небольшой мощности. Методом ВЭЗ в осадочном чехле юго-западной и восточной частей СОБ выделен низкоомный горизонт, который является наиболее перспективным на обнаружение озерных отложений. Самые низкие значения удельного сопротивления низкоомного горизонта (7–8 Ом·м) отмечаются в юго-восточной части СОБ, где скважиной частично вскрыта достаточно мощная алеврито-глинистая толща.

Ключевые слова: континентальный рифт, сейсмические фации, сейсмофациальный анализ, метод ВЭЗ, геоэлектрический горизонт, Среднеамурский осадочный бассейн.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе кайнозойского рифтогенеза на территории Среднеамурского осадочного бассейна (СОБ) образовались многочисленные (более 30) односторонние грабены, заполненные озерно-аллювиальными отложениями мощностью до 2.5–4 км [3, 6]. В последние десятилетия континентальные рифтовые бассейны стали активно изучаться в связи с их высокой перспективностью в отношении углеводородного сырья. Нефтегазоматеринскими породами в таких бассейнах считаются отложения древних озерных систем. Известны отложения древних озер с высоким потенциалом нефтегазоносности в Северной Америке – формация Грин Ривер [18], во многих бассейнах Восточного Китая – Ордос, Желтое море, Сунляо, Бохайвань, грабенах системы разломов Тан-Лу и других [7].

Изучение современных континентальных рифтов, в частности Восточно-Африканской рифтовой системы, позволило выявить типичные черты их строения и осадочного заполнения [20 и др.]. Эти знания стали с успехом применять при исследованиях древних рифтовых бассейнов, в том числе в Китае [7, 19, 21–23].

На территории России продолжением зоны разломов Тан-Лу являются грабены СОБ. На протяжении всей истории изучения СОБ проводились работы, в большей или меньшей степени направленные на оценку его нефтегазоносности. Последними существенными геофизическими исследованиями стали сейсморазведочные работы методом отраженных волн (МОВ ОГТ), проведенные в 80–90-е годы Дальневосточной геофизической экспедицией ПГО “Сахалингеология” в отдельных, наиболее перспективных объектах. Изученность грабенов глубоким бурением крайне низкая, поэтому особое значение приобретает сейсмофациальный анализ. Взяв за основу модели осадконакопления в рифтовых континентальных бассейнах, типы сейсмофаций, выделенные китайскими специалистами, практически впервые проведен сейсмофациальный анализ грабенов СОБ (сейсмофациальный анализ проводился ранее для докайнозойских отложений [2]).

В юго-западной части СОБ пройдены единичные сейсморазведочные профили, выполнены профильные и площадные электроразведочные работы методом ВЭЗ. Дифференциация осадочного разреза

по удельному электрическому сопротивлению позволяет на предварительном этапе прогнозировать потенциально нефтегазомагнеринские глинистые и песчано-глинистые отложения.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СРЕДНЕАМУРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

Среднеамурский осадочный бассейн является северо-восточной частью Саньцзян-Среднеамурского осадочного бассейна, расположенного в междуречье Амура, Сунгари и Уссури (рис. 1, врезка). В современном структурном плане СОБ представляет собой так называемую структуру хребтов и бассейнов – систему отдельных грабенов или групп грабенов, разделенных поднятиями или горстами (рис. 1), выходящими на поверхность или перекрытыми сверху маломощным чехлом (первые сотни метров) вулканических и осадочных отложений неоген-четвертичного возраста [3].

Грабены впервые были выделены гравиметрической съемкой, выполненной Геофизической экспедицией ДВГУ в 60-х годах XX в. Сейсморазведочные работы МОВ ОГТ, проведенные в 80–90-х годах, позволили установить их асимметричную структуру: крутой юго-восточный борт, ограниченный сбросом, и пологий северо-западный [6, 10]. Структуры вытянуты в северо-восточном направлении на десятки–первые сотни километров при ширине 10–30 км. По краям СОБ они образуют цепочки, приуроченные к региональным разломам, а в центральной части представляют собой изолированные структуры, часто объединенные в группы. Грабены западной части Среднеамурского бассейна являются продолжением Итун-Иланьской ветви системы разломов Тан-Лу Северо-Восточного Китая. Они заложены на докембрийских толщах Буреинского массива, подвергшихся интенсивной палеозойской и мезозойской тектоно-магматической активизации. Грабены восточной части заложены на мезозойском аккреционном комплексе Сихотэ-Алинского орогенного пояса.

Выполнены грабены кайнозойскими континентальными отложениями с прослоями вулканитов, разделенными на пять свит (сверху вниз): приамурскую, головинскую, ушумунскую, бирофельдскую, чернореченскую [1, 12].

Приамурская свита плиоцен-четвертичного возраста представлена, в основном, грубообломочными песчано-галечниковыми отложениями мощностью до 190 м. Отложения этой свиты развиты в западной части бассейна.

В состав *головинской свиты* (средний–поздний миоцен) входят базальты, пески разной зернистости, галечники, алевриты, линзы бурых углей общей мощностью до 165 м.

Ушумунская свита (ранний–средний миоцен) разделена по степени угленосности на две подсвиты. Верхняя безугольная представлена переслаиванием песков и алевритов руслово-пойменного комплекса, нижняя, угленосная подсвита – преимущественно глинами и алевритами озерно-болотного генезиса. Максимальная мощность свиты, вскрытая скважинами, – 690 м.

Бирофельдская свита (поздний олигоцен) вскрыта редкими, наиболее глубокими скважинами. Она сложена преимущественно озерными отложениями. В западной части (Бирофельдский грабен, рис. 1) свита имеет глинистый состав с примесью туфогенного материала.

Чернореченская свита (эоцен–средний олигоцен) подобно ушумунской разделена на две подсвиты: верхнюю – угленосную и нижнюю – преимущественно песчано-галечниковую. В Переяславском грабене (рис. 1), расположенном в юго-восточной части СОБ и наиболее изученном глубоким бурением, состав свиты неустойчив и меняется от преимущественно глинистого в погружениях до песчаного и песчано-галечникового в прибортовых частях грабена. Максимальная, вскрытая скважинами, мощность свиты – 860 м (скв. 1/3-ОК, Бирофельдский грабен).

В пределах Переяславского грабена (ПГ) известно несколько нефтегазопроявлений [1, 8]. В скважине 51-ОК на глубине 619 м (бирофельдская свита) встречена брекчированная глина с запахом нефти. В скважине 1-ОК с глубины 1084–1089 м (верхняя подсвита чернореченской свиты) поднят алевролит, содержащий 22,3 % битуминозного вещества. В скважине 12-ОК в нижней подсвите ушумунской свиты (интервал 500–510 м) отмечено проявление газа.

МОДЕЛИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ РИФТОВЫХ БАССЕЙНАХ

Озера рифтового происхождения имеют большие размеры и глубину по сравнению с озерами других типов, вытянутую форму (оз. Байкал, озера Танганьика, Малави и др. Восточно-Африканской рифтовой системы) и асимметричное строение. На рис. 2 приведены модели озерно-аллювиального бассейна: блок-диаграмма (рис. 2а), по [16], с характерными обстановками осадконакопления и поперечный разрез (рис. 2б), по [20], на котором более наглядно отражена его асимметричность.

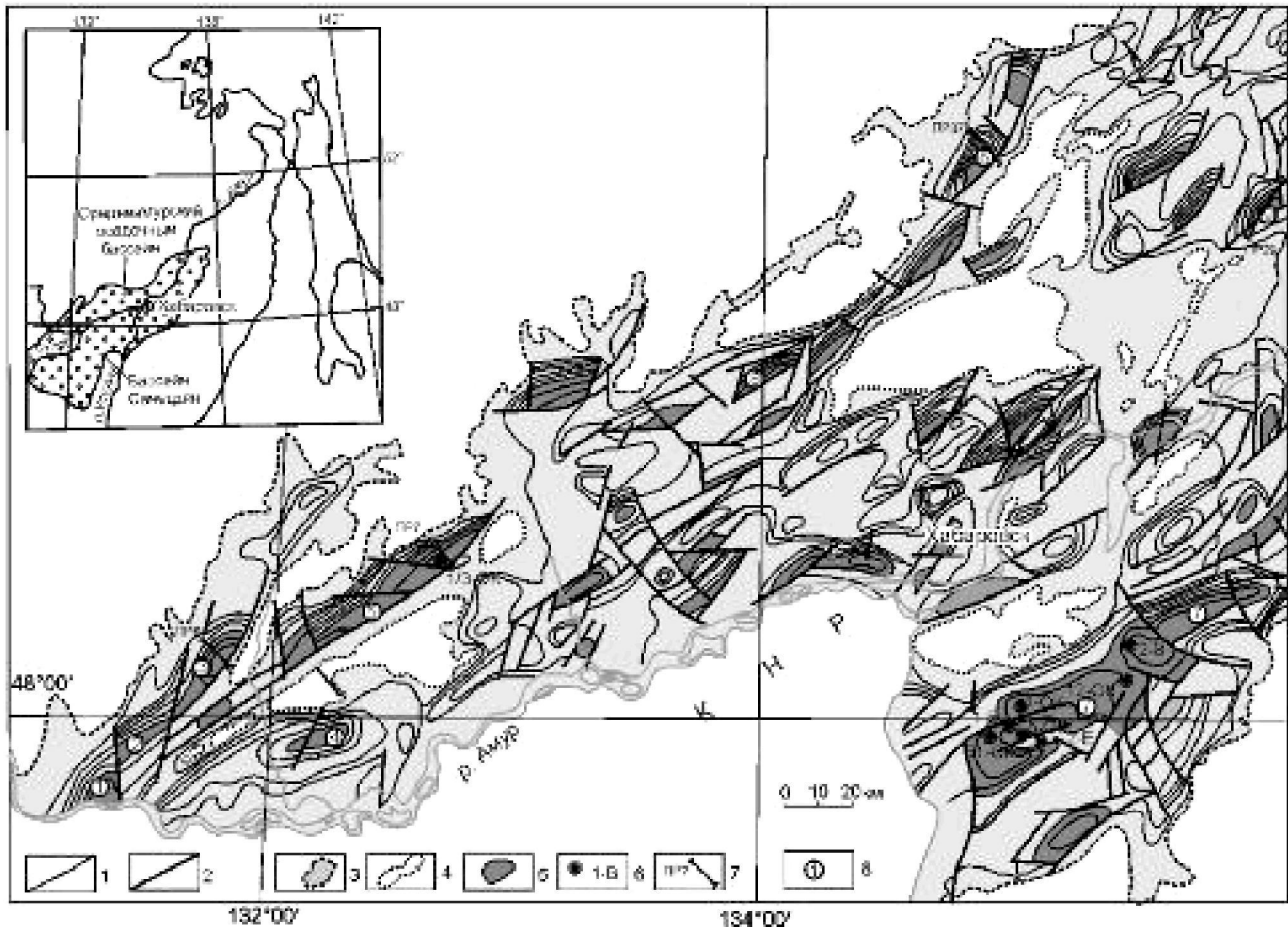


Рис. 1. Структурная схема кайнозойских грабенов Среднеамурского бассейна (составлена В.Е. Кузнецовым, В.И. Ураловым, 1996 г.).

1 – изолинии мощности осадочного чехла, 2 – тектонические нарушения, 3 – границы бассейна, 4 – контуры поднятий, 5 – участки грабенов глубиной ≥ 1 км, 6 – скважины, 7 – сейсмопрофили, упоминаемые в тексте и их номера, 8 – номера и название грабенов, упоминаемых в тексте: 1 – Лобэйский, 2 – Самарский, 3 – Дитурский, 4 – Башмакский, 5 – Бирофельдский, 6 – Кур-Урмийский, 7 – Переяславский, 8 – Утанакский, 9 – Норменский.

Отложения глубоких озер представляют собой тонкозернистые глинисто-алевритовые породы с подчиненными прослоями средне- и мелкозернистых песков. В мелководных озерах доля грубообломочных песчано-галечниковых отложений увеличивается. По мнению китайских ученых, отложения глубоких озер являются перспективными на обнаружение месторождений нефти и газа, мелководные озерные системы – месторождений угля и газа [7, 22].

Отложения рек представлены песчаными и песчано-галечниковыми толщами, в старицах могут накапливаться песчанистые суглинки и песчанистая глина [7]. Для рифтовых структур характерно течение рек поперек направления грабеновых структур. Активные поперечные (трансферные) разломы и зоны препятствуют образованию осевой системы стока, которая может развиться и доминировать толь-

ко во время термального оседания [22]. Выявление русловых отложений, дельт древних рек и конусов выноса имеет важное значение в нефтяной геологии, так как такие отложения обладают хорошими коллекторскими свойствами.

Распределение осадочных фаций по вертикали хорошо изучено в мезозойско-кайнозойских рифтогенных впадинах Северо-Восточного Китая [7, 22]. Для самой верхней части осадочного разреза характерно наличие грубообломочных аллювиальных отложений мощностью до 300 м. Тонкозернистые отложения глубоководного озера мощностью 350–600 м и более наблюдаются в центральной части осадочного бассейна. При этом на начальной и конечной стадиях существования глубокого озера образуются мелководные озера. Отложения мелководных озер представлены переслаи-

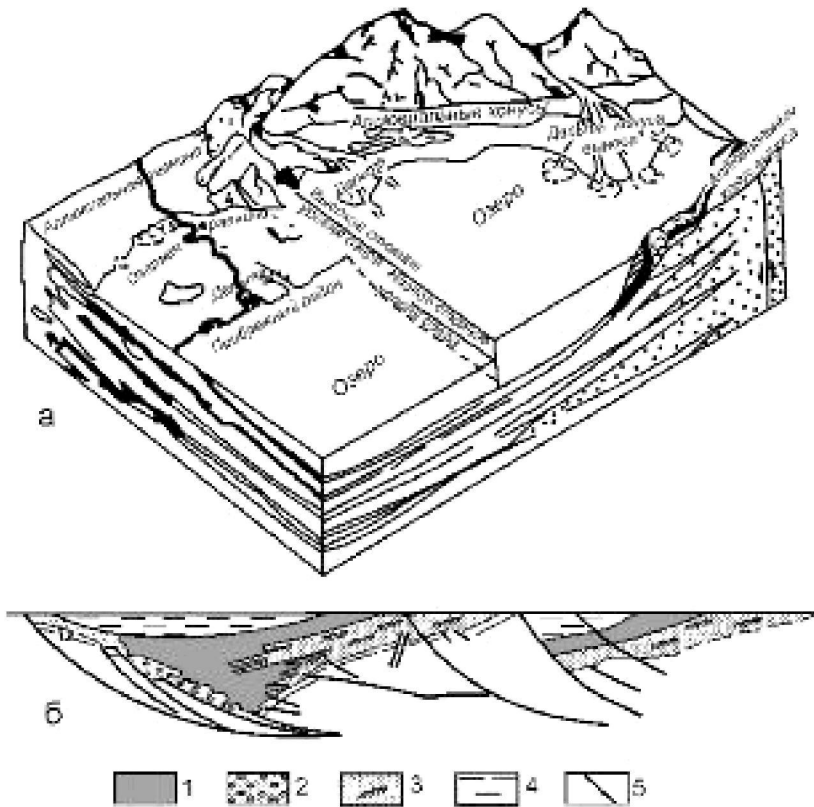


Рис. 2. Модели осадконакопления в континентальных рифтовых бассейнах.

а – блок-диаграмма бессточного озерного бассейна, по [16], б – асимметрия в структуре и распределении фаций (бассейн Ньюарк), по [20]: 1 – озерные отложения, 2 – отложения конусов выноса, 3 – флювиально-дельтовые отложения, 4 – отложения речной и озерной равнин, 5 – разломы.

ванием глин, алевритов, песков общей мощностью в среднем 500 м. Для нижней части осадочного чехла характерны грубообломочные отложения конусов выноса и речных систем. Мощность таких отложений может достигать 400–500 м и более.

СЕЙСМОФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГРАБЕНОВ СОБ Сейсмофации континентальных рифтовых бассейнов

Основываясь на вышеописанных моделях и исследованиях кигайских ученых можно выделить 4 основных типа обстановок осадконакопления: крутого склона, пологого склона и побережья, дельты и озера [19, 22]. Каждой из этих обстановок соответствуют несколько видов сейсмофациальных единиц. Следует иметь в виду, что сейсмофации по мощности на порядок крупнее фаций, с которыми имеет дело геолог. Для выделения сейсмофациальных единиц анализируются такие параметры сейсмических отражений, как конфигурация, непрерывность, амплитуда, частота и интервальная скорость [14]. Конфигурация отражений является наиболее очевидной и поддающейся прямому анализу сейсмической характеристикой. Она складывается из конфигурации внешней поверхности сейсмофациальной единицы и поверхностей синфазности внутри нее. Модели сейсмофаций континентальных рифтогенных бассейнов, по данным [19], приве-

дены на рис. 3. Примеры некоторых сейсмофаций, встречающихся в грабенах СОБ, показаны на рис. 4.

Сейсмофации крутых склонов

Для крутых склонов, как правило, характерны грубообломочные породы конусов выноса и дельт (рис. 2). Эти отложения могут образовывать длинную полосу, тянущуюся вдоль граничных разломов, или изолированные тела. Отложения крутых склонов могут образовывать различные по форме и составу осадочные тела. Сейсмофации, соответствующие этим осадочным телам, разделяются по форме на ромбические и холмистые.

Ромбическая сейсмофация. Иногда в непосредственной близости от основного сброса наблюдается зона отсутствия отражений, имеющая форму ромба. Примером может служить волновая картина на сейсмопрофиле 8-С (рис. 8) в Переяславском грабене. Хаотическая внутренняя структура ромбической сейсмофации отражает грубообломочный характер отложений, не способных сформировать отражающую границу. Встречаются также треугольная (рис. 4а), трапециевидная, округлая и другие формы. По направлению к депоцентру бассейна хаотичная картина сменяется на сейсмическую фацию с параллельной или субпараллельной внутренней структурой.

Сейсмофация холмистой формы в зависимости от углов наклона подразделяется на сейсмофацию

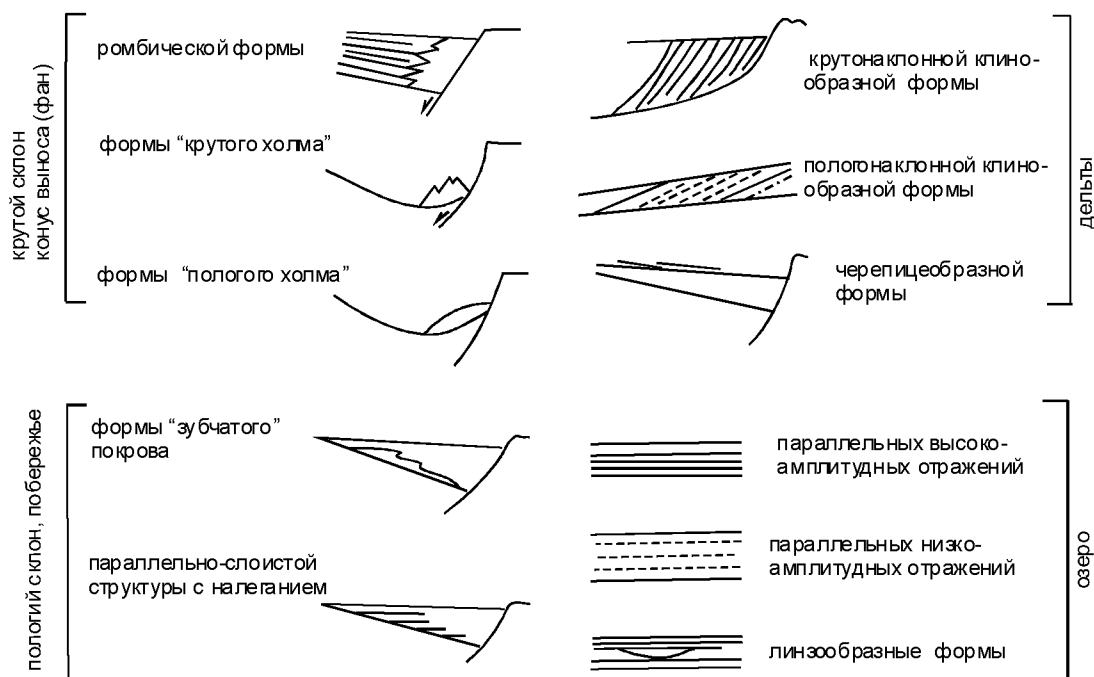


Рис. 3. Модели сейсмических фаций континентальных рифтовых бассейнов, по [19] с изменениями.

“крутого холма” и “пологого холма”. Внутренние границы также в большинстве случаев отсутствуют. При пологой холмистой форме угла наклона не превышают 10° . Характерно, что верхняя граница достаточно четко выражена. Нижняя граница может быть и неясной, а по форме прямой, выпуклой или вогнутой. Сейсмofации пологохолмистой формы довольно широко распространены как на крутом, так и на пологом склоне. Примером пологохолмистой сейсмofации может служить волновая картина на профиле 12-Е (рис. 4б). Сейсмofация крутохолмистой формы обычно соответствует обвальным отложениям.

Сейсмofации пологих склонов и побережья

Для пологого склона характерны отложения озерного мелководья, дельты, озерной и аллювиальной равнины (рис. 2а). Эти отложения могут образовывать сейсмofации пологохолмистой формы, «зубчатого» покрова или параллельных отражений с налеганием (рис. 3). Первые две сейсмofации характерны для аллювиальных грубообломочных пород. Амплитуда верхней границы высокая, частота низкая, внутренние отражения прерывистые субпараллельные или отсутствуют. Сейсмofация параллельных отражений с налеганием характеризует озерное побережье и отражает переслаивание глинистых и песчаных отложений. Для примера приведен участок пологого склона Оборского погружения (рис. 4в).

Сейсмofации дельты

Сейсмические отражения клиновидной формы, как для морских, так и для континентальных отложений, характерны для дельт. В зависимости от угла наклона различают *крутонаклонные* и *пологонаклонные*, а также *черепицеобразные клиновидные формы* сейсмofаций (рис. 3). Сейсмofация крутонаклонной клинообразной формы развита на крутом склоне. Ее особенностью является большая мощность и при этом малая площадь распространения. Сложена преимущественно песчаником обратной вертикальной цикличности (проградационная последовательность). Пологонаклонная клинообразная сейсмическая фация имеет место, куда видимый угол наклона клинообразной структуры $3-5^\circ$. Для нее характерна большая площадь распространения. Представлена преимущественно глинами с прослоями песчаника, что выражено в чередовании отражений низкой и высокой амплитуды. Пример пологих клиноформ приведен на рис. 4г, 7. На пологом склоне встречается маломощная сейсмofация черепицеобразной формы. Эта сейсмическая фация характерна для поздних периодов заполнения бассейна, когда озера – широкие мелководные, реки, формирующие дельту, – равнинные. Дельта представлена тонким переслаиванием песчано-глинистых пород.

Сейсмofации озера

Глинистые пласты большой мощности характерны для глубоких озер, существовавших длитель-

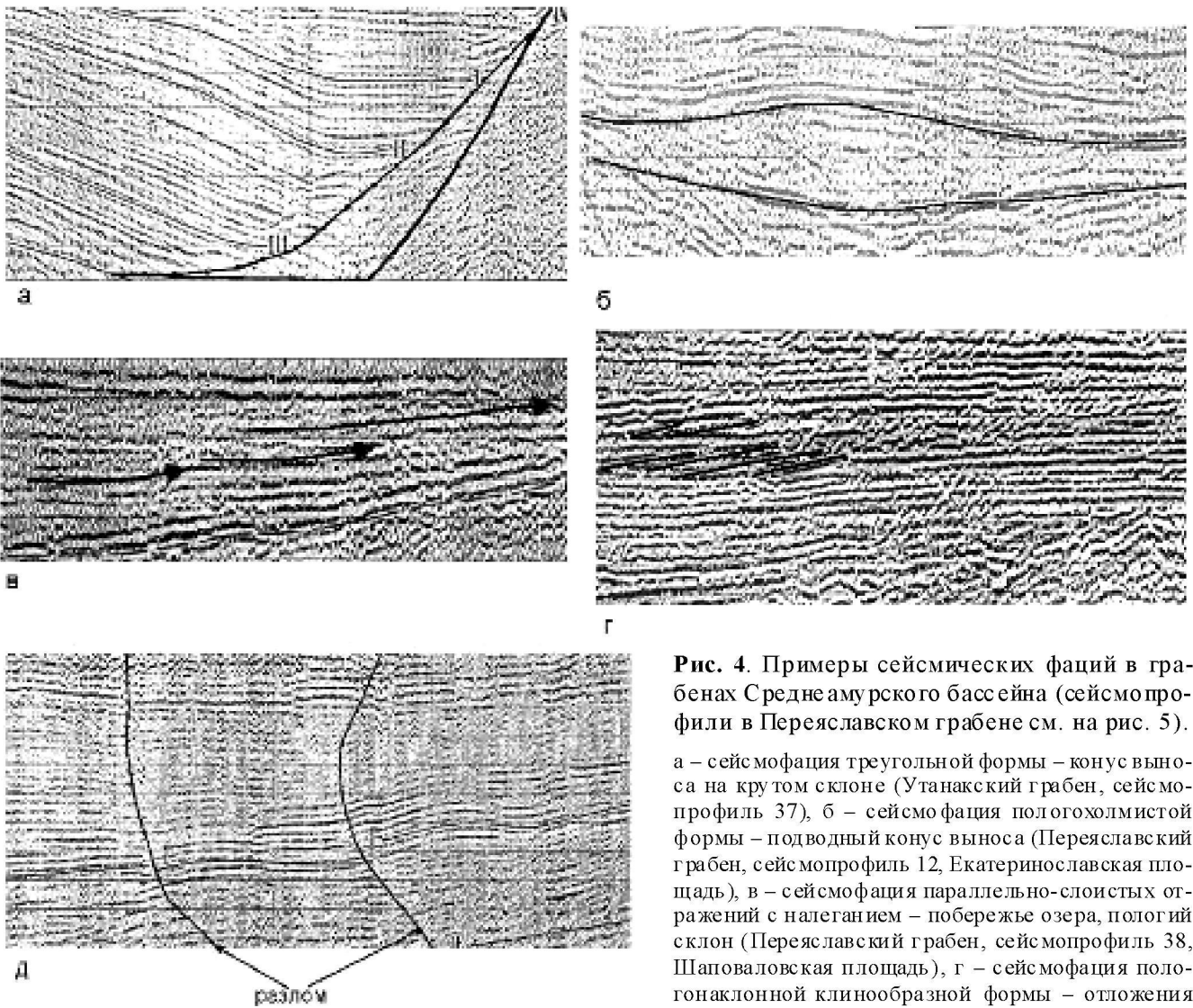


Рис. 4. Примеры сейсмических фаций в грабенах Среднеамурского бассейна (сейсмопрофили в Переяславском грабене см. на рис. 5).

а – сейсмифация треугольной формы – конус выноса на крутом склоне (Утанакский грабен, сейсмопрофиль 37), б – сейсмифация пологохолмистой формы – подводный конус выноса (Переяславский грабен, сейсмопрофиль 12, Екатеринославская площадь), в – сейсмифация параллельно-слоистых отражений с налеганием – побережье озера, пологий склон (Переяславский грабен, сейсмопрофиль 38, Шаповаловская площадь), г – сейсмифация пологонаклонной клиновидной формы – отложения дельты (Переяславский грабен, сейсмопрофиль 18,

Михайловская площадь), д – сейсмифация параллельных низкоамплитудных отражений – отложения глубокого озера, параллельных средне-высокоамплитудных отражений – отложения мелкого озера (Переяславский грабен, сейсмопрофиль 41, Оборская площадь).

ный период времени. Сейсмическая фация, отражающая эту обстановку, выражена низкоамплитудными непрерывными параллельными границами (рис. 3). Переяславские песчано-глинистые отложения, обычно свидетельствующее об обмелении озера, выражено высокоамплитудными параллельными отражениями. Озерная фация занимает наибольшую площадь в бассейне. На рис. 4д приведен пример вертикального чередования низкоамплитудных и высокоамплитудных параллельных отражений, которые можно проинтерпретировать как соответствующие озерной обстановке в периоды понижения и повышения уровня озера. Линзовидные тела внутри озерных отложений могут быть сложены турбидитами, образованными мутьевыми потоками. Они отлич

аются от врезанных речных русел своим местоположением внутри озерных отложений (рис. 3, 7).

Сейсмифациальный анализ Переяславского грабена

Литолого-фациальная характеристика кайнозойских отложений СОБ приведена в монографии [1]. Автором были выделены фации подножия склонов, руслово-пойменные и болотно-озерные. На тот момент (60–70-е годы) самыми глубокими опорно-картировочными скважинами, пробуренными в СОБ, были скважина 1/3-ОК (1380 м) в Бирофельдском грабене и 1-ОК (1200 м) в ПГ. Обе скважины не вышли из кайнозойского осадочного комплекса. Еще несколько скважин было пробурено глубиной

около 900 метров, остальные углепоисковые и угле-разведочные скважины вскрыли осадочный чехол на 100–500 метров. Поэтому литолого-фациальный анализ в большей степени касается верхней части разреза, включающей угленосную ушумунскую свиту миоценового возраста. Позже, после проведения региональных сейсмо-разведочных работ МОГТ в ПГ были пробурены еще 3 структурно-параметрические скважины 1-Е, 2-Е, 1-В, вскрывшие кайнозойские осадочные отложения соответственно на 940, 600 и 1300 м (рис. 5). Здесь же в центральной части были проведены детальные сейсморазведочные работы.

ПГ является самой крупной отрицательной структурой СОБ. Его внутреннее строение осложнено прогибами и поднятиями (рис. 5). Юго-западная часть грабена имеет наиболее сложное строение. Наблюдается чередование узких прогибов и валобразных поднятий вкрест простирания грабена, ширина которого в этой части максимальна. В северо-восточном направлении грабен сужается. В центральной части он состоит из двух параллельных прогибов, разделенных поднятием, а затем сужается до одного прогиба. В северо-восточной части последовательно расположенные прогибы становятся более узкими и глубокими.

Для увязки сейсмофаций с данными бурения построен генерализованный литолого-фациальный разрез через структурно-параметрические (1-Е, 2-Е, 1-В) и опорно-картировочные (5-ОК, 1-ОК) скважины (рис. 6). Поскольку отбор керн в структурно-параметрических скважинах проводился с большими интервалами, для сравнения и идентификации литологического состава использованы данные электрического каротажа – осредненные кривые кажущегося сопротивления (КС), только в колонке по скважине 5-ОК, приведенной из монографии [1], дана литология. Структурные позиции скважин, расположенных в юго-западной части ПГ, наиболее близко отражает сейсморазведочный профиль 8-Е (рис. 7). Структурное положение скважины 1-В, расположенной в центральной части грабена, показано на профиле 8-С (рис. 8). Местоположение линии разреза, скважин и профилей приведены на рис. 5.

На Екатеринославском поднятии пробурена скважина 2-Е (рис. 6, 7). Мощность кайнозойского осадочного комплекса здесь всего 600 м. Отложения чернореченской свиты отсутствуют. Волновая картина сложная, юрреляция отражающих горизонтов затруднена, что, вероятно, объясняется тектонической переработкой этого приподнятого блока фундамента. Субпараллельные отражения средней амплитуды и средней длительности соответствуют относительно

мелководным озерным отложениям бирофельдской свиты. На склонах они осложнены клиновидными сейсмофациями. Подтверждением накопления в условиях озерного мелководья являются угольные пласты небольшой мощности (глубина 541–546 м, уголь мощностью 1 м). Верхняя часть разреза, представленная переслаиванием песка, глины и бурого угля и соответствующая ушумунской свите, характеризуется прерывистыми отражениями, что свидетельствует об обстановке накопления в условиях озерно-аллювиальной равнины.

Скважина 5-ОК (936 м) расположена приблизительно в 3,5 км западнее профиля 8-Е (рис. 5) в Хорском погружении. Мощность кайнозойских осадочных отложений по сейсмическим данным (рис. 7) в погружении около 2 км. Как правило, в погружениях преобладают озерные осадки, которые характеризуются протяженными параллельными отражениями, что и наблюдается на сейсмопрофиле 8-Е. В нижней половине разреза, практически не вскрытой скважиной, вертикальная цикличность низкоамплитудных и высокоамплитудных отражений соответствует, вероятно, неоднократной смене озерной обстановки от мелководной до глубоководной. В части разреза бирофельдской свиты, вскрытой скважиной, чередование песчано-глинистых слоев отвечает в целом отложениям относительно неглубокого озера, но встречаются маломощные пласты темно-серой глины глубоководного озера. По данным [1], в скважине зафиксированы самые высокие содержания битума на глубине 650–860 м – до 0,08 % в спиртобензольном экстракте. В ушумунской свите появление угольных слоев свидетельствует о дальнейшем обмелении озера.

Поднятие Казакеевское, на котором находится скважина 1-Е, характерно тем, что в основании кайнозойского комплекса скважиной вскрыты нижнемеловые вулканогенные образования. На волновой картине они выражены высокоскоростными и высокоамплитудными отражениями, осложненными дифрагированными волнами (рис. 7). Вулканогенные образования вскрыты скважиной 1-Е на глубине 940 метров, на профиле 8-Е верхняя кромка их находится приблизительно на 1200 метрах, так как скважина 1-Е расположена около 7,5 км к западу от этого профиля. Подобные валобразные поднятия характерны для ПГ и отражают докайнозойский рельеф. Взаимоотношение пластов между скважинами 5-ОК и 1-Е показано на литолого-фациальном разрезе (рис. 6) достаточно условно. На временном разрезе (рис. 7) в бирофельдской свите просматриваются линзовидные тела, которые можно проинтерпретировать как подводные конусы выноса. Отражающие горизонты па-

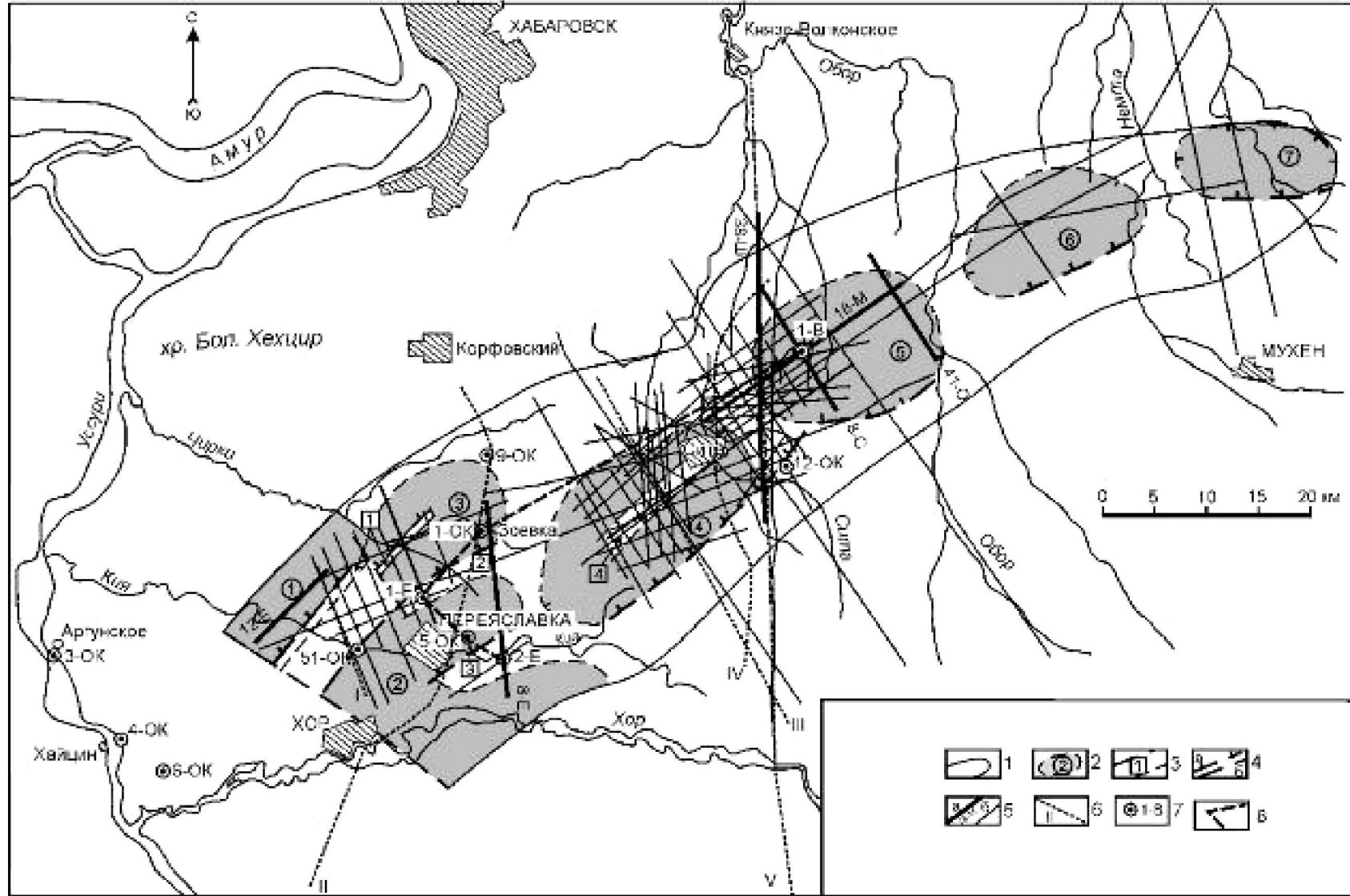
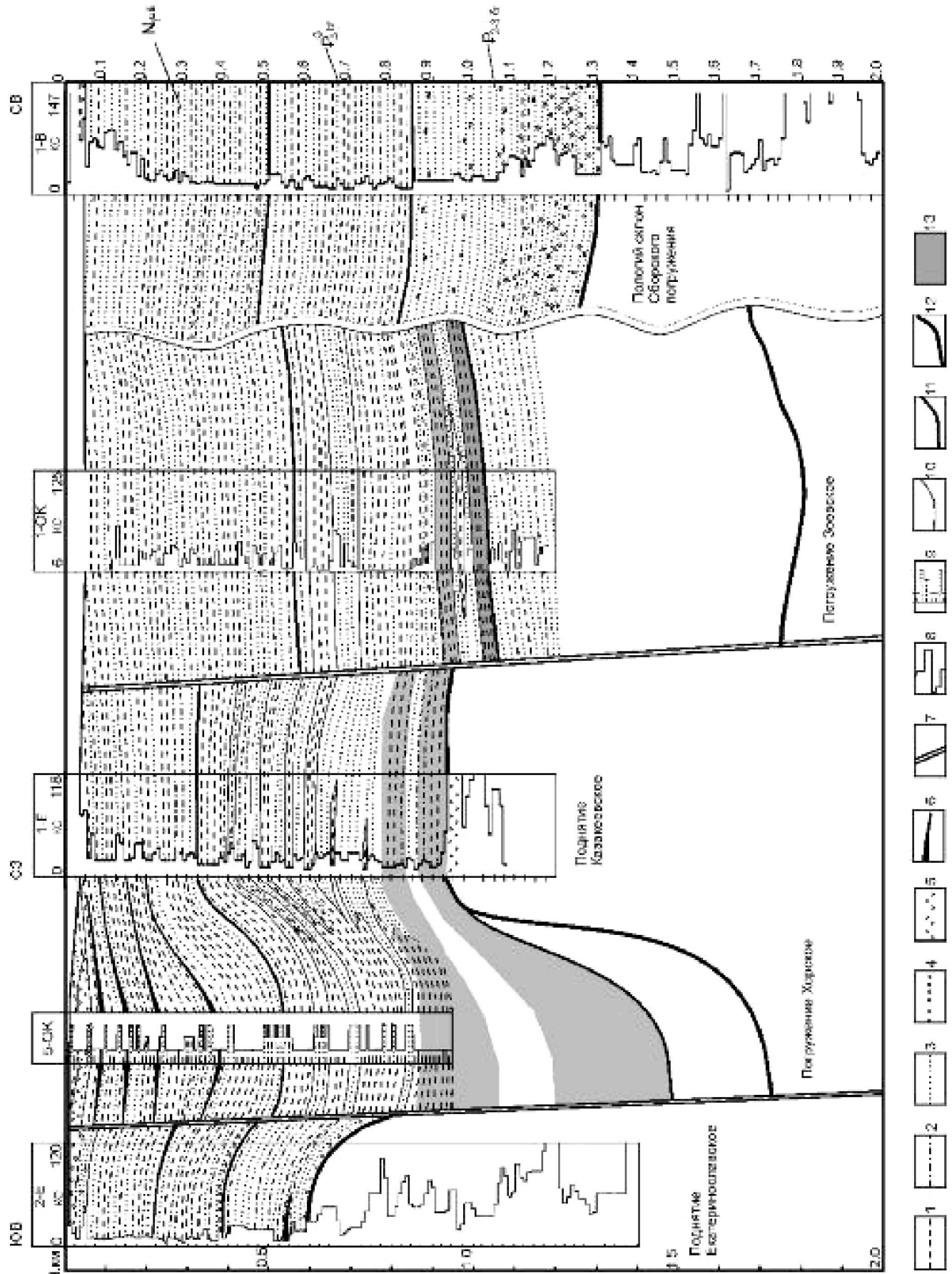
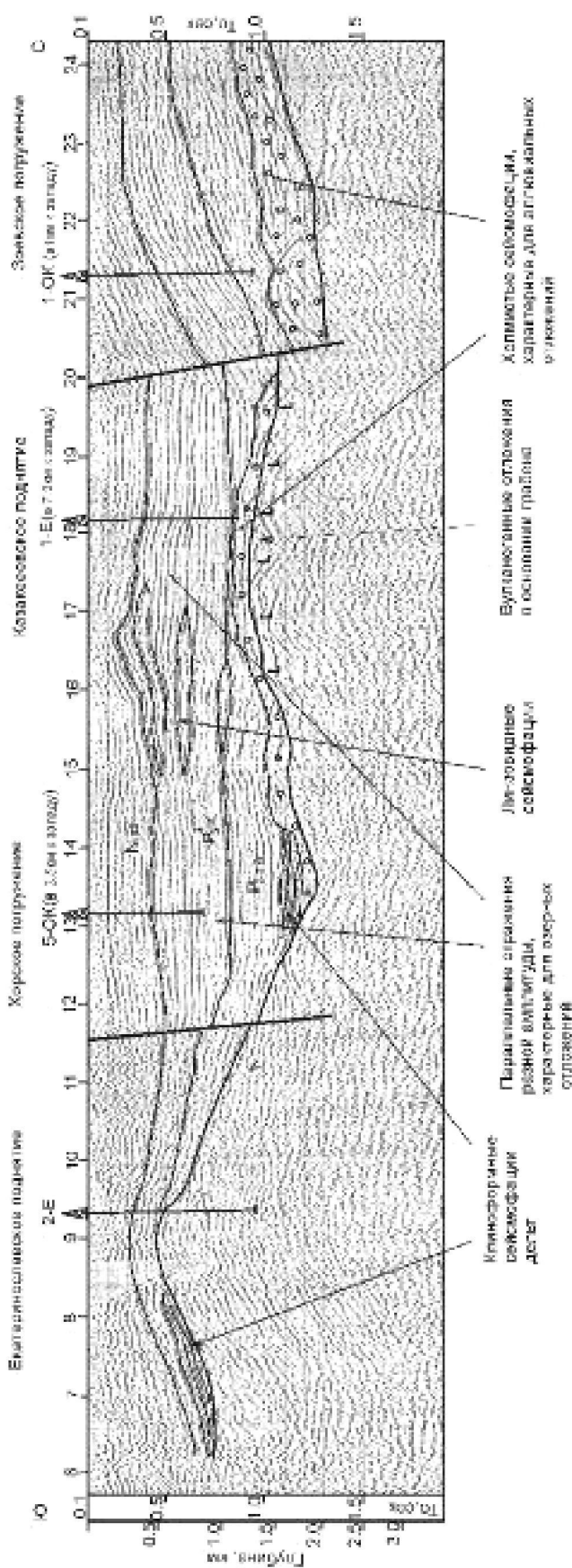


Рис. 5. Морфоструктуры Переяславского грабена Среднеамурского бассейна по данным сейсморазведочных работ.

1 – граница Переяславского грабена; 2 – контуры погружений и их номера: 1 – Киинское, 2 – Хорское, 3 – Зоевское, 4 – Ситинское, 5 – Оборское, 6 – Немтинское, 7 – Левоюшкинское; 3 – положительные структуры и их номера: 1 – Могилевско-Владимирский вал, 2 – Казакеевско-Зоевский вал, 3 – Екатеринославская, 4 – Чиркинская; 4 – сбросы (а) и другие разломы (б); 5 – сейсморазведочные профили: а – сейсморазведочные профили и их номера с начальной буквой площади сейсморазведочных работ, и используемые в тексте, б – другие; 6 – профили электроразведочных работ; 7 – структурно-параметрические и опорно-картировочные скважины; 8 – линия литолого-фациального разреза.





раллельные, протяженные, средне-высокоамплитудные, что соответствует озерным отложениям. Скважиной 1-Е на глубинах 480–487 м и 901–912 м вскрыты слои с высоким содержанием $C_{орг}$ (2–3 %), высоким остаточным генерационным потенциалом ($\theta = 41–49 \%$).

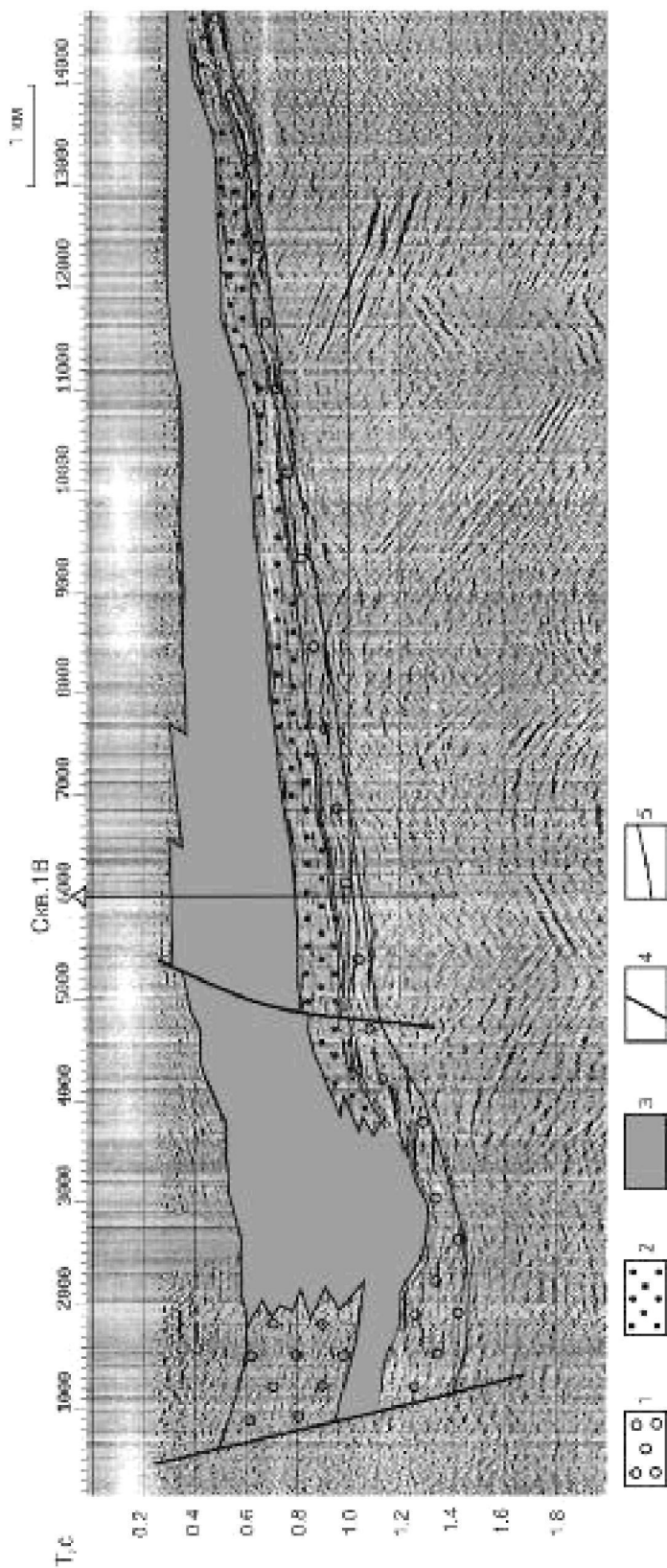
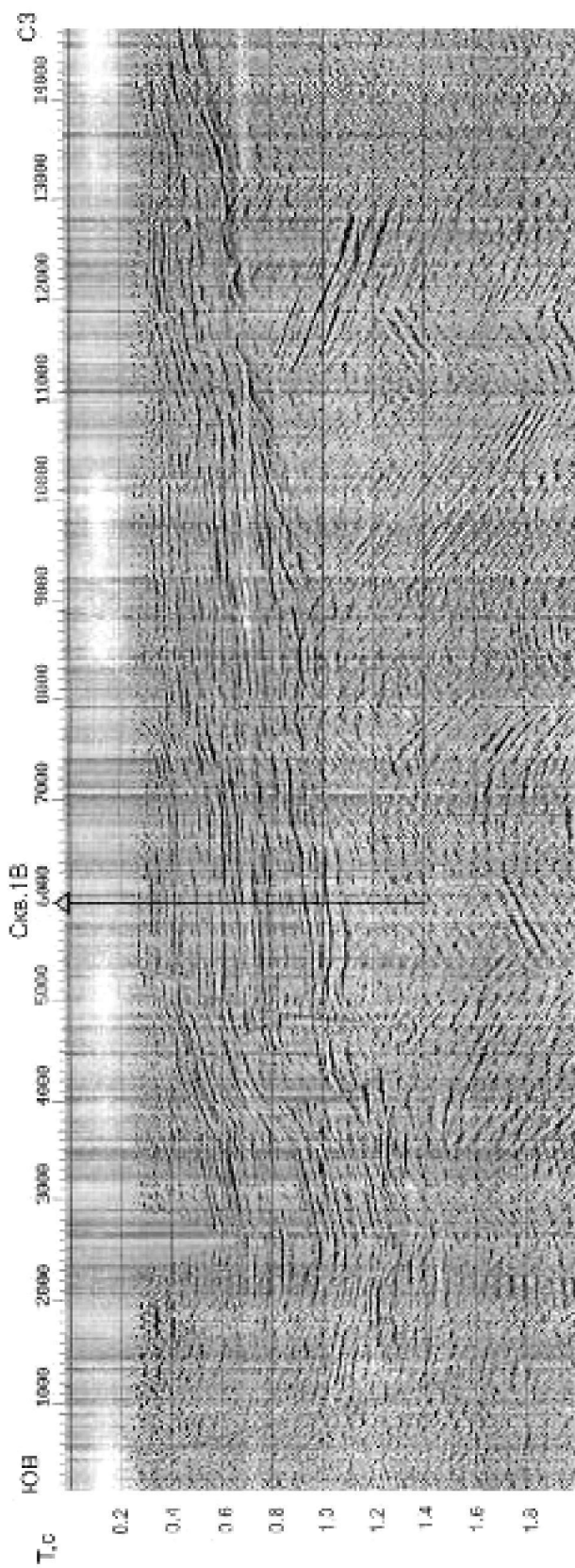
Зоевское погружение, в котором пробурена скважина 1-ОК, на сейсмопрофиле (рис. 7) отделяется от Казакеевского поднятия разломной зоной. Крутые падения слоев вблизи разлома, выраженные наклонными отражениями, поднятие и размыв верхних пластов свидетельствуют о постседиментационной тектонической проработке Зоевского прогиба. Как уже отмечалось, в этой скважине из отложений чернореченской свиты (глубина 1084–1089 м) был поднят алевролит, содержащий 22 % битуминозного вещества.

Скважина 1-В пробурена на пологом борту Оборского погружения (рис. 5, 8). Через скважину проходят три сейсмических профиля. И хотя керновый материал отобран с большими интервалами, эта скважина имеет важное значение для увязки сейсмических данных с результатами бурения. Скважина вскрыла 1300 метров кайнозойского разреза. В основании кайнозойского осадочного комплекса (1300–1090 м) лежат преимущественно грубообломочные (конгломераты, песчаники) отложения нижней части чернореченской свиты. На сейсмическом разрезе 8-С (рис. 8) этот интервал отмечается низкочастотными, высокоамплитудными и высокоскоростными границами, осложненными внутри короткими, часто холмистой формы, отражениями. Такая сейсмическая фация отвечает отложениям конуса выноса, русла реки. В интервале 1090–860 м вскрыты песчаники верхней части черно-

Рис. 6. Генерализованный литолого-фациальный разрез кайнозойского осадочного комплекса Переяславского грабена по данным бурения и сейсморазведочным данным (положение скважин и линии разреза см. на рис. 5).

1 – глина, аргиллит; 2 – алевролит, алевролит; 3 – песчаник; 4 – галечник, конгломерат; 5 – эффузивы основного состава; 6 – уголь, углистый аргиллит; 7 – сброс, по данным МОГТ; 8 – осредненная кривая кажущегося сопротивления (КС); 9 – литологическая колонка, по [1]; 10 – границы фаций; 11 – границы свит; 12 – подошва грабена; 13 – преимущественно глинистые отложения глубокого озера. Свиты: $N_{1u} \delta$ – ушумунская, $P_{2,3}^{bf}$ – бирофельдская, $P_{2,3} \delta t$ – чернореченская.

Рис. 7. Меридиональный разрез юго-западной части СОБ по сейсмопрофилю 8-Е, показывающий структурное положение скважин и сейсмofации (положение профиля и скважин показано на рис. 5).



реченской свиты, в низах с галькой, включениями углистого детрита, прослойками глины. По сейсмическим данным этот интервал характеризуется прерывистыми разноамплитудными отражениями, которые в сторону погружения становятся более выдержанными. По всей вероятности, здесь вскрыты отложения аллювиальной равнины, переходящие по латерали в озерные. Вверх по разрезу в бирофельдской свите продолжается утонение гранулометрического состава осадков. На сейсмических разрезах возрастает протяженность отражающих горизонтов. Общая картина может свидетельствовать о преимущественно озерном осадконакоплении в этот период.

Нижняя подсвита ушумунской свиты, по данным [1], представлена преимущественно озерно-болотными фациями, на сейсмических разрезах им соответствуют отражения меньшей протяженности по сравнению с озерными отложениями бирофельдской свиты (рис. 7, 8). Часть отложений свиты находится выше информативной зоны сейсмического метода.

Сейсмические фации других грабенов СОБ

Слабая изученность большинства грабенов СОБ не позволяет в полной мере провести их сейсмофациальный анализ. Тем не менее, некоторые сейсмические профили очень показательны. В качестве примера приведен профиль, пересекающий Норменский грабен, расположенный в северной части СОБ (рис. 1, 9а). Выдержанные параллельные отражающие горизонты различной амплитуды соответствуют, вероятно, озерным отложениям. В нижней части разреза распространены холмистые сеймофации, характерные для русел, конусов выноса, дельт.

На сейсмическом профиле через Утанакский грабен (северо-запад СОБ, рис. 1) выделяются сеймофации конусов выноса большой мощности, озерные сеймофации (рис. 9б).

Подводя итоги, можно сказать, что проведенный сейсмофациальный анализ позволит выявить разные обстановки осадконакопления в ПГ. Идентифицированы фации глубокого озера (рис. 4) – потенциально нефтематеринские породы в континентальных бассейнах. Выделены отложения конусов выноса, дельт и речных долин, которые могут служить потенциальными коллекторами. Выдержанные глинистые отложения большой мощности неглубокого озера, которые широко распространены в верхней части разреза ПГ, могут играть роль покрышек.

АНАЛИЗ ОСАДОЧНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ГРАБЕНОВ СОБ МЕТОДОМ ВЭЗ

Юго-западная часть СОБ

В юго-западной части СОБ пройдены единичные сейсморазведочные профили. Сейсмический материал довольно сложный, что в некоторой степени обусловлено геологическими причинами: возможно, насыщенностью разреза вулканитами, сложной разломной тектоникой. Поэтому основным методом изучения грабенов была электроразведка. Методом вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) изучены грабены, находящиеся на продолжении системы разломов Тан-Лу: Лобэйский, Самарский, Дитурский, Бирофельдский и Башмакский (рис. 1).

Метод ВЭЗ позволяет расчленять осадочные отложения чехла на слои – геоэлектрические горизонты разного удельного электрического сопротивления (УЭС). Горизонты высокого сопротивления в осадочном чехле грабенов обусловлены преимущественно грубообломочными отложениями – песками, галечниками, или вулканогенными образованиями. Геоэлектрические горизонты с низкими величинами удельных сопротивлений соответствуют, в основном, глинистым толщам. Но иногда сопротивление песков, насыщенных минерализованными водами, может быть соизмеримым и даже ниже сопротивления глин. Например, в Татарии (Бурдинское месторождение нефти) песчаные образования, по данным ГИС, выделяются 4–10 кратным уменьшением удельного электрического сопротивления (до 0,8 Ом·м) относительно вмещающих алевроглинистых пород. Повышенная электропроводность песчаных тел обусловлена высокой электропроводностью минерализованных вод, поступающих из трещиноватых пород фундамента и насыщающих грубозернистые образования [17].

На данном этапе изученности СОБ по электроразведочным данным сложно отделять глинистые толщи от сильно обводненных песчаных, но в любом случае выделение низкоомных горизонтов ($\rho < 30$ Ом·м) имеет важное значение для оценки перспективности грабенов на обнаружение нефтематеринских пород озерного происхождения. Подробно строение осадочного чехла западной части СОБ по данным электроразведки и сейсморазведки приведено в работах [4, 5, 11]. В настоящей статье основное внимание уделено анализу грабенов с точки зрения наличия и

Рис. 8. Пример выделения сейсмических фаций по профилю 8-С (положение профиля см. на рис. 5).

1 – грубообломочные отложения конусов выноса и фации русла, 2 – преимущественно песчаные отложения аллювиальной равнины, 3 – переслаивание песчаных и глинистых пород озерного генезиса, 4 – разломы, 5 – границы сеймофаций.

оценки мощности низкоомных горизонтов в осадочном чехле.

В западной части СОБ отложения озерного происхождения вскрыты только в *Ушумунском прогибе Бирофельдского грабена* единственной глубокой скважиной 1/3-ОК. Это преимущественно глинистые породы бирофельдской свиты мощностью 150 метров (рис. 10). Обнаружение в составе отложений бирофельдской свиты в скв. 32 спикул губок, которые ныне обитают только в оз. Байкал, может свидетельствовать, по мнению С.М. Поповой, о существовании на территории Бирофельдского грабена значительного по величине водоема [9]. По данным сейсморазведки, эта алевроито-глинистая толща характеризуется отсутствием отражающих горизонтов, что указывает на однородность состава отложений. Глинистые отложения бирофельдской свиты вместе с преимущественно алевроитовыми осадками нижней подсвиты ушумунской свиты отвечают геоэлектрическому горизонту с удельным сопротивлением ≥ 20 Ом·м, что выше сопротивления нижележащих песчаных отложений чернореченской свиты. В данном случае повышенное сопротивление глинистых пород бирофельдской свиты вызвано наличием в их составе туфогенного материала и даже прослоев туфов [1]. Низкое сопротивление песчаных отложений обусловлено их обводненностью, возможно и некоторое увеличение минерализации воды.

Таким образом, в Ушумунском прогибе Бирофельдского грабена скважиной 1/3 ОК вскрыты отложения глубокого озера, но небольшие мощность и глубина (350 метров) не позволяют рассматривать их как нефтематеринские. На начальном и конечном этапах образования этого озера формировались угольные пласты нижней подсвиты ушумунской свиты и верхней подсвиты чернореченской свиты. Подобные обстановки установлены в Восточном Китае и Приморье [5, 12].

В *Преображенском прогибе* (центральная часть Бирофельдского грабена) по сейсморазведочным данным отмечаются высокие скорости суммирования по ОГТ, отсутствие отражений в широкой полосе, прилегающей к основному разлому, сужение грабена. По данным электроразведки, в этой части грабена на глубине 750 м отмечены высокоомные горизонты (70–80 Ом·м) мощностью около 1000 м, осложняющие в целом низкоомную толщу. Появление высокоомных горизонтов, возможно, связано с насыщенностью части осадочного разреза вулканическими образованиями [11, 15]. Не исключено, что здесь может иметь место надвиг более древних отложений на кайнозойский осадочный комплекс. Ниже по разрезу

удельное сопротивление вновь падает до 9 Ом·м. Подошва низкоомной толщи фиксируется на глубине 3000 метров, а мощность ее – около 1000 метров. Эта часть разреза представляет определенный интерес. Если это нормально осадочные отложения кайнозойского или более древнего возраста, то, судя по низкому удельному сопротивлению, можно предполагать, что эта толща сложена обводненными песчаными или глинистыми породами.

Изученность других грабенов юго-западной части СОБ низкая, глубокие скважины отсутствуют. По данным ВЭЗ, в осадочном чехле выделяются три основных горизонта. Два верхних имеют высокие сопротивления: 180–360 и 100–160 Ом·м. Геологическая привязка этих горизонтов по мелким скважинам указывает на то, что верхний высокоомный горизонт соответствует грубообломочным отложениям приамурской свиты, нижний – преимущественно породам головинской свиты. В нижней части осадочного чехла выделен надпорный горизонт (над фундаментом) низкого сопротивления: от 9–11 Ом·м – в Дитурском, Бирофельдском и Преображенском грабенах, до 40 Ом·м – в Башмакском. Низкие величины УЭС указывают либо на значительную степень обводненности надпорного горизонта, либо на преимущественно глинистый состав отложений. Этот горизонт является наиболее перспективным на обнаружение отложений глубоких озер.

Мощность низкоомного горизонта в *Лобэйском грабене* – около 1000 м, УЭС – более 22 Ом·м. В центральной его части, по данным ВЭЗ, выделяется высокоомная неоднородность с УЭС 300 Ом·м. Такая неоднородность может быть обусловлена либо вулканиками, либо грубообломочными отложениями, поэтому наличие пород озерного генезиса в этом грабене маловероятно.

В *Башмакском грабене* максимальная мощность низкоомного горизонта также 1000 м, но его повышенное (40 и более Ом·м) УЭС делает этот грабен малоперспективным на обнаружение отложений глубокого озера.

В *Самарском грабене* мощность надпорного горизонта достигает 1500 м. Сопротивление горизонта изменяется от 20–25 Ом·м в депоцентре до 40 Ом·м в прибортовых частях грабена, что, возможно, вызвано укрупнением обломочного материала от центра грабена к периферии. В Самарском грабене возможно наличие отложений озерного происхождения.

В *Дитурском грабене* (рис. 11) мощность низкоомного горизонта максимальна – 2000 м, УЭС достаточно низкое – до 15 Ом·м, что указывает на преиму-

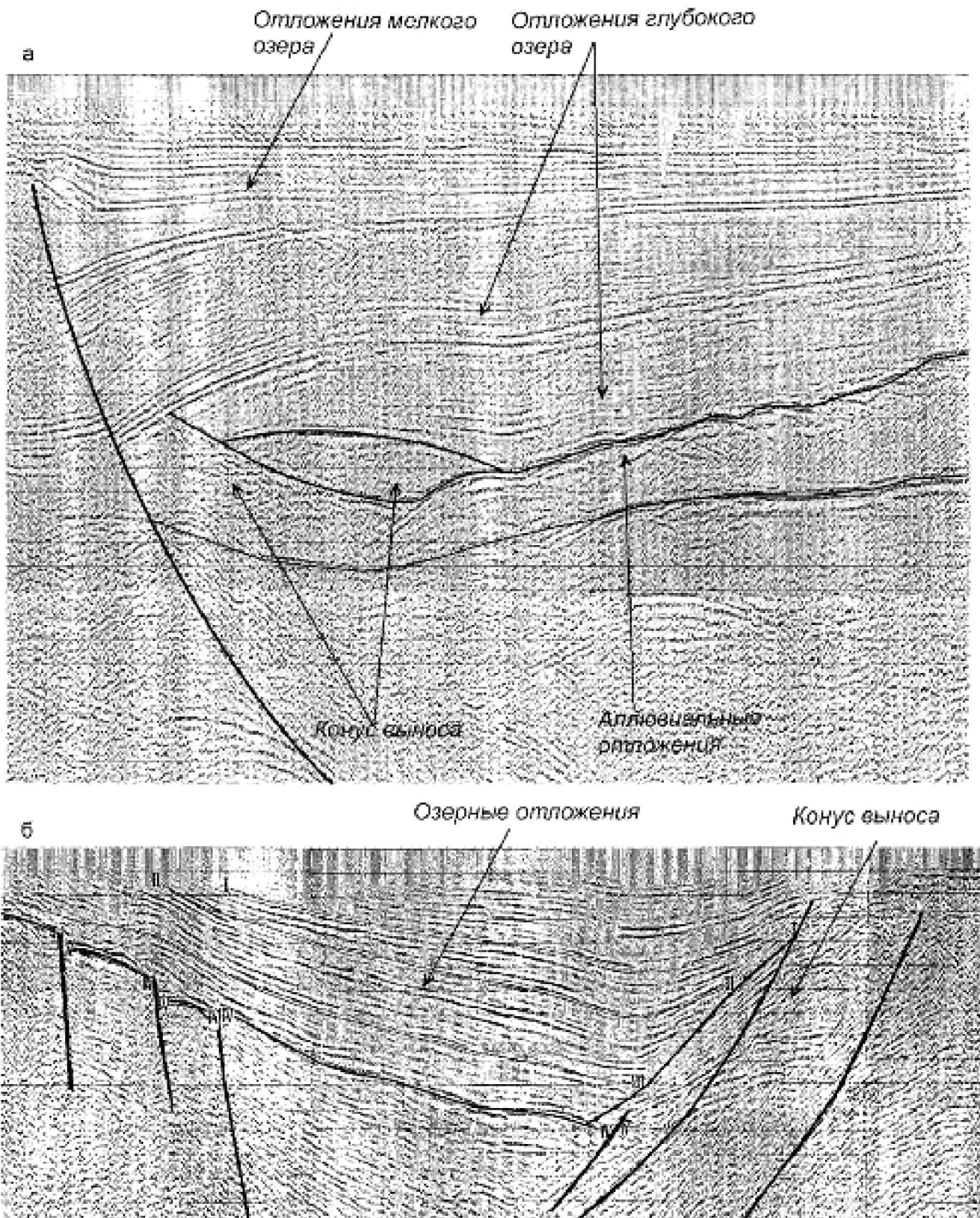


Рис. 9. Сейсмические фации в грабенах северной части Среднеамурского осадочного бассейна. а – временной разрез по простиранию Норменского грабена, б – временной разрез через Утанакский грабен.

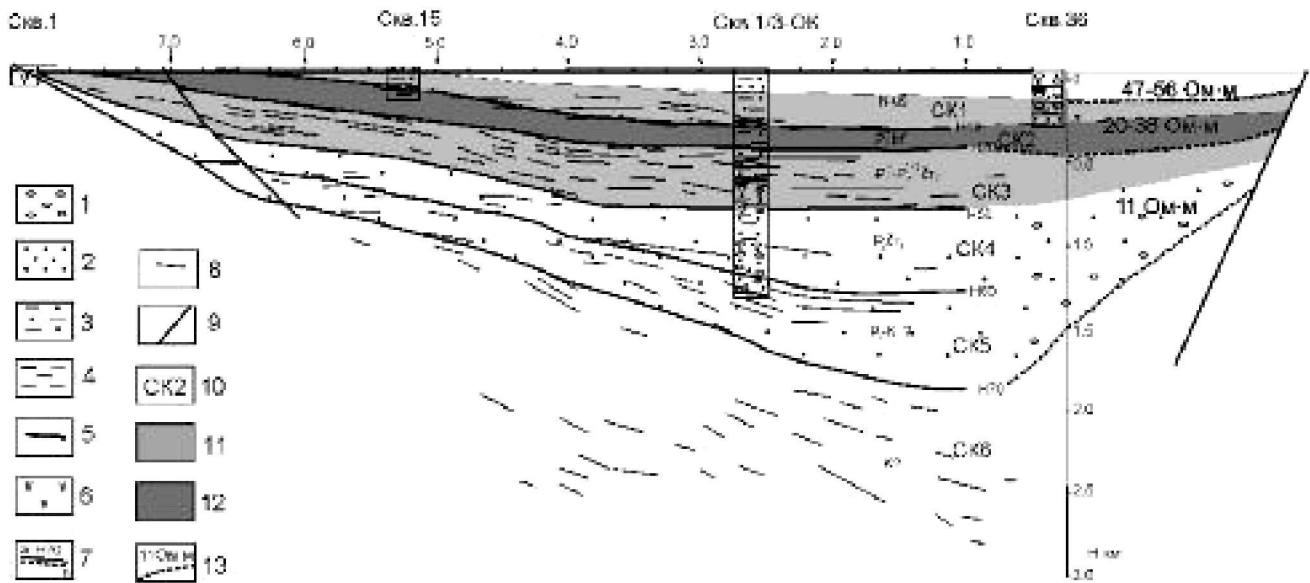


Рис. 10. Результаты геофизических работ по сеймопрофилю 7 в Бирофельдском грабене (положение профиля см. на рис. 1).

1 – галька; 2 – песок; 3 – алеврит; 4 – глина; 5 – угли; 6 – вулканиды; 7 – сейсмические границы; а – отражающие горизонты, б – отражающие площадки, 8 – разломы; 9 – сейсмокомплексы; 10 – озерно-болотные отложения; 11 – озерные отложения; 12 – геоэлектрические горизонты и значения удельного сопротивления.

шественно глинистый состав отложений. По данным сейморазведочных работ (в Дигурском грабене выполнен один сейморазведочный профиль – ПР 8), низкоомному горизонту соответствуют два сейсмокомплекса (4 и 5, рис. 11). В сейсмокомплексе 4 мощностью 800–1000 м отражающие горизонты практически отсутствуют, что возможно связано с его однородным строением. Аналогично проявлена в волновом поле глинисто-алевритовая толща бирофельдской свиты в Ушумунском прогибе Бирофельдского грабена (рис. 10). Нижний сейсмокомплекс 5 характеризуется высокоамплитудными отражениями, обусловленными, вероятнее всего, обводненными грубообломочными осадками. Большая мощность низкоомного горизонта и низкие значения УЭС делают этот грабен наиболее перспективным на обнаружение отложений глубокого озера.

Восточная часть СОБ (Переяславский грабен)

В осадочном чехле ПГ, по данным ВЭЗ (положение профилей ВЭЗ см. на рис. 5), выделено четыре основных геоэлектрических горизонта (рис. 12). Самый верхний высокоомный горизонт характеризуется удельным электрическим сопротивлением 250–700 Ом·м и мощностью не более 250 м. Ниже залегает горизонт относительно высокого сопротивления с УЭС от 120 до 230 Ом·м и горизонт относительно низ-

ких сопротивлений – 23–100 Ом·м – общей мощностью 1000 и более метров. В самой нижней части разреза осадочного чехла выделяется низкоомный горизонт с УЭС 7–36 Ом·м. Наиболее низкие величины сопротивления этого горизонта – 7–15 Ом·м – отмечаются в глубоких частях грабена, ближе к бортам значение удельного электрического сопротивления возрастают до 20–36 Ом·м. Мощность горизонта может достигать 1500 м.

Для выяснения природы геоэлектрических горизонтов выполнен анализ кривых ВЭЗ вблизи глубоких скважин. Некоторое несовпадение границ геоэлектрических горизонтов с границами свит по скважинам вызвано тем, что точки ВЭЗ часто расположены на некотором расстоянии от них. Высокоомный горизонт отождествляется с преимущественно грубообломочными, а также вулканогенными отложениями неоген-четвертичного возраста, относительно высокоомный обусловлен преимущественно грубообломочными отложениями верхней части ушумунской свиты. Относительно низкоомный горизонт в основном соответствует песчано-алеврито-глинистым отложениям нижней части ушумунской свиты, при этом наиболее низкие значения сопротивления (29–30 Ом·м) отмечаются около скважин, где отложения свиты имеют в основном глинисто-алевритовый состав. Низкоомный надопорный горизонт включает в себя отложе-

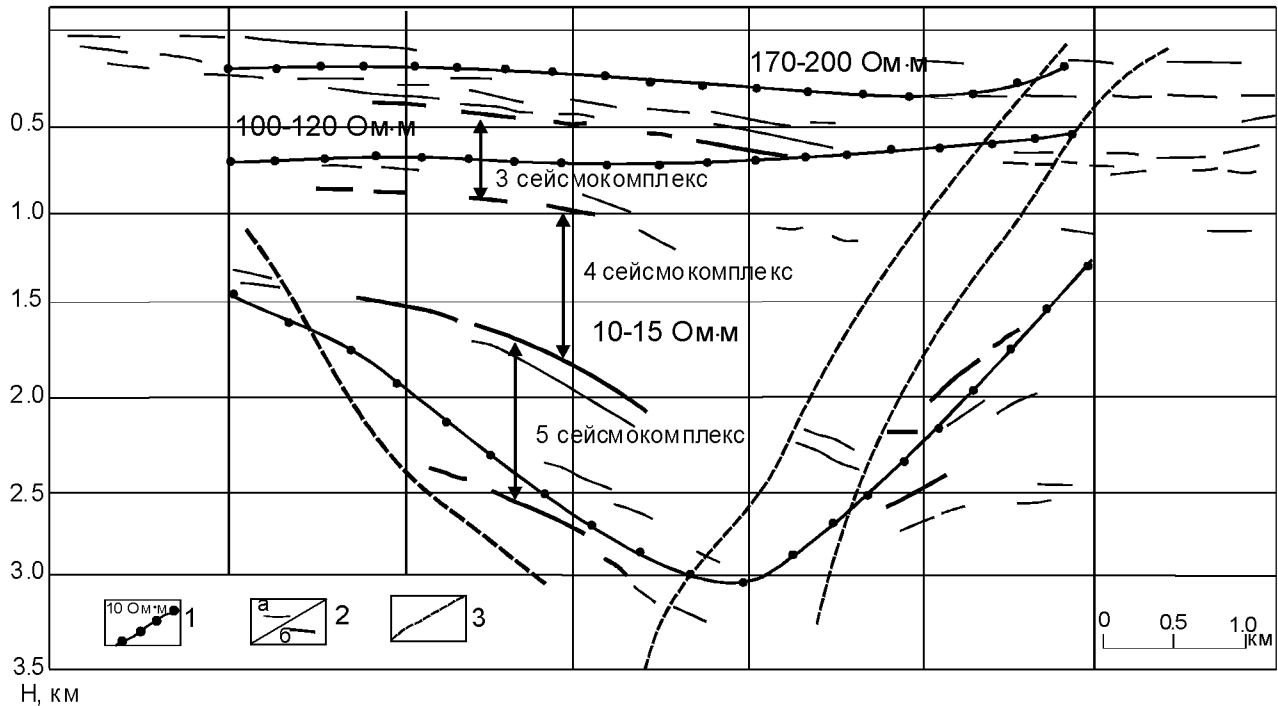


Рис. 11. Результаты электроразведочных (ВЭЗ) и сейсморазведочных работ в Дитурском грабене (положение профиля см. на рис. 1).

1 – границы геоэлектрических горизонтов и средние значения УЭС; 2 – отражающие горизонты: а – промежуточные, б – опорные; 3 – разломы.

ния бирофельдской и чернореченской свит. Этот горизонт может включать в себя глубоководные озерные отложения. Наиболее низкие значения удельного сопротивления (7–8 Ом·м) отмечаются вблизи скважины 51-ОК, в нижней части которой вскрыты алеврито-глинистые отложения. Скважина расположена не в самом глубоком месте, в депоцентре осадконакопления мощность низкоомного горизонта достигает 1250 метров, и можно предполагать наличие мощных глинистых и алеврито-глинистых отложений.

По данным электрокаротажа (метод КС) скважин 1-ОК, 1-Е, 2-Е, 1-В, наиболее низкие значения УЭС отмечаются у глин (5–10 Ом·м) и алевритов (10–20 Ом·м). УЭС песков изменяется в достаточно широких пределах. В верхней части разреза осадочного чехла УЭС песков может достигать 80–100 Ом·м (Скв. 1-Е, 1-В). В нижней части осадочного чехла УЭС песков характеризуется более низкими величинами – 20–45 Ом·м. Самые высокие значения УЭС – до 220 и более – характерны для галечниковых и песчано-галечниковых отложений верхней части разреза. В нижней части разреза аналогичные отложения характеризуются более низкими величинами УЭС, в скв. 1-В (800–1250 м) песчано-галечниковая толща характеризуется УЭС 20–80 Ом·м. Таким

образом, низкоомные толщи с УЭС 5–20 Ом·м могут быть сложены глинистыми и алеврито-глинистыми отложениями и будут наиболее перспективными на обнаружение отложений глубоких озер. Необходимо также заметить, что, по данным бурения, низкоомный надпорный горизонт включает в себя не только тонкозернистые породы, но и обводненные песчаные и песчано-галечниковые отложения нижней части осадочного чехла. Так как УЭС этих отложений несколько выше, это может обусловить некоторое повышение среднего УЭС низкоомной толщи, поэтому низкоомные толщи с УЭС до 25–30 Ом·м тоже могут быть перспективны на обнаружение отложений глубоких озер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование знаний о строении и осадочном заполнении хорошо изученных континентальных рифтовых бассейнов позволило при изучении структур СОБ понять и расшифровать имеющиеся электро- и сейсморазведочные данные с целью прогноза литофаций в грабенах СОБ.

Результаты проведенных исследований сводятся к следующему:

1. В грабенах СОБ выделены сейсмофации, типичные для приразломных асимметричных рифто-

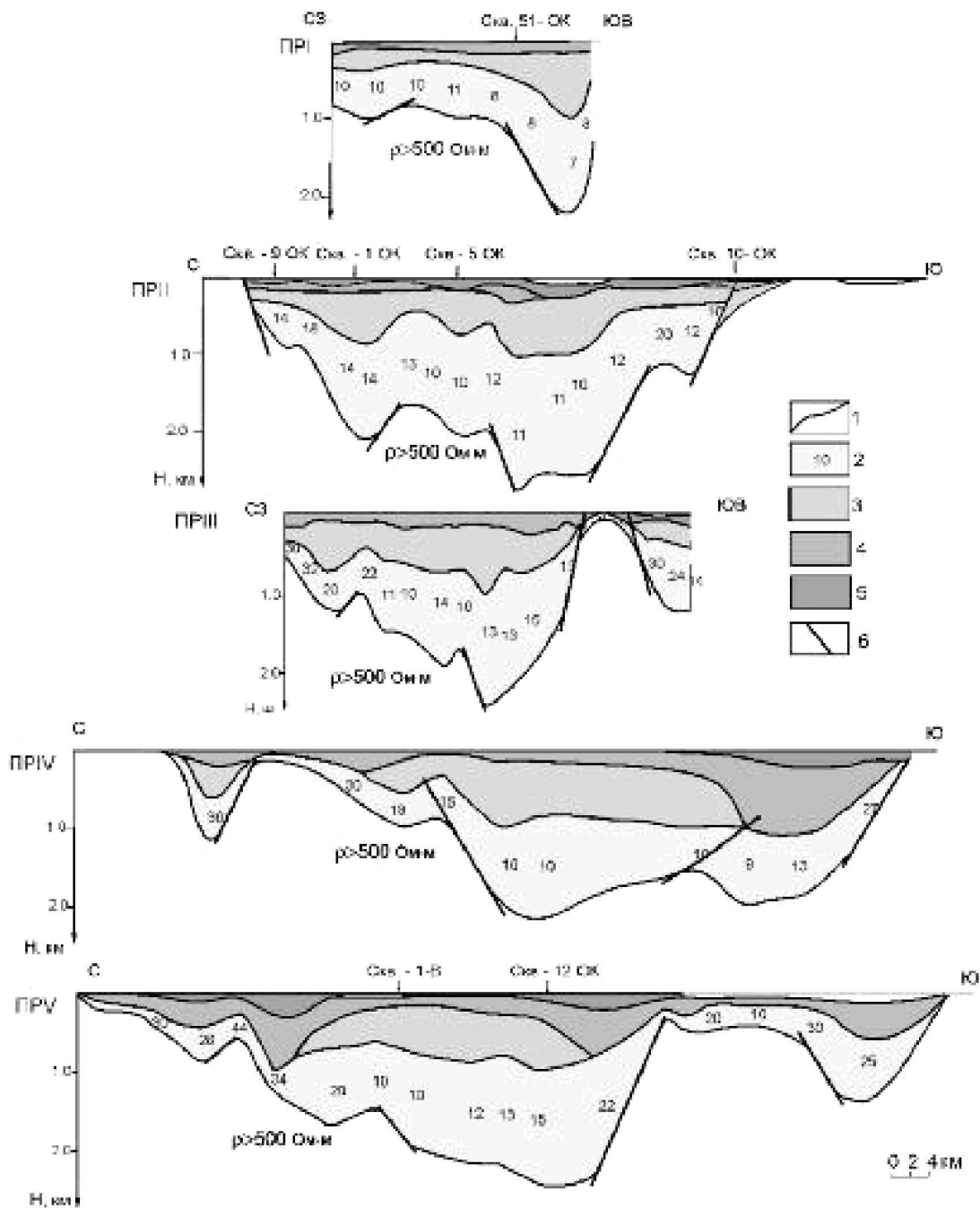


Рис. 12. Геоэлектрические разрезы через Переяславский грабен (положение разрезов см. на рис. 5).

1 – границы геоэлектрических горизонтов; 2 – низкоомный горизонт (7–36 Ом·м) и значения УЭС в точках ВЭЗ; 3 – относительно низкоомный горизонт (23–100 Ом·м); 4 – относительно высокоомный горизонт (120–230 Ом·м), 5 – высокоомный горизонт (250–700 Ом·м); 6 – разломы.

вых структур: конусов выноса, дельт, речных и озерных отложений.

2. Выявлены сейсмofации глубокого озера в Переяславском грабене, которые считаются потенциально перспективными нефтегазоматеринскими породами.

3. Увязка сейсмических данных с материалами бурения подтвердила соответствие сейсмofаций осадочным фациям, вскрытым скважинами.

4. Методом ВЭЗ в юго-западной части СОБ выделены грабены, в которых мощная низкоомная тол-

ща может содержать потенциально нефтематеринские отложения глубокого озера (Самарский, Дитурский, Преображенский).

5. В юго-восточной части СОБ, по данным метода ВЭЗ, низкоомному горизонту соответствуют отложения бирюфельдской и чернореченской свит, самые низкие сопротивления его – отмечаются в районе скважины 51-ОК.

Для окончательного доказательства наличия существенных по мощности нефтегазоматеринских пород необходимо проведение детальных сейсморазведочных работ и бурение параметрических скважин.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН «Фундаментальные проблемы геологии, и геохимии нефти и газа, разработки месторождений и развития нефтегазового комплекса России» при поддержке ДВО РАН (проект 06-1-ОНЗ-108).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варнавский В.Г. Палеогеновые и неогеновые отложения Средне-Амурской впадины. М.: Наука, 1971. 183 с.
2. Исаяев В.И., Старостенко В.И. Оценка нефтегазоматеринского потенциала осадочных бассейнов Дальневосточного региона по данным гравиметрии и геотермии // Геофиз. журнал. 2004. Т. 26, № 2, С. 46–61.
3. Кириллова Г.Л., Ч.Лю, Е.П.Развожаева и др. Кайнозойский рифтогенез и нефтегазоносность на юго-востоке России // Тектоника земной коры и верхней мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых. XXXVIII тектоническое совещание. Т. 1. М.: ГЕОС, 2005. С. 276–280.
4. Меркулова Т.В. Геоэлектрическая модель осадочного чехла юго-западной части Среднеамурской впадины (по данным ВЭЗ) // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии: IV Косыгинские чтения, 21–23 января 2003. г. Хабаровск / Ред. Н.П. Романовский. Хабаровск: ИТиГ им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, 2003. С. 98–107.
5. Меркулова Т.В., Кириллова Г.Л. Строение и перспективы нефтегазоносности северных звеньев Игун-Иланьской ветви системы разломов Тан-Лу // Тихоокеан. геология. 2004. Т. 23. № 6, С. 55–75.
6. Натальин Б.А., Черныш С.Т. Типы и история деформаций осадочного выполнения и фундамента Среднеамурской впадины // Тихоокеан. геология. 1992. № 6. С. 43–61.
7. Обстановки осадконакопления и фации. Рединг Х.Г., Коллинсон Дж. Д., Аллен Ф.А. и др. / Ред. Х.Рединг. В 2-х т. М.: Мир, 1990. Т. 2. 384 с.
8. Осадочные бассейны Дальнего Востока СССР и перспективы их нефтегазоносности / Ред. Ю.С. Воронков. Л.: Недра, 1987. С. 117–120.
9. Попова С.М. К познанию палеогеновых и неогеновых пресноводных моллюсков Прибайкалья и юга советского Дальнего Востока // Стратиграфия и палеонтология мезозойских и кайнозойских отложений Восточной Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1964. Т. 14. С. 151–265.
10. Развожаева Е.П. Строение Переяславского грабена – самой крупной структуры Среднеамурского осадочного бассейна, по данным сейсморазведки и бурения // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии: IV Косыгинские чтения, 21–23 января 2003. г. Хабаровск / Ред. Н.П. Романовский. Хабаровск: ИТиГ им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, 2003. С. 108–120.
11. Развожаева Е.П., Меркулова Т.В. Строение Бирюфельдского и Дитурского рифтогенных грабенов (Среднеамурский осадочный бассейн) по электро- и сейсморазведочным данным // Тектоника, глубинное строение и минерализация Востока Азии: V Косыгинские чтения, 24–27 января 2006, г. Хабаровск / Ред. С.М. Родионов. Хабаровск: ИТиГ им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, 2006. С. 251–255.
12. Решения Четвертого межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Восточного Забайкалья, 1990. Хабаровск, 1994. 123 с.
13. Седых А.К. Основные этапы формирования угленосных формаций в депрессионных провалах зон разломов // Отеч. геология. 1993. № 2. С. 10–14.
14. Сейсмическая стратиграфия / Ред. Ч. Пейтон. Ч. 1. М.: Мир, 1982. 375 с.
15. Структуры и нефтегазоносность западной части Среднеамурской впадины / Врублевский А.А., Ахмадулин В.А., Бурык В.А. и др. Владивосток: ДВО РАН ИКАРП, 1999. 86 с.
16. Стэнли К.О., Линдман В.Л. О тектонической эволюции северо-восточной Азии // Проблемы тектоники, минеральные и энергетические ресурсы северо-западной Пацифики. Хабаровск, 1992. С. 176–192.
17. Тимошенко Э.Ф. Комплексование геолого-геофизических методов при локальном прогнозе сложных нефтеперспективных объектов // Геофизика. 2003. Спец. вып. ОАО «Газнефтегеофизика». С. 13–14.
18. Условия древнего осадконакопления и их распознавание / Ред. Дж. Ригби, У. Хемблин, М.: Мир, 1974. 328 с.
19. Юань Биньхэн, Линь Лян, Лю Цюшэн. Модели сейсмических фаций аллювиальных и озерных отложений (котловин) восточной части Китая. 1985 // Пер. с кит. яз. Хабаровск: Торгово-промышл. палата СССР. Хаб. отд-ние, 1986. 24 с.
20. Frostick L. E., Steel R. J. Sedimentation in divergent plate-margin basin // Tectonic Controls and Signatures in Sedimentary Successions, Spec. Pubs N. 20 Int. Ass. Sediment / Eds L.E. Frostick and R.J. Steel, Blackwell, 1993. P. 111–128.
21. Liu Zhaojin, Dong Qingshui, Wang Simin et al. Introduction to continental sequence stratigraphy & application // Издание Чаньчунского университета, 2002. 80 с. (На кит. яз. 180 с. [180 с.], англ. реф.).
22. Luo Qun, Bai Xinhua, Liu Xiaodong. Fill sequence and its petroleum geology significance in secondary sag in Tangyuan fault-depression // Xinjiang Petroleum Geology. 1998. V.19, N 2. P. 145–148.
23. Kongwei Wang, Chen Shoutian, Lui Ligang // Characteristics of transmission fault belt and its petroleum geological significance in the Tertiary basin of East part of Heilongjiang province // Petroleum Geology & Oil Field Development in Daging. 1998. V. 17. N. 4, P. 1–3.

T.V. Merkulova, Ye.P. Razvozhaeva

Application of geophysical methods for prediction of sedimentary facies in the Cenozoic grabens of the Middle Amur sedimentary basin

The overwhelming majority of the grabens of the Middle Amur sedimentary basin (MASB) are similar in their structural characteristics typical for continental rift structures. Using models of sedimentary infilling in the well-studied rift basins, a seismofacial analysis of the grabens of MASB has been performed. Seismic facies typical for asymmetrical basins were determined, specifically on the steep slope, facies of fans; and on the gentle slope, facies of coastal shoal, alluvial plains, and deltaic fans. Seismic facies of a deep lake claimed to be potential for oil and gas source rocks were recognized. Correlation of seismic data and drilling material adds support to the correctness of the conclusions and shows that the drilled boreholes exposed deep-water lacustrine deposits of small thickness. Using VES a low-resistivity horizon which is most prospective for detection of lacustrine deposits was established in the sedimentary cover of the southwestern and eastern parts of MASB. The lowest values of specific resistance of the low-resistivity horizon (7–8 Ohm·m) are reported from the southeastern part of the basin in the 51-OK borehole area where a borehole partially exposed a rather thick silt-clay unit.

Key words: continental rift, seismic facies, seismofacial analysis, VES, geoelectric horizon, Middle Amur sedimentary basin.