

УДК 553.98

**В.В. Харахинов, Д.А. Астафьев, М.А. Калита,
О.А. Корчагин, В.А. Игнатова, Л.А. Наумова**

Возможности открытия новых месторождений углеводородов на шельфах Сахалина и Западной Камчатки

Шельфы Сахалина и Западной Камчатки являются наиболее перспективными областями Охотоморского нефтегазоносного бассейна (НГБ), где по ряду главнейших критериев вероятно продолжение открытия крупных (75–500 млрд м³ газа; 60–300 млн т нефти) и даже уникальных (более 500 млрд м³ газа) по запасам углеводородов (УВ) месторождений. В частности, на шельфе Сахалина, где из 13 известных на данный момент месторождений УВ открыто 1 уникальное (Южно-Кириновское) и 6 крупных (Лунское, Чайво, Пильгун-Астосское, Одопту-море, Аркутун-Дагинское, Кириновское), как и прогнозировалось ранее, существуют предпосылки новых открытий [1–3 и др.] как в северном направлении в пределах наиболее крупных структур – Восточно-Одоптинской и Айяшской (одноименные лицензионные блоки), так и в южном направлении в пределах западного борта Пограничного прогиба (лицензионный участок (ЛУ) «Сахалин-6»). Причем прогнозируемые УВ-месторождения указанных рангов крупности, как и ранее открытые, будут приурочены к меж- и внутририфтовым, межразломным и приразломным структурам в ореолах распространения пластов-коллекторов и флюидоупоров в прибрежных зонах шельфа, палеоделты и конусов выноса обломочного материала [1, 4 и др.]. Следует также отметить, что в связи с установлением нефтяной подушки в залежи на Южно-Кириновском месторождении темпы отбора газа будут ограничены. Поэтому при существующей потребности увеличения добычи газа для заводов по производству сжиженного природного газа (СПГ) явно назрела необходимость интенсифицировать поисково-разведочные работы (ПРР) и увеличить количество ЛУ для поиска новых газовых и газоконденсатных месторождений.

В этой связи параллельно с продолжением ПРР на Южно-Кириновском месторождении с газоконденсатнонефтяной залежью в пластах дагинского горизонта и на подтвердившихся структурах Кириновского блока – Южно-Лунской, а также на Восточно-Одоптинском и Айяшском ЛУ реальным представляется выход в пределы ЛУ «Сахалин-6» и продолжение ПРР на Западно-Камчатском шельфе, включая участок «Корякия-1». Первоочередной задачей на шельфе Сахалина является доразведка газоконденсатнонефтяной залежи в отложениях дагинского горизонта Южно-Кириновского месторождения. В ближайшие годы здесь необходимы также оценка и разведка прогнозируемых достаточно крупных залежей УВ в отложениях палеогена, в верхнемеловых породах акустического фундамента на восточном куполе Южно-Кириновской структуры, а также на Мынгинском мегавале в пределах центрального и восточного куполов. Не исключено наличие газоконденсатных или газоконденсатно-нефтяных залежей и в отложениях дагинского горизонта на восточных куполах Южно-Кириновского и Мынгинского месторождений, где возможно зональное или очаговое развитие коллектора порового и трещинно-порового типа.

Структурный план поверхности акустического фундамента в пределах Южно-Кириновской и Мынгинской структур представлен на рис. 1. На рис. 2 приведены геологические профили (расположение линий профилей см. на рис. 1), проходящие через прогнозируемые залежи. Прогноз развития коллекторов в палеогене выполнен по результатам анализа пластовых скоростей и атрибутов сейсмической записи. Залежи в

Ключевые слова:

шельф,
Охотское море,
месторождения,
нефть,
газ.

Keywords:

sea shelf,
the Sea of Okhotsk,
hydrocarbons' fields,
oil,
gas.

отложениях палеогена будут пластовыми, сводовыми. В трещинных коллекторах мезозойского акустического фундамента возможны массивные залежи, гидродинамически связанные с залежами в отложениях палеогена. Все контакты залежей с пластовой водой определены на абсолютной отметке в районе минус 3800 м,

так как они связаны с положением критической седловины, расположенной к северо-востоку от восточного купола Южно-Киринской структуры. Положение подошвы верхнепалеогенового флюидоупора на участке критической седловины восточного купола Южно-Киринской структуры контролирует уровень контакта

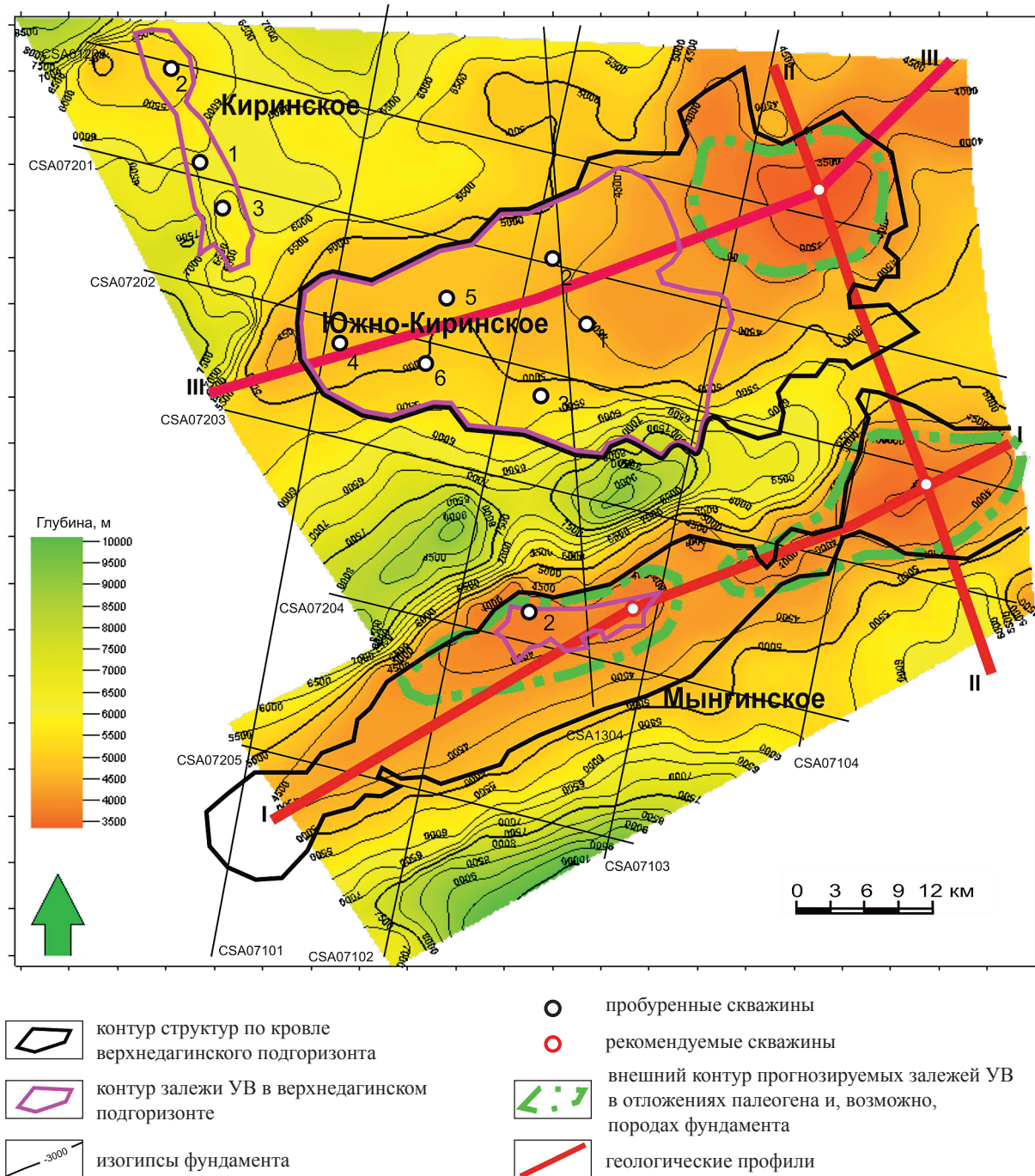


Рис. 1. Структурная карта поверхности акустического фундамента и расположение линий геологических профилей через прогнозируемые залежи УВ в отложениях палеогена и, возможно, фундамента в пределах Южно-Киринской и Мынгинской структур (здесь и далее для подготовки рисунков использовались материалы ОАО «Дальморнефтегеофизика»)

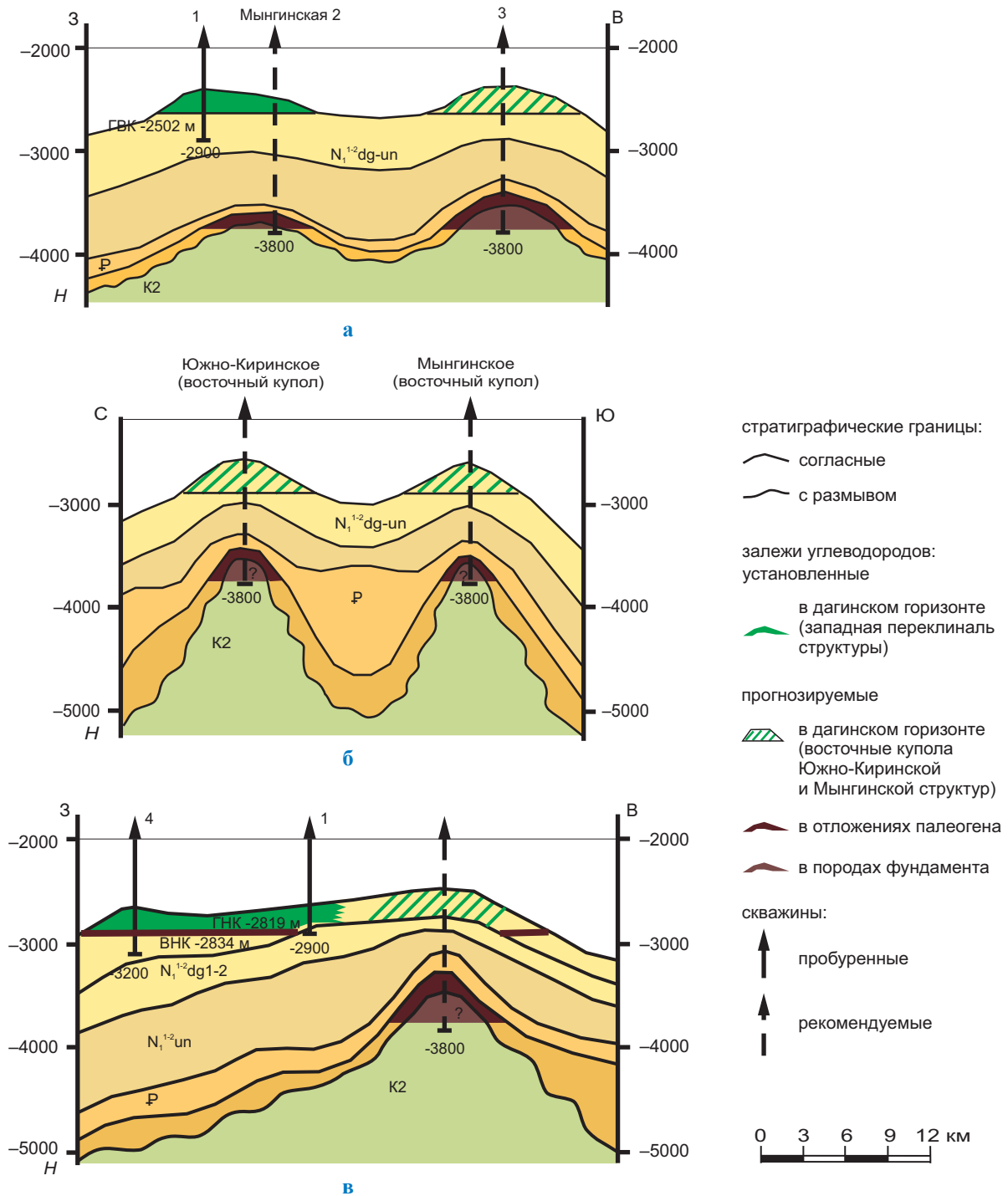


Рис. 2. Геологические профили через прогнозируемые залежи УВ в отложениях палеогена и, возможно, фундамента в пределах Южно-Кириновской и Мынгинской структур:
 а – продольный профиль по линии I–I через Мынгинский мегавал; б – поперечный профиль по линии II–II через восточные купола Южно-Кириновского и Мынгинского месторождений; в – продольный профиль по линии III–III через критическую седловину поднятия Южно-Кириновского месторождения, контролирующую уровни контакта залежей с пластовой водой (*H* – глубина ниже уровня моря, м; ВНК – водонефтяной контакт; ГВК – газоводяной контакт; ГНК – газонефтяной контакт; здесь и далее в рисунках использованы индексы согласно Общей (2012 г.) и региональным стратиграфическим шкалам [5, 6], в том числе: К2 – породы верхнемеловых возрастов, N_2pm – помырский горизонт, N_2nt_1 – нижненутовский подгоризонт, N_2nt_2 – верхненутовский подгоризонт, N_1ok – окобыкайский горизонт, $P_3 - N_1^1$ — олигоцен-нижнемиоценовые отложения и др.)

залежей с пластовой водой. Таким образом, на Южно-Кириной и Мынгиной структурах прогнозируемые залежи УВ (вероятно, газоконденсатнонефтяные) в дагинском горизонте неогена, палеогеновых отложениях и, возможно, в породах акустического фундамента образуют единую уникальную по запасам зону газонефтегазонакопления.

К настоящему времени практически подготовлены к началу поисково-разведочного бурения также крупные структуры в пределах Восточно-Одоптинской и Айяшской зон газонефтегазонакопления (рис. 3–6). На наиболее крупных Восточно-Одоптинской и Лозинской структурах залежи УВ пластово-сводового типа с тектоническими осложнениями, нефтегазоконденсатные и газоконденсатные с нефтяными оторочками ожидаются в верхней части дагинских отложений [3, 5]. Кроме того, в пределах Восточно-Одоптинской и Лозинской структур не исключено наличие массивно-пластовых резервуаров с трещинно-поровым типом коллектора, возможно, содержащих залежи УВ в нижней части уйнинско-дагинского разреза. УВ залегают на глубинах 500–2500 м при нарастании амплитуды ловушек сверху вниз от 200 до 650 м.

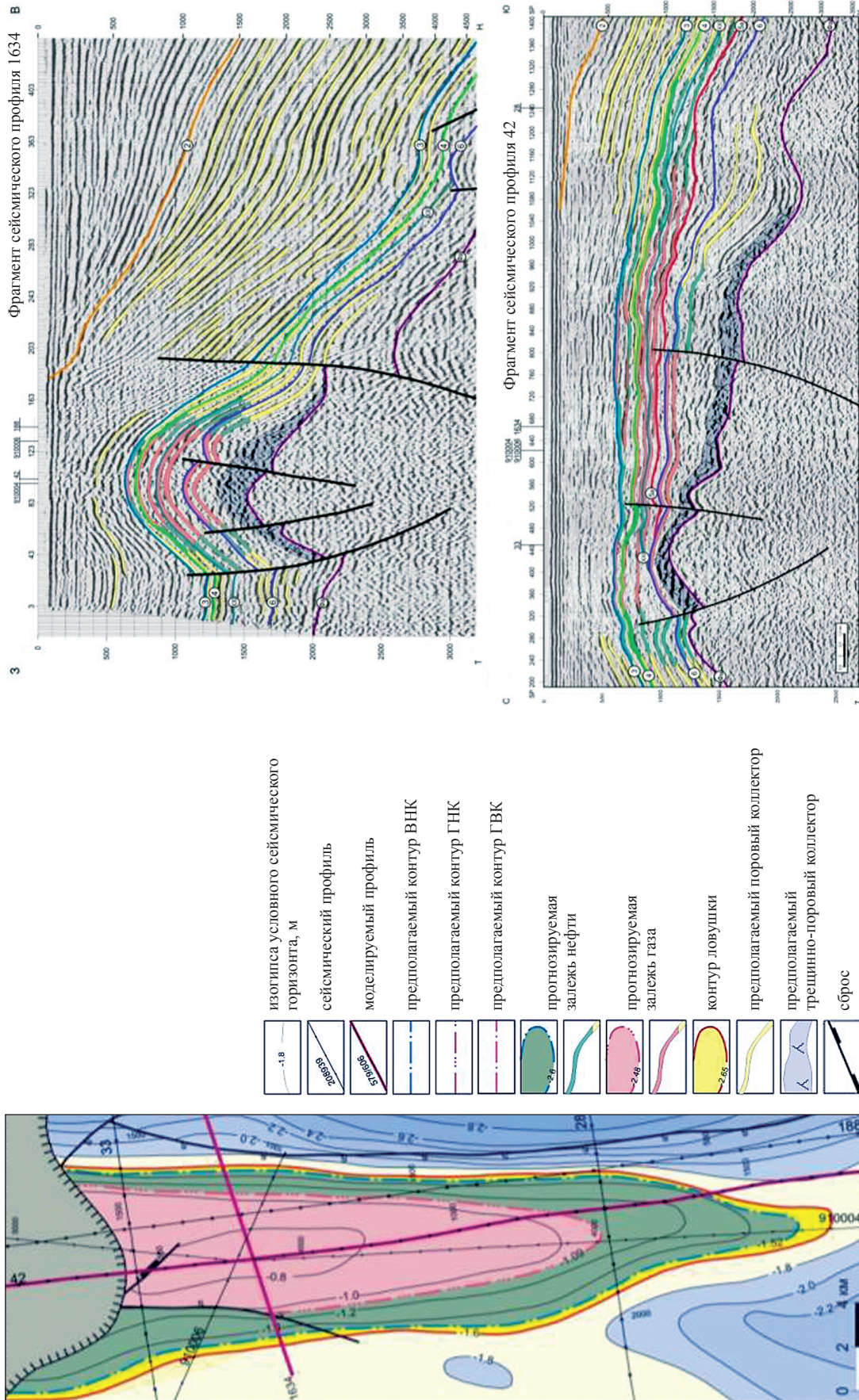
В пределах Айяшского лицензионного участка на наиболее крупных структурах – Айяшской, Западно-Айяшской и Баутинской (рис. 7, 8) – основные перспективы нефтегазонакопления связываются с уйнинско-дагинским и окобыкайско-нижненутовским нефтегазонакопительными комплексами, но продуктивными могут являться в нижней части осадочного чехла также мачигарско-даехуриинский, а в верхней – верхненутовский комплексы [5]. Глубины залегания залежей УВ составляют 1075–3500 м при нарастании амплитуды ловушек сверху вниз от 75 до 550 м.

Зоны нефтегазонакопления Пограничного прогиба, в наземной части которого открыто Окружное месторождение нефти, рассматриваются в разряде перспективных I категории. Залежи нефти на месторождении сосредоточены в коллекторах трещинного и трещинно-межглобулярного типа, развитых в олигоценовых отложениях пиленгской свиты и нижнемiocеновых отложениях борской свиты. К числу факторов, позволяющих высоко оценить перспективы Пограничного бассейна, относятся: значительная (до 9 км) мощность эоцено-четвертичных отложений; присутствие в разрезе сингенетично нефтеносных кремнистых

и диатомовых олигоцен-миоценовых пиленгских и борских отложений; терригенный состав эоценовых люкаминских и меловых отложений, благоприятных для аккумуляции залежей; наличие очагов с высокой плотностью эмиграции УВ. Здесь перспективны отложения дагинского, борского и пиленгского комплексов, в которых, по аналогии с Окружным месторождением, возможны резервуары массивного типа с трещинно-межглобулярными коллекторами, а также отложения мутновско-герешкинского, люкаминского и палеоцен-эоценового комплексов, где предполагаются пластовые залежи с коллектором порового типа.

Первоочередной для ПРР может являться Керосинная структура, где возможны залежи УВ в сводовых и тектонически экранированных ловушках, приуроченных к южной периклинали и восточному крылу структуры (рис. 9). Южно-Рымникская группа ловушек (рис. 10) приурочена к двум блокам южной периклинали Рымникской структуры. Согласно результатам сейсмоскоростного и сейсмофациального анализа, в направлении к берегу наблюдается опесчанивание разреза в интервале от мутновского до дагинского комплексов. Комплекс образует систему пластовых потенциально газоносных резервуаров. Варваринская зона возможного нефтегазонакопления, расположенная южнее Шатуно-Хузинской, объединяет Варваринскую, Нерпичью и Богатинскую ловушки. Нерпичья структурная ловушка (см. рис. 9) осложнена по люкаминскому комплексу тремя куполами. В разрезе ловушки выделяются три перспективных комплекса: мутновский, люкаминский и палеоцен-эоценовый.

Бурение поисковой скважины № 1 на Борисовской структуре, законченное на глубине 1811 м и ориентированное на обнаружение коллекторов трещинного типа в отложениях пиленгской свиты, не привело к открытию залежей, что обусловлено неподтверждением структурных условий в связи с недостоверным картированием. Несмотря на неудовлетворительные результаты бурения на Борисовской структуре, в пределах антиклинальной зоны возможны гранулярные коллекторы в разрезах борской и люкаминской свит и верхнемеловых отложениях. Таким образом, анализ имеющейся геолого-геофизической информации по строению нефтегазонакопительных и перспективно нефтегазонакопительных комплексов Пограничного прогиба (участки «Пограничный» и «Сахалин-6»)



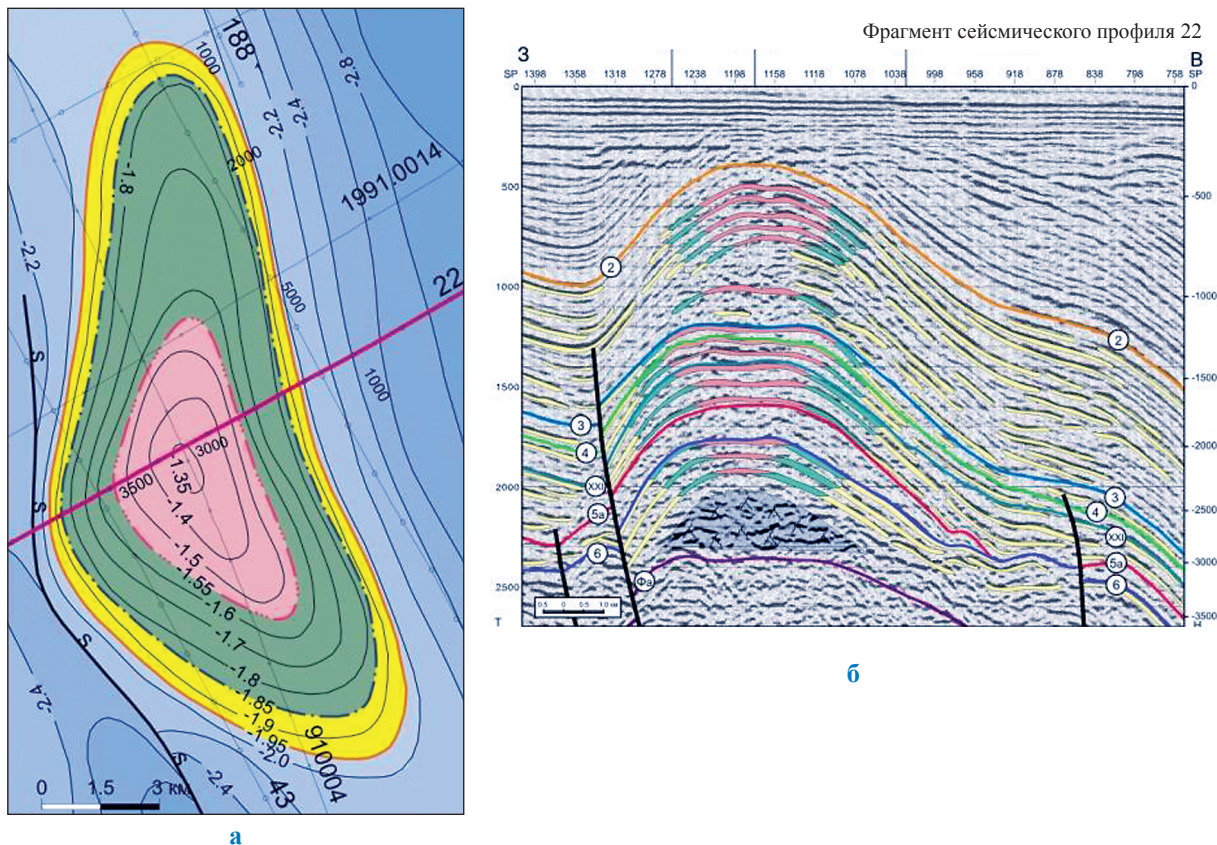


Рис. 4. Прогнозная модель распределения залежей (а) и модель ловушки по уровню XXI пласта нижненутовского подгоризонта (б) Лозинского месторождения УВ: усл. обознач. см. на рис. 3

показывает, что нефтегазовый потенциал бассейна очень высок. Но сложная грабен-горстовая структура составляющих его структурных элементов различного ранга потребует высокоразрешающих технологий картирования и прогноза нефтегазоносности.

В пределах Западно-Камчатского шельфа поисковое бурение проведено на Западно-Сухановской и Первоочередной структурах. В Западно-Сухановской скважине во вскрытом кайнозойском разрезе до глубины 3025 м не было обнаружено гранулярных коллекторов. На Первоочередной структуре, расположенной в южной части Западно-Камчатского суббассейна, возможно продуктивные горизонты прогнозируются в какертской, вывентекской и снатольской свитах (рис. 11, 12).

На суше промышленная газоконденсатонность связана с эрмановской и этолонской свитами верхнего миоцена на Кшукском месторождении, утхолокской свитой нижнего миоцена на Среднекунжикском, Нижнеквакчинском, Северо-Колпаковском и Кшукском месторожде-

ниях и снатольской свитой среднего эоцена на Среднекунжикском месторождении [6]. Залежи газа и газоконденсата приурочены к ловушкам антиклинального типа, осложненным тектоническими нарушениями.

На шельфе первоочередными для освоения объектами являются Крутогоровская и Калаваямская зоны нефтегазонакопления, обладающие наибольшими объемами локализованных ресурсов. Изучение их нефтегазового потенциала целесообразно начать с бурения поисковых скважин на Центрально-Крутогоровской структуре, где продуктивными могут оказаться отложения эрмановской, какертской, ильинской и утхолокской свит. В разрезе осадочного чехла присутствуют осадочные и вулканогенно-осадочные породы в возрасте от верхов нижнего мела до антропогена, разделенные несогласиями на 7 структурно-стратиграфических комплексов. Здесь имеются благоприятные условия для генерации УВ (стадия мезокатагенеза МК2-3 для свит верхнего мела, МК1 – для эоцено-олигоценых пород) даже в береговой зоне.

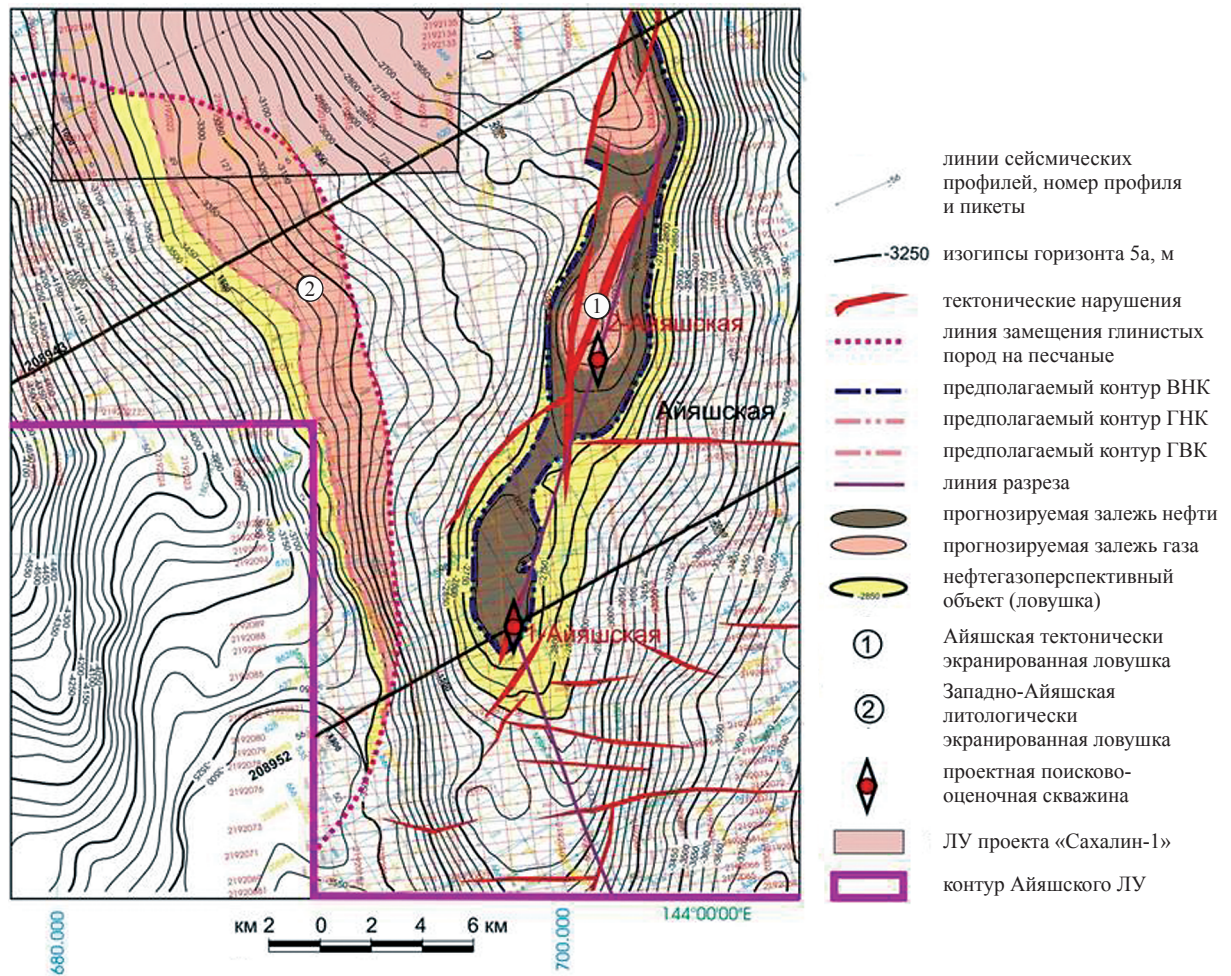


Рис. 5. Айяшское и Западно-Айяшское месторождения УВ. Прогнозируемые залежи в отложениях дагинского горизонта

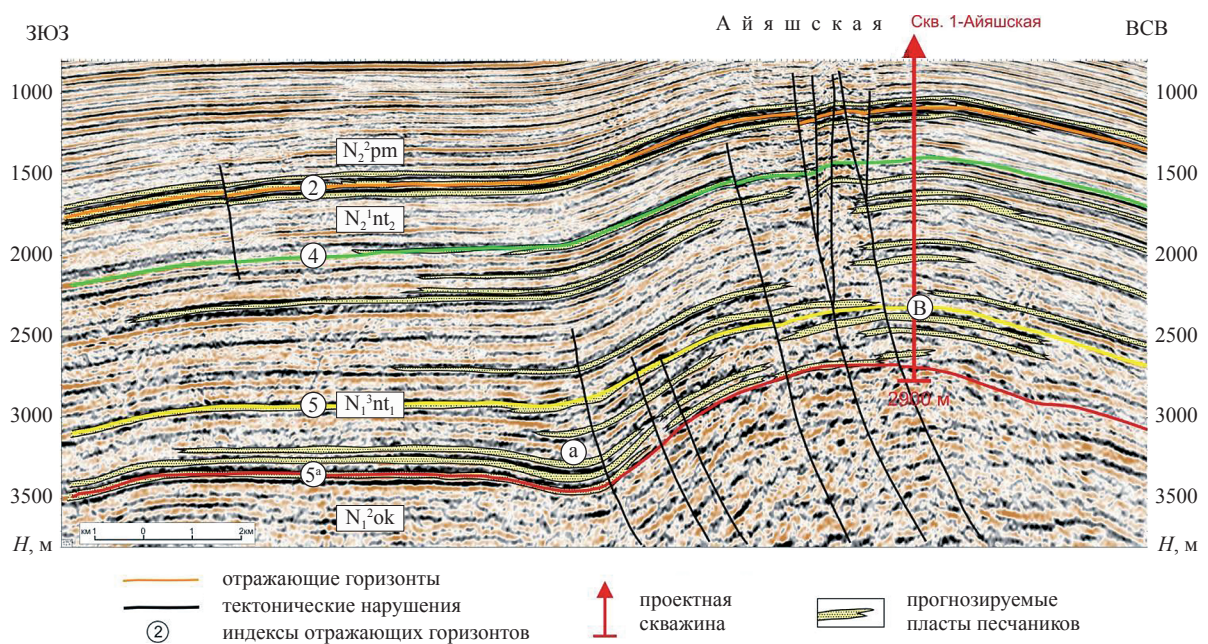


Рис. 6. Фрагмент временного разреза через Айяшскую структуру

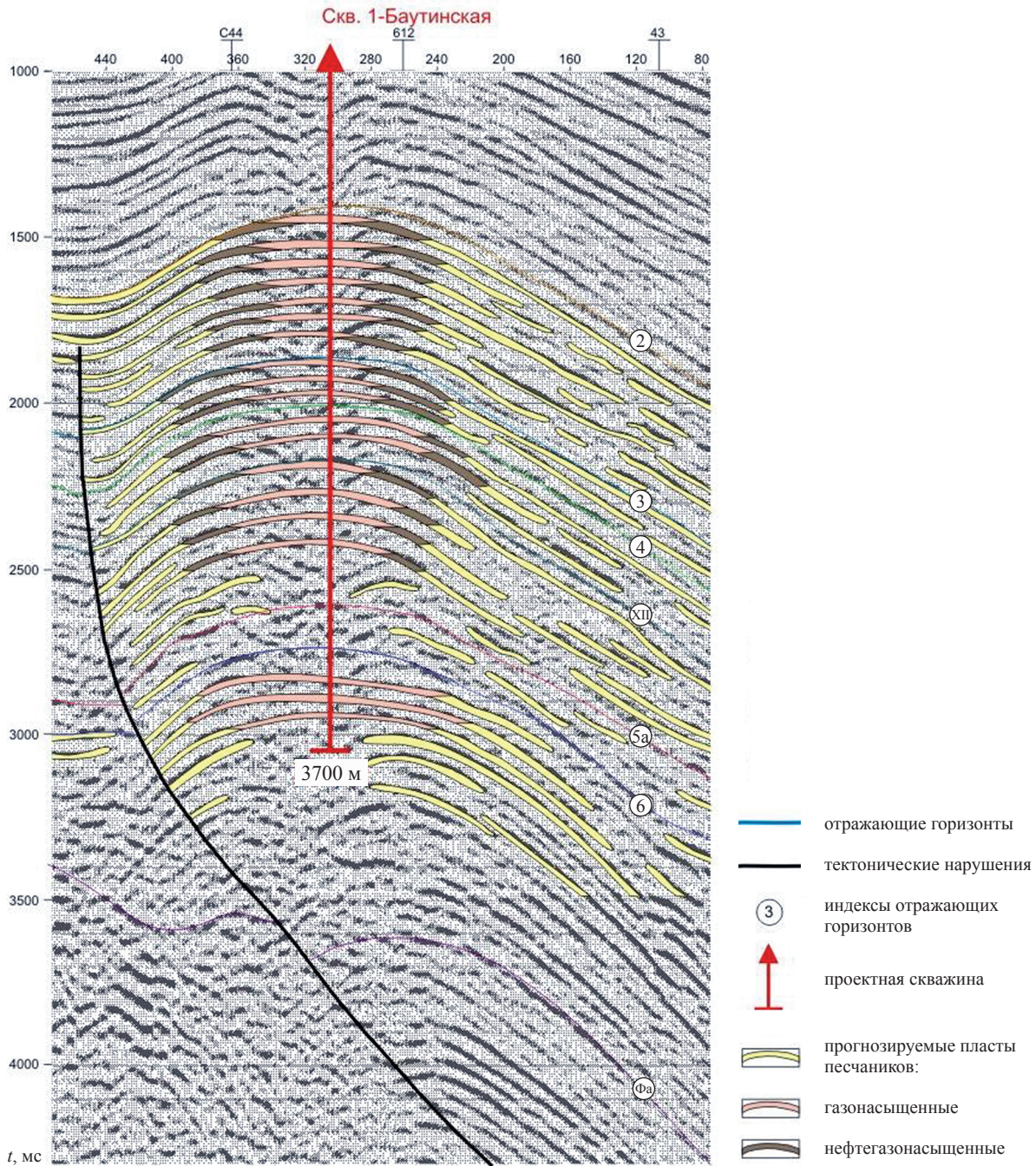


Рис. 7. Фрагмент временного разреза по профилю 006 через Баутинскую структуру

На Шелиховско-Западно-Камчатскую и Гольгинскую части акватории этого суббассейна приходится 4,75 млрд т н.э. Здесь выявлено более 40 антиклинальных структур, наиболее перспективными из которых являются Крутогоровская, Калаваямская и Восточно-Сухановская с суммарными локализованными ресурсами около 800 млн т н.э. В других зонах нефтегазонакопления северной части Западно-

Камчатского шельфа – Пенсепельской, Тигильской и Подкагерной – ресурсы УВ прогнозируются в объеме около 500 млн т н.э.

Конкретно для рассматриваемого региона наиболее благоприятные условия для формирования крупных зон нефтегазонакопления должны существовать в пределах Утхолокско-Колпаковского поднятия, простирающегося с севера на юг вдоль прибрежной зоны

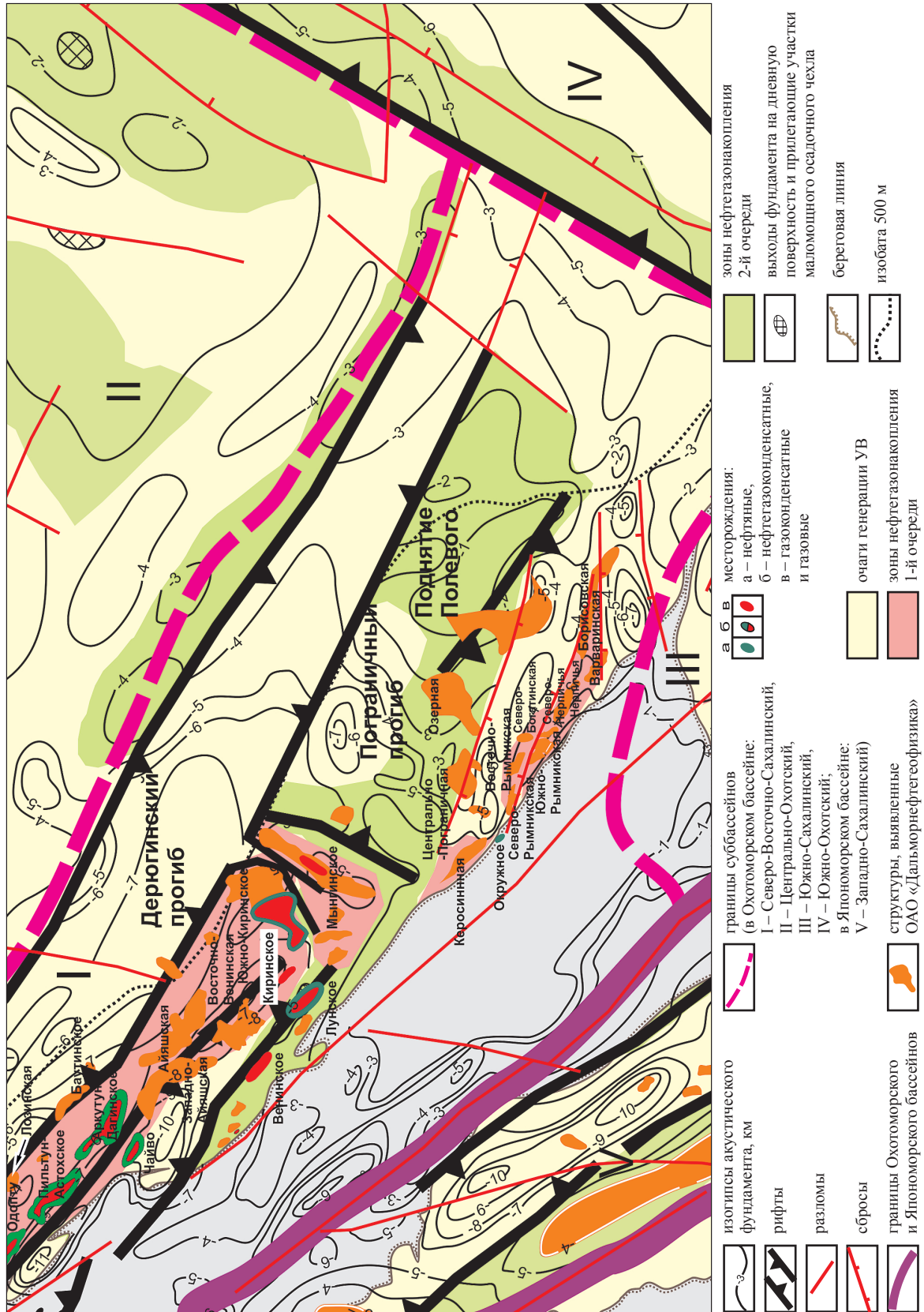


Рис. 8. Схема основных структурных элементов транзитной зоны Пограничного бассейна

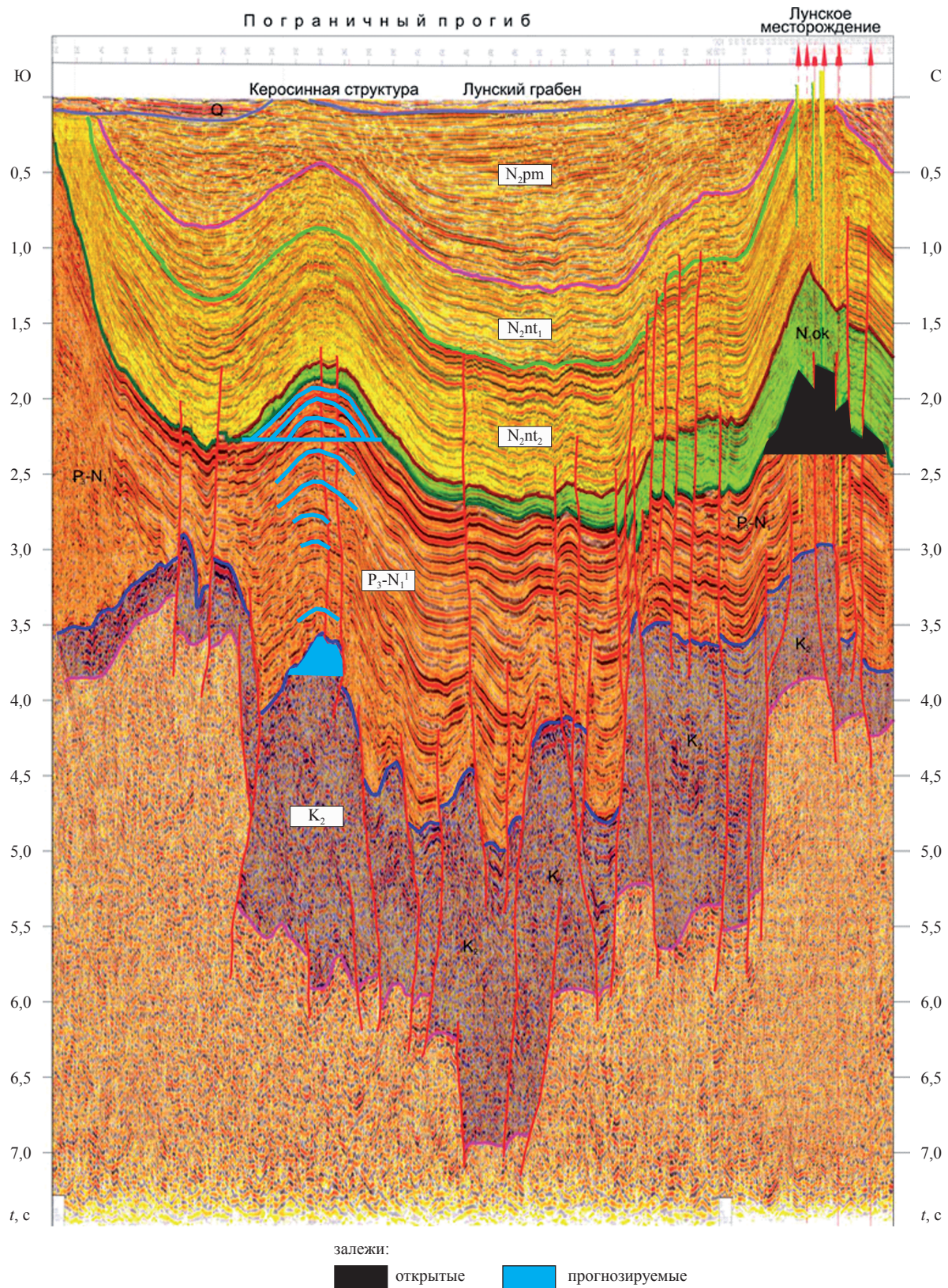


Рис. 9. Сейсмогеологическая характеристика осадочных комплексов по вдольбереговому профилю через структуры Керосинную и Лунскую

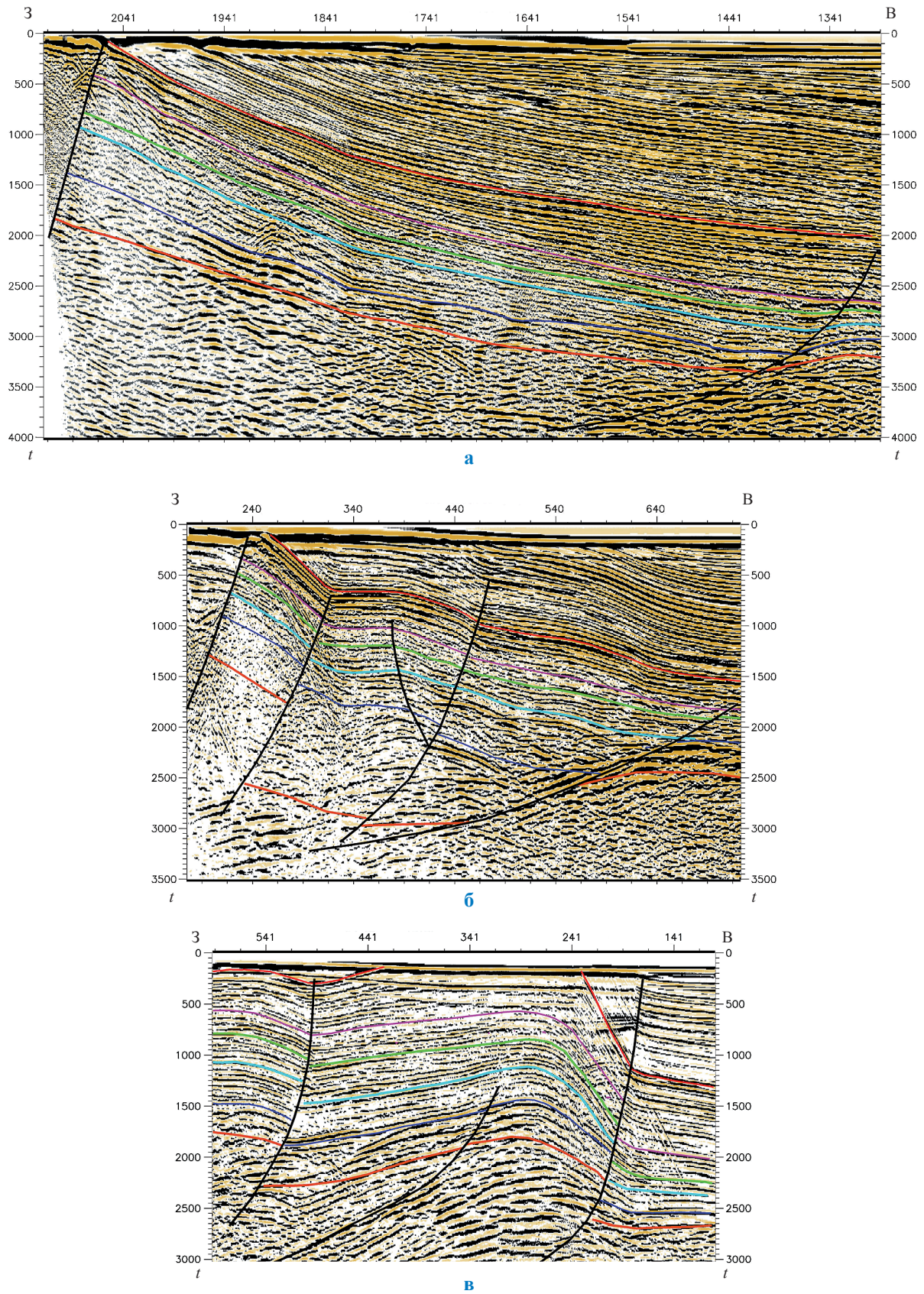


Рис. 10. Пограничный бассейн:
 а – Керосинная комбинированная ловушка, профиль 1992167;
 б – Южно-Рымникская группа тектонически экранированных ловушек, профиль 1992143;
 в – Нерпичья структурная ловушка, профиль 1992127

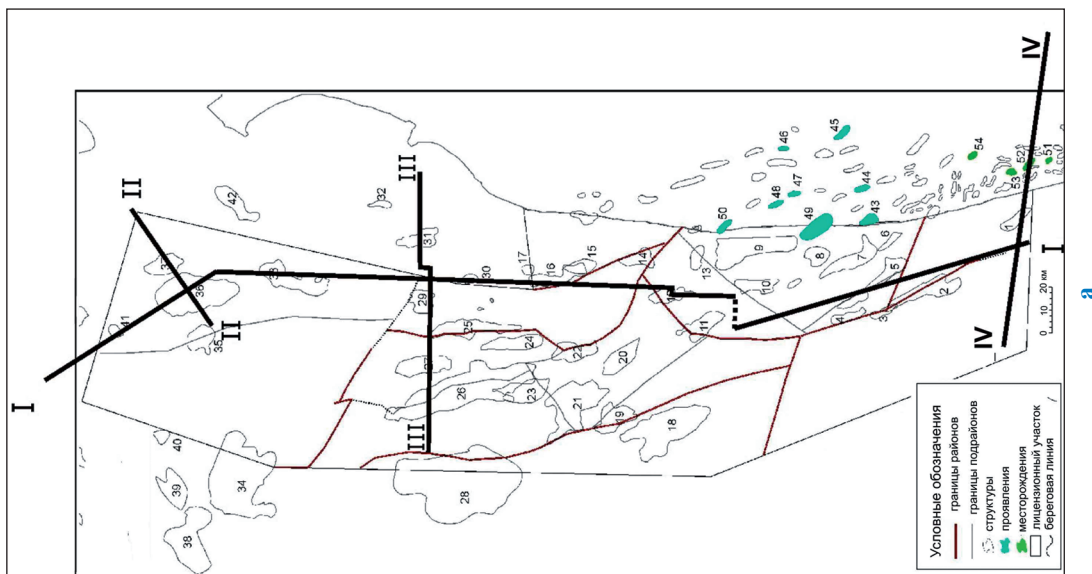
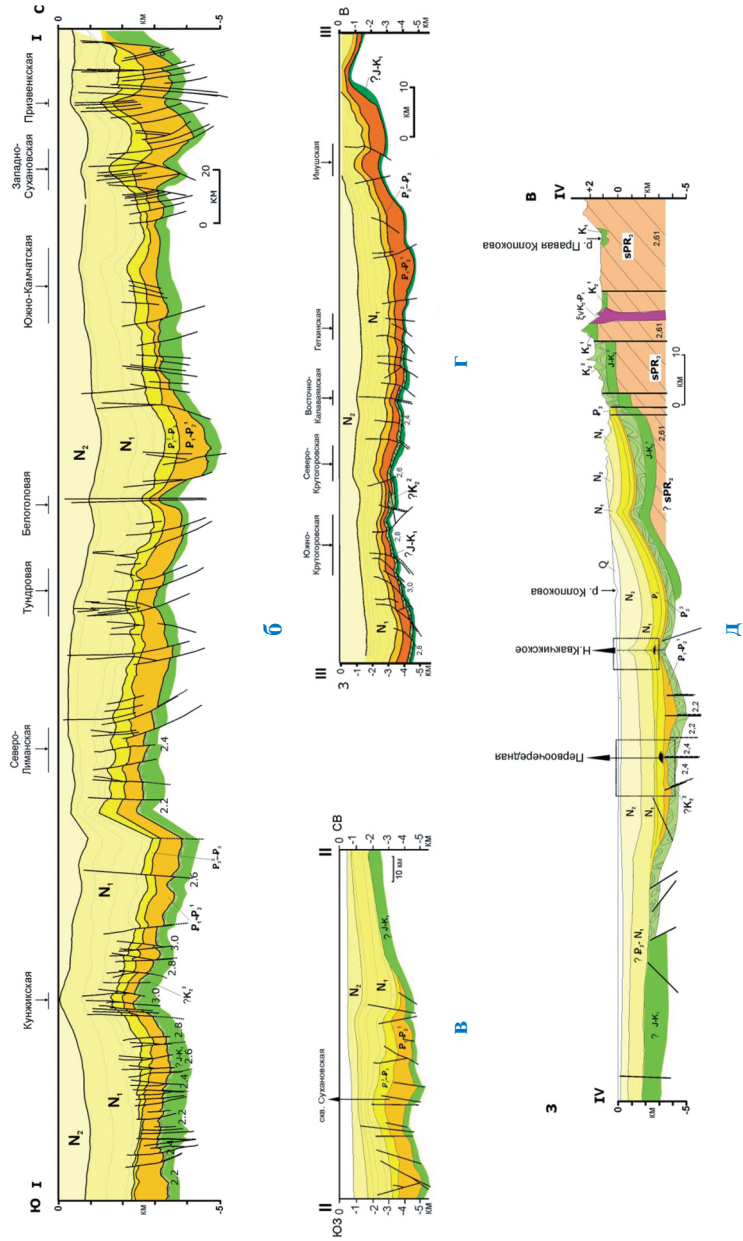


Рис. 11. Схематические профильные разрезы через главные газонеперспективные структуры Западно-Камчатского ЛУ:
 а – схема расположения профилей; б – разрез вдоль центральной части ЛУ по линии I–I; в – разрез на севере ЛУ по линии II–II;
 г – разрез в центральной части ЛУ по линии III–III; д – разрез на юге ЛУ по линии IV–IV



--- границы раздела блоков
 --- границы подрайонов
 --- структуры
 --- провалы
 --- месторождения
 --- лицензионный участок
 --- береговая линия

— границы раздела блоков
 — фундамент с различными плотностями
 — цифрами показаны значения плотностей фундамента

■ залежи углеводородов

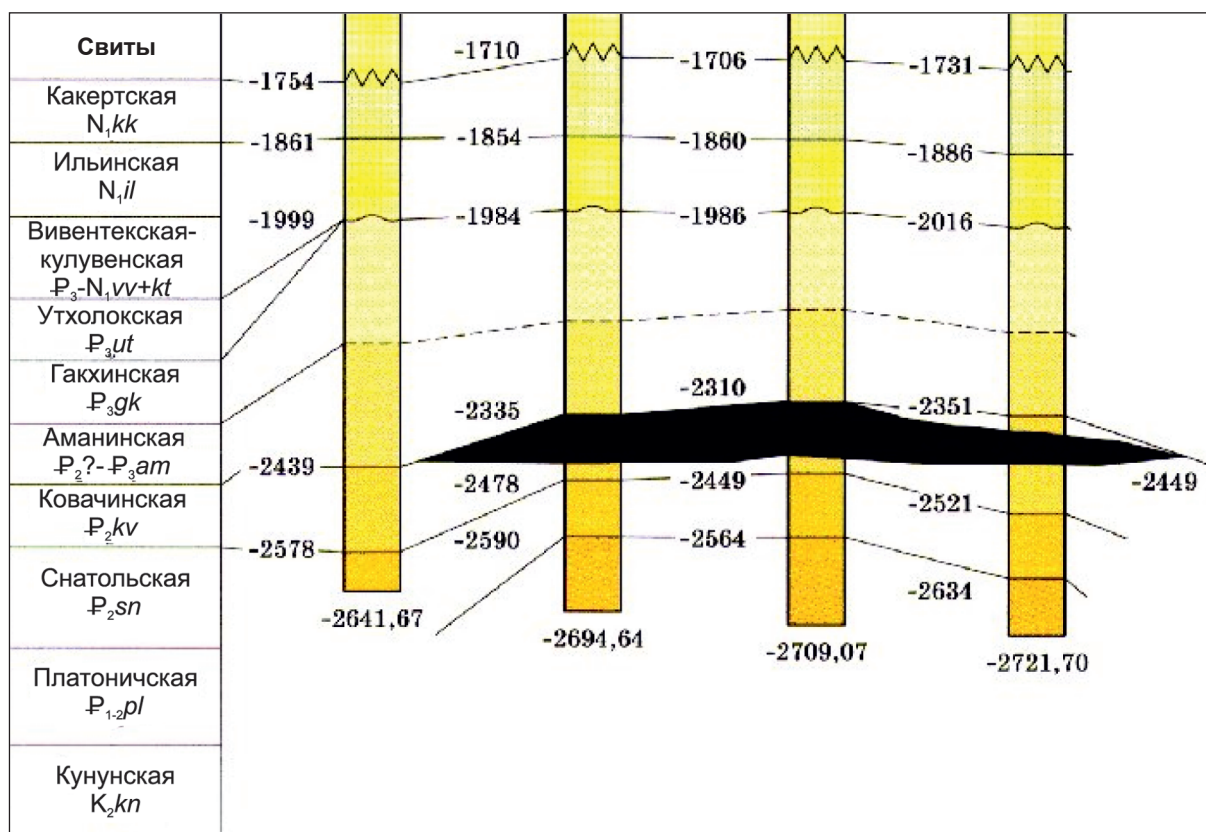


Рис. 12. Схема строения Нижне-Квакчикского месторождения по скважинам 1, 3, 4, 5 (слева направо) с газоконденсатной залежью в ковачинской свите, м: пунктир – границы раздела блоков фундамента с различными плотностями; черная плашка – залежь УВ

мелководного шельфа на расстояние около 500 км при ширине 10–50 км. Этот гигантский, по существу, мегавал осложнен сдвиговыми и продольными разломами и флексурами, а также многочисленными межразломными блоками с глубинами залегания фундамента 2–4 км [1]. Практически по всему периметру мегавал окружен мощными очагами генерации УВ, прежде всего Западно-Камчатского рифта (прогиба), а на востоке – системой рифтовых впадин вдоль западного побережья Камчатки [4, 6].

Для Западно-Камчатского шельфа реально развитие пластов-коллекторов в ближайших окрестностях береговой линии. Это продолжение гряд структур от Колпаковской зоны на север в Ичинско-Утхолокско-Пенсипельскую зону поднятий. Внутри Западно-Камчатского прогиба и Тинровской впадины крупные зоны нефтегазонакопления будут связаны с внутририфтовыми гипсометрически приподнятыми блоками, которые в осадочном чехле выражены в виде обособленных поднятий типа Крутогоровского и Калавоямского, но глубина зале-

гания продуктивных горизонтов здесь составляет от 2000 до 4000 м и более.

В северной части Западно-Камчатского шельфа перспективным направлением ПРР является участок, расположенный в акватории Шелиховского залива и Пенжинской губы. Основными тектоническими элементами здесь являются: на севере в Пенжинской губе – Поворотная впадина рифтогенной природы с глубинами залегания фундамента 2–5 км, на юге – Шелиховский прогиб также рифтогенной природы с глубинами 3–7 км по поверхности фундамента. Восточный борт (уступ) Шелиховского прогиба граничит с субмеридионально ориентированным Омгонским поднятием, в восточном направлении граничащим с Воямпольским прогибом глубиной до 5 км также рифтогенной природы, распространяющимся даже на Западно-Камчатское побережье. Западный борт Шелиховского прогиба граничит с протяженным (около 150 км) и достаточно амплитудным (1–2 км) Тайгоносским поднятием шириной до 25 км. К настоящему времени

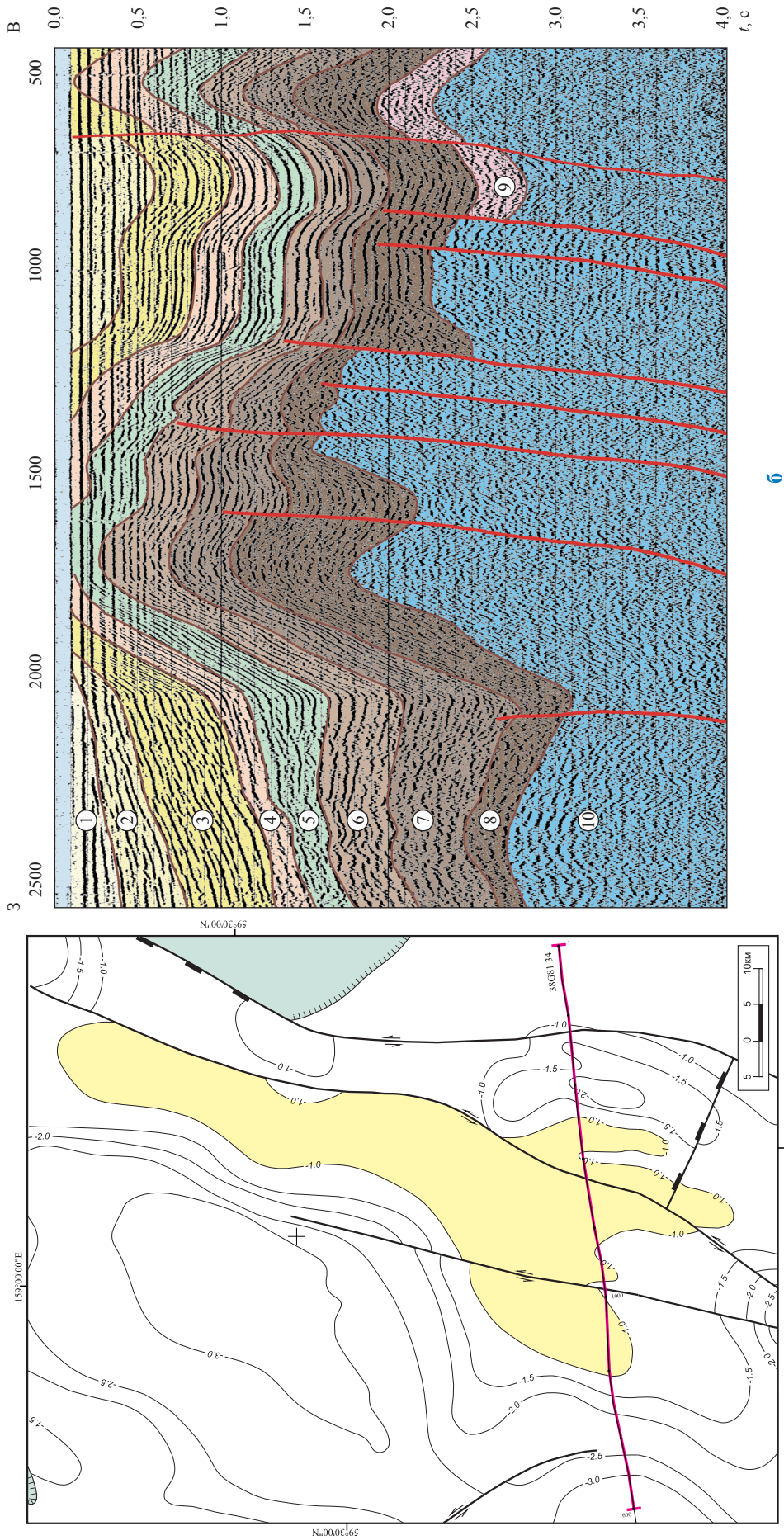


Рис. 13. Пензельская группа структурных ловушек: структурная карта поверхности палеоген-нижнеолигоценовых отложений (а) и сейсмический разрез по профилю 39G81 (б)

здесь выявлены крупные газонефтеперспективные структуры: Тевинская, Тайгоноская, Подкагерная, Емпинская, Пятибратская, Пенсеньельская, Качилинская, Жиловская, Тигильская, Усть-Тигильская.

Наиболее крупная структура Пенсепельская (рис. 13) приурочена к восточному борту Шелиховского прогиба и большей своей частью охватывает Омгонское валообразное поднятие, протягивающееся с севера на юг вдоль прибрежной зоны мелководного шельфа на расстояние около 130 км при ширине 10–50 км. По всему периметру оно окружено мощными очагами генерации УВ, прежде всего Шелиховского рифта (прогиба), а на востоке – системой рифтовых впадин Воямпольского прогиба. Перспективы нефтегазоносности Пенсепельской зоны газонефтегазонакопления связаны прежде всего с отложениями миоценового, олигоценного, эоценового комплексов, в которых предполагается развитие массивно-пластовых и пластовых резер-

вуаров с коллекторами порового типа. Поэтому именно этот элемент должен являться приоритетным для проведения региональных и поисковых работ применительно к нефти и газу, что уже к 2020 г., скорее всего, приведет к открытию месторождений УВ, преимущественно газа, на имеющихся локальных структурах, в частности на Пенсепельской, Качиланской, Жиловской, Тигильской, Кедровой и др.

Следует также отметить, что все структуры шельфа о. Сахалина и Западной Камчатки находятся непосредственно внутри ныне действующих мощных очагов генерации УВ, способных заполнить всю емкость природных резервуаров этих суббассейнов. При наличии коллекторов и флюидоупоров, даже в случае их зонального и локального распространения, здесь создались и поддерживаются исключительно благоприятные условия для формирования крупных и даже уникальных скоплений УВ, о чем свидетельствуют уже сделанные открытия.

Список литературы

1. Астафьев Д.А. Новые представления о глубинном строении осадочных бассейнов и перспективы открытия уникальных и крупных месторождений углеводородов / Д.А. Астафьев // Вести газовой науки: Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России до 2030 г. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – № 5 (16). – С. 15–31.
2. Захаров Е.В. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности шельфа морей России / Е.В. Захаров, В.А. Холодилов, М.Н. Мансуров и др. – М.: Недра, 2011. – 191 с.
3. Харахинов А.В. Новые перспективные направления нефтегазопроисковых работ на шельфе Северного Сахалина / А.В. Харахинов // Геология нефти и газа. – 1999. – № 9–10. – С. 18–25.
4. Астафьев Д.А. Прогноз новых зон нефтегазонакопления и направления поисково-разведочных работ на шельфах Охотского и Берингова морей России / Д.А. Астафьев // Освоение морских нефтегазовых месторождений: состояние, проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2008. – С. 231–248.
5. Харахинов В.В. Нефтегазовая геология Сахалинского региона / В.В. Харахинов. – М.: Научный мир, 2010. – 276 с.
6. Шеин В.С. Геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Дальнего Востока / В.С. Шеин, В.А. Игнатова. – М.: ВНИГНИ, 2007. – 296 с.