



ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКА СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МЕДВЕЖЬЕГО МЕГАВАЛА

**В.В. Черепанов¹, В.С. Парасына¹, А.П. Жуков², В.А. Жемчугова²,
И.А. Некрасов², Я.М. Шпорт²**

¹ОАО "Газпром", 117418, Москва, ул. Новочеремушкинская, 65, Россия

²ООО "Геофизические системы данных", 117198, Москва, Ленинский просп., 113/1, Парк Плейс, офис E-321, Россия, e-mail: info@gds.ru, zem@gds.ru

На примере нескольких месторождений севера Западной Сибири иллюстрируется подход к обновлению перспектив поиска скоплений углеводородов, опирающийся на оптимальное использование результатов сейсмических исследований 3D и скважинной информации.

Мегавал, углеводороды, неоком, пласт, конус выноса, седиментация, тектоника, сейсморазведка

PROSPECTS FOR HYDROCARBON ACCUMULATIONS IN THE LOWER CRETACEOUS SEDIMENTS OF MEDVEJ`YA MEGASWELL

V.V. Cherepanov¹, V.S. Parasyina¹, A.P. Zhukov², V.A. Zhemchugova², I.A. Nekrasov², Ya.M. Shport²

¹"Gazprom" JSC, Novocheremushkinskaya str. 65, Moscow, 117418, Russia

²"Geophysical Data Systems" Ltd., Office E-321, Leninsky prosp., 113/1, Park Place, Moscow, 117198, Russia, e-mail: info@gds.ru, zem@gds.ru

On examples of some oilfields from north of Western Siberia we show an approach to validate prospects for hydrocarbon traps using optimal combination of 3D seismic research and well-logging data.

Megaswell, hydrocarbons, Neocomian, layer, fan, sedimentation, tectonics, seismic exploration

Растущий в мире спрос на углеводородное сырье стимулирует деятельность добывающих организаций по повышению эффективности освоения разведанных и поиску новых запасов нефти, газа и конденсата на объектах, расположенных в сложных природно-климатических условиях Крайнего Севера. Однако отсутствие на большей его части инфраструктуры и транспортной системы делают подобные работы крайне затратными, а часто и экономически невыгодными. Иная ситуация с месторождениями, находящимися в районах с развитой инфраструктурой и в первую очередь вблизи крупных газопроводов. Один из таких районов – центральная часть Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), где эксплуатируются крупнейшие в мире месторождения, к числу которых относится и Медвежье, открытое в конце 60-х годов прошлого века.

Месторождение Медвежье занимает значительную часть одноименного мегавала и включает несколько локальных структур, объединенных флюидным контактом сеноманской залежи. Это уникальный исторический и нефтегазогеологический объект, поскольку, с одной стороны, представляет собой первое введенное в эксплуатацию в Западной Сибири месторождение-гигант, а с другой – характеризуется чрезвычайным разнообразием проявлений геологических процессов, обеспечивших современное распределение продуктивности недр.

Сеноманская залежь, запасы которой оценивались более чем в 2 трлн м³, была введена в разработку еще в 1972 г. и в настоящее время характеризуется

прогрессирующим снижением темпов добычи газа в условиях падения пластового давления. Это обстоятельство определило необходимость поиска как на самом месторождении, так и в ближайшем окружении неразведанных газоносных объектов, способных восполнить выработанные запасы. В результате поискового бурения, планомерно осуществляемого ОАО "Газпром добыча Надым" с 2005 по 2010 г., было открыто свыше 20 залежей в неокомских отложениях. Эти открытия далеко не исчерпали нефтегазоносный потенциал рассматриваемой территории, обладающей значительной ресурсной базой, превышающей 600 млн т у.т. Для освоения выявленных ресурсов в последние годы на Медвежьем месторождении были выполнены трехмерные сейсморазведочные работы. Полевые работы проводились в течение трех полевых сезонов (с 2008 по 2010 г.) на площади более 1300 км² как с использованием технологий "Вибросейс", так и взрывным способом. Обработка и интерпретация сейсмических материалов осуществлялись коллективом ООО "Геофизические системы данных".

Одна из основных задач, решаемых на стадии обработки сейсмического материала, – это получение суммарных временных разрезов высокого разрешения как в вертикальном, так и в латеральном направлениях. Результат был достигнут благодаря применению новых технологий в обработке сейсмических данных, основанных на выявлении и коррекции длиннопериодных аномалий статических сдвигов, обусловленных сложным строением многолетнемерзлых пород в верхней части разреза (ВЧР).

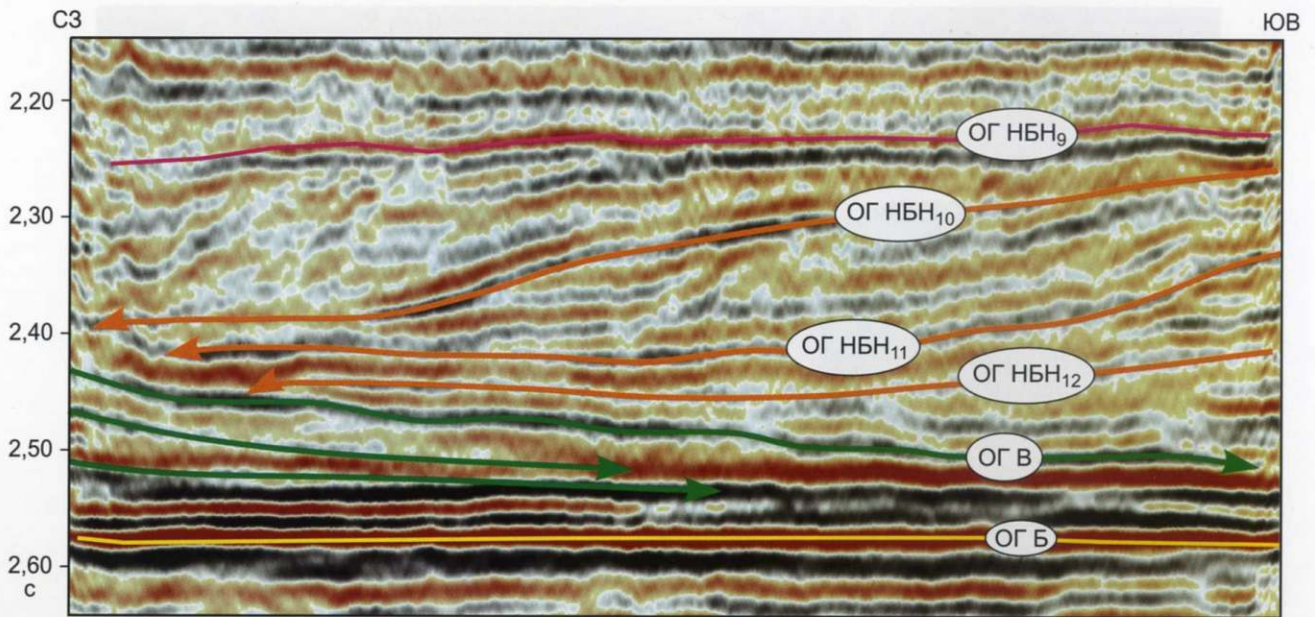


Рис. 2. Фрагмент временного разреза по композитному профилю (выравнивание на ОГ Б), иллюстрирующий поведение клиноформ западного (оранжевый) и восточного (зеленый) падения.

Клиноформы западного падения, сформировавшиеся за счет сибирских источников сноса, проявляются в волновом поле более отчетливо, чем восточные, и с ними связано несколько мощных песчаных толщ. Самые древние из них закартированы на Вос-

точно-Медвежьем вале и индексированы, исходя из стратиграфической привязки сейсмических отражений к разрезам скважин и поведения сейсмических отражений, как АчБН₁₇ и АчБН₁₆. Волновая картина (рис. 3) и литологические особенности строения оса-

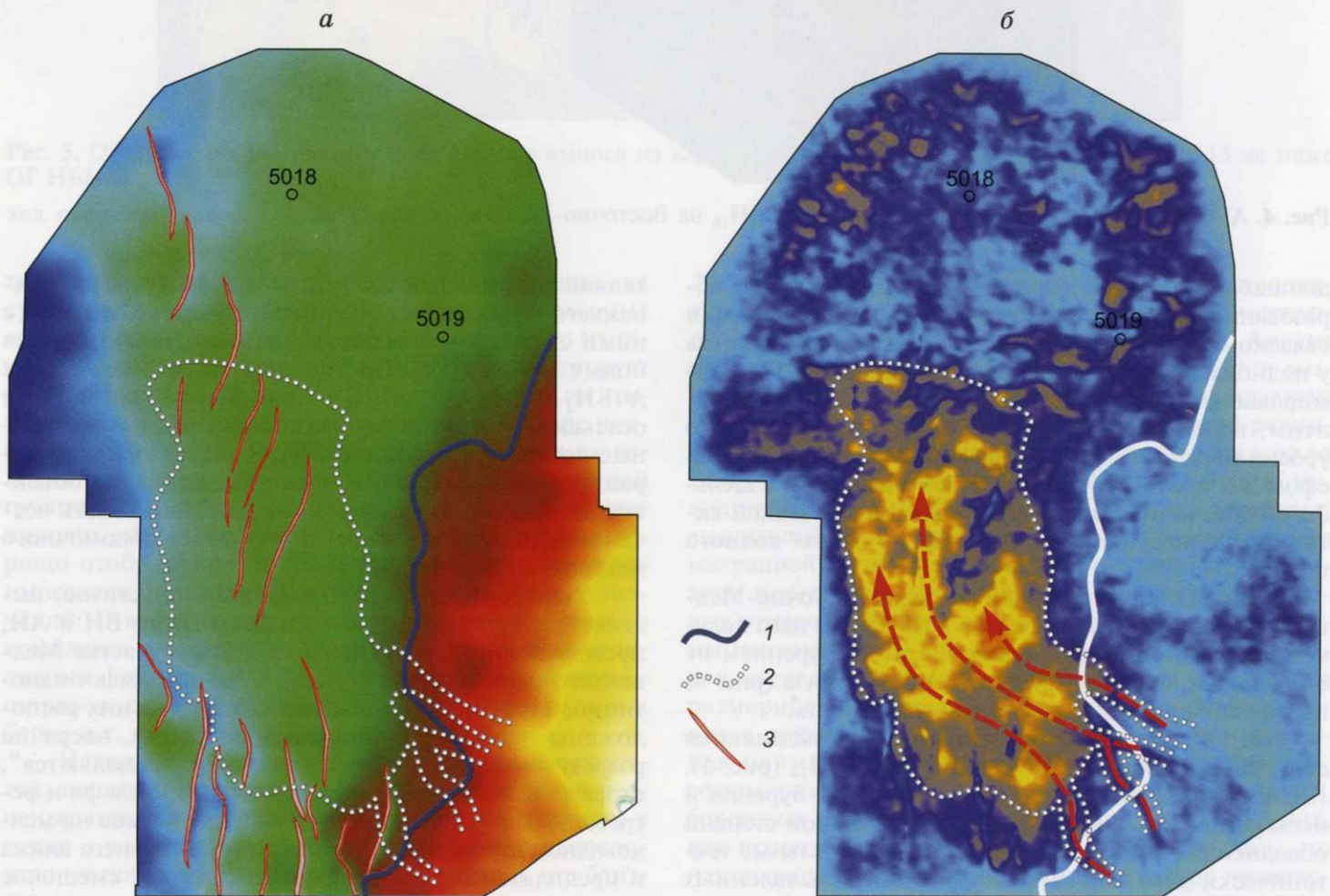


Рис. 3. Прогнозируемый нефтегазоперспективный объект, связанный с пластом АчБН₁₆. Восточно-Медвежье поднятие: *а* – карта временных толщин между ОГ Б и АчБН₁₆; *б* – карта псевдоакустических импедансов вдоль ОГ БН₁₆; 1 – склон глубоководной впадины; 2 – контур тела глубоководного конуса выноса; 3 – зоны тектонических нарушений.

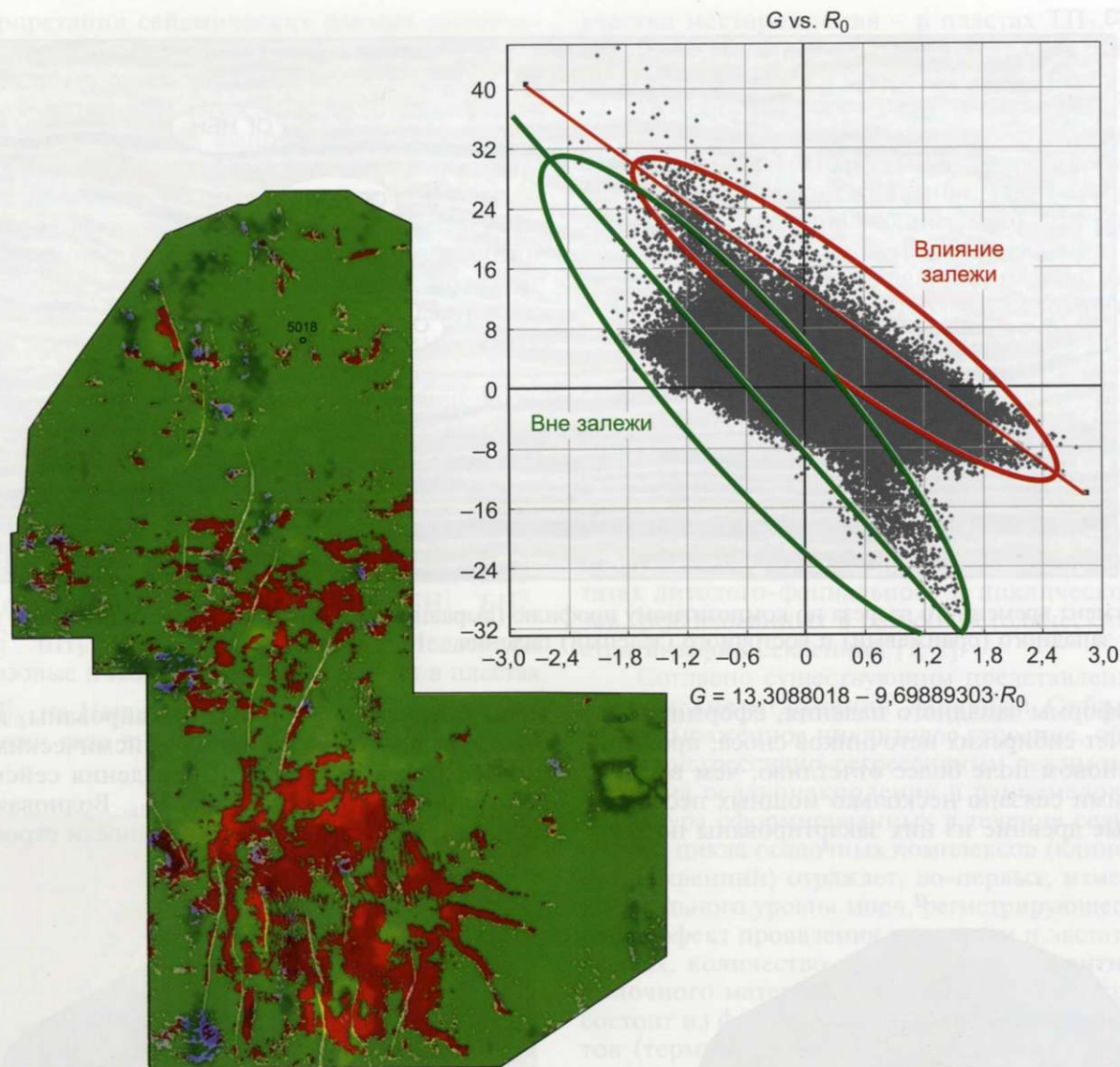


Рис. 4. AVO-атрибуты отражающего горизонта АчБН₁₆ на Восточно-Медвежьем поднятии.

дочных комплексов позволяют предполагать, что образование песков в этой части бассейна седиментации связано с наличием продвигавшихся конусов выноса у подножия склона глубоководной впадины. Их формирование и пространственная локализация обусловлены, вероятно, как изменениями относительного уровня моря в бассейне осадконакопления, так и рельефом дна последнего, количеством сносимого с шельфа обломочного материала и гидродинамической активностью несущего обломочный материал водного потока.

Нижний конус выноса в пределах Восточно-Медвежьего поднятия вскрыт в скв. 5019, где из него получен небольшой приток нефти. Верхний бурением не опозискован, однако результаты AVO-анализа (рис. 4) позволяют предполагать его продуктивность.

На юге Медвежьего месторождения выделяются еще две песчаные линзы – АчБН₁₅ и АчБН₁₄ (рис. 5). К сожалению, как показывают результаты бурения и испытания скважин, обе они в значительной степени обводнены, однако не исключено, что отдельные тектонически экранированные фрагменты выявленных конусов могут содержать небольшие залежи углеводородов.

В северо-западном направлении песчаные ачимовские тела восточного источника сноса последова-

тельно омолаживаются (рис. 6). В этой части Медвежьего мегавала, на Ныдинском участке, именно с ними связываются основные перспективы открытия новых залежей УВ. Предполагается, что песчаники АчБН₁₃, АчБН₁₂, АчБН₁₁, перекрытые глинистыми осадками, могут формировать здесь сложно построенные ловушки литологического и тектонического экранированного типов. Кроме того, одним из объектов, имеющих поисковое значение, может быть песчаное тело, образованное за счет сноса обломочного материала с Урала (рис. 7).

Ундоформенные элементы клиноциклитов, выделяемые как “шельфовые” пласты групп БН и АН, промышленно продуктивны на южном участке Медвежьего месторождения (рис. 8). Все они имеют однотипное строение: в основании каждого из них расположены наиболее глубоководные фации, вверх по разрезу пласта осадки последовательно “обмеляются”, отражая заполнение прибрежной части шельфа и регрессию моря. Поскольку накопление песков на мелководном шельфе лимитируется зоной нижнего пляжа и предпляжевой зоной, пространственное смещение последних по мере развития регрессии провоцирует миграцию песчаных тел по профилю седиментации (от берега к морю). Эти тела формируют различные по протяженности покровы, которые по мере разви-

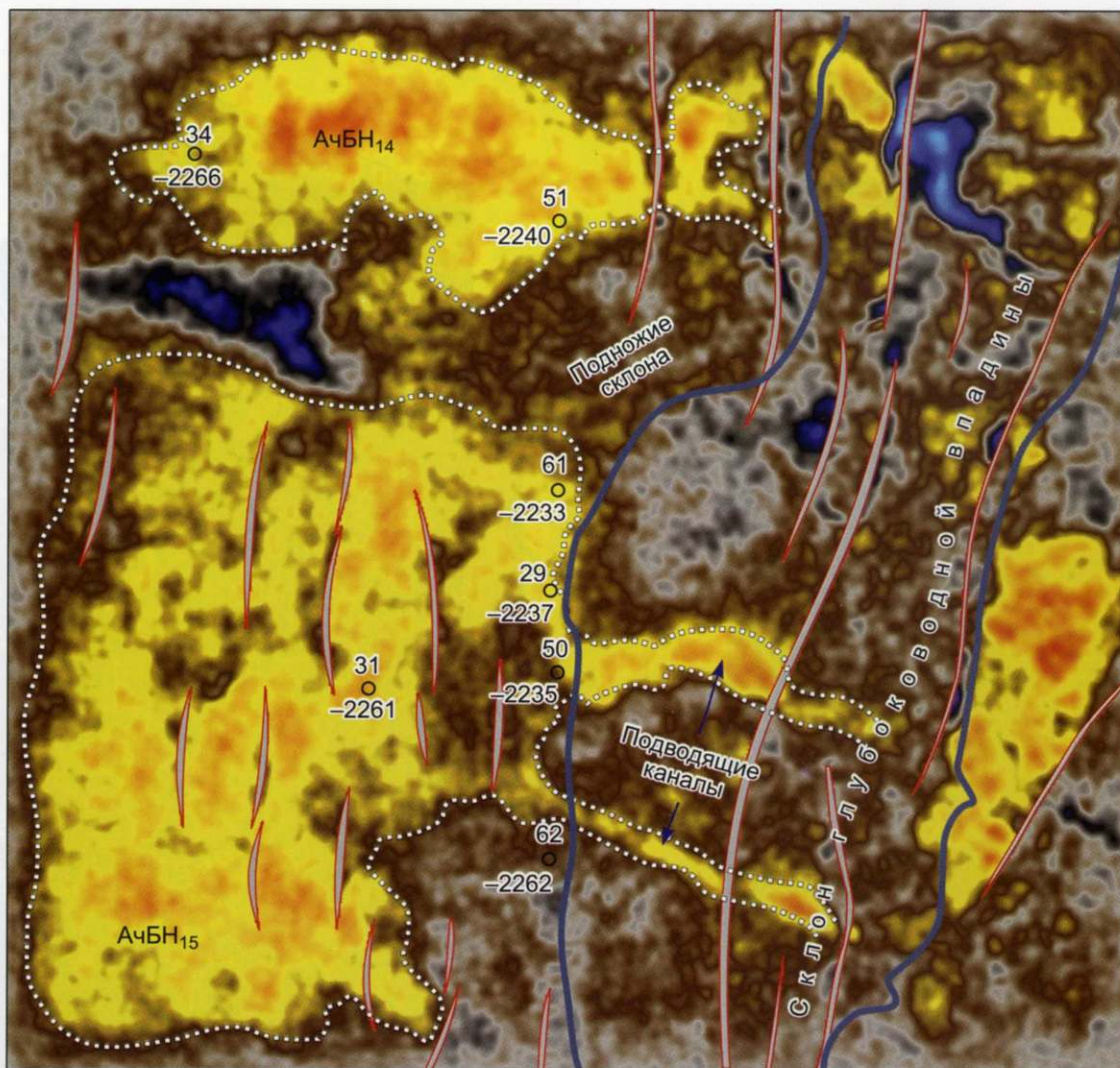


Рис. 5. Отображения разновозрастных конусов выноса на карте псевдоакустических импедансов (в окне 15 мс ниже ОГ НБН₁₄).

Усл. обозн. см. на рис. 3.

тия регрессии латерально и вертикально замещаются существенно глинистыми отложениями забарьерных лагун и прибрежных равнин. Поведение одного из таких тел, приуроченного к пласту БН₉², иллюстрирует рис. 9. Наибольшие толщины эти тела имеют на южном участке Медвежьего месторождения – в зоне наиболее длительного и стабильного существования условий для аккумуляции песчаного материала. В ней группируются самые “песчанистые” разрезы. За счет высоких емкостных свойств и газонасыщения они хорошо отображаются на картах псевдоакустического импеданса, локализуясь в областях пониженных значений. Эта зона отвечает области развития барового комплекса и объединяет систему песчаных аккумулятивных форм пляжа и верхней предпляжевой зоны – островов, отмелей, прирусловых валов, кос, устьевых баров и т. д.

Исходя из морфологии структурных поверхностей, анализа пространственных взаимоотношений песчаных пластов-коллекторов и глинистых экранов, а также с учетом результатов бурения близко расположенных поисковых скважин, предполагается, что близкие по строению ловушки углеводородов, связанные с пластами БН₁₀, БН₉, БН₅, БН₃, АН₁₁, могут быть обнаружены и на западном склоне Восточно-Медвежьего поднятия.

На севере Медвежьего месторождения продуктивные отложения танопчинской, яронгской и покурской свит имеют континентальный генезис. Анализ имеющейся геолого-геофизической информации позволяет предполагать наличие на рассматриваемом участке в конце раннего мела аллювиальной равнины, на которой распределение полигенных осадков во многом было обусловлено “жизнедеятельностью” мегандрирующих рек. Песчаные тела здесь достигают значительной ширины, что связано, по-видимому, с миграцией русла в пределах речной долины и развитием постепенно заполняющих ее отложений русловых отмелей. Эти тела в разрезах скважин представлены пачками (от 5–7 до 20 м) светло-серых песчаников, вверх по разрезу которых отмечается уменьшение размерности обломочного материала. Залегающие выше пойменные отложения в нижней части (внешняя пойма) сложены также песчаным материалом, сформированным в условиях боковых протоков, стариц, береговых валов. Толщины песчаных прослоев в них, как правило, не превышают 1–2 м. За счет того, что накопление русловых и пойменных осадков происходило в условиях постепенного снижения динамики водного потока, граница между ними постепенная и отображается на каротажных диаграммах наклонной кровельной линией, в то время как нижняя граница

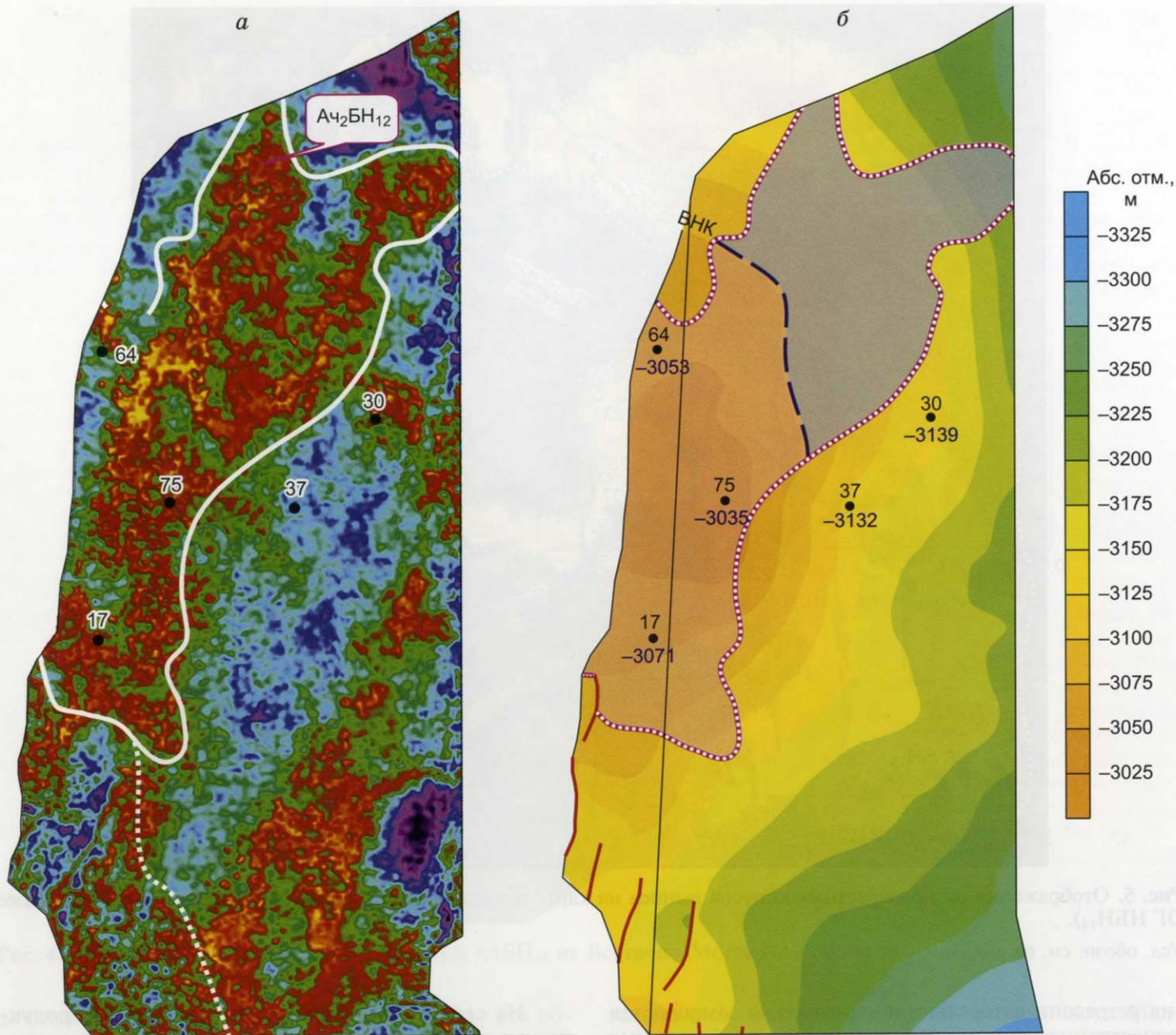


Рис. 6. Сейсмофациальная модель пласта Ач2БН12:

а – положение конуса выноса, сложенного песчаными отложениями, на карте средних абсолютных амплитуд (в окне 4 мс вдоль ОГ Ач2БН12); б – структурная карта кровли пласта Ач2БН12 с вынесенным контуром продуктивности.

руслового тела имеет горизонтальную поверхность. В верхней части пойменных отложений (внутренняя пойма) преобладают темноокрашенные глины с линзами и прослоями углей.

Длительное существование речной системы в условиях медленного погружения земной коры приводит к формированию мощной толщи аллювиальных отложений, сложенной циклично построенными песчано-алевроглинистыми осадками и протягивающейся на десятки и сотни километров, в которой песчаные пласты-коллекторы имеют крайне прихотливое распространение. Главной задачей обоснования строения залежей или перспективных объектов в таких разрезах становится выполнение корректной стратификации и попластовой корреляции последних. Использование для этого литостратиграфических подходов приводит к многочисленным ошибкам, когда песчаники различных осадочных

циклов образуют единое тело. Эта проблема может быть решена на основе хроностратиграфических построений [1, 2]. Реализацию такого подхода к уточнению строения залежей УВ в песчаных линзах тапопчинской, яронгской и покурской свит иллюстрирует рис. 10.

Еще одна характерная черта строения Медвежьего мегавала, контролирующая его углеводородную продуктивность, – интенсивные проявления тектонических деформаций различного стиля, затрагивающих разрез всего осадочного чехла (рис. 11). Характер поведения полигенных нарушений позволяет предположить, что большая их часть представляет собой систему оперяющих разломов чехла, сопутствующих горизонтальному сдвигу фундамента [10].

К таким разломам на мегавале приурочено несколько тектонически экранированных ловушек УВ, имеющих поисковый интерес.

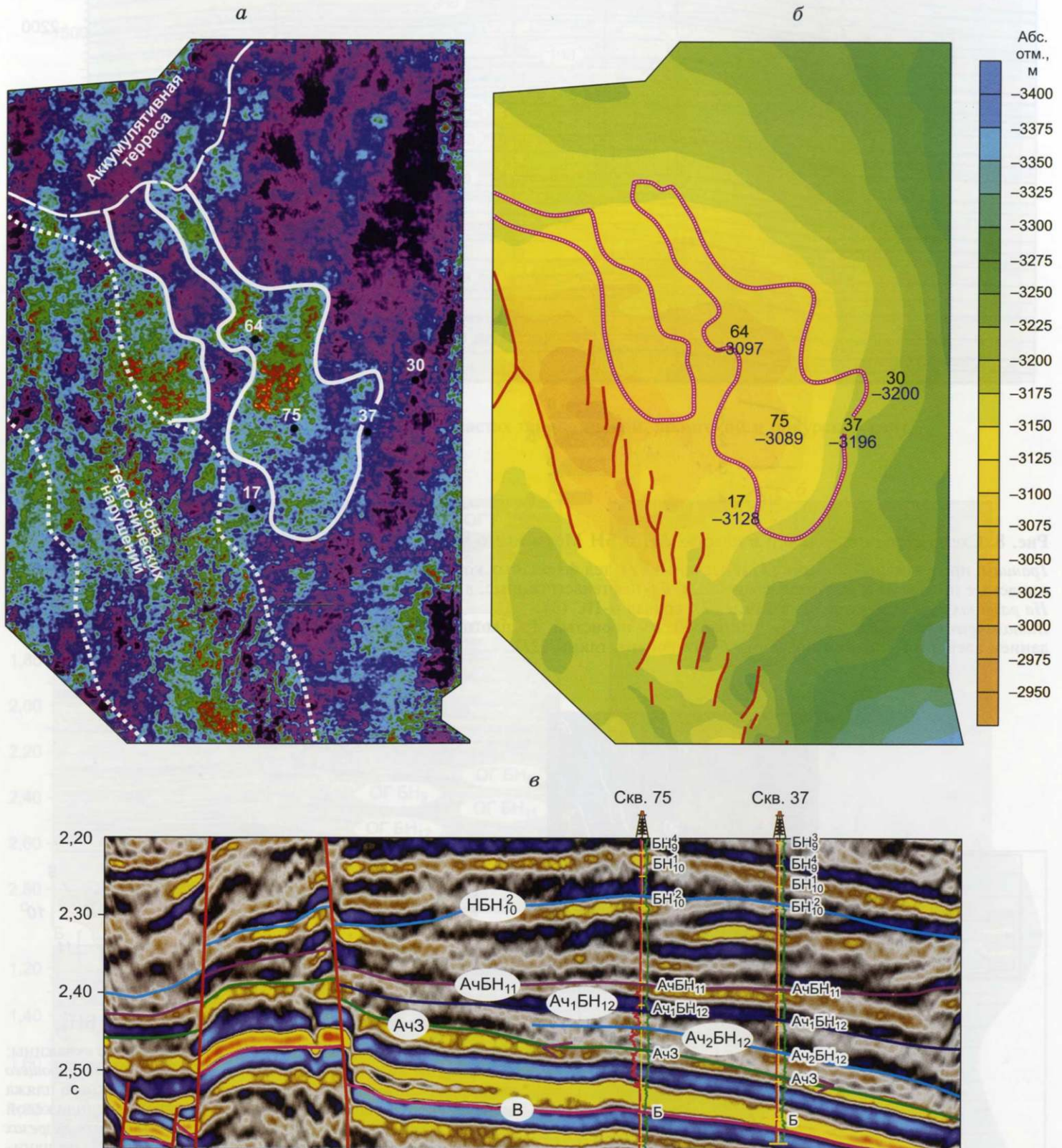


Рис. 7. Сейсмофациальная модель пласта Ач3:

a – положение конуса выноса, сложенного песчаными отложениями, на карте средних абсолютных амплитуд (в окне 4 мс вдоль ОГ Ач3); *б* – структурная карта кровли пласта Ач3 с вынесенным контуром перспективного объекта; *в* – фрагмент разреза псевдоакустического импеданса в целевом интервале.

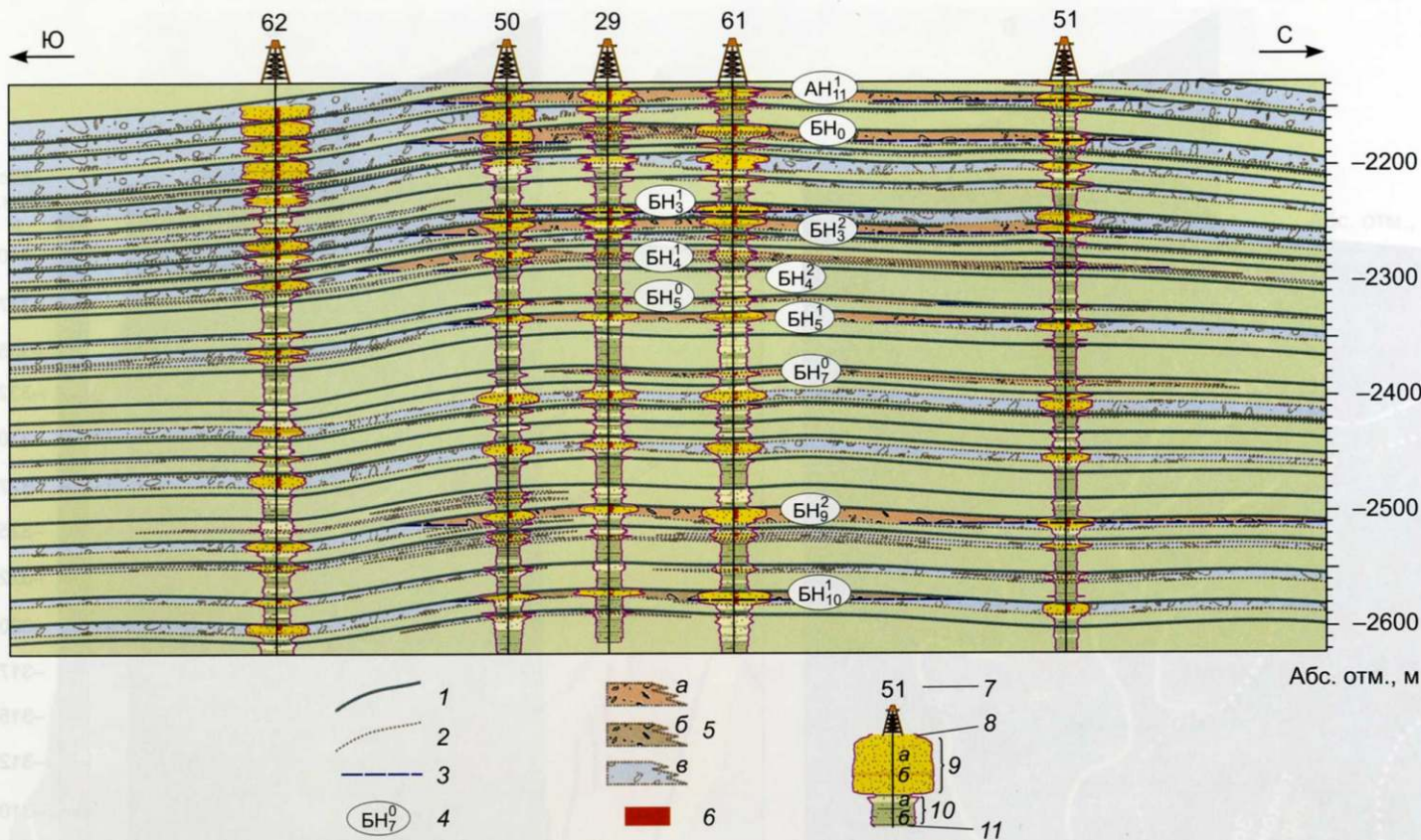


Рис. 8. Схема строения залежей в пластах АН и БН Медвежьего месторождения.

Границы: продуктивных пластов (1) и песчаных (2), тел флюидных контактов (3); 4 – индекс продуктивного пласта; 5 – проницаемые пропластки: а – газонасыщенные, б – нефтенасыщенные, в – газонасыщенные; б – эффективные толщины.

На разрезах скважин: номер скважины (7), кривая α -ПС (8).

Литологический состав пород: Песчаники (9): а – пористые, б – плотные, переслаивание алевролитов и глин (10) с преобладанием алевролитовой (а) и глинистой (б) компонент, глины (11).

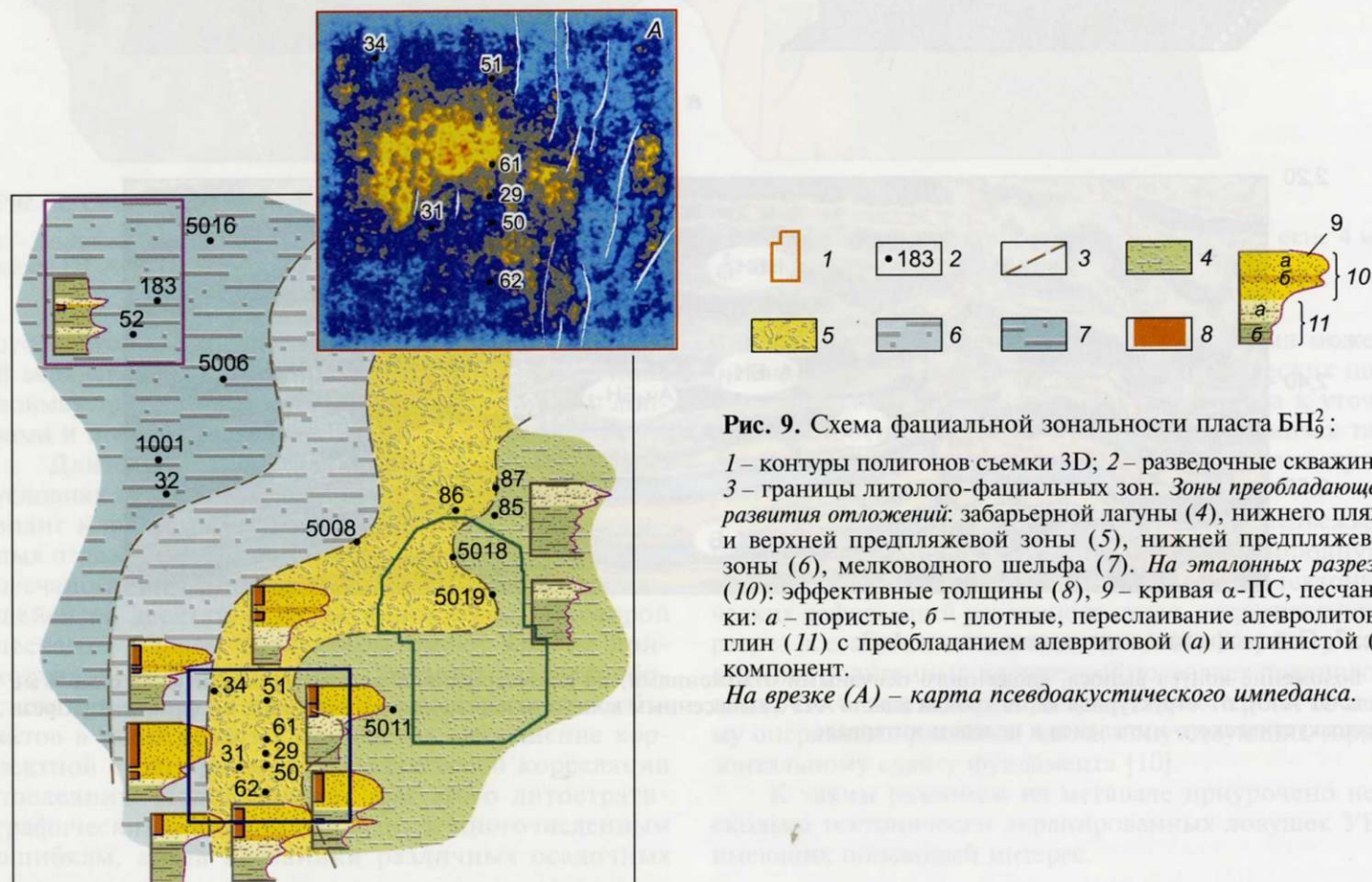
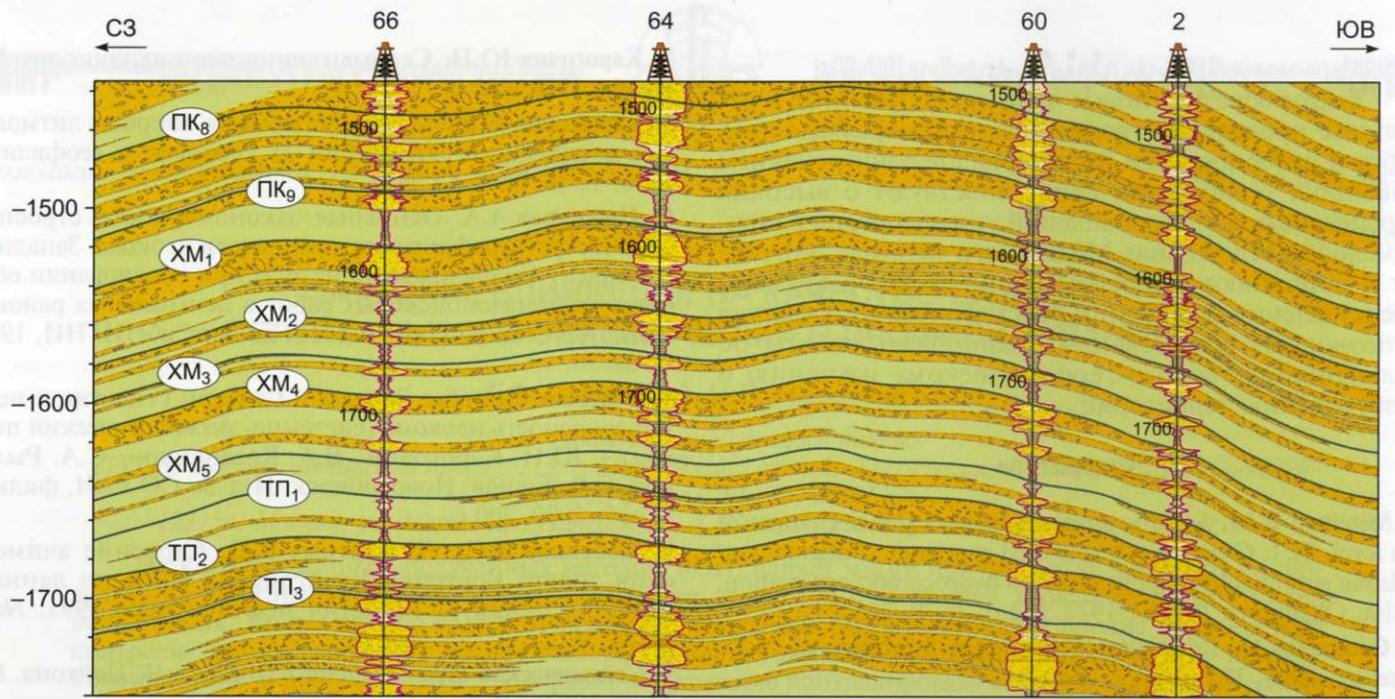


Рис. 9. Схема фациальной зональности пласта БН₃:

1 – контуры полигонов съемки 3D; 2 – разведочные скважины; 3 – границы литолого-фациальных зон. Зоны преобладающего развития отложений: забарьерной лагуны (4), нижнего пляжа и верхней предкловневой зоны (5), мелководного шельфа (7). На эталонных разрезах (10): эффективные толщины (8), 9 – кривая α -ПС, песчаники: а – пористые, б – плотные, переслаивание алевролитов и глин (11) с преобладанием алевролитовой (а) и глинистой (б) компонент.

На врезке (А) – карта псевдоакустического импеданса.



Абс. отм., м

Рис. 10. Характер распределения песчаных тел в пластах таношчинской, яронгской и покурской свит. Усл. обозн. см. на рис. 9.

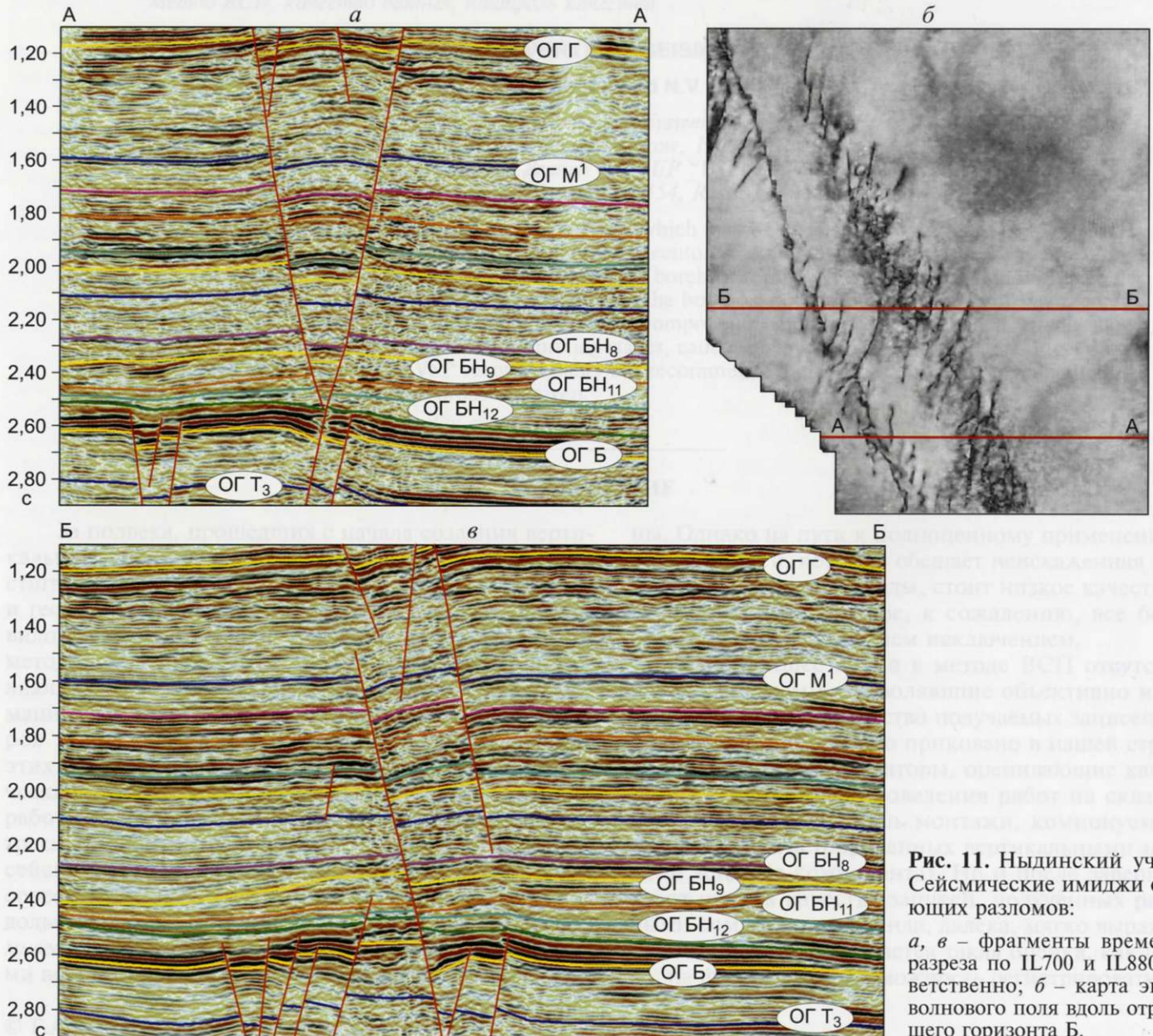


Рис. 11. Ныдинский участок. Сейсмические имиджи оперяющих разломов: *а, в* – фрагменты временного разреза по IL700 и IL880 соответственно; *б* – карта энергии волнового поля вдоль отражающего горизонта Б.

Таким образом, новые данные, полученные в результате проведения трехмерных сейсморазведочных работ и интерпретации их материалов с применением новейших технологий, свидетельствуют о высоких перспективах поиска скоплений углеводородов в нижнемеловых отложениях Медвежьего мегавала, уточняют и дополняют существовавшие до этого времени представления о строении рассматриваемого участка и позволяют обоснованно планировать работы по дальнейшему геолого-геофизическому изучению и разбурированию территории.

Литература

1. **Mitchum R.M.** Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Pt. 1: Glossary of terms used in seismic stratigraphy // Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. Tulsa, Oklahoma: AAPG, 1977. Mem. 26. P. 205–212.
2. **Catuneanu O.** Principles of Sequence Stratigraphy. N.Y.: Elsevier, 2006. 375 p.
3. **Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири** / А.А. Нежданов, В.А. Пономарев, Н.А. Туренков и др. М.: Академия горных наук, 2000. 247 с.

4. **Карогодин Ю.Н.** Седиментационная цикличность. М.: Недра, 1980. 242 с.
5. **Карогодин Ю.Н.** Методологические вопросы литологии и сиквенс-стратиграфии // Геология и геофизика. 1996. Т. 36, № 4. С. 3–12.
6. **Нежданов А.А.** Основные закономерности строения сейсмостратиграфических комплексов неокома Западной Сибири // Геофизические методы при обосновании объектов нефтегазопроисковых работ в центральных районах Западной Сибири. Тюмень: Изд-во ЗапСибНИГНИ, 1988. С. 62–70.
7. **Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокома (системно-литологический подход)** / Ю.Н. Карогодин, В.А. Казаненков, С.А. Рыльков, С.В. Ершов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2000. 200 с.
8. **Соседков В.С., Четвертных В.П.** Строение ачимовской толщи Восточно-Уренгойской зоны по данным сейсморазведки // Геология нефти и газа. 1995. № 2. С. 28–34.
9. **Сейсмическая стратиграфия** / Под ред. Ч. Пейтона. М.: Мир, 1982. 375 с.
10. **Гогоненков Г.Н., Кашик А.С., Тимурзиев А.И.** Горизонтальные сдвиги фундамента Западной Сибири // Геология нефти и газа. 2007. № 3. С. 3–11.