

4. Казанин Г.С., Тарасов Г.А., Кириллова-Покровская Т.А. Предпосылки освоения нефтяного потенциала доюрских отложений Карского моря // ДАН. 2007. Т. 417, № 3. С. 374–373.
5. Кириллова-Покровская Т.А., Дьяченко А.Б. Предпосылки освоения нефтяного потенциала Карского моря // Разведка и охрана недр. 2007. № 9. С. 69–78.
6. Кириллова-Покровская Т.А. Применение АВО-анализа сейсмических записей на шельфе моря Лаптевых // Разведка и охрана недр. 2008. № 3. С. 40–46.
7. Кириллова-Покровская Т.А., Казанин Г.С., Тарасов Г.А. Моноклиналильные зоны Западно-Арктических морей // Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики. Вып. 10. М.: ГЕОС, 2010. С. 149–156.
8. Jokat W. The sedimentary structure of the Lomonosov Ridge between 88° N and 80° N // Geophys. J. Int. 2005. V. 163. P. 698–726.

СЕЙСМО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПЕЧОРСКОГО И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРКАСНОЙ СЕТИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ МОВ ОГТ 2Д

Г.С. Казанин¹, С.П. Павлов¹, В.В. Шлыкова¹, А.В. Ступакова²,
Д.А. Норина², Р.С. Сауткин², А.А. Суслова²

¹Морская арктическая геологоразведочная экспедиция (ОАО МАГЭ)

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ)

Введение

Российский шельф Баренцева моря является самым крупным по площади среди других шельфов России (1136,3 тыс. кв. км) и наиболее изученным по сравнению с остальными морями Арктики. В 2007–09 гг. ОАО МАГЭ провело геофизические исследования по новой каркасной сети региональных сейсмических профилей в Печорском море и юго-восточной части Баренцева моря. Исследуемый район на севере ограничен параллелью 76° с.ш. На востоке граница проходит вдоль западного побережья архипелага Новая Земля, на юге — вблизи российской-норвежской границы (рис. 1). Всего на шельфе Баренцева и Печорского морей ОАО МАГЭ выполнено 333,3 тыс. пог. км сейсмических профилей 2D и около 500 кв. км сейсморазведки 3D, в том числе региональные работы составляют 92,3 тыс. пог. км, поисковые — 165 тыс. пог. км, детальные и детализационные — 76 тыс. пог. км. Плотность сейсмопрофилирования по акватории 0,293 км/км².

В результате сейсмических работ МОВ ОГТ были получены временные сейсмические разрезы с длиной записи 10–12 с, глубинные сейсмические разрезы и разрезы средних и интервальных скоростей по 24 профилям общей протяженностью около 18 тыс. км. Обработка первичных сейсмических материалов и построение скоростной модели выполнено на вычислительном центре ОАО МАГЭ в г. Мурманске.

Авторами данной статьи была проведена детальная геологическая и сейсмостратиграфическая интерпретация сейсмических разрезов, сделаны структурные построения по основным горизонтальным фундаментам и осадочного чехла, как следствие, уточнен структурный план и история развития региона.

Баренцевоморский шельф в тектоническом плане расположен в пределах северной окраины Восточно-Европейской платформы, Тимано-Печорской и Баренцевской плит, обрамленных складчатыми сооружениями Полярного Ура-

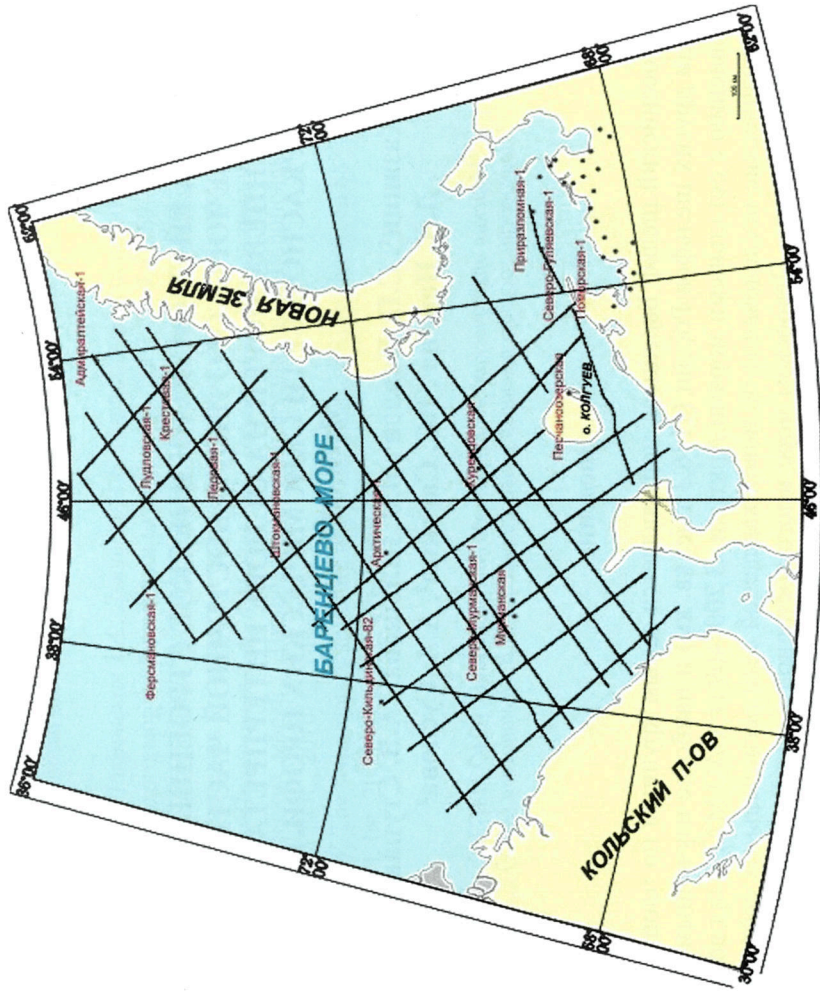


Рис. 1. Изучаемая территория, покрытая сетью профилей МОВ ОГТ

ла, Пайхоя и Новой Земли, а также океаническими впадинами Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана. В его пределах выделяются следующие надпорядковые тектонические элементы: Баренцевская плита; Печорская плита; складчатые системы байкальского (Тиманский кряж и Пайхой), каледонского (Скандинавская складчатая система), герцинского (Урал) и позднерцинского – киммерийского (Новая Земля) возраста; северное моноклиналиное продолжение Восточно-Европейской платформы (Кольская моноклинали).

Район исследования занимает юго-восточную часть Баренцевской плиты и области ее сочленения с Печорской плитой, Восточно-Европейской платформой и складчатыми сооружениями Пайхоя и Новой Земли (рис. 2). Зоны сочленения крупных тектонических элементов остаются малоизученными и представляют интерес как для понимания истории развития региона, так и для поиска новых объектов, благоприятных для формирования залежей нефти и газа. Особый интерес представляют зоны сочленения Баренцевоморской плиты и складчатой области Новой Земли, Баренцевоморской и Печорской плит. Для понимания истории развития основных тектонических элементов района работ прослежено развитие во времени Южно-Баренцевской впадины, Предновоземельской структурной зоны, линейных инверсионных поднятий (Шток-

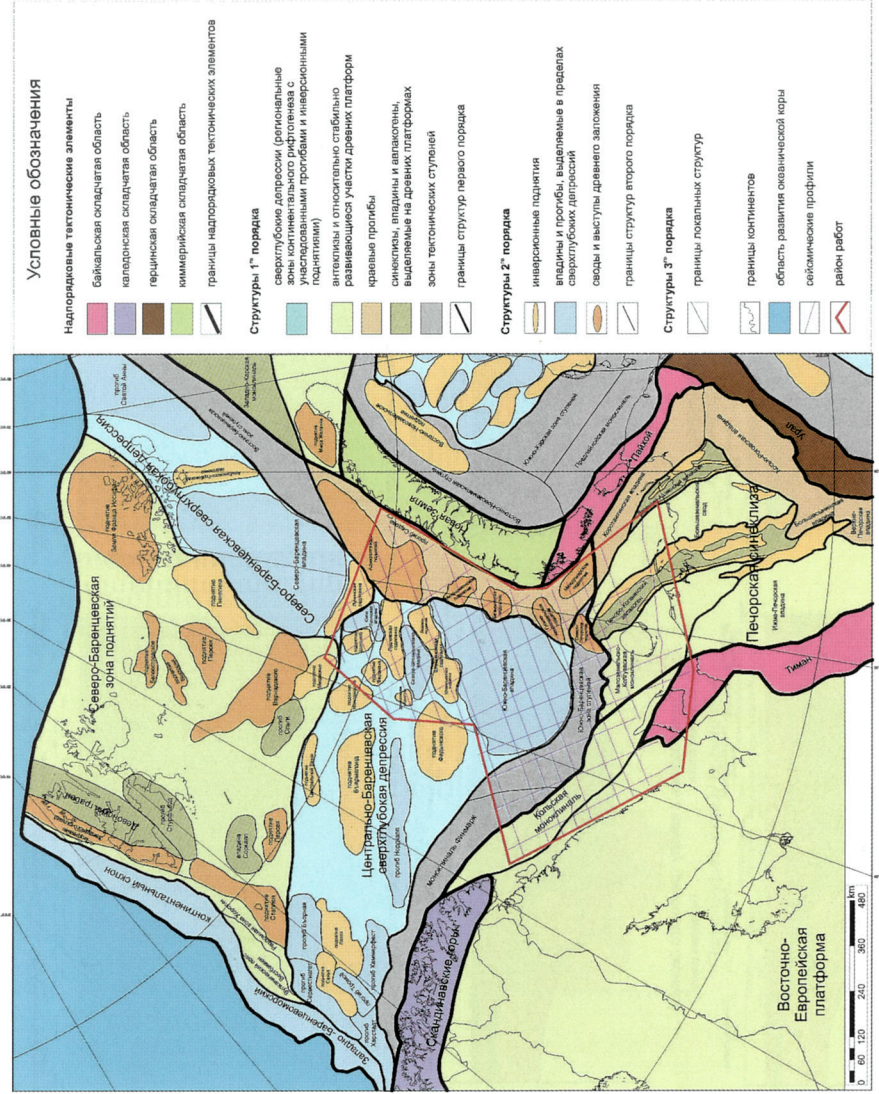


Рис. 2. Схема тектонического районирования района работ

мановская, Лудловская, Лунинская седловины, поднятия Фермана, Шагского, Демидовское и восточный склон поднятия Федьинского). Результаты анализа представлены на палеопрофилях, построенных на периоды основных структурных перестроек региона и использованы для бассейнового моделирования (рис. 3, 4, 5).

Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов

Стратиграфическая привязка основных отражающих горизонтов (ОГ) была проведена при помощи построения синтетических сейсмограмм по данным скважин, а также учитывая выходы пород на поверхность на обрамлении изучаемой территории в соответствии с геологической картой и характерные особенности волнового поля.

Стратификация опорных отражающих горизонтов для палеозойских отложений на изучаемой территории затруднена и достаточна условна. Палеозойские отложения вскрыты бурением лишь на структурах в южной части Печор-

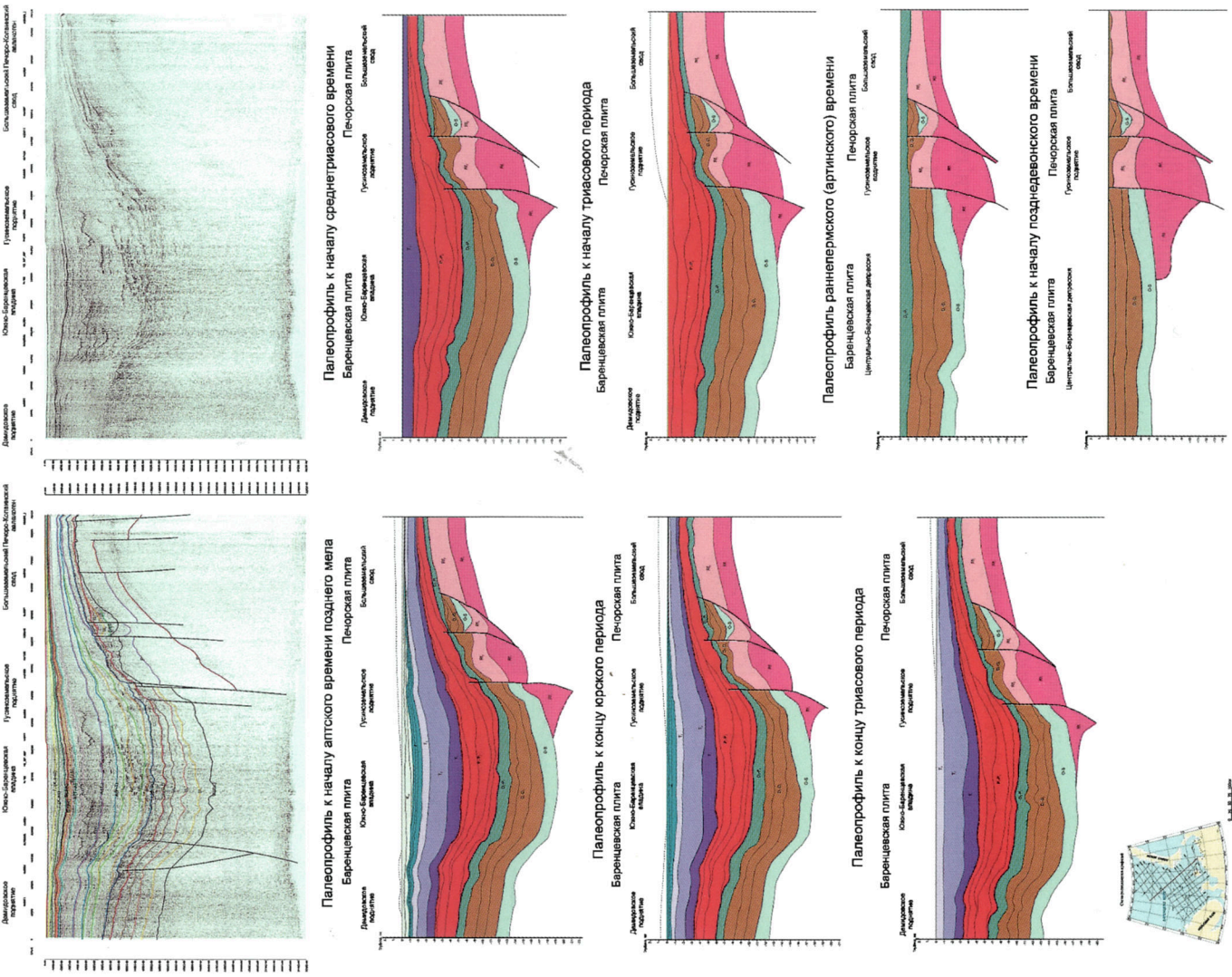


Рис. 3. Палеопрофили по сейсмо-геологическому разрезу KS104

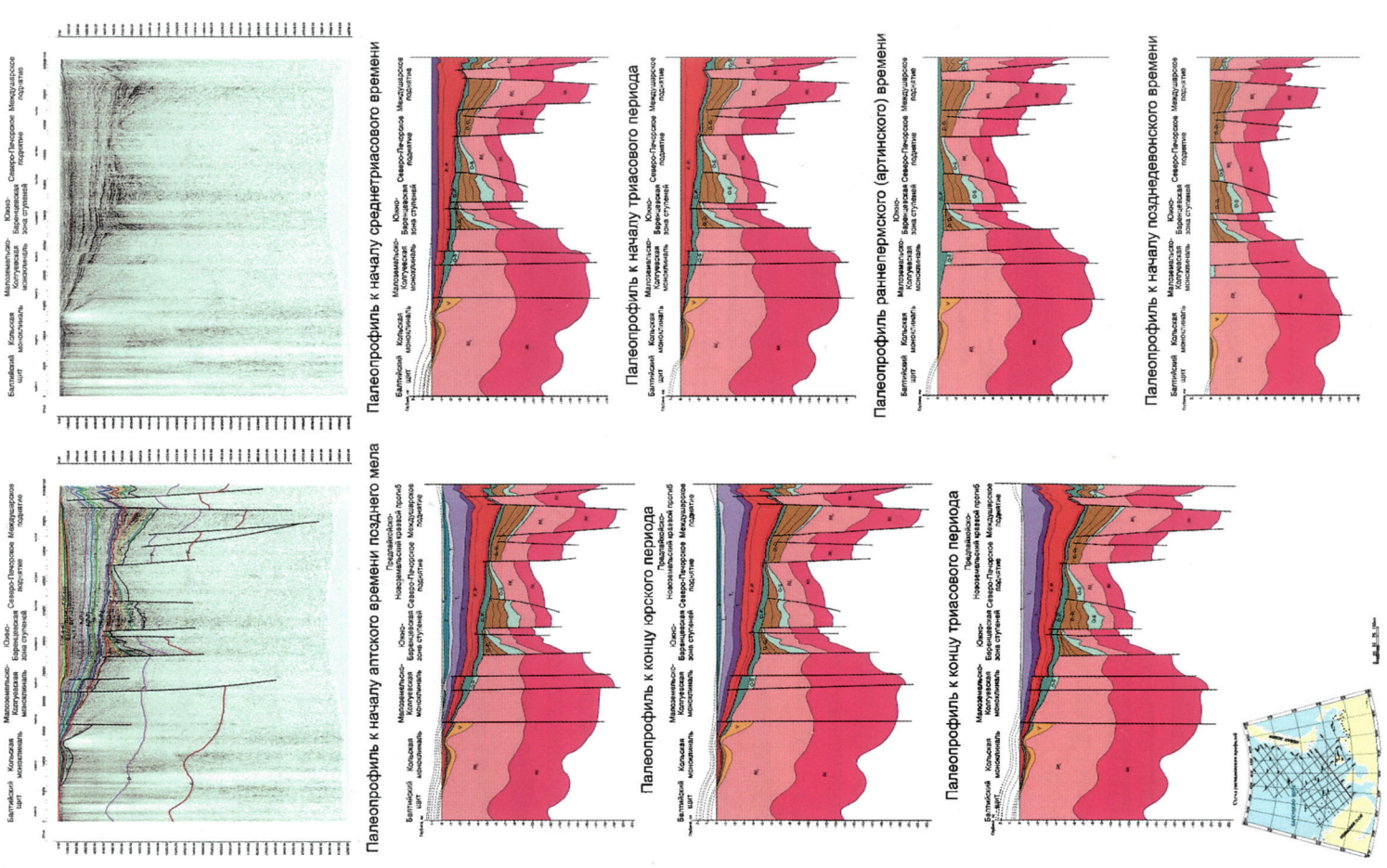


Рис. 4. Палеопрофили по сейсмо-геологическому разрезу KS0810

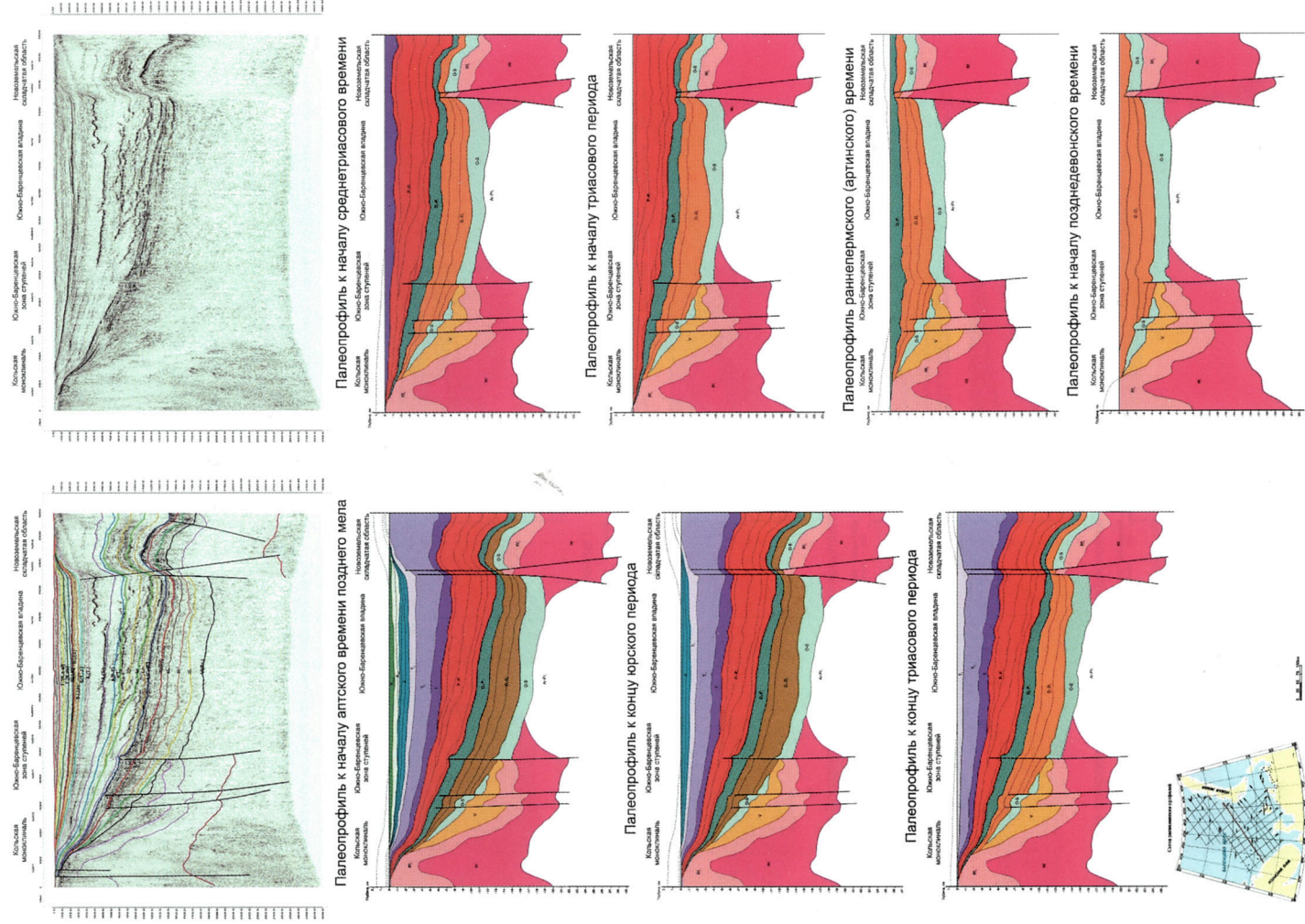


Рис. 5. Палеогеографический разрез KS 0932

ского моря (Приразломная, Северо-Гуляевская, Поморская и др.) и частично в районе Адмиралтейского мегавала (Адмиралтейская).

Стратификация мезозойских отложений основывается на данных бурения по скважинам: Мурманская-22, 26, Куренцовская-1, Северо-Гуляевская-1, Поморская-1, Штокмановская-1, 2, Лудловская-1, Ледовая-1 Фермановская-1, Приразломная-1, Северо-Кильдинская-80, 82, Арктическая-1, Адмиралтейская-1, Крестовая-1.

Коэффициент корреляции сейсмических и скважинных данных варьируется в пределах 0,35–0,7, среднее значение равно 0,54. Такие значения можно считать неплохими для региональной интерпретации ВСР (временных сейсмических разрезов) учитывая значительную удаленность скважин (2–11 км, в среднем 5 км) от ближайшего профиля и неполноту акустического и плотностного коротажа в скважинах.

Сейсмические разрезы характеризуются параметрами, позволяющими уверенно выделять 8 опорных, хорошо следящихся ОГ, отвечающих региональным несогласиям и коррелятивным им поверхностям. Они разбивают осадочный чехол на сейсмокомплексы (СК) – относительно согласные серии отражений, отвечающие последовательности генетически связанных слоев и характеризующие особенности геологического строения и развития региона [Сейсмическая..., 1982]. Среди опорных ОГ выделяются (рис. 6):

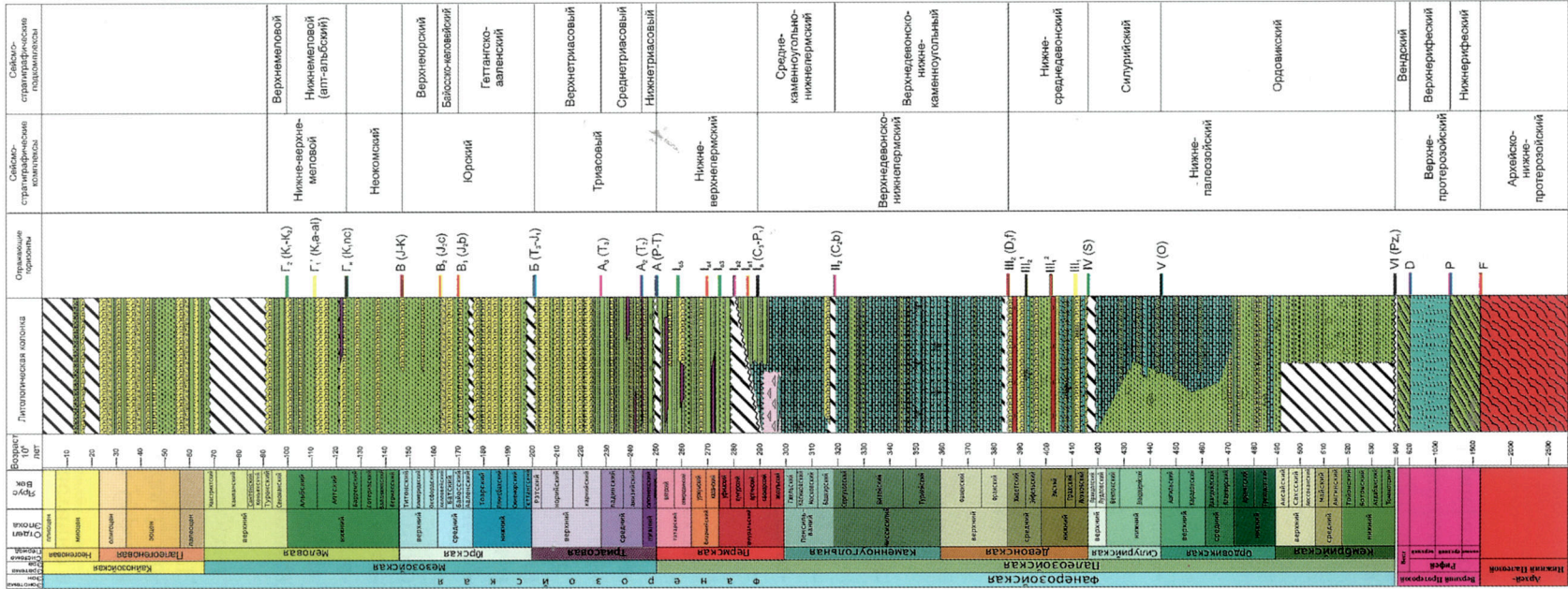
- VI(P₂-C₂) – ОГ, приуроченный к низам палеозойского осадочного чехла;
- V(O) – ОГ, приуроченный к кровле ордовикских отложений;
- IV(S) – ОГ, характеризующий кровлю силурийских отложений;
- III₂(D₃f) – ОГ, приуроченный к подошве триасово-карбонатного комплекса верхнего девона (к средне-верхнедевонскому стратиграфическому несогласию);
- Ia(P₁) – ОГ, приуроченный к кровле карбонатного комплекса каменноугольно-нижнепермского возраста;
- A(P-T) – ОГ вблизи границы пермского и триасового триасовых комплексов;
- B(T-J) – ОГ, приуроченный к триасово-юрскому стратиграфическому несогласию;
- B(J-K) – ОГ по кровле верхнеюрской «глинистой толщи»;
- Гп(K₁nc) – ОГ в кровле неокимских нижнемеловых отложений.
- Г2(K₁-K₂) – ОГ в кровле апт-альбских отложений.

В каждом СК прослежены внутренние ОГ, которые характеризуют его внутреннюю структуру и позволяют определить характер осадконакопления соответствующих отложений.

Сеймостратиграфические комплексы

Архейско-нижнепермский сейсмокомплекс (СК) (AR-PR) является наиболее древним и представляет собой кристаллический фундамент. Этот комплекс имеет блоковую структуру и характеризуется хаотичной записью, в которой не удается проследить непрерывных, выдержанных осей синфазно-

Рис. 6. Литолого-стратиграфическая колонка изучаемого района с основными отражающими горизонтами



сти. Его кровлей является отражающий горизонт F, который был зафиксирован на временах от 4 до 12 с, что соответствует глубинам до 20–35 км.

Верхнепротерозойский СК (Rf-I) ограничен несогласными границами F и VI(PR₂-Є?), которые соответственно являются кровлей архейско-нижнепротерозойского и подошвой палеозойского комплексов. В его составе иногда можно выделить два подкомплекса, рифейский и вендский. Отложения рифейского возраста выходят на поверхность на Кольской моноклинали, Тиманском кряже и в южной части Новоземельской складчатой области. Верхнерифейские отложения обнажаются на о. Медвежий. Рифейский сейсмоподкомплекс часто заполняет грабенообразные структуры фундамента (рис. 7). Рифейские отложения могут быть представлены в авлакогенах Тимано-Печорского бассейна, Печоро-Колвинском и Варандей-Адзвинском. Предполагаемая мощность всего рифейского подкомплекса может составлять до 6 с (до 15 км). Причем, нижнерифейский подкомплекс характеризуется большими мощностями – до 4 с (до 8–9 км) по сравнению с верхнерифейским – до 2 с (до 4–5 км).

Волновая картина вендского подкомплекса резко отличается от ниже залегающего рифейского подкомплекса (рис. 7). На временных разрезах вендскому подкомплексу соответствует серия разноамплитудных субпараллельных протяженных рефлекторов. В подошве отражающие границы подкомплекса налегают на ОГ D, в кровле наблюдается прекращение их прослеживания по схеме эрозионного среза. Отражающие горизонты вендского подкомплекса наиболее четко прослеживаются вдоль Кольской моноклинали и хорошо сопоставляются с одновозрастными горизонтами Мезенской синеклизы.

Ордовик-нижне-среднедевонский СК (O-D₃f) подразделяется на два СПК: ордовик-силурийский (O-S) и нижне-среднедевонский (D₁-D₂). Комплекс выделен между ОГ VI(PR₂-Є?) и III₂(D₃f).

Ордовик-силурийский СПК (O-S) выделяется вдоль Кольской моноклинали и в акваториальной части Тимано-Печорского бассейна. Отражающие горизонты, соответствующие ордовикско-силурийским отложениям, прослеживаются в пределах моноκлинали погрузающихся склонов и бортовых частях прогибов. Внутри сейсмоподкомплекса, не повсеместно, прослеживаются ОГ V(O) и IV(S), соответствующие, видимо, границам между ордовикскими и силурийскими и силурийскими и нижне-среднедевонскими образованиями соответственно (рис. 8). ОГ IV(S) представляет собой несогласие с признаками эрозионного среза и связан, видимо, с границей несогласия в волновом поле временных разрезов прослеживается в виде высокоамплитудного отражения. Локальные особенности волнового поля внутри ордовикско-силурийского интервала разреза, вероятно обусловленные фациальными переходами, в отдельных случаях позволяют предположить существование органогенных построек типа рифов, приуроченных к зонам выступа фундамента. Они характеризуются хаотичной записью, тогда как вмещающая толща является слоистой. В кровле построек видны складки обтекания.

Карбонатные отложения средне-позднеордовикского и силурийского возраста широко распространены в Тимано-Печорском бассейне и на Полярном Урале, где в лоховском ярусе верхнего силура выделяются крупные рифовые

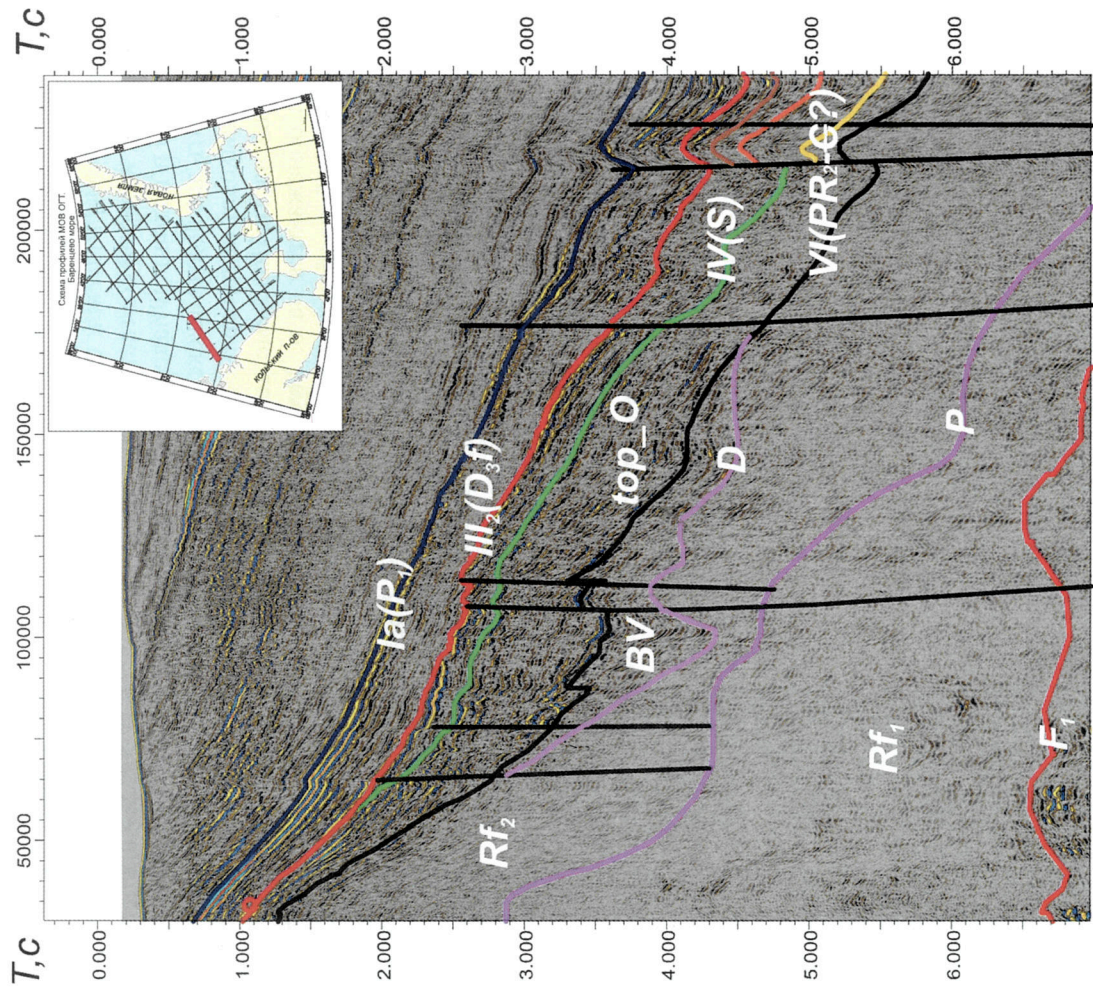


Рис. 7. Рифейский и вендский ССК на Кольской моноклинали

тела мощностью до 700 м (рис. 8). Значения пластовых скоростей в пределах ордовик-силурийского СПК составляют 5.32–5.5 км/с.

Нижне-среднедевонский терригенный СПК (D_1-D_2) был выделен в Тимано-Печорском бассейне и прогнозируется в Баренцевоморском. Верхняя граница подкомплекса отбивается по отражающему горизонту $III_2(D_3f)$, соответствующему кровле франских глин, перекрывающих поверхность предфранского несогласия. В Печорском море в подкомплексе выделяется три самостоятельные границы. Значения пластовых скоростей в пределах ниже-среднедевонского СПК составляют 4.89–5.68 км/с.

Верхнедевонский-нижнепермский СК (D_3-P_{1a-s}) является одним из наиболее характерных в пределах Баренцевоморского шельфа, поскольку повсеместно

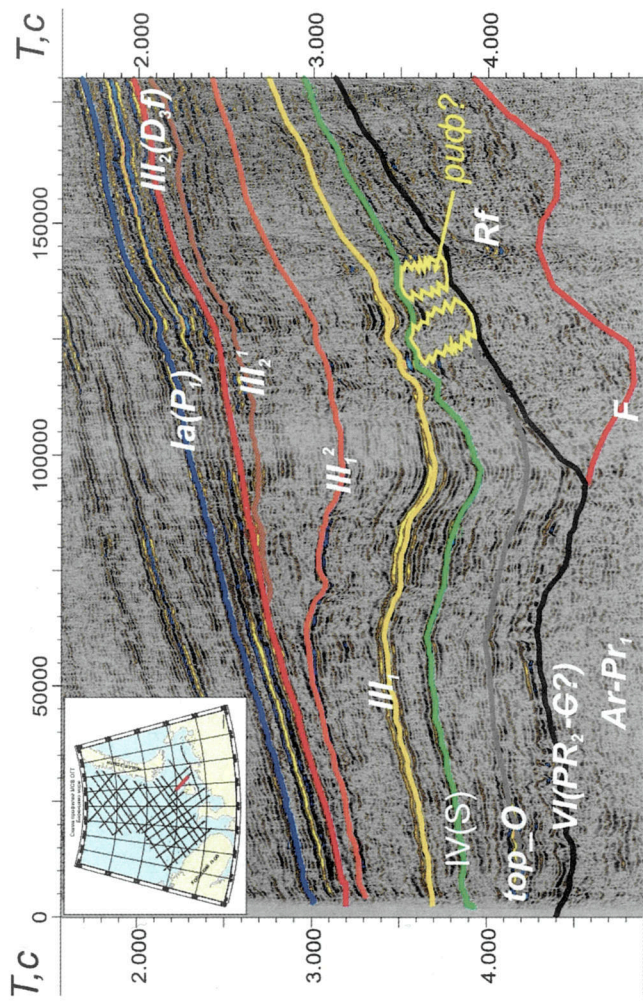


Рис. 8. Карбонатные постройки в ордовикско-силурийском подкомплексе Печорского моря

связан с карбонатными породами. Его подшовой является ОГ $III_2(D_3f)$, отожествляемый с региональной поверхностью несогласия, связанной с предфранским размывом. ОГ $III_2(D_3f)$ прослеживается на временах глубже 4 с. В кровле комплекса ограничен ОГ $Ia(P)$, который является опорным по своим динамическим характеристикам и представляет собой высокоамплитудное отражение, обусловленное значительным перепадом акустической жесткости на границе нижнепермских карбонатов и терригенной толщии средне-верхней перми. ОГ $Ia(C_3-P)$ является поверхностью несогласия типа подошвенного прилегания и регистрируется на временах глубже 3.5 с. К центру Южно-Баренцевской впадины и Новоземельского бассейна амплитудность ОГ Ia значительно падает. Это, вероятно, связано с литофациальным замещением шельфовых платформенных карбонатов на одновозрастные глубоководно-шельфовые преимущественно глинистые породы, которые встречаются в обнажениях на юго-западном и западном побережье Новой Земли.

В пределах бортов Южно-Баренцевской впадины внутри СК выявлены характерные признаки органигенных рифовых построек: ухудшение прослеживаемости отражений, наличие антиклиналиных форм при изменении рисунка записи в «предрифовой» и «зарифовой» областях. Такие тела в частности были закартированы на юго-восточном склоне свода Федынского (рис. 9). Отмечаются отдельные достаточно четкие отражения, которые, по всей видимости, соответствуют этапам развития карбонатной платформы. Также, в этом комплексе выделяются изолированные плосковершинные карбонатные постройки, сформированные в зоне мелководья (рис. 10). В западной части бассейна

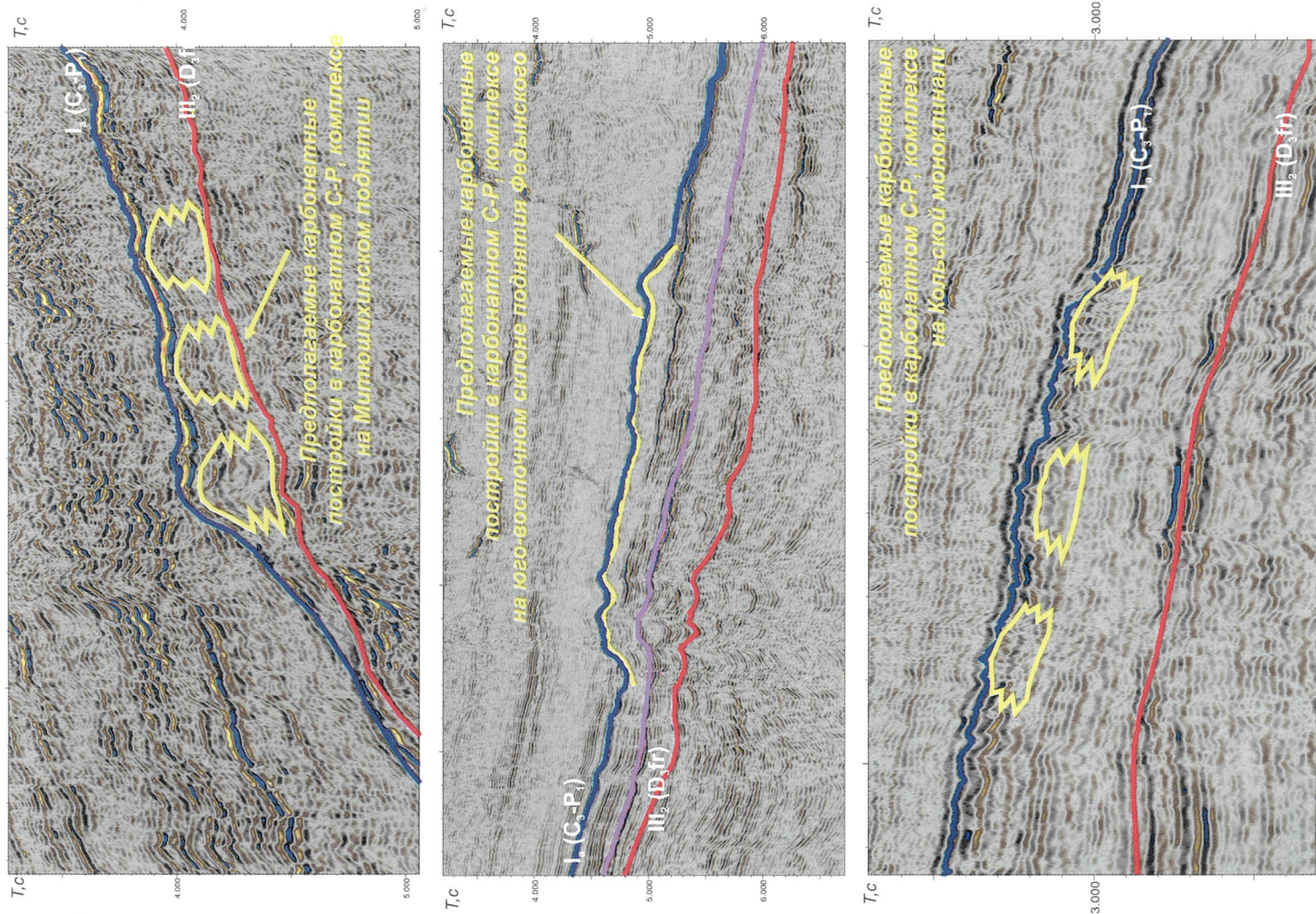


Рис. 9. Примеры ловушек, связанных с рифовыми телами карбонатного С-Р₁ комплекса в Баренцевоморском бассейне

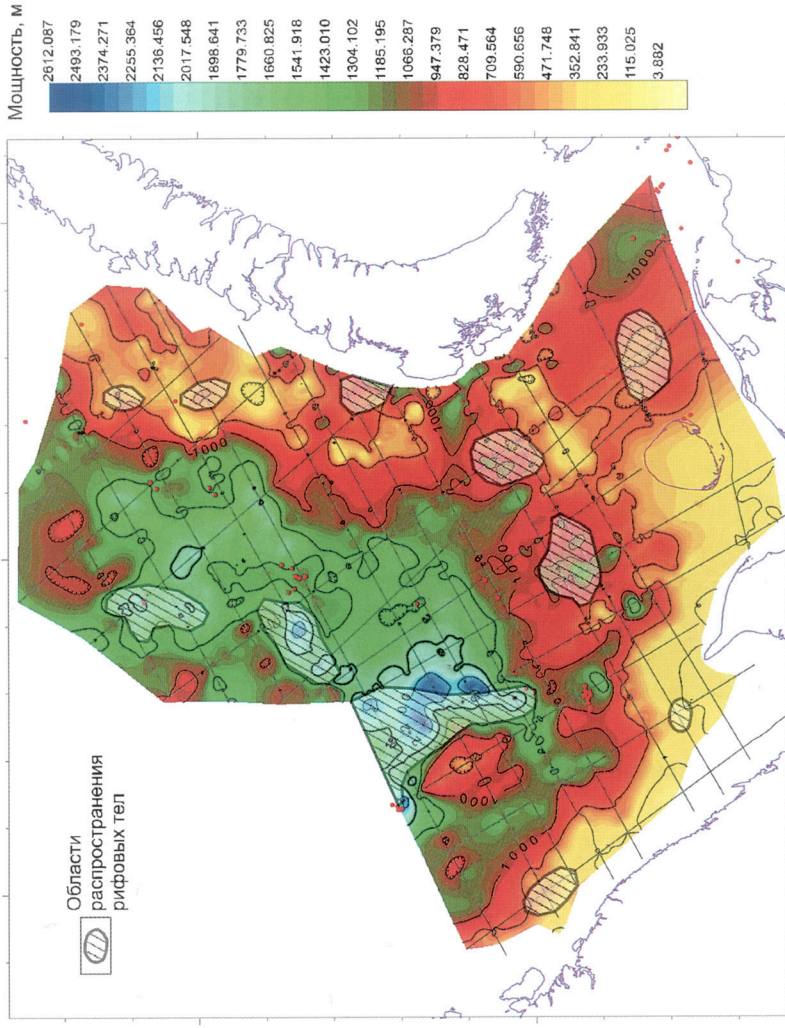


Рис. 10. Области распространения карбонатных построек каменноугольно-пермского возраста в восточной части Баренцевоморского шельфа

предполагается развитие соляных подушек. Значения пластовых скоростей в пределах СК составляют 4,63–5,68 км/с.

Нижне-верхнепермский СК ($P_{lar}-P_3$) распространен повсеместно на изучаемой территории. Нижней его границей является ОГ Ia(R). Кровлей комплекса является ОГ A(R-T), для которого свойственны неустойчивые волновые характеристики. На бортах бассейна ОГ A(R-T) представляет собой поверхность эрозийного несогласия (Печорская синеклиза, Кольская моноклинал, Южно-Баренцевская зона ступеней) и регистрируется на временах 1–1,6 с. В направлении к центру Южно-Баренцевской впадины ОГ A(R-T) является в целом согласной границей и прослеживается на временах 2,2–4,2 с. Временные мощности данного СК в наиболее погруженных зонах составляют 1,5–2 с.

Достоверная стратиграфическая привязка ОГ, ограничивающих данный СК, возможна только по скважинам в акватории Печорского моря. Породы артинско-кунгурско-верхнепермского терригенного комплекса вскрыты скважинами в Печорском море (мощности 475–790 м и менее) и на о-ве Колгуев (до 800 м), а в акватории Баренцева моря – только Мурманской (нерасчлененная толща перми-триаса мощностью более 900 м) и Адмиралтейской (~1,8 км) скважинами. На юго-западном побережье Новой Земли описаны конденсированные

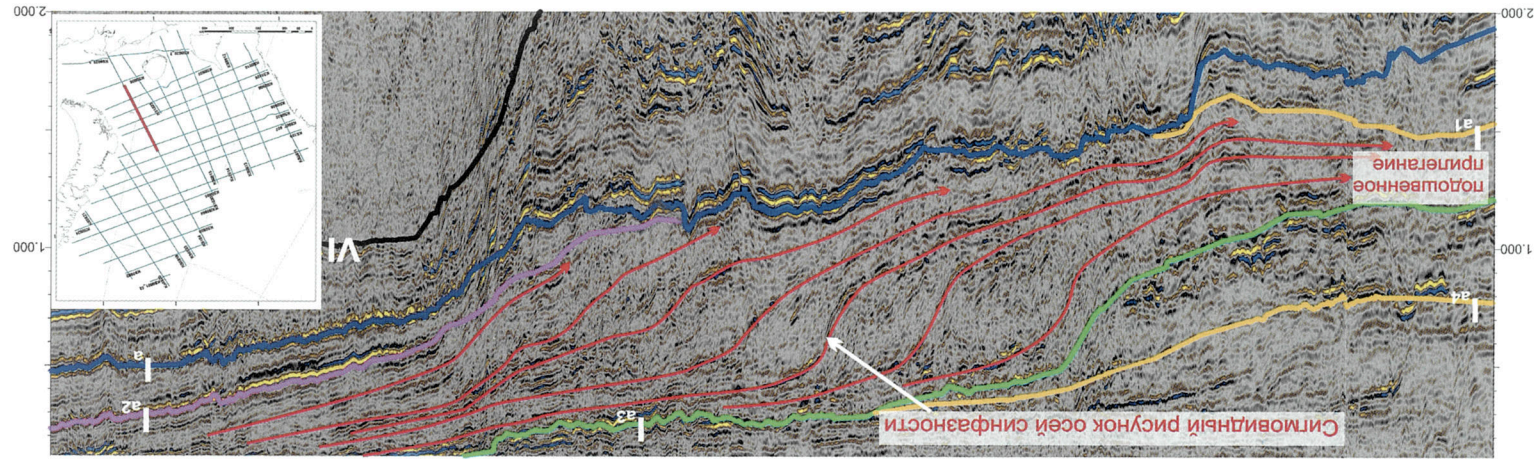


Рис. 11. Клиноформное строение нижне-верхнепермских прогибационных подкомплексов

разрезы артинско-кунгурских кремнисто-глинистых и глинисто-алевритовых пород с морской фауной общей мощностью 220 м (Новая Земля, 2004). На западном побережье архипелага обнажаются нерасчлененные асельско-кунгурские отложения глазовой свиты, представленные темно-серыми и черными аргиллитами, иногда алевритистыми и известковистыми, общей мощностью до 400 м (Новая Земля, 2004). Средне-верхнепермские отложения на Новой Земле в разрезе уфимского, казанского и татарского ярусов согласно перекрывают юг нижне-пермские. Мощность их меняется от 2750 м на юго-западе до 4400 м на западе и северо-западе архипелага (Новая Земля, 2004).

В начале ранней перми Баренцевоморский бассейн все еще находился в зоне теплого аридного климата [Баренцевская..., 1988; Stemmerik et al., 1999; Geological history, 2009], что способствовало формированию карбонатной платформы на большей его части с биогермными палеоапализиновыми постройками в бортовых зонах и на поднятиях. Исключением, вероятно, являлись на более погруженные Южно-Баренцевской впадина и Новоземельский бассейн, где в глубоководно-шельфовых условиях откладывались глинистые и глинисто-карбонатные фации [Баренцевская..., 1988; Новая Земля, 2004]. В конце скарского века произошло значительное похолодание климата. Это, а также начавшаяся эрозия Урала, привели к смене карбонатного осадконакопления на терригенное в восточной части Баренцева моря. Поступающий с юго-востока в большом количестве терригенный материал заполнял глубоководные Южно-Баренцевский и Новоземельский бассейны.

Тот факт, что в конце ранней – начале средней перми основной источник сноса находился на юго-востоке, подтверждается направлением прогибационных подкомплексов, выделяющихся на ВСР в пределах нижне-верхнепермского СК. Первый из этих подкомплексов (Ia_1) – нижнепермский – представляет собой серию протяженных субпараллельных осей синфазности, формирующих несогласие типа подошвенного прилегания под пологим углом к ОГ Ia на юго-западном и юго-восточном обрамлении изучаемой территории. Балтийский щит и Тиманский кряж представляли собой второстепенный источник сноса осадочного материала. В восточной части Баренцева моря в это время продолжали накапливаться глинистые и глинисто-кремнистые отложения.

В средней и поздней перми прогибационные подкомплексы продвигаются на север и северо-восток. Они характеризуются сигмовидным рисунком сейсмических отражений соответствующих агтрадиционной и прогибационной серии клиноформ. Отчетливо видно подошвенное прилегание осей синфазности отражающих границ (рис. 11). В наиболее прогнутой части бассейна рефлекторы становятся протяженными, субпараллельными и отвечают конденсированной части разреза. В периоды морских регрессий формируются конусы выноса, характеризующиеся косослоистым рисунком отражений и образующие несогласие типа подошвенное налегание в бортовых зонах бассейна. В конце средней и начале поздней перми осадки поступали не только с Урала, Балтийского щита, но, вероятно, с северо-запада (Земля Франца Иосифа) и с востока – Карской палеосуши [Баренцевская, 1988]. Это фиксируется на ВСР прогибационными подкомплексами с востока и северо-востока.

Осадконакопление в нижней–верхней перми носило, в целом, регрессивный характер с кратковременными трансгрессиями. Проградационные подкомплексы смещались в сторону Южно-Баренцевской впадины и центральной части Новой Земли. Поэтому, например, отложения татарского яруса верхней перми частично или полностью отсутствуют в Тимано-Печорском бассейне. На Новой Земле они имеют значительные мощности. К концу поздней перми наблюдается переход от некомпенсированного осадконакопления к компенсированному в условиях аллювиальных и дельтовых равнин. На конец поздней перми пришелся перерыв в осадконакоплении, который ознаменовался эрозией в бортовых зонах бассейна на юге и юго-западе. Значения пластовых скоростей в пределах средне-верхнепермского СК составляют 3.96–5.66 км/с.

Распространение ниже-верхнепермских песчаных пластов, потенциальных резервуаров нефти и газа в Баренцевом море тесно связано с циклическими изменениями уровня моря. Наилучшими коллекторскими свойствами обладают песчаники конусов выноса и прибрежно-морские и мелководно-морские песчаники трактов низкого стояния уровня моря. На сейсмических разрезах и те, и другие можно выделить по ярким высокоамплитудным отражениям, возникающих из-за разности акустической жесткости этих песчаников и вмещающих пород или их возможного флюидонасыщения.

Триасовый СК (Т) представляет собой мощную толщу осадков, распространенных практически повсеместно на изучаемой территории. Он ограничен в подошве верхнепермским эрозионным несогласием (ОГ А(Р-Т)), а верхняя его граница приурочена к кровле глинистой толщи, перекрывающей позднетриасовое рзское несогласие, в волновом поле сейсмических разрезов с которым связывается ОГ Б(Т-Т) (рис. 12). Это несогласие четко выделяется по срезанно верхне-среднетриасовых отложений в бортовых частях бассейна, что особенно хорошо видно в предновоземельской зоне и на Кольской моноклинали в районе полуострова Канин.

Триасовый СК выходит на поверхность на Кольской моноклинали. В предновоземельской складчатой зоне и на Адмиралтейском поднятии также закартированы выходы триасовых слоев. Подошва сейсмокомплекса в южной части предновоземельской зоны находится на 0.7–1.2 с, на Адмиралтейском поднятии – около 1 с, в северной части предновоземельской зоны – 1.5–1.8 с. Значительные мощности комплекса здесь срезаны посттриасовыми эрозиями. Мощности триасового СК значительно увеличиваются с запада на восток до 2.5 с и с юга, юго-востока и юго-запада к центру Южно-Баренцевской впадины до 2–2.2 с. Кровля СК находится на временах 2.3–2.5 с в наиболее погруженной части Южно-Баренцевской впадины. Триасовый комплекс отложений на изучаемой территории формировался в мелководно-морских и прибрежных условиях при постоянной компенсации прогибания бассейна большими объемами поступающего осадочного материала с горного сооружения Урала (Geological history, 2009). На большей части изучаемой территории для триасового СК характерна слабая акустическая дифференциация отложений, что связано с их более ли менее однородным составом – чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Опираясь на стратиграфические маркеры в скважинах Баренцева и Печорского морей, авторам удалось проследить

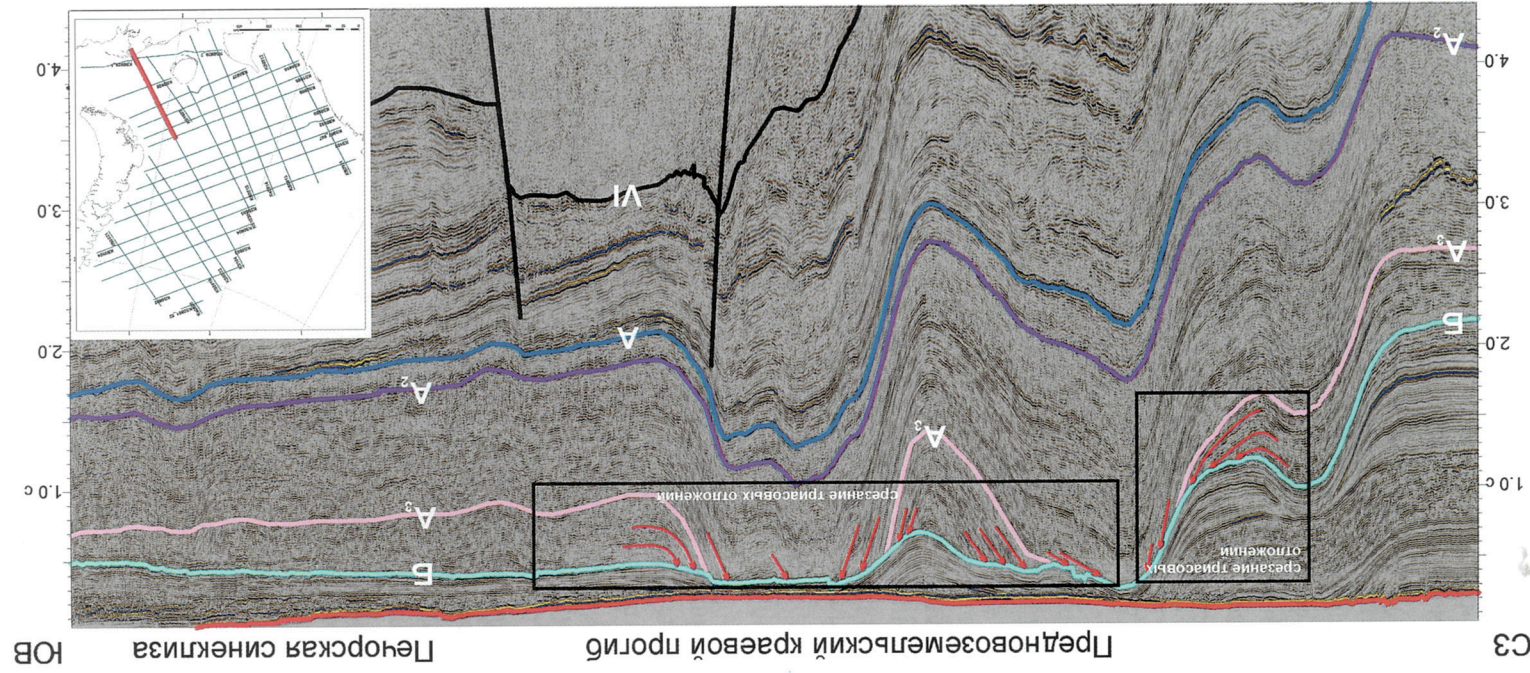


Рис. 12. Рзское эрозионное несогласие в кровле триасового сейсмокомплекса

ОГ, приблизительно соответствующие границам стратиграфических отделов триаса.

Нижнетриасовый сейсмостратиграфический подкомплекс выделяется между ОГ А(Р-Т) и А₃(Т₂). На юго-западном и юго-восточном боргах Южно-Баренцевской впадины он характеризуется наличием высокочастотных средних- и высокоамплитудных отражений, образующих бугристый клиноформный рисунок – неравномерно расположенные прерывистые фрагменты отражений, для которых характерно нерегулярное, бессистемное прекращение прослеживания отражений и их расщепление, наличие мини-клиноформ. Таким рисунком характеризуются отложения, накопившиеся в переходных от континентальных к мелководно-морским условиям, возможно дельтовых, что подтверждается данными бурения на шельфе Печорского и юге Баренцева моря (чаркобж-кая свита нижнего триаса). В центральной части Южно-Баренцевской впадины рефлекторы имеют более низкочастотные и низкоамплитудные характеристики, в большем количестве присутствуют субпараллельные отражения, что может объясняться глинизацией разреза.

Среднетриасовый сейсмостратиграфический подкомплекс ограничен в кровле ОГ А₃(Т₂). Он, как и нижнетриасовый, характеризуется наличием более высокочастотных высокоамплитудных отражений в бортовых частях Южно-Баренцевской впадины, по сравнению с центральной ее частью. Причем бугристый клиноформный рисунок отражений в нижней части СПК сменяется вверх субпараллельными отражениями, некоторые из которых удается проследить на значительные расстояния. Это может свидетельствовать о снижении темпов осадконакопления и переходе к более спокойным прибрежно-морским условиям.

Верхнетриасовый сейсмостратиграфический подкомплекс отличается от нижне- и среднетриасового как по динамическим показателям, так и рисунком сейсмических отражений. Он характеризуется средне- и высокоамплитудными, высокочастотными, протяженными, субпараллельными сейсмическими отражениями на всей изучаемой территории. В разрезах Печаноозерской, Арктической, Мурманской и Северо-Кильдинской скважин отмечается значительное опесчанивание разреза и увеличение мощности песчаных прослоев [Баренцевская..., 1988]. Однородность сейсмической записи в данном подкомплексе говорит об однородности условий осадконакопления в восточной части Баренцева моря в позднем триасе.

Характерной особенностью как для триасового, так и ниже-верхнетриасового СК, является наличие высокоамплитудных, часто дискордантных по отношению к поверхностям напластования отражений. Эти отражения приурочены к наиболее погруженным частям бассейна и соответствуют интрузивным телам. Интрузии в ниже-верхнетриасовом СК часто субпараллельны поверхностям напластования, что подчеркивает внутреннее строение комплекса. Интрузии в триасовом СК очень четко выделяются и прослеживаются, они вскрыты скважинами, как правило, резко дискордантны по отношению к вмещающим породам и располагаются в пределах среднетриасового СПК и на его границах (рис. 13). На некоторых сейсмических разрезах удается проследить подводящие каналы, по которым поступал магматический материал. Они отмечаются как зоны потери корреляции или как узкие участки, в которых оси син-

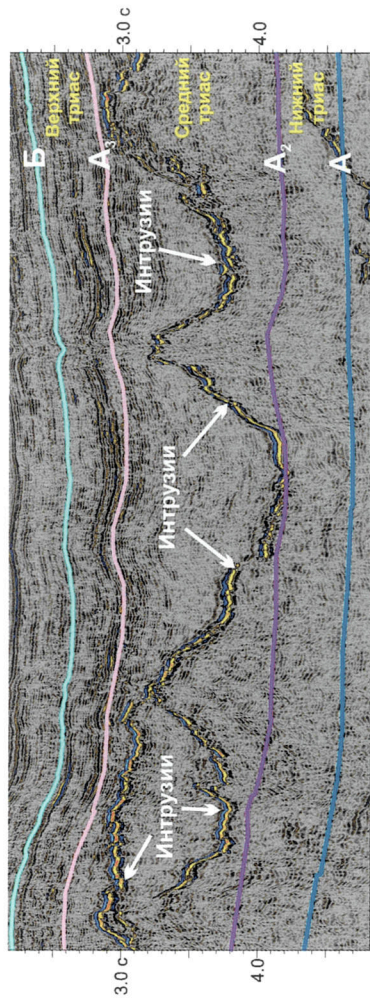


Рис. 13. Интрузии – характерная черта триасового ССК

фазности во всей осадочной толще приподняты вверх, вследствие аномально высокой акустической жесткости в магматических образованиях.

Триасовый комплекс отложений на изучаемой территории формировался в условиях компенсированного осадконакопления. При этом, в раннем триасе погружение бассейна было равномерным, о чем говорят приблизительно равные мощности нижнетриасовых отложений. Активное погружение Баренцево-мурского бассейна происходило в среднем триасе, что фиксируется увеличением мощностей среднетриасовых отложений в сторону Новой Земли. К позднему триасу бассейн осадконакопления стабилизировался, и на ВСП наблюдаются равные мощности верхнетриасового комплекса за исключением отдельных поднятий, подверженных эрозии в рэтское – раннеюрское время.

Значения пластовых скоростей в пределах триасового СК варьирует в широком диапазоне от 3.42 до 4.88 км/с.

Юрский СК (J) характеризуется слоистой толщей с протяженными яркими сейсмическими границами. Распознается по пачке низкочастотных высоко- и среднеамплитудных отражений временной мощностью до 1 с. Верхняя граница представляет собой яркий горизонт, прослеживающийся по всему району, который связан с кровлей верхнеюрских «черных» глин, выступающих аналогами битуминозных глин баженовской свиты, и стратифицирован как В(J-K). ОГ В(J-K) является региональным опорным горизонтом. Наиболее характерные типы несогласий, связанные с поверхностью В(J-K) – подошвенное налегание и прилегание (рис. 14).

В бортовых зонах Баренцево-мурского мегапрогиба юрский сейсмокомплекс сокращается по мощности до полной потери их прослеживания, что указывает на выпадение юрских отложений из разреза вследствие размыва. На сводах положительных структур часто фиксируется несогласие типа «эрозионный срез», выделяются границы, соответствующие срезанию и внутриформационным эрозионным поверхностям.

В Баренцевской депрессии юрский СК расчленяется на три сеймоподкомплекса, отделенных друг от друга поверхностями, соответствующими байосскому В₁(J₂b) и келловейскому В₂(J₂c) несогласиям. Пластовые скорости в юрском СК составляют 2.9–3.82 км/с.

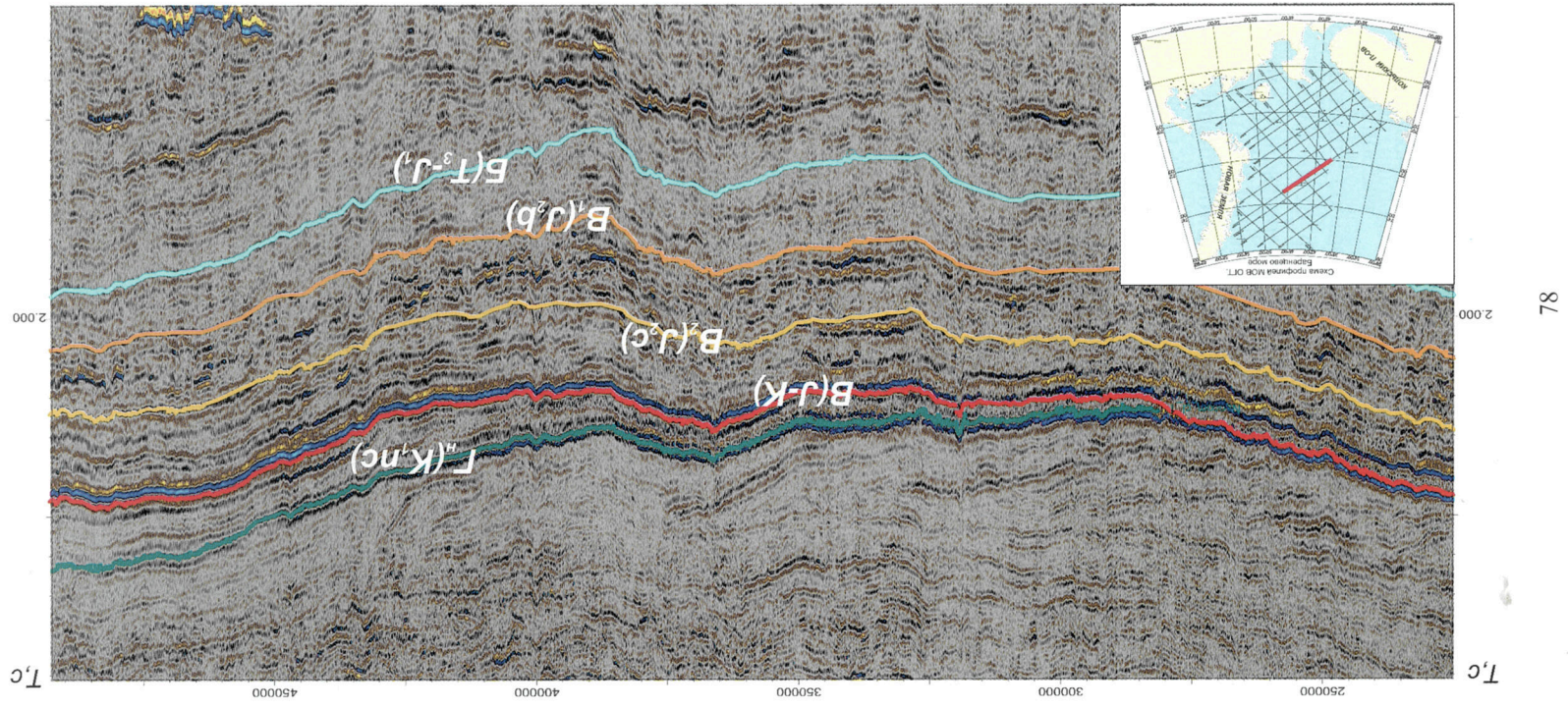


Рис. 14. Юрский ССК

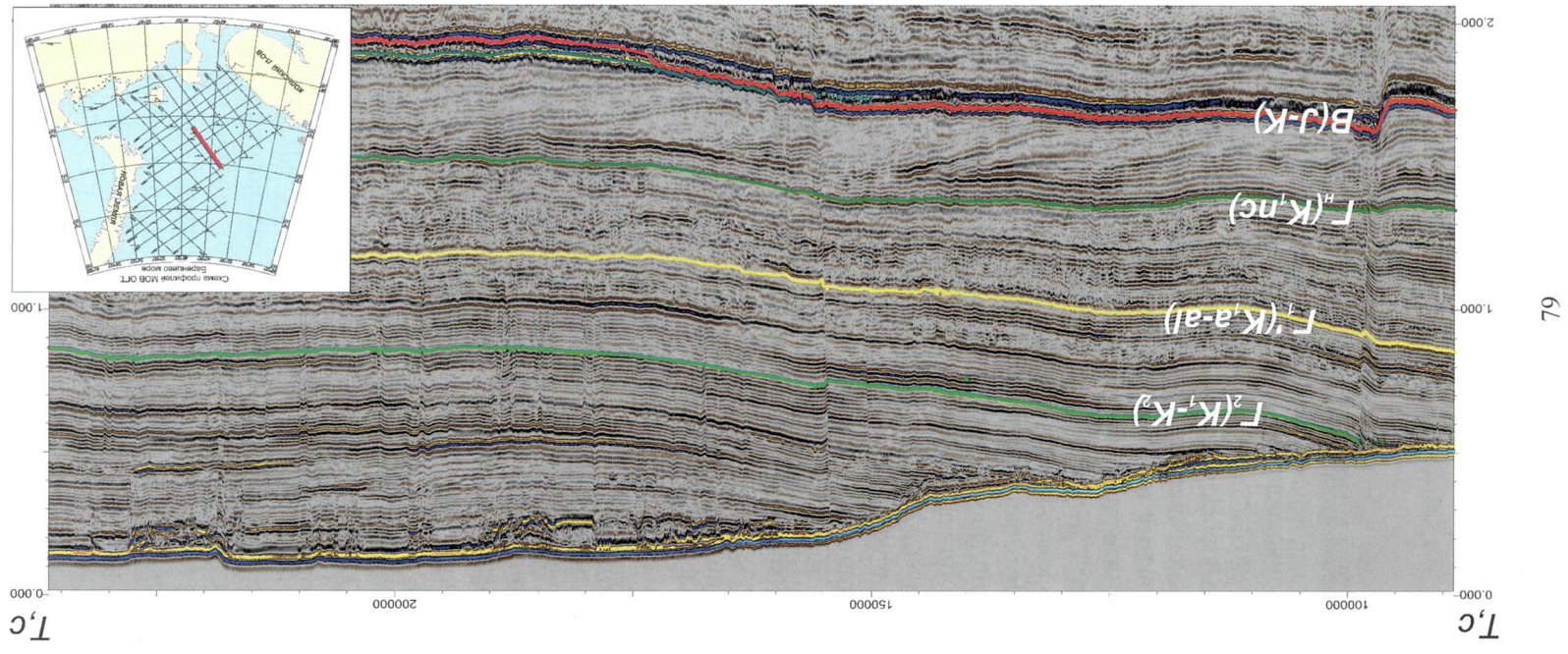


Рис. 15. Меловой ССК

Меловой СК (К) в Южно-Баренцевоморской впадине комплекс достаточно уверенно расчленяется на три сейсмоподкомплекса: нижнемеловой неоконский (ограничен в кровле ОГ Г₁(K₁nc)), апт-альбский (ограничен в кровле ОГ Г₁(K₁a-al)), верхнемеловой (ограничен в кровле ОГ Г₂(K₁-K₂)) (рис. 15).

Нижнемеловой неоконский СПК распространен по всему изучаемому району. Мощность этого подкомплекса практически не меняется и составляет около 200–400 м, около 500 метров. Только в зонах, на которых наиболее сильно сказались альбское и кайнозойские несогласия (Адмиралтейское поднятие, Северо-Кильдинская структура, Кольская моноклиналь), мощность сокращается, а иногда сходит на нет.

Низкоамплитудные отражения внутри этого подкомплекса соответствуют по всей видимости песчаным и алевроитовым телам, находящимся в преимущественно глинистой толще. Особенностью этого СПК является ярко выраженное угловое несогласие с верхнеюрским комплексом В(Ж-К) по схеме подошвенного прилегания и с вышележащим подкомплексом по схеме кровельного прилегания. Неоконский подкомплекс имеет клиноформное строение. Эти клиноформы заполняли шельфовую впадину по схеме бокового наращивания. Выделяется несколько этапов проградационного заполнения бассейна, которые разделяются поверхностями локальных несогласий. Локальные несогласия выделяются по подошвенному прилеганию последующего цикла на верхнюю часть клиноформы предшествующего. Эти несогласия формировались за счет понижения относительного уровня моря в результате последовательного заполнения бассейна. В основании комплекса выделяется более крупное тело, имеющее клиноформное строение. Углы залегания его намного меньше, чем у вышележащих клиноформ, оно имеет более пологое залегание.

Апт-альбский подкомплекс характеризуется непротяженными разноамплитудными отражениями линзовидной и бутристой конфигурации, среди которых прослежены единичные выдержанные отражения. В пределах подкомплекса выделяются эрозионные срезы и частичный размыв данного подкомплекса. Мощность подкомплекса достаточно выдержана по площади, что свидетельствует о выровненности поверхности в конце раннемелового времени.

Верхнемеловой подкомплекс распространен в пределах Южно-Баренцевоморской впадины. Его подошвой является ОГ Г₂(K₁-K₂). В волновом поле прослеживаются низкоамплитудные протяженные отражения, осложненные доннократными волнами-помехами. Низкие значения амплитуд и скоростей позволяют предположить существенно глинистый состав подкомплекса, а протяженность отражений может свидетельствовать о морских условиях осадконакопления в это время. В верхней части подкомплекса прослеживается несогласная поверхность, связанная с размывом, обусловленного воздыманием региона в конце неогена.

Значения пластовых скоростей в пределах мелового СК варьирует в широком диапазоне от 1.9 до 2.44 км/с.

Выводы

Таким образом, в результате сейсмогеологической интерпретации глубинных сейсмических разрезов в юго-восточной части Баренцевоморского бассейна и в акватории Тимано-Печорского бассейна были прослежены основные этапы развития региона от позднепротерозойского до четвертичного с оценкой предполагаемых подъемов территории. В регионе можно предположить широкое развитие рифей-вендских отложений до начала палеозойского этапа развития. Эпицентры позднепротерозойских бассейнов, видимо, находились в области развития Тиманской и Новоземельской складчатых зон. Палеозойский этап развития района работ тесно связан с историей развития Тимано-Печорского бассейна, где можно выделить и проследить развитие трех стадий, авлакогеновой в раннем – среднем палеозое, стадии карбонатной платформы в позднем девоне – карбоне и инверсионной в ранней перми. Начиная с пермского периода история развития Тимано-Печорского и Баренцевоморского бассейнов резко отличается. Тимано-Печорский бассейн уже не испытывает столь активного погружения, процессы осадконакопления замедлены и часто сменяются эрозией. Баренцевоморский бассейн, напротив, испытывает активное погружение, компенсированное большим количеством осадков. Эпицентр погружения находится в Предновоземельской зоне и в Южно-Баренцевской впадине, где в течение пермского и триасового периода накапливается более 6–8 км осадочных пород. Этапы инверсии и регионального подъема начинаются в позднем триасе и периодически продолжают вплоть до позднего мела, времени окончательного формирования складчатости на Новой Земле.

История развития региона определила условия формирования его нефтегазоносности. В разрезе палеозойского и мезозойского комплексов отложений выделяются интервалы, благоприятные для генерации и аккумуляции углеводородов. К ним можно отнести карбонатные постройки пермского возраста, литологические ловушки в терригенном пермско-триасовом комплексе и структурные ловушки в юрско-меловом комплексе.

Литература

- Баренцевская шельфовая плита / Под ред. И.С. Грамберга. Л.: Недра, 1988. 263 с.
Новая Земля и остров Вайгач. Геологическое строение и минералогия / Под ред. Ю.Е. Погребницкого. СПб: ВНИИОкеангеология, 2004. 174 с.
Сейсмическая стратиграфия / Под ред. Ч. Пейтона. М.: Недра, 1982. 375 с.
Geological History of the Barents sea. Trondheim, Norway / Ed. by Smelror M., Petrov O.V., Larssen G.B., Werner S.C. // Geological survey of Norway. 2009. P. 135.
Stemmerik L., Elvebak G., Worsley D. Upper Palaeozoic carbonate reservoirs on the Norwegian Arctic Shelf: delineation of reservoir models with application to the Loppa High // Petroleum Geoscience. 1999. №5. P. 173-187.