

К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТЕ ФУНДАМЕНТА БАРЕНЦЕВО-КАРСКОГО РЕГИОНА

На основании современных сейсмических профилей МОВ ОГТ делается вывод о возрасте фундамента различных структур Баренцево-Карского региона. Для большей части Южно-Карской синеклизы фундамент герцинский. Фундамент Северо-Карского шельфа доверхнерифейский. Под Южно-Баренцевской впадиной, примыкающей к Печорской плите, он байкальский, в то время как под Северо-Баренцевской впадиной фундамент новообразованный, возникший в результате вертикальной аккреции. Дается критический анализ хроностратиграфических возможностей различных геофизических методов.

Ключевые слова: *Баренцево-Карский регион, сейсморазведка, возраст фундамента.*

A conclusion of basement age of different structures of Barents-Kara region is drawn on the ground of modern seismic CDP profiles. The basement is Hercynian for the most part of South Kara syncline. Basement of the north part of Kara shelf is pre Upper Riphean. Under South Barents basin abutted against Pechora plate the basement is Baikalian. Under North Barents basin the basement is neogenic, it came into existence as a consequence of vertical accretion, Critical review of chronostratigraphic potentiality of different geophysical methods is also done.

Keywords: *Barents-Kara region, seismic prospecting, age of basement.*

Фундамент Баренцево-Карского региона является основанием обширного осадочного мегабассейна, разведанные и прогнозируемые ресурсы которого на углеводородное сырье гигантские. С регионом связаны основные перспективы России по приросту нефтегазовых ресурсов в XXI в. Это одна из причин того, что геолого-геофизическая изученность Баренцева и Карского морей значительно выше, чем у остальных арктических морей России. Именно здесь проведены комплексные геолого-геофизические исследования на опорных профилях. Однако по вопросу возраста фундамента Баренцево-Карского региона нет согласия. Одни исследователи считают, что фундамент региона представлен блоками различного возраста консолидации и складчатых поясами с различным возрастом заключительных деформаций [3]. Другие настаивают на досреднерифейском возрасте фундамента для всего Баренцево-Карского региона, включая север Западно-Сибирской плиты и Енисей-Хатангский прогиб [1]. Метаморфический фундамент этого обширного (Обско-Баренцевского) мегабассейна перекрыт промежуточным структурным этажом гетерогенного строения с большим количеством рифтогенных прогибов, заполненных мощным синрифтовым комплексом, который в свою очередь перекрыт единым мезозойским койлогенным чехлом. Утверждается, что рифтогенез, преимущественно пермско-триасового возраста, стал причиной кардинальной перестройки структурного плана до мезозойского фундамента региона, вплоть до частичной океанизации первичной континентальной коры. Эти крайние точки зрения дополнены вариациями трактовок возраста фундамента конкретных тектонических структур. Неоднозначность датировок фундамента рассматривается как следствие недостаточной изученности

региона. Определенно можно сказать, что изученность никогда не бывает (и не будет) достаточной. Кстати, все исследователи делали свои заключения по одним и тем же материалам.

Баренцево и Карское моря изучены преимущественно геофизическими методами, включающими МОВ ОГТ для осадочного чехла, КМПВ и ГСЗ для остальной земной коры и гравимагнитные съемки для выявления аномалеобразующих объектов. Из перечисленных методов только ОГТ позволяет получать динамические характеристики разреза и выделять протяженные сеймостратиграфические горизонты, которые можно считать квазисинхронными, что неоднократно доказано мировой практикой. Их региональная корреляция и увязка с геологией суши и островов, дополнительная керном глубоких скважин, позволяет расчленять разрез осадочного чехла на сеймокомплексы и проводить их хроностратиграфическую привязку.

Ниже границы осадочный чехол—фундамент в дислоцированных и глубокометаморфизованных средах ОГТ не работает. Как справедливо заметил Ю. Е. Погребницкий, «где кончается стратификация, там заканчивается геология», во всяком случае ее историческая составляющая. Интерпретация результатов КМПВ и ГСЗ с хроностратиграфических позиций неправомерна. Нельзя судить о предполагаемом составе пород по граничным скоростям, тем более при полном отсутствии сведений о вещественном составе пород нижней части разреза чехла и фундамента. Известно, что граничные скорости в юрских терригенных породах Грумантской скважины достигают 4,5 км/с, тогда как в аналогичных более древних породах триаса арх. Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) из Нагурской скважины скорости не превышают 3,2 км/с. В карбонатах нередки «гранитные» сейсмические скорости. Примеры

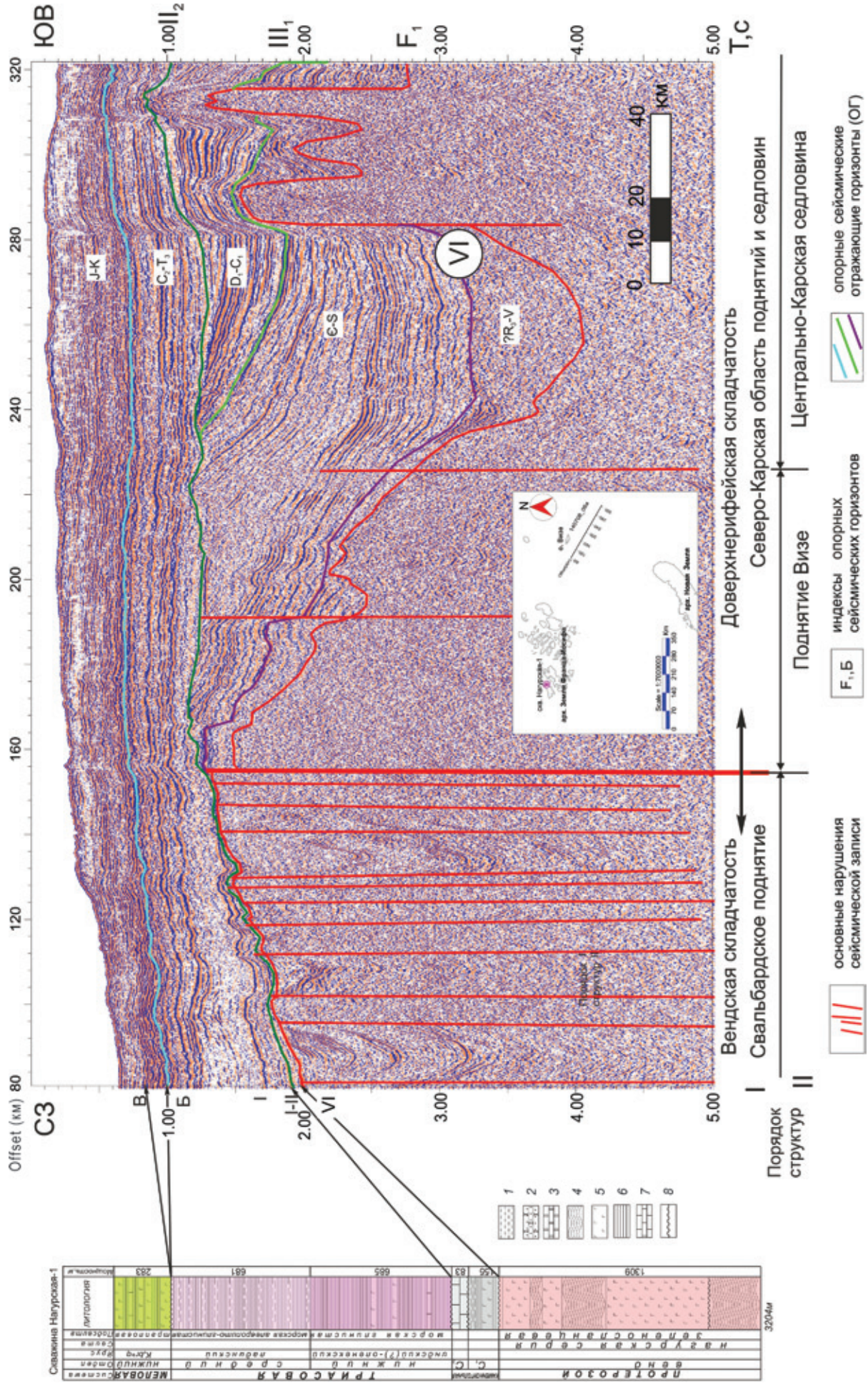


Рис. 2. Пример волнового поля по пр. о. Визе – арх. ЗФИ (материалы ОАО «СМНГ», интерпретация авторов)
 I – алевролиты; 2 – песчаник; 3 – доломиты; 4 – кварцито-серцитовые сланцы, микрокварциты, филлиты; 5 – долериты; 6 – аргиллиты; 7 – глины, известняки; 8 – стратиграфические несогласия

многочисленны. Кольская сверхглубокая скважина выявила кардинальные противоречия между геофизическими и петролого-геологическими представлениями о строении и составе нижней коры. На глубине 5–7 км предполагалась граница Конрада, ниже которой в соответствии с сейсмическими скоростями должны были находиться плотные основные породы. Однако до забоя скважины, т. е. до глубины 12,5 км, были вскрыты исключительно гранито-гнейсовые комплексы возрастом до 3 млрд лет. Природа преломленных волн остается невыясненной. Так, на опорном профиле (пр.) 3-АР в Южно-Карском регионе протяженный преломленный горизонт с V_{gr} 6,0–6,5 км/с находится внутри сейсмически прозрачного поля отраженных волн, характерного для фундамента. Полная корреляция преломленных горизонтов КМПВ с отражающими горизонтами ОГТ не наблюдается ни по одному опорному горизонту (рис. 1). Аналогичная ситуация отмечена на пр. 2-АР в Северо-Баренцевской впадине, где преломленные горизонты также пересекают различные отражающие горизонты.

В 2005 г. впервые показано, что для большей части Южно-Карской синеклизы, которая является акваториальным продолжением Западно-Сибирской плиты, фундамент герцинский [6]. Площадные структурные построения, выполненные нами по подошве пермско-триасовых отложений, и анализ волновых полей доказали, что отрицательные структуры Южно-Карской синеклизы в пермское и нижне-среднетриасовое время являются межгорными впадинами и прогибами полуконцентрической и концентрической формы [6]. Они были образованы на орогенной стадии развития герцинид, захватывающих центральную, наиболее погруженную область синеклизы, включая Северо-Сибирский порог и Северный Таймыр. Герциниды и более древние складчатые комплексы севера Западной Сибири не прорываются на шельф Карского моря. Они ограничиваются областью раннекиммерийской складчатости Ямало-Пайхойской седловины, соединявшей разновозрастные складчатые пояса Новой Земли и Южного Таймыра. Было установлено, что пермско-триасовые рифты, выделяемые в центральных районах Западной Сибири, не имеют шельфового продолжения. На их отсутствие на севере наземной части Западно-Сибирской плиты (Пур-Гыданская синеклиза) ранее указывали Н. Я. Кунин (1982) и Л. Ш. Гиршгорн (1987–1988) с соавторами.

Фундамент северной части Карского шельфа дорифейский, что отчетливо фиксируется на пр. 4-АР [5]. Выше него с угловым несогласием залегают рифейско-кембрийские толщи, представленные на Северной Земле терригенными флиш-идными и моласоидными формациями [5]. В современной структуре Северо-Карского шельфа эти базальные толщи присутствуют только в прогибах, где их мощность возрастает до 7 км. На смежных поднятиях они практически отсутствуют. Это хорошо иллюстрируется волновым полем на сейсмическом профиле ОАО «СМНГ», расположенном между о. Визе и арх. ЗФИ (рис. 2). На профиле с ПК 160 в юго-восточном направлении наблюдаются эрозионный срез и размыв практически всего нижнего и среднего палеозоя вплоть до самого нижнего Rf_3-V комплекса. Нижний комплекс после разломной зоны, находящейся северо-западнее ПК 160, смят в относительно низкочастотные складки. Возможно, на представленном волновом

поле наблюдается восточная граница предположительно вендской складчатости, наблюдаемой в скв. Нагурская на о. Александры арх. ЗФИ.

По результатам МОВ ОГТ, дополненным данными бурения и радиогеохронологическим определением возраста магматических и метаморфических пород, фундамент Печорской плиты байкальский [4]. После кратковременного перерыва в кембри здесь накапливалась мощная толща моласоидов, которые с несогласием перекрыты вышележащими терригенными, а затем и карбонатными отложениями ордовика – силура, что наблюдается на современном сейсмическом пр. 3-АР, фрагмент которого представлен на рис. 3, а.

Фундамент Баренцевоморского шельфа разновозрастный. Под Южно-Баренцевской впадиной, примыкающей к Печорской плите (профили 3-АР, KS-104), он байкальский (рис. 3, б). Этот вывод можно сделать на основании полной идентичности волновых полей (рис. 3, а, б). На рис. 3, б представлен только южный участок пр. KS-104, но и далее на северо-запад по профилю особенности волнового поля, характеризующие фундамент и интервал ниже фундамента, сохраняются под Южно-Баренцевской впадиной.

Под Северо-Баренцевской впадиной его возраст в зависимости от интерпретации варьирует от додевонского до доордовикского (пр. АР-4) (рис. 4). Вышележащий осадочный чехол общей мощностью до 18 км представлен слабодислоцированными слоями без угловых несогласий, сформированных в результате непрерывной седиментации в равномерно погружающемся бассейне с частичной переработкой в определённые этапы развития. К северо-западу и юго-востоку от Северо-Баренцевской впадины за достаточно протяжёнными зонами нарушения сейсмической записи наблюдается дорифейский фундамент. Не менее древний он и на северном острове Новой Земли, где докембрийские формации участвуют в строении кристаллического основания ранних киммерид. Здесь в районе губы Северная Сульменова распространена толща мраморов и кристаллических сланцев с амфиболитами, пронизанная инъекциями пегматоидных гранитов, метаморфизованных в условиях эпидот-амфиболитовой фации. По последним результатам изотопных датировок возраст толщи определен как байкальский. Под ЗФИ фундамент предположительно вендский (рис. 2).

Учитывая динамические особенности границы фундамент–чехол и существующие сложности (из-за частичной переработки) стратиграфической индексации нижних горизонтов чехла Северо-Баренцевской впадины (рис. 4), можно предложить иное объяснение природы замкнутого региона с «молодым» фундаментом среди более древнего окружения. Фундамент под впадиной новообразованный, возник в результате вертикальной аккреции, т. е. роста консолидированной коры за счет нижних горизонтов осадочного чехла в результате сиализации и гранитизации на границе петроструктурно реологически контрастных сред [2]. Складчатые каледонские движения зафиксированы только в южной части Норвежской акватории. В то же время на севере Новой Земли среднекарбонные–пермские толщи залегают на разных горизонтах раннего девона – раннего карбона, что свидетельствует о блоковых движениях этого участка в позднекаледонское или раннегерцинское время. Одновозраст-

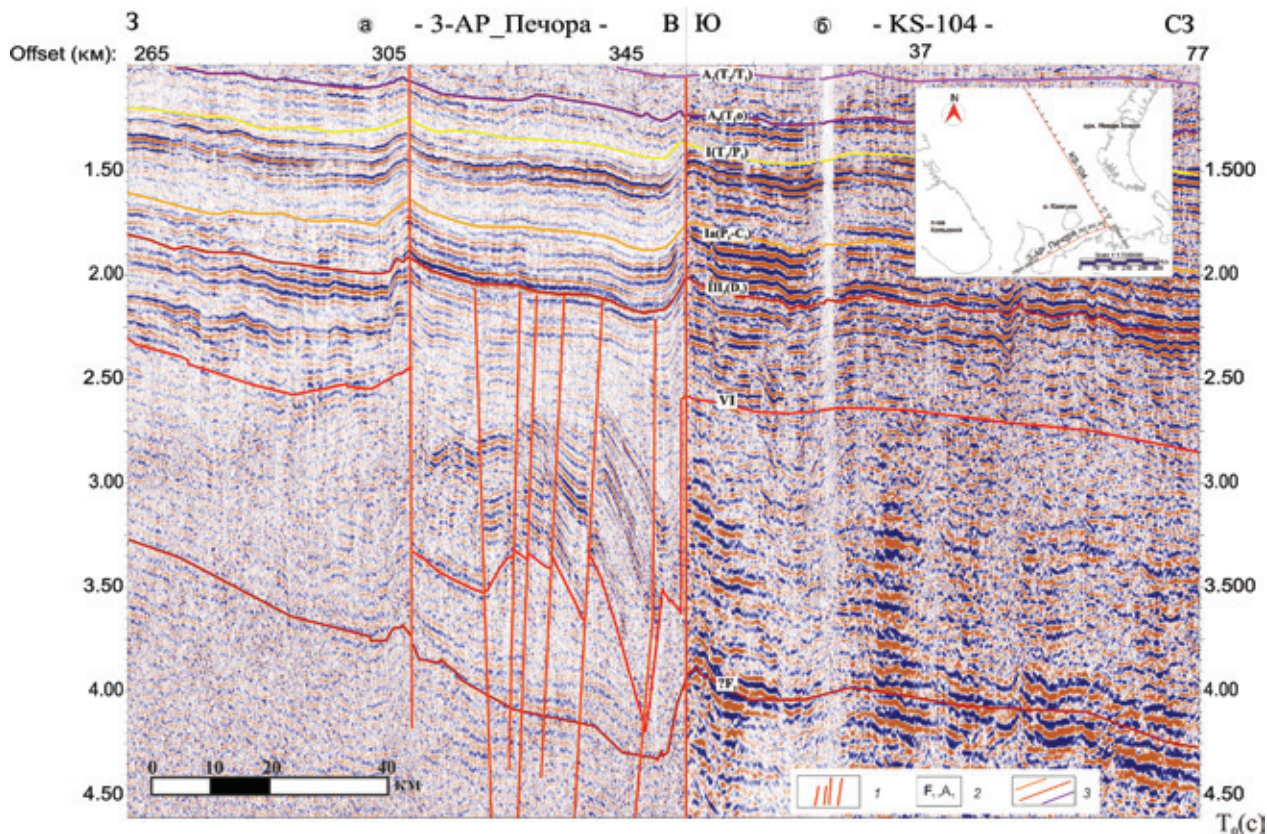


Рис. 3. Примеры волнового поля части осадочного разреза и фундамента в зоне перехода от Печорской плиты (а – пр. 3-АР, материалы ФГУП «Севморгео») к Южно-Баренцевской впадине (б – пр. KS-104, материалы ОАО «МАГЭ»). Интерпретация авторов

1 – основные нарушения сейсмической записи; 2 – индексы опорных сейсмических горизонтов; 3 – опорные сейсмические отражающие горизонты (ОГ)

ное стратиграфическое несогласие предполагается для Адмиралтейского вала, но и здесь складчатых деформаций не происходило.

Другим примером новообразований является четкий горизонт ?F₁ внутри байкальского фундамента Печорской плиты и Южно-Баренцевской впадины, прослеженный МОВ ОГТ на профилях АР-3, KS-104 (рис. 3). Этот отражающий горизонт, имеющий плавное, сглаженное очертание, не конформное неровной кровле байкальского комплекса, несомненно фиксирует региональную плотностную неоднородность в коре, не связанную с конкретным стратиграфическим событием. Выделенный горизонт дает прекрасную возможность для комплексирования МОВ ОГТ и КМПВ.

Большое количество вариантов интерпретации возраста фундамента в значительной мере объясняется отсутствием комплексирования различных методов. Комплекс работ проведен на опорных профилях, а признаков комплексирования нет. Преломленные горизонты КМПВ не увязаны с отражающими горизонтами МОВ ОГТ (рис. 1). Проблемы с согласованием гравитационных и сейсмических полей общеизвестны: интерпретация зависимости скорость–плотность многовариантна и, как правило, требует априорных допущений. Задача осложняется конвергенцией, которая повсеместно распространена в живой и неживой природе.

Не меньше сложностей возникает с вариантами предположений о наличии в пределах складчатых

областей блоков более ранней консолидации, основанных преимущественно на интерпретации гравимагнитных данных и материалов КМПВ. Если для байкалид Печорской плиты предположение о более ранней дорифейской консолидации Большеземельского и Печороморского сводов вполне допустимо, то предположение о карельском возрасте кристаллического фундамента в наиболее погруженных частях Южно-Карской и Пур-Гыданской синеклиз не имеет фактического обоснования. А почему не каледонский, байкальский, гренвилльский или готский возраст? И тогда догерцинский фундамент будет не обязательно кристаллическим.

В последние годы нередко попытки расширительного толкования хроностратиграфических возможностей МОВ ОГТ, который, как известно, предназначен для изучения только недислоцированных и неметаморфизованных горизонтально или почти горизонтально залегающих слоистых сред. В складчатом фундаменте осадочных бассейнов выделяются участки с остаточной слоистостью иногда внутри сейсмически прозрачной толщи, которые трактуются как прогибы рифтогенного генезиса либо, применяя преломленные горизонты КМПВ, объединяются в промежуточный этаж осадочного чехла. Природа спорадических участков с остаточной слоистостью неясна. Такая слоистость скорее всего является сланцеватостью или результатом других неотложенных процессов, таких как метаморфизм, потоки флюидов, трещиноватость и др. Примеры псевдослоистости в складчатых и метаморфических

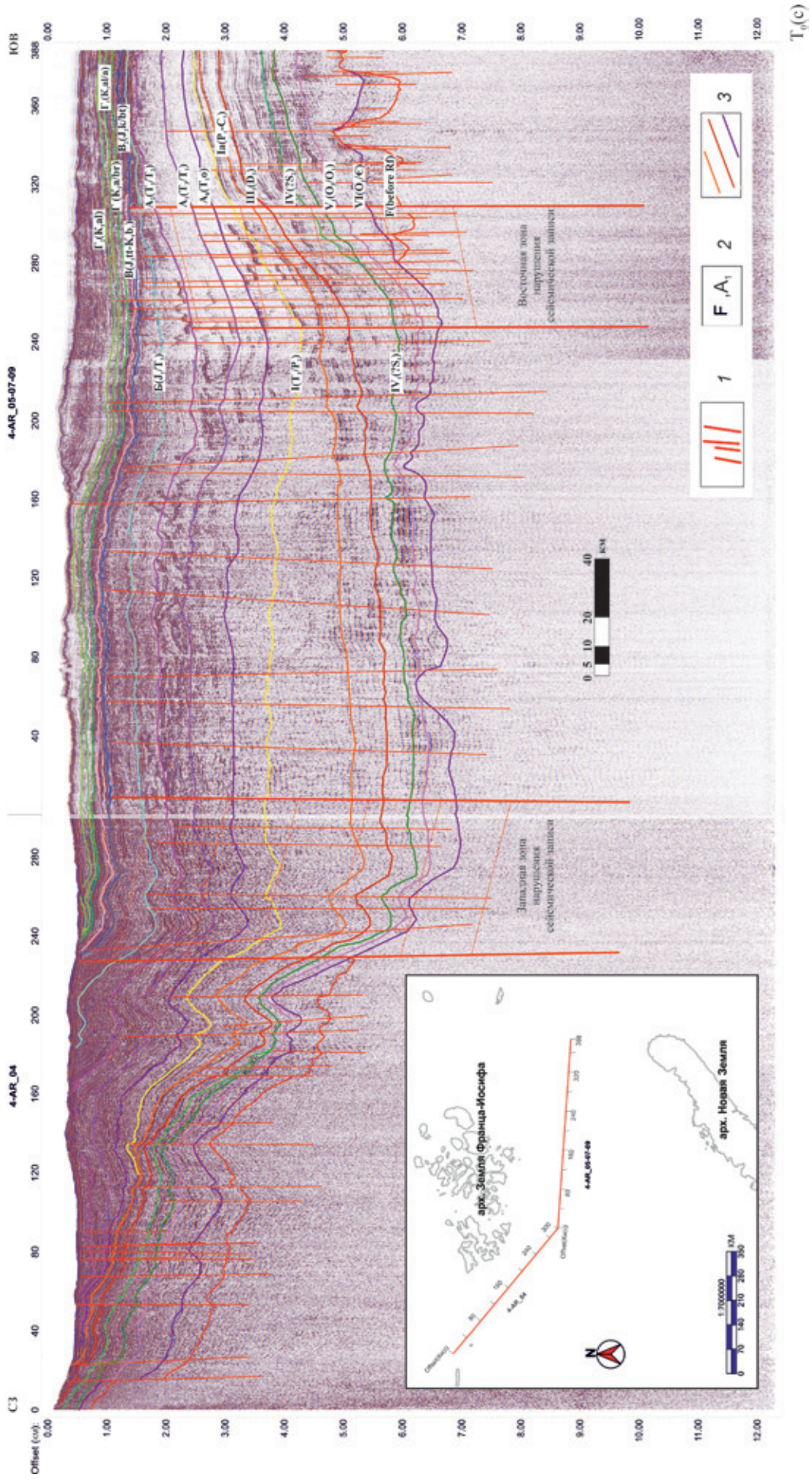


Рис. 4. Пример волнового поля в зоне перехода от восточного (пр. 4-AR 04, материалы ФГУП «Севморгео») и западного бортов (пр. 4-AR 05_09) и западного бортов (пр. 4-AR 04, материалы ФГУП «Севморгео») к погруженной части Северо-Байренцевской впадины. Интерпретация авторов
Усл. обозн. см. на рис. 3.

толщах хорошо известны петрологам и структурным геологам. Подобные варианты интерпретации вряд ли добавят полезную информацию о возрасте границы осадочный чехол—фундамент для крупных нефтегазоносных бассейнов Баренцево-Карского региона.

1. *Верба М.Л., Иванов Г.И.* Тектоническая карта Баренцево-Карского региона масштаба 1 : 2 500 000: нефтегеологический и геоэкологический прогноз. — СПб.: Химиздат, 2009. (Труды RAO/CIS Offshore 2009).

2. Вертикальная аккреция земной коры: факторы и механизмы / Отв. ред. М.Г. Леонов. — М.: Наука, 2002. — 461 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 542).

3. Геология и полезные ископаемые России. Т. 5. Кн. 1: Арктические моря / Ред. И.С. Грамберг, В.Л. Иванов, Ю.Е. Погребницкий. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. — 468 с.

4. *Дараган-Суцова Л.А.* Рельеф фундамента Печорской плиты на суше и на акватории. — Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1991. Т. 66. Вып. 2. — С. 21–28.

5. *Дараган-Суцова Л.А., Петров О.В., Дараган-Суцков Ю.И.* Северо-Карский регион — часть Баренцево-морского мегапрогиба или самостоятельная структура? // Труды RAO/CIS Offshore 2011. — СПб., 2011. — С. 54–60.

6. *Петров О.В., Дараган-Суцова Л.А., Соболев Н.Н., Дараган-Суцков Ю.И.* Строение доюрского основания северной части Западно-Сибирской плиты // Регион. геология и металлогения. 2005. № 26. — С. 153–168.

Дараган-Суцова Лидия Анатольевна — канд. геол.-минер. наук, вед. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ. <ldaragan@vsegei.ru>.

Петров Евгений Олегович — канд. геол.-минер. наук, зам. нач. отдела, ВСЕГЕИ. <evgeniy_petrov@vsegei.ru>.

Дараган-Суцков Юрий Иосифович — канд. геол.-минер. наук, вед. науч. сотрудник, ВНИИОкеангеология им. И. С. Грамберга. <ydarag@vniio.nw.ru>.