

УДК 551.43:550.834(268.4/.5)

Дараган-Суцова Л.А., Поселов В.А., Дараган-Суцов Ю.И.

Сейсмогеологический анализ моделей развития Евразийского бассейна

В результате анализа волновых полей большого количества сейсмических профилей по всему Евразийскому бассейну рассмотрены модели истории его формирования. Показана незначительная роль спрединга в этой истории и неправомерность ее датировки по полосовым линейным магнитным аномалиям. Сделан вывод об общей истории формирования осадочного чехла хребта Ломоносова и котловины Амундсена. Показано, что начиная с позднего мела хребет Ломоносова не был частью Баренцево-Карского шельфа. Намечен масштаб и возраст спрединга в Евразийском бассейне.

Евразийский суббассейн Северного Ледовитого океана (СЛО) является крупнейшей морфоструктурой глубоководной Арктической геопреции. Начиная с середины 1960-х гг., с момента открытия полосовых магнитных аномалий в океанах, суббассейн практически всеми исследователями признается типичным спрединговым, возникшим в результате разрастания океанического дна [*Карасик, 1968*]. Помимо линейного знакопеременного аномального магнитного поля и наличия двух симметрично расположенных глубоководных котловин Нансена и Амундсена с океаническим типом коры, спрединговая природа суббассейна подтверждается типичной для срединных океанических хребтов морфологией хребта Гаккеля и его повышенной сейсмической активностью.

В соответствии с геохронологическим толкованием линейных магнитных аномалий доминируют представления о продолжении Атлантического океана в Арктику [*Wilson, 1963*] и заложении Евразийского суббассейна на рубеже палеоцена - эоцена (24-я аномалия Ламонтской шкалы). Считается, что хребет Ломоносова до спрединга был частью Баренцево-Карского шельфа. По мере разрастания океанической коры хребет Ломоносова все дальше отдалялся от него вплоть до его современного положения. Хребет отделен разломами от соседней котловины Амундсена. Геофизические данные свидетельствуют, что консолидированная кора хребта Ломоносова двуслойная, типично континентальная, хотя и утоненная. Мощность осадочного чехла на хребте достигает более 3 км в отдельных впадинах. Поверхность Мохо в осевой приполюсной части хребта установлена на глубине 20-24 км, а в пригренландской - на глубине 27-28 км [*Forsyth & Mair, 1984; Jokat et al., 1992*]. Сопоставление скоростных разрезов ряда Арктических структур показало сходство структуры приполюсной части хребта Ломоносова со структурой коры шельфа Карского моря [*Гуревич и Мащенко, 2000*].

Однако, выполненная в последние годы обработка сейсмических данных МОВ, полученных с отечественных дрейфующих станций, поставила под сомнение общепринятую интерпретацию магнитометрических данных в отношении масштаба и возраста спрединга. Анализ временного разреза на участке дрейфа СП-24 по линии хребет Гаккеля - котловина Амундсена - хребет Ломоносова позволил сделать вывод об ограниченном влиянии срединно-океанического хребта Гаккеля на формирование Евразийского суббассейна [*Поселов и др., 1998*]. Показано, что раскол коры по оси Евразийского суббассейна и ее раздвиг произошел после формирования основной части осадочного слоя. Основными доводами в пользу такого вывода являются: возрастание мощности нижних комплексов осадочного чехла от хребта Ломоносова по направлению к хребту Гаккеля, а не наоборот; корреляция рельефа фундамента с магнитными аномалиями только под хребет Гаккеля и на его склоне, за пределами хребта в котловине Амундсена корреляция не наблюдается; прорыв фундамента сквозь осадочный чехол до водной толщи на хребте Гаккеля и в западной части котловины Амундсена. Общая модель формирования Евразийского суббассейна при такой интерпретации выглядит следующим образом.

В результате возникновения мантийного диапира под континентальной корой происходит ее растяжение и последующее проседание мантийного свода с формированием депрессии. По мнению авторов [*Поселов и др., 1998*], вследствие избыточного давления осадочного слоя на астеносферу происходит разрыв коры и начало спредингового процесса. Возраст спрединга ограничен 13-ой магнитной аномалией, что примерно соответствует рубежу эоцен - олигоцен.

Итак, у классической «магнитометрической» спрединговой концепции, ставшей общепринятой парадигмой, появилась альтернативная «сейсмическая» интерпретация истории формирования Евразийского суббассейна. Новая модель, основанная на анализе волновых, а не потенциальных полей, должна была бы завоевать значительное количество сторонников. Но этого не произошло. Дело в том, что все аргументы альтернативной модели вполне объяснимы с позиций тотального спрединга, если принять последний не стационарным, не линейным процессом. Несмотря на то, что мощности отдельных сейсмических комплексов не уменьшаются в сторону хребта Гаккеля, главные признаки постепенного разрастания океанического дна сохраняются. Каждый вышележащий слой увеличивает ареал своего распространения. В направлении хребта Гаккеля уменьшается общая мощность осадочного чехла и происходит его омоложение. Но такая же картина будет наблюдаться при постепенном погружении свода: трансгрессивное залегание слоев вверх по разрезу и увеличение общей площади распространения осадков. Резкое, скачкообразное наращивание ареалов распространения осадков от комплекса к комплексу вверх по разрезу свидетельствует о дискретности процесса при любом варианте интерпретации, будь то спрединг, либо прерывистое во времени погружение свода.

При достаточно неопределенной привязке аномалий к выступам фундамента, корреляция рельефа фундамента с магнитными аномалиями в зоне хребта Гаккеля требует специального более детального рассмотрения. Положительная корреляция рельефа фундамента с магнитными аномалиями свидетельствует не в пользу инверсионной природы последних, что вообще лишает смысла геохронологическую привязку спрединга. Факты прорыва фундаментом всего осадочного чехла было бы значительно интереснее установить для глубоководных котловин. Кроме того, не всегда можно определенно установить генезис таких выступов. Если в приосевой части хребта Гаккеля он вулканический по определению, то на удалении от него эти выступы могут иметь тектоническую природу. Поэтому нужно было бы рассмотреть примеры

детальных взаимоотношений акустического фундамента и чехла на разрезах с хорошей разрешенностью сейсмической записи.

Близкое сходство двух или нескольких проявлений (форм) явления независимо от его действительной природы называется гомеоморфизмом, широко распространенным в живой и неживой природе. Например, в магматической геологии это известные проблемы отличия магматических и метаморфических гранитов, коровых и мантийных базальтов, наконец, океанических и наземных платобазальтов. В такой ситуации следует искать аргументы, имеющие единственное решение с точки зрения механизма и масштаба явления, т.е. удовлетворяющие только одну из рассмотренных концепций развития Евразийского суббассейна. Для другой концепции такие аргументы должны быть противоположены. Ключевыми моментами для поиска недвусмысленных аргументов являются ответы на главные постулаты доминирующей и хорошо разработанной спрединговой концепции формирования Евразийского суббассейна. Нужно ответить на следующие вопросы:

1. Являлся ли хребет Ломоносова частью Баренцево-Карского шельфа до начала спрединга?

2. Действительно ли происходит омоложение акустического фундамента по мере приближения к хребту Гаккеля?

3. Как предлагаемая история формирования Евразийского суббассейна объясняет загадку пролива Нарес, разделяющего Гренландию и остров Элсмир Канадского Арктического архипелага [*Dawes & Kerr, 1982*]?

При практически полном отсутствии сведений о вещественном составе осадочных слоев и фундамента в Арктике, главным объектом исследований должны быть волновые сейсмические поля, представленные на многочисленных разрезах по всему Евразийскому суббассейну. Сравнение различных структур (например, шельфа Карского моря и хребта Ломоносова) по распределению сейсмических скоростей в осадочном чехле и коре, дополненное сведениями об их суммарной мощности, либо анализом потенциальных полей, дают лишь современные характеристики геологических структур, которые могли быть иными в прошлом. Поэтому, только геостратиграфический анализ, основанный на сеймостратиграфической интерпретации волновых полей, позволит провести реконструкцию событий и определить временные соотношения в истории формирования геологических структур. Сеймостратиграфический взгляд на взаимоотношение геологических объектов крайне важен и для геологического контроля, ограничивающего количество возможных толкований геофизических данных. Примеры такого контроля многочисленны. Так, известно, что если одна из даек пересекает другую, то она явно моложе. Последовательность внедрения даек, установленная геологическими методами, является самым надежным и обязательным контролем результатов радиологических определений. Так, если более молодая дайка будет иметь более древний радиологический возраст, то такие данные нельзя принимать во внимание. Они определенно неверны, несмотря на всю привлекательность использования современных датировок и магию точных цифр. Аналогичным образом поступают стратиграфы, основываясь на принципе (законе) Стенона при определении первичных временных отношений между геологическими телами [*Мейен, 1981*].

По качеству сейсмической записи, полученной методом отраженных волн и имеющей решающее значение для получения ответа на поставленные вопросы, все сейсмические данные в Евразийском суббассейне можно разделить на 4 группы в порядке убывания.

1. Материалы МОГТ Мурманской Арктической экспедиции (МАГЭ) на прилаптевоморском шельфе и склоне с использованием длинных сейсмических кос.

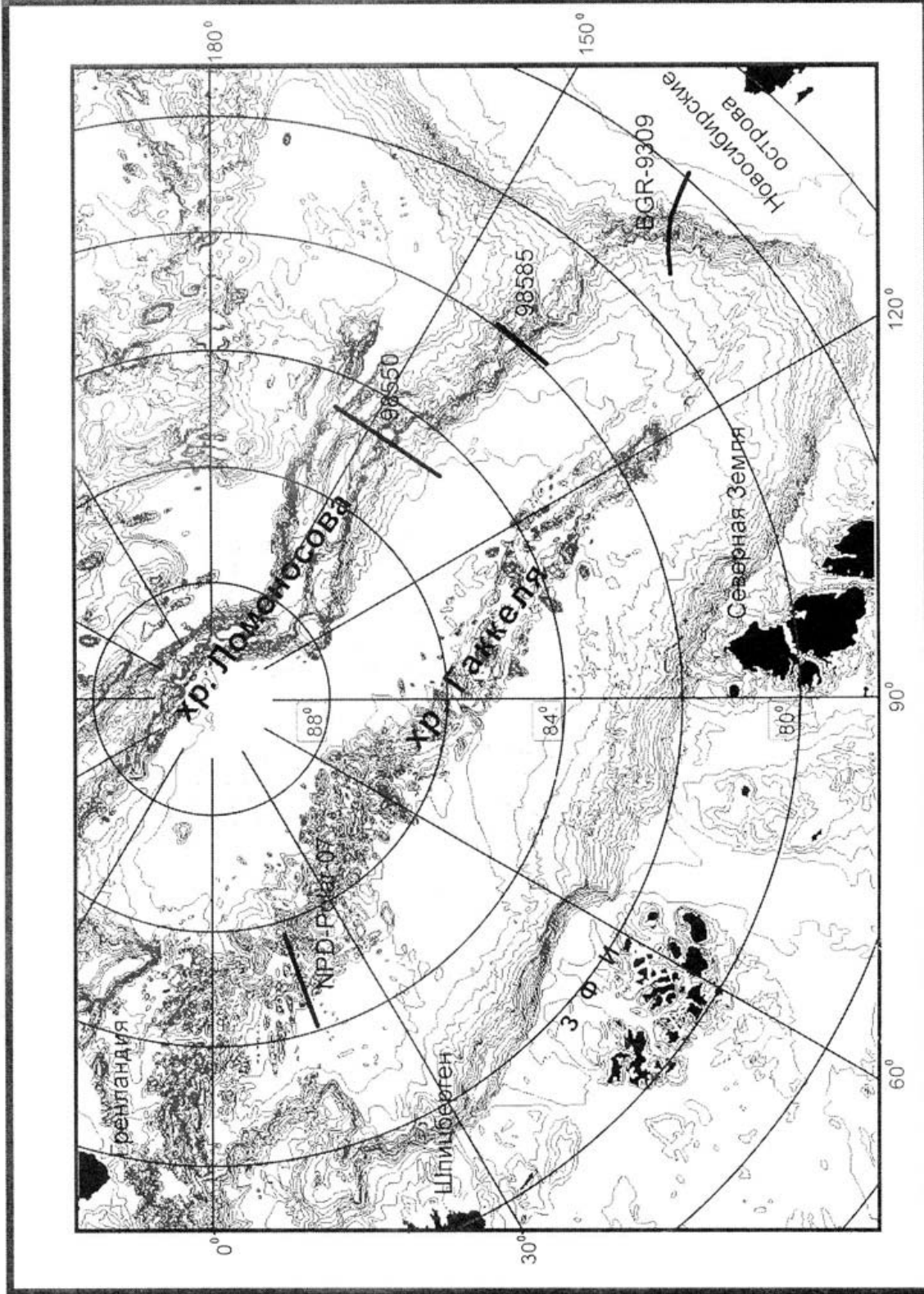


Рис. 1. Схема расположения сейсмических профилей МОГТ.

2. Единичные данные МОГТ иностранных исследователей в различных частях суббассейна с использованием коротких кос (BGR и NPD-Polar).

3. Многочисленные материалы МОВ, полученные с отечественных дрейфующих станций (данные российских экспедиций «Северный полюс», «Север»).

4. Результаты отдельных зондирований МОВ, спроецированные на батиметрические профили, которые покрывают густой равномерной сетью практически весь Евразийский суббассейн.

Следует отметить, что процедура обработки сейсмических данных МОВ в СЛО все время совершенствуется. В отдельных случаях, где наблюдаются большие углы наклона отражающих горизонтов, волновые поля МОВ непрерывных дрейфов не уступают по информативности волновым полям МОГТ. Синтетические сейсмотриметрические профили МОВ также дают общее представление об изменениях волновых полей осадочного чехла разных структур. Особенно информативны эти профили МОВ в случаях когда:

- они привязаны к кондиционным непрерывным профилям МОГТ или МОВ дрейфующих станций;

- точки зондирования МОВ отстоят от линии профиля на небольшие расстояния;

- профили пересекают простые структуры (типа котловин);

- имеют кинематические (скоростные) характеристики наблюдаемых волновых полей.

Нами анализировались все имеющиеся сейсмические материалы, которые можно было бы использовать для поиска принципиально важных временных и пространственных взаимоотношений между отдельными сейсмокомплексами осадочного чехла и фундаментом.

Был ли хребет Ломоносова частью Баренцево-Карского шельфа или нет?

Ответ на этот вопрос с точки зрения классической концепции спрединга, принятой безоговорочно западными исследователями, положительный. Это даже не вопрос, а постулат, на котором и основана геохронологическая трактовка полосовых линейных магнитных аномалий. Сравнение обобщенных скоростных разрезов хребта Ломоносова и Баренцево-Карского шельфа и данные о континентальной коре хребта Ломоносова обычно приводятся лишь для подтверждения основного постулата.

В то же время, многочисленные данные сейсморазведки не столь категоричны. Хребет Ломоносова представляет собой морфологически единое сооружение с сильно расчлененным рельефом, разбитое разломами на систему эшелонированных блоков, образующих вытянутые по простиранию хребта грабены и горсты [*Weber & Sweeney, 1990*]. В виде резкого уступа хребет возвышается над котловиной Амундсена. На отдельных участках градиент высот дна хребта и смежной котловины достигает 3 км.

Повсеместно установлен осадочный чехол, мощность которого варьирует от первых сотен метров на выступах до 3 и более км в отдельных прогибах. Общая мощность осадочного чехла возрастает от приполюсной части хребта Ломоносова по направлению к Сибирскому шельфу. Сравнительный анализ сеймостратиграфии осадочного чехла хребта Ломоносова и котловины Амундсена показал, что, в целом, стратиграфический объем осадков в прогибах хребта и в котловине одинаков, в то время как для выступов разрез осадочного чехла редуцирован. Наилучшим образом последовательность формирования сейсмокомплексов для хребта Ломоносова и котловины Амундсена зафиксирована на профилях МОГТ 98550 и 98585, выполненных немецкими исследователями в 1998 году [*Arctic'98..., 1999*] (рис. 1).

Прослеживание выделенных сейсмокомплексов по простиранию хребта Ломоносова и котловины Амундсена позволило осуществить корреляцию стратиграфических подразделений профиля 98585 с данными профиля BGR-9309. Оба профиля расположены на склоне в котловину Амундсена. Ниже одного уровня дна (на глубине 3 с) на обоих профилях наблюдается одно и то же количество сейсмокомплексов с почти идентичными характеристиками волновых полей и близкими временными мощностями. Профиль BGR-9309 расположен в районе площадных работ МАГЭ и BGR на Лаптевоморском шельфе, где использовалась стандартная методика МОГТ. Стратиграфическая идентификация сейсмических комплексов была выполнена с учетом всех геолого-геофизических данных, включая материалы скважин и наземных наблюдений на Новосибирских островах и прилегающей суше. Из нескольких существующих вариантов датировки сейсмокомплексов нами принята схема Виноградова В.А. [*Государственная...*, 2005], как наиболее обоснованная данными материковой геологии и не зависящая от ограничений магнитной геохронологии. Также учтены данные по кривой Вейла, отражающие смену трансгрессий и регрессий.

Рассматриваемая часть профиля 98550 пересекает хребет Ломоносова и прилегающий склон соседней котловины Амундсена примерно на 84°30' с.ш. вкрест простирания (рис. 2). В волновом поле профиля выделены 7 сейсмокомплексов (снизу вверх). Характеристика их пластовых скоростей ($V_{пл.}$) дана с учетом данных по профилю BGR-9309 и с привлечением кинематических характеристик сейсмокомплексов по всему региону.

I - слабослоистый с влиянием более поздних геологических процессов; присутствует только в восточной впадине хребта Ломоносова. Возраст - позднемеловой. $V_{пл.} = 4.6-5.0$ км/с.

II - интенсивно слоистый; присутствует только в пределах отрицательных структур. Судя по наличию дифрагированных волн, этот слой частично смят в результате постседиментационных геологических процессов. Возраст - позднемеловой - палеоценовый. $V_{пл.} = 3.4-4.2$ км/с.

III - состоит из двух подкомплексов: нижний - преимущественно слоистый с признаками эрозионного среза в кровле и верхний - практически сейсмически прозрачный с ярко выраженными признаками эрозионного среза в кровле. Присутствует только в пределах отрицательных структур. Возраст - эоценовый. $V_{пл.} = 3.2-3.6$ км/с.

IV - интенсивно слоистый в 5-6 фаз, выдержан по мощности и распространен повсеместно. Возраст - преимущественно раннеолигоценовый. $V_{пл.} = 2.2-3.3$ км/с.

V - состоит, как правило, из двух подкомплексов: нижний V_1 - слоистый и верхний V_2 - практически сейсмически прозрачный с признаками эрозионного среза в кровле (аналогичен III комплексу). Распространен, как правило, в пределах отрицательных структур. Нижний подкомплекс иногда частично присутствует на поднятых блоках. В восточном прогибе хребта Ломоносова нижний, слоистый подкомплекс редуцирован, либо отсутствует. Возраст комплекса - позднеолигоценовый - среднемиоценовый. $V_{пл.} = 1.9-2.5$ км/с.

VI - как правило, интенсивно слоистый с эрозионной поверхностью. Наблюдается также только в отрицательных структурах. Возраст - средне-позднемиоценовый. $V_{пл.} = 1.8-1.9$ км/с.

VII - низкочастотный, интенсивно слоистый, как правило, 4-5-фазный. Выдержан по мощности и распространен на всех структурах. Возраст - плиоцен - квартал. $V_{пл.} = 1.75-1.8$ км/с.

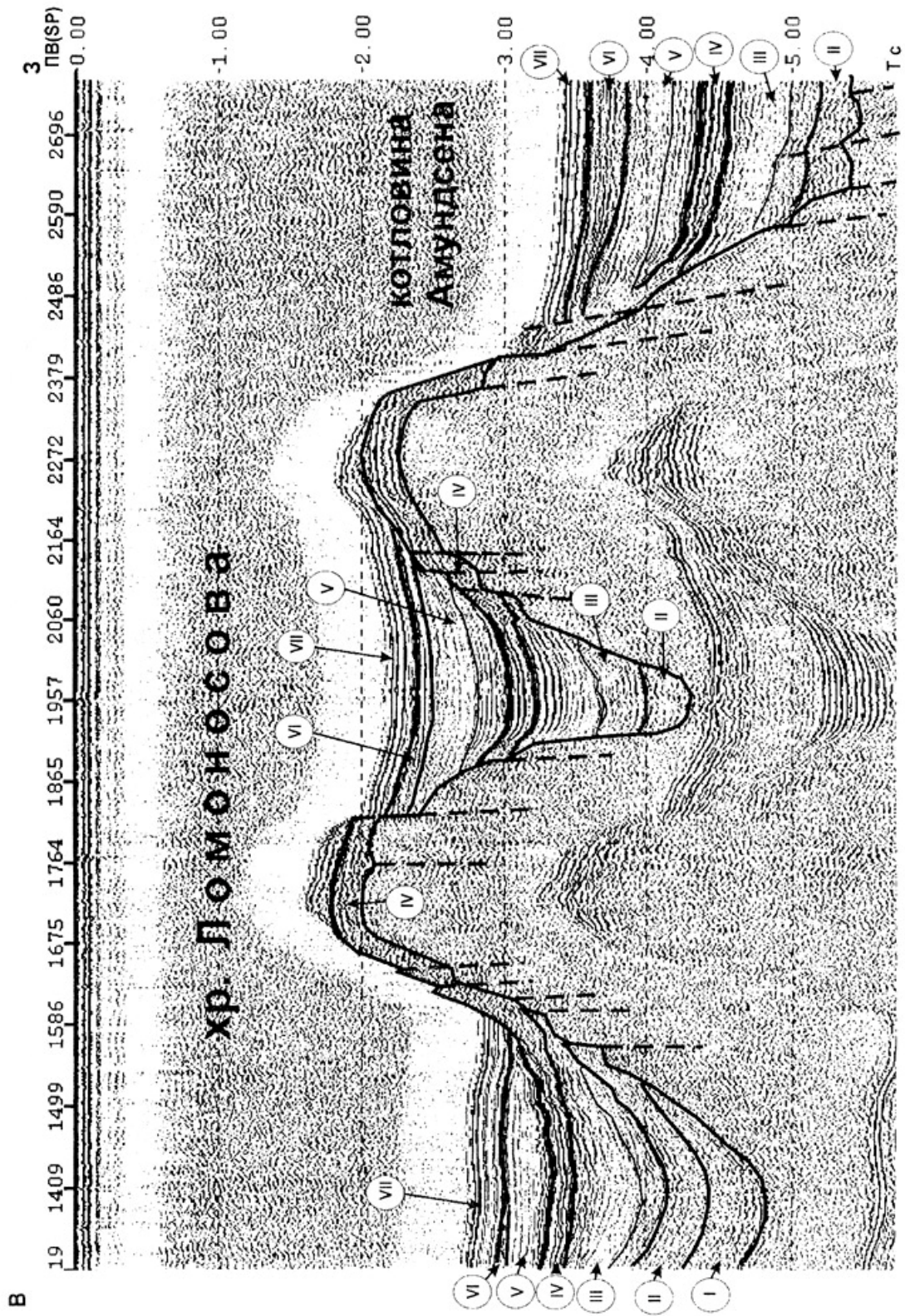


Рис. 2. Сейсмический профиль МОГТ 98550.

1 — разломы, 2 — сейсмокомплексы.

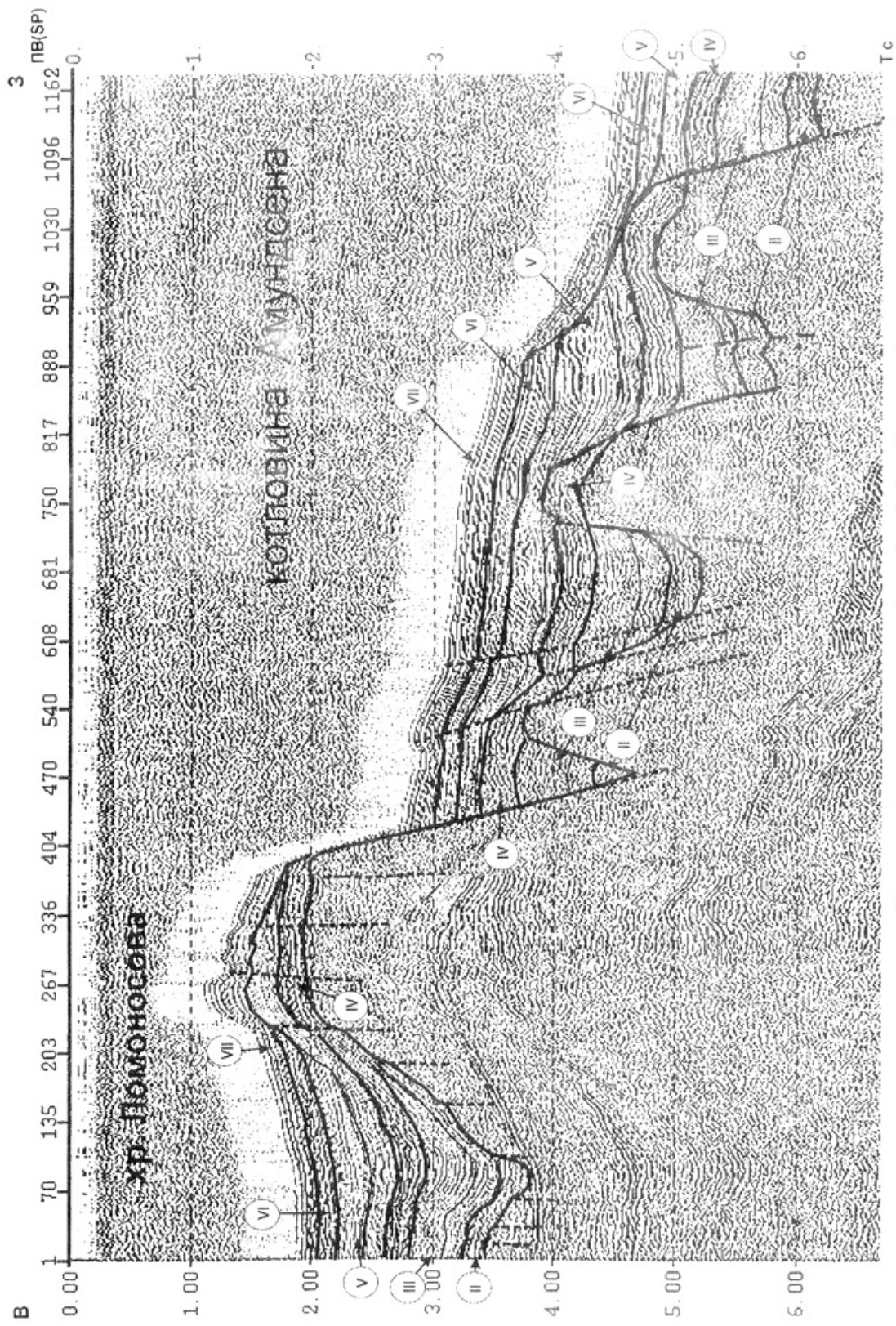


Рис. 3. Сейсмический профиль МОГТ 98585.

Усл. обозначения на рис. 2.

Профиль 98585 (рис. 3) расположен в 250 км южнее по направлению к Сибирскому шельфу примерно на 82° с.ш. Он пересекает западную часть хребта Ломоносова, представленную прогибом и поднятием (вероятные аналоги центрального прогиба и восточного выступа профиля 98550), и разбитый на блоки склон котловины Амундсена. Набор сейсмокомплексов, их характеристики и распределение в пределах отрицательных и положительных структур, в целом, аналогичны отмеченным на предыдущем профиле. На поднятии хребта Ломоносова к IV и VII комплексам добавлен фрагмент нижней, слоистой части V комплекса. Отчетливо видна двухэтапная история формирования структуры склона котловины Амундсена. К концу нижнего мела на этом месте заложилась система поднятий и впадин, впоследствии перекрытая сплошным чехлом третичных и четвертичных осадков. Лишь в позднем квартере, в связи с формированием современной морфоструктуры Евразийского суббассейна, эта система приобрела центриклинальный наклон в котловину.

Таким образом, исходя из анализа временных мощностей, волновых особенностей сейсмических комплексов и их стратиграфической привязки, можно предложить следующий сценарий геологического развития этой части Евразийского суббассейна СЛО.

В начале верхнего мела локальный суббассейн осадконакопления существовал лишь в восточном прогибе хребта Ломоносова (комплекс I профиля 98550). На остальной части хребта и в котловине Амундсена была размывавшаяся суша. К концу верхнего мела и в палеоцене на всей территории в результате орогенеза образовалась система поднятий и впадин. Интенсивно слоистое волновое поле комплекса II с примерно одинаковой временной мощностью в 0,4 с говорит в пользу лимнического (озерного) режима осадконакопления в прогибах. Наличие дифрагированных волн в обоих нижних комплексах свидетельствует об их частичной переработке в результате разломной тектоники или складчатости. После накопления этих комплексов и их деформации в эоцене сохраняется режим дифференцированных вертикальных движений. Размыв растущих поднятий привел к накоплению сейсмически прозрачных осадков типа моласс в прогибах (верхний подкомплекс комплекса III). Мощность комплекса резко возрастает в прогибах до 0,6 с, а на контакте с приподнятыми блоками она уменьшается до 0,2 с, вплоть до полного выклинивания. Этот факт дает основание предполагать формирование прогибов одновременно с ростом смежных поднятий. В целом, ситуация идентична верхнемеловой истории развития лаптевоморского шельфа, где происходило лавинообразное заполнение межгорных прогибов осадочным материалом разрушающихся Верхоянских гор. Итогом этого процесса явилась пенеппенизация территории и последующее общее погружение в раннем олигоцене с формированием плащеобразного интенсивно слоистого комплекса IV.

После накопления комплекса IV вновь возобновляются дифференцированные вертикальные движения, унаследованные от предыдущего этапа. При этом контрастными движениями затронут не только хребет Ломоносова. На хребте во второй половине олигодена - миоцене (комплексы V и VI) происходит интенсивный рост и размыв поднятий и заполнение осадками прогибов. В это же время формируется ступенчатый склон котловины Амундсена. Наиболее активный рост поднятий и их денудация происходили в раннем миоцене (верхний подкомплекс комплекса V). Интенсивный размыв гор привел к накоплению сейсмически прозрачных осадочных толщ молассоидного типа в межгорных прогибах и на склоне котловины Амундсена. Уже к концу миоцена амплитуда поднятий уменьшается и происходит вторая всеобщая пенеппенизация рельефа и, затем, опускание территории. Отложения плиоцен-четвертичного времени (VII комплекс) сплошным равномерным плащом покрывают все структуры. К концу квартала по уже существующей системе долгоживущих

разломов происходит дифференцированное неравномерное погружение всей территории с формированием современного континентального склона котловины Амундсена и хребта Ломоносова, как останца оседания. Судя по выровненной мощности комплекса VII, хребет Ломоносова вплоть до самого последнего времени вместе с присклоновой частью котловины Амундсена был частью единого бассейна осадконакопления.

Реконструкция истории формирования осадочного чехла хребта Ломоносова и прилегающей части котловины Амундсена позволяет сделать следующие выводы:

1. С верхнего мела до середины олигоцена котловина Амундсена и хребет Ломоносова представляли собой единую структуру с общей историей развития: горная страна в верхнем мелу - эоцене, вероятно, продолжающая к северу Верхоянские горы, и шельфовый бассейн - в раннем олигоцене;

2. С позднего олигоцена история развития котловины Амундсена и хребта Ломоносова несколько различны: 2-ой этап горообразования только на хребте Ломоносова в олигоцене - миоцене с одновременным ступенчатым погружением будущего склона котловины Амундсена, и общий шельфовый бассейн в плиоцене - квартере. Хребет, склон и котловина в их современном виде - это явление самой последней геологической истории;

3. Начиная с позднего мела, хребет Ломоносова не был частью Баренцево-Карского шельфа. Осадочный чехол в прогибах хребта Ломоносова и в котловине Амундсена идентичен по возрасту и объему. С верхнего мела и до настоящего времени (возраст спрединга Евразийского суббассейна) Баренцево-Карский шельф преимущественно разрушался, либо был зоной транзита осадочного материала, в то время как хребет Ломоносова вместе с котловиной Амундсена являлись то горной областью, то шельфовым бассейном.

Происходит ли омоложение акустического фундамента по направлению к хребту Гаккеля?

Однозначного ответа на этот вопрос не существует. В глубоководной части СЛО нет ни одной скважины и вряд ли они появятся в обозримом будущем. Для других океанов утверждается, что во всех скважинах, пробуренных на «нормальной» океанической коре, возраст базальных осадков соответствует возрасту магнитных аномалий [Гуревич и Мащенко, 2000]. Как было показано вначале статьи, омоложение базальных горизонтов осадочного чехла в сторону срединного хребта не может подтвердить или опровергнуть справедливость магнитостратиграфии. Омоложение базальных слоев осадочного чехла свидетельствует о расширении пространства, необходимого для распределения осадков по латерали, что может происходить как при горизонтальном растяжении субстрата и его спрединге, так и при вертикальном погружении центрального свода. В то же время, есть много примеров несовпадения радиологического возраста базального фундамента, вскрытого в океанах единичными скважинами, с предсказанным по магнитным аномалиям [Панаев и Митулов, 1993; Силантьев и др., 1990]. Поэтому геохронологическое значение магнитных аномалий до сих пор не доказано.

В литературе описаны факты прорыва уже сформированного осадочного чехла вулканическими породами фундамента [Панаев и Митулов, 1993]. В Евразийском суббассейне молодость фундамента отчетливо картируется на профилях МОГТ, полученных норвежскими исследователями с ледокола «Oden» в 2001 году. В западной части котловины Нансена и на флангах хребта Гаккеля прекрасно видно выжимание осадков растущими вулканами, вплоть до полного прорыва осадочного чехла. Судя по

шероховатой волновой поверхности фундамента, он представлен исключительно вулканическими покровами и потоками не только на хребте Гаккеля и его флангах, но и на большей части котловины Нансена. Ступенчатый рельеф хребта Гаккеля аппроксимируется выпуклой поверхностью свода (вулканория). В целом, можно наметить следующую последовательность событий: формирование осадочного чехла - вулканизм с одновременным ростом свода, блоковые движения разного знака - накопление молодых осадков. Спрединг хребта Гаккеля представляет собой рассеянное растяжение свода, не концентрируясь в осевой части хребта. Рифтовая долина не эпицентр раздвига, а кальдера растущего вулканического свода, т.е. структура проседания его центральной части.

Хорошей иллюстрацией временных взаимоотношений фундамента и осадочного чехла является профиль NPD-Polar-07, который пересекает хребет Гаккеля и его южный склон в котловину Нансена до 84° с.ш. (рис. 4). Стратиграфическая идентификация сейсмокомплексов осадочного чехла выполнена с учетом их волновых полей, значений $V_{пл.}$ и увязки сейсмокомплексов по всему региону. Скоростные параметры в осадочном чехле и фундаменте определялись методом преломленных волн. Фундамент, вероятно, повсеместно представлен базальтами с характерным для вулканических пород волновым полем: шероховатой поверхностью с многочисленными дифрагированными волнами. Он имеет изрезанный рельеф и одинаковые динамические характеристики по всему профилю. Значения граничных скоростей ($V_{гр.}$) фундамента варьируют от 3.9 до 5.0 км/с.

В интервале пикетов 10-25 (врезка на рис. 4) фундамент перекрыт сейсмически прозрачным слоем (сейсмокомплекс V) одинаковой мощности. Он абсолютно конформен выступам и понижениям фундамента, т.е. его мощность не зависит от рельефа субстрата. Норвежские исследователи интерпретируют появление гомогенных отложений на возвышенностях фундамента результатом влияния океанических течений. Нам представляется это совершенно невероятным, учитывая осредняющий (выравнивающий) фактор геологического времени [Янишин и Гарецкий, 1960]. В любом случае, если осадки ложатся на сформированный фундамент, их мощность должна быть выше в отрицательных формах рельефа [Хаин, 1973]. Соответствие стратиграфического возраста комплекса V (поздний олигоцен - средний миоцен) магнитостратиграфическим представлениям о возрасте фундамента в этом месте (13 аномалия - подошва олигоцена) является иллюзией. Форма рельефа фундамента, практически постоянная мощность комплекса V и наложенный характер вышележащих слоистых сейсмокомплексов VI и VII свидетельствуют о том, что сейсмически прозрачный комплекс V накопился до формирования фундамента. А это значит, что базальты внедрялись в уже сформированный осадочный бассейн, деформируя его рельеф. Комплексы VI и VII имеют уже иную форму, они перекрывали осадочный слой V и выступы фундамента, заполняя понижения рельефа. Таким образом, внедрение фундамента в этом месте произошло в миоцене.

Если геохронологическая трактовка магнитных аномалий в океанах, определяющая масштаб спрединга и его скорость, подвергается справедливой критике, то само наличие магнитных аномалий признается абсолютно всеми, как доказательство существования спрединга как явления. В связи с этим интересны детальные геофизические исследования международной экспедиции на хребте Гаккеля [Jokat et al., 2003], которые показали, что магнитные аномалии при крупномасштабном рассмотрении не являются линейными. Они сегментированы и приурочены исключительно к дискретным вулканическим хребтам (протяженностью в пределах 100 км), расположенным ортогонально относительно центральной рифтовой зоны. Между такими хребтами амплитуда аномалий резко уменьшается, вплоть до фоновых

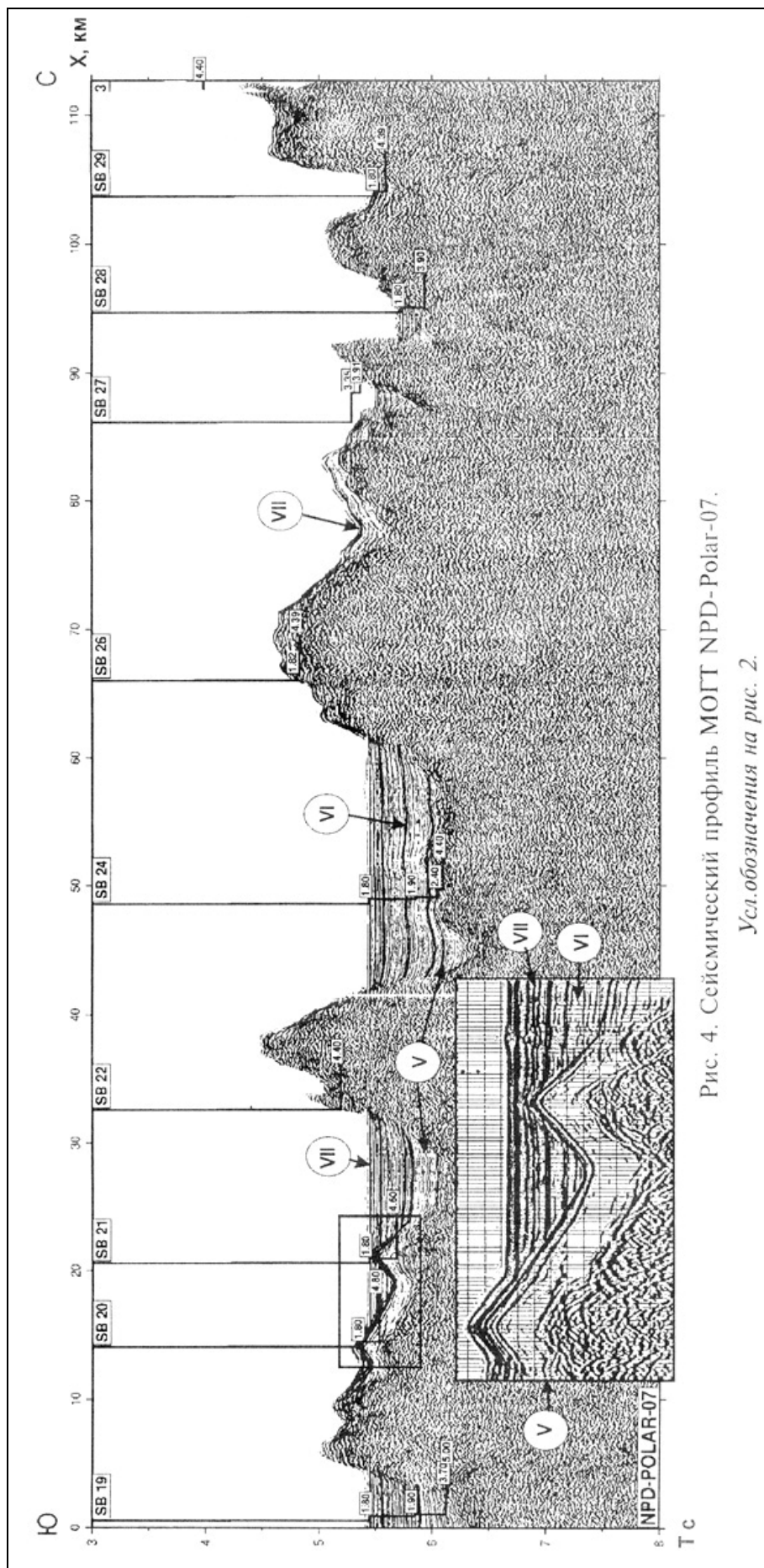


Рис. 4. Сейсмический профиль МОГТ NPD-Polar-07.

Усл. обозначения на рис. 2.

значений. Естественно, что этот удивительный факт проинтерпретирован иностранными коллегами как результат нестационарного спрединга с крайне низкой скоростью. Для нас важно другое - сам факт отсутствия сплошных линейных аномалий вдоль хребта Гаккеля. Более того, поскольку интенсивные аномалии приурочены исключительно к вулканическим хребтам, а не к самой морфоструктуре хребта Гаккеля, то их протяженность может указывать на масштабы и время спредингового процесса. Оно не выходит за пределы 6-ой магнитной аномалии, т.е. ограничено миоценом. Такие же выводы следуют из анализа временного разреза участка профиля СП-24 [Поселов и др., 1998]. Здесь границей сплошного распространения осадков в котловине Амундсена и на склоне хребта Гаккеля является 6-я аномалия. Далее по профилю, на хребте Гаккеля осадков нет вообще, даже во впадинах, несмотря на то, что их современный гипсометрический уровень на 1 км ниже глубины современного дна котловины Амундсена. Вероятно, эта аномалия указывает на границу спрединговой части Евразийского суббассейна.

Как предлагаемые модели развития Евразийского суббассейна решают проблему пролива Нарес?

Пролив Нарес разделяет Гренландию и остров Элсмир. Его ширина не больше 15-20 км. По обоим берегам пролива выходят одинаковые стратиграфические подразделения. По данным геологического картирования величина смещения разновозрастных формаций вдоль пролива не превышает 25 км. В то же время для объяснения спрединга моря Баффина и последующего раскрытия Евразийского суббассейна требуется перемещение Гренландии к северу суммарно порядка 300 км. Это предполагает левосторонний сдвиг (трансформный разлом Вегенера) вдоль пролива Нарес на 250 км. Несоответствие геологических и геофизических данных и создало проблему пролива Нарес [Dawes & Kerr, 1982].

Северный дрейф Гренландии явился причиной раскрытия Евразийского суббассейна примерно на 500 км (начиная с 24 аномалии). Так как мы ограничили масштабы возможного раздвига суббассейна 6-ой аномалией, эта цифра не превысит 50 км, т.е. будет в 10 раз меньше. Во столько же раз надо уменьшить предполагаемую геофизиками величину сдвига вдоль разлома Вегенера. Соответственно, получится 25 км, что вполне согласуется с данными наземных наблюдений.

Таким образом, решается проблема пролива Нарес и снимается многолетнее противоречие между геологическими и магнитометрическими данными.

Итак, в результате анализа волновых полей большого количества сейсмических профилей по всему Евразийскому суббассейну СЛО рассмотрены модели истории его формирования. Показана незначительная роль спрединга в этой истории и неправомерность ее датировки по полосовым линейным магнитным аномалиям. Сделан вывод об общей истории формирования осадочного чехла хребта Ломоносова и котловины Амундсена. Намечен масштаб и возраст спрединга в Евразийском суббассейне. Основой будущей модели должны быть конкретные сейсмические разрезы, на которых отчетливо видны наиболее яркие и убедительные примеры эволюции суббассейна, а также четкие пространственно-временные взаимоотношения выделенных сейсмокомплексов вкрест простирания отдельных структур.

Известно, что построение теорий и моделей в естествознании возможно как на основе эмпирических обобщений (принципов или аксиом), так и на основе гипотез. Способ построения «физики принципов» И. Ньютона предполагает на первом этапе поиск и описание нескольких общих принципиальных особенностей явления, а затем на этой основе построение модели самого явления, хотя бы причины этих принципов и

не были еще известны или открыты. Поскольку геологические объекты по своей природе многофакторные, и значительно более сложные, чем явления ньютоновской физики (пусть и фундаментальные), необходим дальнейший поиск статистически значимых примеров взаимоотношений сейсмокомплексов осадочного чехла и фундамента для различных структур Евразийского суббассейна. Только на этом пути возможно построение непротиворечивой модели его развития.

Список литературы

1. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:1 000 000 . Лист Т-53,54,55,56 (о-в Жохова). Объяснительная записка / под ред. В.А.Виноградова. СПб, Изд-во картфабр. ВСЕГЕИ. 2005. (авторы Е.А. Гусев, Ю.В. Горячев, А.С. Рудой).
2. *Гуревич Н.И., Мащенко С.П.* Типы коры геоструктур глубоководного Арктического бассейна // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. Вып. 3. СПб, ВНИИОкеангеология, 2000. С. 9-32.
3. *Карасик А.М.* Магнитные аномалии хребта Гаккеля и происхождение Евразийского суббассейна Северного Ледовитого океана // Геофиз. методы разведки в Арктике. Вып. 5. Л., НИИГА, 1968. С. 9-19.
4. *Мейен С.В.* От общей к теоретической стратиграфии // Сов. геология. 1981. № 9. С. 58-69.
5. *Панаев В.А., Митулов С.Н.* Сейсмостратиграфия осадочного чехла Атлантического океана. М., Недра, 1993. 247 с.
6. *Поселов В.А., Буценко В.В., Павленкин А.Д.* [Альтернатива спрединговой природе Евразийского бассейна по сейсмическим данным \(на примере геотрансекта хребет Гаккеля - хребет Ломоносова\)](#) // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. Вып. 2. СПб, ВНИИОкеангеология, 1998. С. 177-183.
7. *Силантьев С.А., Дмитриев Г.С., Закаридзе Г.С.* Породы континентальной и древней океанической коры в Атлантическом океане: вещественный состав и возможная тектоническая позиция // Магматизм и тектоника океана (проект «Литос»), М., Наука, 1990. С. 143-168.
8. *Хаин В.Е.* Общая геотектоника. Изд. 2-е, переработ. и доп. М., Недра, 1973. 512 с.
9. *Янишин А.Л., Гарецкий Р.Г.* Тектонический анализ мощностей // Методы изучения тектонических структур. Вып. 1. М., АН СССР, 1960. 385 с.
10. Arctic '98: The Expedition ARK-XIV/Ia of RV "Polarstern" in 1998. Reports on Polar Research, ed. W. Jokat. 1999. V. 308. 159 p.
11. *Dawes P.R. & Kerr J.W.*, eds. Nares Strait and the drift of Greenland: a conflict in plate tectonics. Medd. om Gnunland, Geosciences, 1982. V. 8 392 p.
12. *Forsyth D.A., Mair J.A.* Crustal structure of the Lomonosov Ridge and the Fram and Makarov basins near the North Pole // Journ. Geoph. Res. 1984. V. 89. P. 473-481.
13. *Jokat W., Kristoffersen Y., Rasmussen T.M.* Lomonosov Ridge - A double-sided continental margin // Geology, 1992. V. 20. № 10. P. 887-890.
14. *Jokat W., Ritzmann O., Schmidt-Aursch M.C., Drachev S., Gauger S. & Snow J.* Geophysical evidence for reduced melt production on the Arctic ultraslow Gakkel mid-ocean ridge // Nature. 2003. V. 423. № 26. P. 962-965.
15. *Weber J.R. & Sweeney J.F.* Ridges and basins in the central Arctic Ocean // The Geology of North America. The Arctic Ocean Region. The Geol. Soc. of America, 1990. V. 1. P. 305-336.

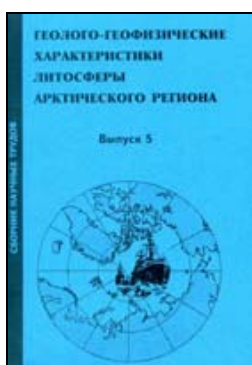
16. *Wilson J.T.* Hypothesis of the Earth's behaviour // *Nature*. 1963. V. 198. P. 925-929.

Daragan-Suschova L.A., Poselov V.A., Daragan-Suschov Yu.J.

Seismogeological analysis of models of Eurasian basin development // Geological-geophysical features of the lithosphere of the Arctic Region. St. Petersburg, VNIIOkeangeologia, 2004. № 5.

As consequence of the wave field analysis of large quantity of seismic profiles throughout the Eurasian basin the models of its development history are considered. A minor role of spreading in this history and illegitimacy of its dating by means of the strip linear magnetic anomalies is shown. A conclusion of the general history of sedimentary cover forming of Lomonosov Ridge and Amundsen basin is made. It is shown that since the Late Cretaceous Lomonosov Ridge was not a part of the Barents-Kara shelf. The scale and age of spreading in Eurasian basin is outlined.

Ссылка на статью:



Дараган-Суцкова Л.А., Поселов В.А., Дараган-Суцов Ю.И. **Сейсмогеологический анализ моделей развития Евразийского бассейна** // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб, ВНИИОкеангеология, 2004. Вып. 5. С. 111-124.