

*Е.А. Гусев, А.В. Зайончек, М.В. Мэннис,
П.В. Рекант, А.С. Рудой, К.С. Рыбаков, А.А. Черных*

Прилаптевоморское окончание хребта Гаккеля

Введение

Прилаптевоморское окончание хребта Гаккеля является уникальным районом для изучения особенностей сочленения континентальной окраины и срединно-океанического хребта в периклинальном замыкании океанического бассейна. Первые модели геологического строения этой области были основаны на интерпретации батиметрических и гравимагнитных данных, сведениях о современной сейсмичности, а также сейсмических материалах по внутренней части шельфа моря Лаптевых [6,7,8,9,10,11,19]. В 1990 г. силами Морской арктической геологоразведочной экспедиции (МАГЭ, г. Мурманск) благодаря благоприятной ледовой обстановке было проведено нескольких региональных профилей МОВ ОГТ через область замыкания Евразийского суббассейна с выходом на шельф моря Лаптевых. Уникальный сейсмический материал послужил отправной точкой для более детальных исследований этого района [16,17,27]. Крупный шаг в получении нового фактического материала был сделан в 1993, 1994 и 1997 гг., когда на акватории морей Лаптевых и Восточно-Сибирского, а также в районе континентального склона трестом «Севморнефтегеофизика» и Федеральной геологической службой Германии был проведен большой объем сейсмического профилирования [20,21,25]. Кроме того, в 1995 и 1998 гг. в рамках российско-немецкой программы «Система моря Лаптевых» с борта ледокола «Поларштерн» были проведены комплексные геолого-геофизические исследования этого района, включающие опробование грунтовыми трубками и гигантскими коробчатыми пробоотборниками (до 12 м), низко- и высокочастотное сейсмоакустическое профилирование, измерения теплового потока [23, 24]. В 1998 г. вышла в свет карта рельефа дна Северного Ледовитого океана масштаба 1:5 000 000, построенная с использованием данных многолетних высокоширотных экспедиций, полученных ГУНиО, в том числе и промеров с подводных лодок, а также материалы зарубежных и международных экспедиций последних лет [14].

Геоморфология Лаптевоморской континентальной окраины

Для определения геоморфологических характеристик была составлена детальная батиметрическая карта, основой для которой явилась составленная в

ГУНиО МО географическая основа листа Государственной геологической карты Т49-52 (о-ва Петра). Последняя была уточнена и детализирована по данным высокочастотного сейсмоакустического профилирования, проведенного с борта ледокола «Поларштерн» в 1995 и 1998 гг. [24]. В результате стало возможным построение батиметрической карты с сечением рельефа 50 м (рис. 1).

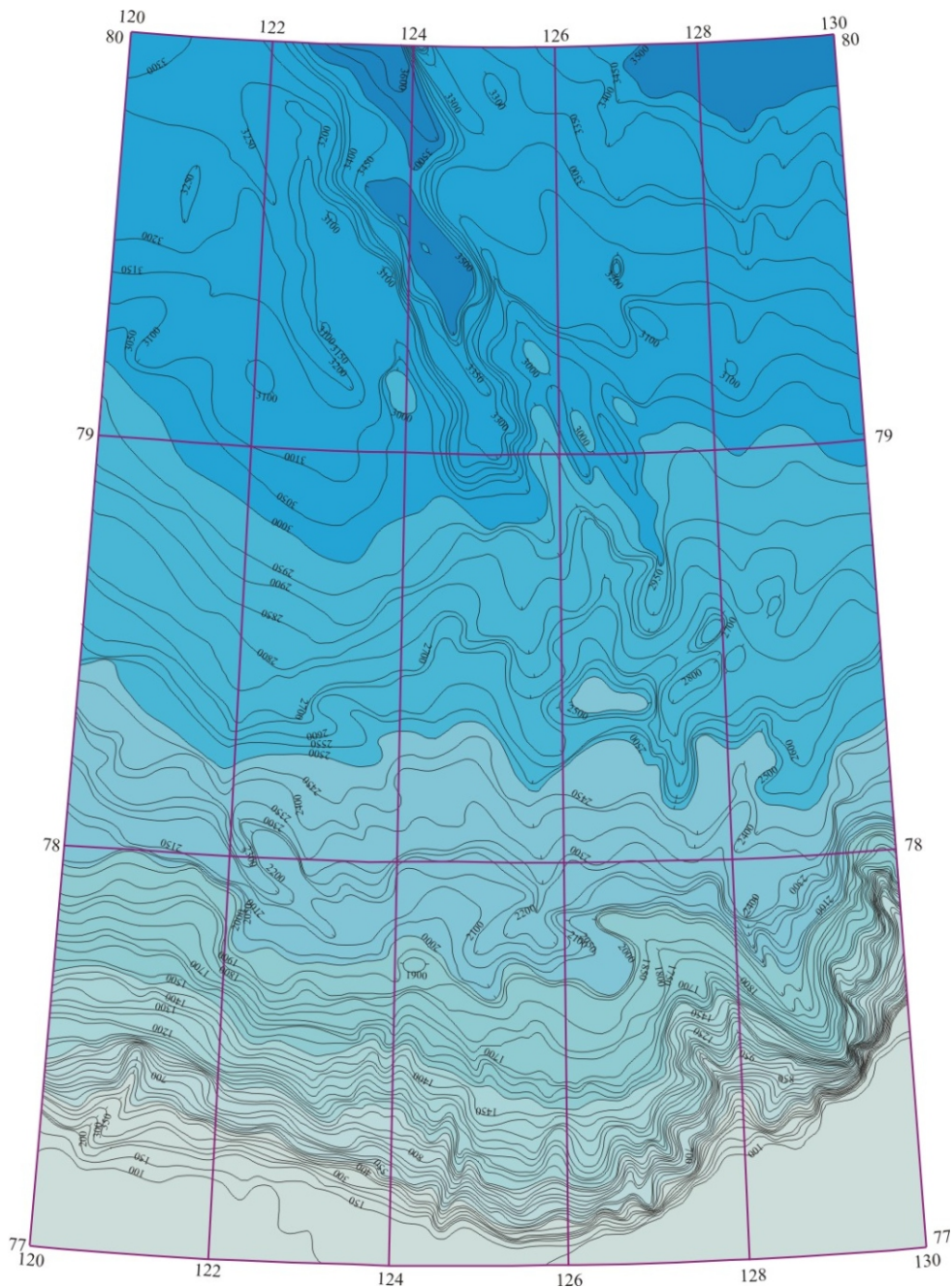


Рис. 1. Батиметрическая карта области сочленения хребта Гаккеля с Лаптевоморской континентальной окраиной.

Наличие детальной батиметрии в комплексе с геологическими данными и сейсмоакустическими материалами позволило составить геоморфологическую карту района [15]. Основными элементами Лаптевоморской континентальной окраины в пределах рассматриваемой области являются: шельф, континентальный склон, континентальное подножие и глубоководная впадина, разделенная хребтом Гаккеля на котловины Амундсена и Нансена.

Бровка шельфа в районе периклинального замыкания Евразийского суббассейна определяется изменением крутизны профиля на глубине 100 м. К западу и востоку от этого места бровка шельфа опускается до глубин 300-400 м у Северной Земли и до глубины 300 м в районе континентального склона котловины Подводников.

Нижнюю границу материкового склона трудно привязать к определенной глубине, что связано с постепенным выполаживанием и переходом материкового склона в материковое подножие; однако, очевидно, что между 124 и 128 в.д. эта граница находится на глубинах 1600 - 1700 м, восточнее опускается до 2200 м, а западнее поднимается до 1200 м.

Континентальный склон характеризуется большим количеством террасовидных форм протяженностью до 25-30 км и шириной до 10 км. Из них наиболее часто встречаются террасовидные уступы различного происхождения с глубинными отметками тыловых швов 200, 400, 600, 1000 и 1200 м. Подножие материкового склона на глубинах 1700, 2000-2100 и 2300 м часто окаймляется протяженными широкими «террасами» аккумулятивного происхождения.

Континентальное подножие представляет собой обширный аккумулятивный шлейф, прислоненный к континентальному склону. В верхней части континентальное подножие изобилует большим количеством обширных слабонаклонных поверхностей аккумулятивного генезиса. В ряде случаев эти поверхности образуют отчетливую лестницу, будучи отделены друг от друга относительно крутыми уступами, которые ввиду своей извилистости, скорее всего, являются границами оползневых шлейфов разных генераций, наложенных друг на друга. Отсутствие в пределах континентального подножия выраженных в современной топографии конусов выноса, характерных для Западно-Арктической континентальной окраины, по-видимому, объясняется действием контурных течений, равномерно распределяющих осадочный материал вдоль подножия континентального склона.

Хребет Гаккеля по сравнению с другими частями Евразийского суббассейна наименее морфологически выражен в своей юго-восточной части, южнее 81° с.ш. [11]. К северу от 81° с.ш. в рельефе дна наблюдаются изометричные и вытянутые впадины, окруженные рифтовыми горами различной конфигурации. Относительные превышения гор над окружающими абиссальными равнинами составляет 1000-2000 м., глубина днища рифтовой долины относительно гребней рифтовых гор колеблется в пределах 2000-3000 м.

Гребневая зона хребта к югу от 80° с.ш. выражена в виде очень пологих продольных поднятий, протягивающихся вдоль оси слабовыраженной рифтовой долины. Относительное превышение гребневой зоны над окружающей поверхностью континентального подножия составляет в среднем около 100 м. Рифтовая долина вытянута в субмеридиональном направлении и расчленяет континентальное подножие между 124° и 126 в.д. Долина характеризуется корытообразным поперечным профилем с крутыми структурно-денудационными бортами. Ее глубина относительно гребневой зоны хребта около 300 м; днище широкое (местами более 10 км) и плоское. Тальвег рифтовой долины ундулирует и на широте примерно 79 40' с.ш. наблюдается трансформное смещение оси долины на 15 км к юго-западу. В районе 79 с.ш. наблюдается замы-

кание корытообразной впадины рифтовой долины, и южнее линейментов, имеющих простирание хребта Гаккеля, в современном рельефе не прослеживается.

Транспортировка осадков с Лаптевоморского шельфа в пределы глубоководной впадины Евразийского суббассейна осуществляется по системе каналов: подводных долин в пределах шельфа, каньонов в пределах континентального склона и глубоководных ложбин на континентальном подножии. Агентами транспортировки осадков в подводных эрозионных каньонах континентального склона являются высокоскоростные, а в аккумулятивно-эрозионных глубоководных ложбинах низкоскоростные турбидитные течения, что определяет морфологические различия этих каналов. Каньоны континентального склона отличаются более значительным врезом, V-образным профилем, резкими изменениями простирания.

В структуре континентального склона выделяется район активных неотектонических движений, локализующийся на продолжении осевой части хребта Гаккеля. Здесь на участках континентального склона наблюдаются склоновые поверхности с самыми крутыми на Лаптевоморской континентальной окраине углами (>4). Крутые склоны очерчивают широкое понижение, вытянутая ось которого перпендикулярна бровке шельфа. Бортами этой впадины являются два высоких структурно-аккумулятивных гребня, протягивающихся от бровки шельфа в глубоководную область на 40 км. Следует отметить, что далее на юг от бровки шельфа обширные пространства Лаптевоморского шельфа неотектоническими движениями затронуты в незначительной степени.

Геологическое строение Лаптевоморской континентальной окраины

Для выяснения структурной позиции прилаптевоморского окончания хребта Гаккеля необходимо определить особенности геологического строения шельфовой области и сопряженной с ней глубоководной впадины.

В пределах шельфовой области выделяются эпипозднемезозойская *Новосибирская система грабенов и горстов* и *Лаптевский бассейн*, природа фундамента которого до настоящего времени дискуссионна [4]. Новосибирская система грабенов и горстов была сформирована на консолидированном основании поздних мезозойских Верхояно-Колымской складчатой области. О тектоническом стиле позднемезозойских деформаций можно судить по строению северной части о-ва Котельный, где обнажаются позднепалеозойско-мезозойские комплексы. Складчатые структуры мезозойских характеризуются германотипной складчатостью [5]. На шельфе морей Лаптевых и Восточно-Сибирского складчатые мезозойские комплексы перекрыты осадочным чехлом верхнемелового-кайнозойского возраста мощностью от 0.5 до 1012 км. В пределах шельфа в потенциальных полях идентифицируются линейменты северо-западного простирания, согласные направлению складчатых структур мезозойских.

В пределах Новосибирской системы грабенов и горстов выделяются грабенообразные прогибы (рис. 2): Бельковско-Святоносский, Анисинский, Небен, Новосибирский, а также разделяющие их горсты: Восточно-Лаптевский, Бельковский, Котельнический и Анжу.

В целом Лаптевоморский шельф характеризуется региональной закономерностью в распределении полей напряжений. Днища многих грабенообразных прогибов на шельфе в поперечном сечении характеризуются структурной асимметрией с более поднятым юго-западным и опущенным северо-восточ-

ным бортом. Структура вершинных поверхностей сопряженных с шельфовыми прогибами горстов подчиняется той же закономерности. Данная особенность наиболее ярко выражена в строении прогибов Новосибирского и Небен. Более того, хребт Ломоносова имеет поперечное сечение, сходное с сечениями горстов, разделяющих шельфовые прогибы. Таким образом, выявляется региональное поле растяжения с ЮЗ-СВ ориентировкой. Равномерное распределение по площади тектонических структур с одинаковой геометрией свидетельствует о едином структурном плане всей территории.

В районе флексуры континентального склона со стороны океанической впадины Нансена выделяется крупный протяженный *Присевероземельский периокеанический прогиб*, со стороны впадины Амундсена поверхность фундамента залегает на существенно меньших глубинах и характеризуется выравниваемостью, и поэтому здесь *выделяется структурная терраса континентального склона*. Периокеанический прогиб во впадине Амундсена располагается мористее, состоит из отдельных впадин и характеризуется меньшей мощностью осадочного выполнения.

Впадина Евразийского суббассейна характеризуется асимметричным строением, выраженным в разных глубинах залегания океанического фундамента в пределах впадин Нансена и Амундсена и в различном стратиграфическом объеме перекрывающего базальтовый субстрат осадочного чехла [28].

Многими исследователями выделяется разлом Чарли, отделяющий шельф морей Лаптевых и Восточно-Сибирского от впадины Евразийского бассейна [18 и др.]. Однако после проведения большого объема сейсморазведочных работ и комплексной интерпретации всех геолого-геофизических данных крупноамплитудные перемещения по этой зоне нарушения не подтвердились [25]. Осадочный чехол континентальной окраины в этом месте не нарушен разрывными нарушениями, эпицентры современных землетрясений согласно банку данных современной сейсмичности [1] здесь полностью отсутствуют, а поверхность фундамента осложнена кулисными прогибами, что исключает крупноамплитудные линейные сдвиговые перемещения по единому трансформу. Наблюдаемые вдоль современной бровки шельфа отдельные нарушения имеют скорее характер скалывающих край континента сбросов, дугообразных в плане.

На основании прослеживания отражающих горизонтов с шельфа моря Лаптевых в котловину Евразийского суббассейна и их привязки по возрасту складчатости подстилающих складчатых мезозойских образований (завершающие этапы складчатости апт-альб [3]) определяется меловой возраст периокеанических прогибов Евразийского суббассейна.

Структура прилаптевоморского окончания хребта Гаккеля

Анализ батиметрии приводит к выводу об очень слабой морфологической выраженности гребневой зоны и рифтовой долины хребта Гаккеля южнее 81° с.ш. Эту область можно условно выделить в прилаптевоморское окончание хребта. Ее характерной особенностью является также слабая выраженность линейных магнитных аномалий (ЛМА) [22], имеющих возраст древнее 10 млн. лет; по существу можно уверенно говорить лишь о наличии четко выраженной пятой аномалии (рис. 3). Одной из проблем является отсутствие положительной нулевой магнитной аномалии; между симметрично расположенными пятыми аномалиями располагается область отрицательных значений поля. Перечисленные особенности отличают область прилаптевоморского окончания хребта

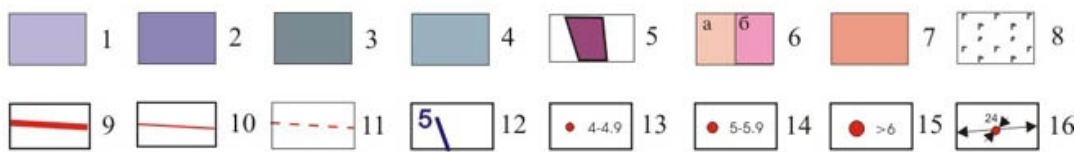
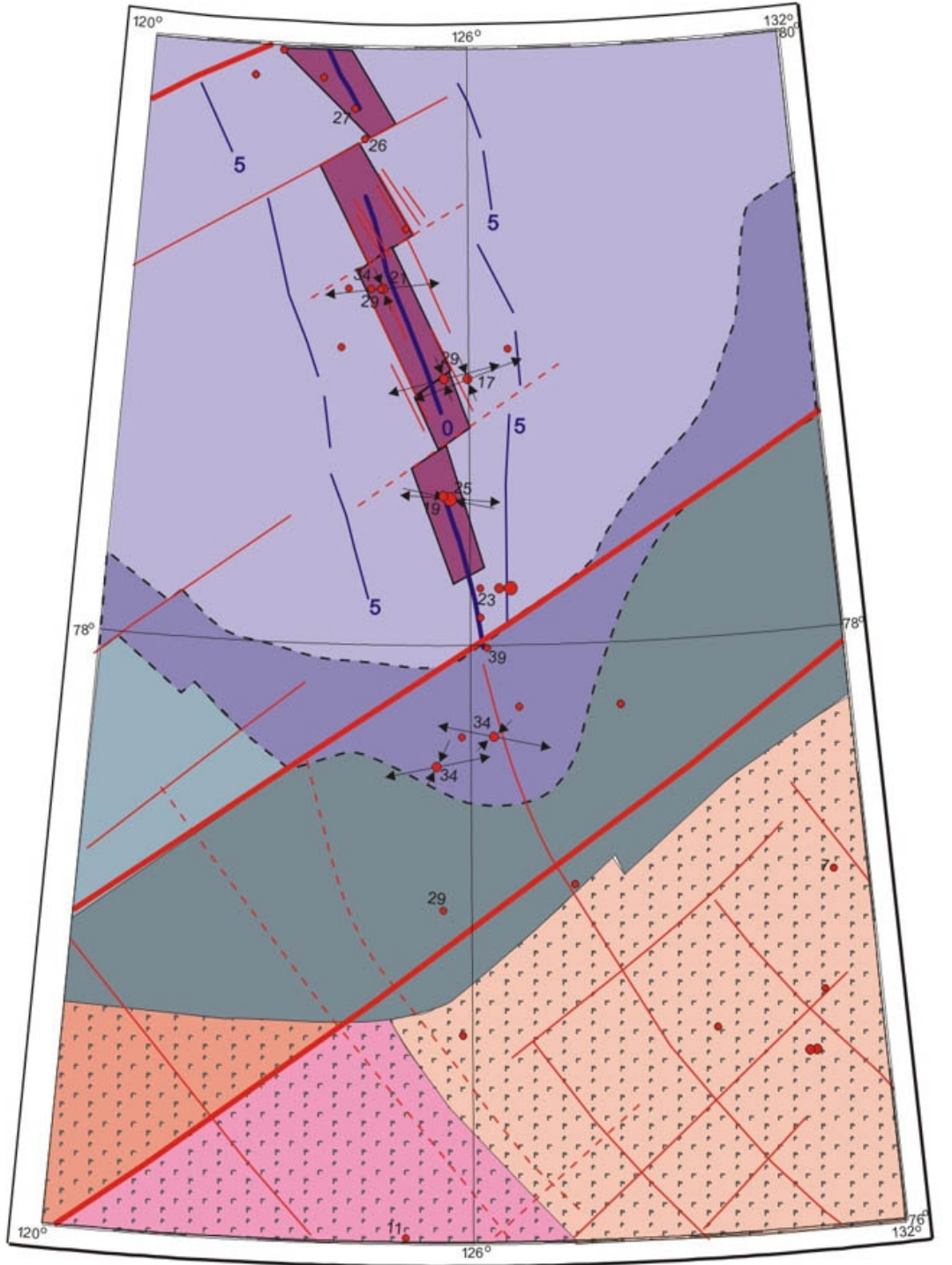


Рис. 3. Тектоническая схема области прилаптевоморского окончания хребта Гаккеля.

1-5 структуры на океанической коре и коре переходного типа: 1-океаническая кора; 2 - субокеаническая кора; 3 - субконтинентальная кора, подвергшаяся активной деструкции; 4 - субконтинентальная кора подвергшаяся активным магматическим процессам; 5 - рифтовая долина хребта Гаккеля; 6-8 структуры на континентальной коре: 6 - жесткие, относительно стабильные блоки с «нормальной» мощностью земной коры (а - своды; б - краевые ступени, структурные террасы); 7- рифтогенные прогибы с утоненной земной корой; 8 - области позднемезозойской стабилизации; 9-12 - линейные магнитные аномалии и их номера; 13-16 - эпицентры землетрясений [2]: 13 - с магнитудой 4-4.9; 14 - с магнитудой 5-5.9; 15 - с магнитудой больше 6; 16 - оси напряжений растяжения и сжатия (длина пропорциональна \cos угла наклона к горизонту), фокус в км.

Гаккеля от сопряженной области, расположенной к северу. Наиболее приемлемым объяснением этих характерных особенностей может служить структурная обособленность прилаптевоморского окончания хребта Гаккеля от остальной его части в течение длительного времени. Подтверждением может являться интерпретация сейсмических данных МАГЭ, полученных в 1990 г. в данном районе.

Стратиграфический диапазон осадочного чехла шельфа моря Лаптевых ограничен верхнемеловым-кайнозойским возрастом [4]. С шельфа в пределы периокеанических прогибов осадочный чехол переходит в объеме верхов верхнего мела-кайнозоя. Распространение трогового верхнемелового осадочного комплекса в глубоководной впадине ограничивается очертаниями периокеанических прогибов, в которых комплексы осадочного выполнения трансгрессивно налегают на базальтовые покровы фундамента океанического борта прогибов. Не исключено также постепенное замещение терригенных осадков верхнего мела вулканогенно-осадочными и вулканогенными толщами II океанического слоя в направлении от материковой окраины, как это зафиксировано для района плато Воринг в Норвежско-Гренландском бассейне. В кайнозойской части разреза по первому резкому градиенту изменения мощности выделяется позднеолигоценый(?) осадочный комплекс, маркирующий начало интенсивного прогибания океанического ложа Евразийского суббассейна. Все толщи, перекрывающие верхнеолигоценые отложения, наращивают континентальный склон в виде мощных клиноформ. Доолигоценые обстановки в пределах Евразийского суббассейна характеризовались меньшим разнообразием, что сказалось на фациальной выдержанности верхнемеловых, палеоценовых и эоценовых отложений по всему Арктическому бассейну.

Сейсмический профиль 90700 (рис. 4) демонстрирует характерную картину строения шельфа, а также зоны перехода континент-океан, пространственно совпадающей с континентальным склоном. Подножие континентального склона нарушено структурным продолжением хребта Гаккеля в область транзитали. Данное пересечение хребта Гаккеля сейсмическим профилем является самым северным в области прилаптевоморского окончания (79°40' с.ш.). Структура осадочного чехла, полностью перекрывающего подножие континентального склона, характеризуется наличием погребенных рифтовых гор и провала рифтовой долины.

В пределах глубоководной котловины постепенного удревнения базальтового фундамента в направлении от предполагаемой оси спрединга срединно-океанического хребта Гаккеля к континентальным окраинам не наблюдается, так как океанический фундамент перекрыт комплексами осадочного чехла,

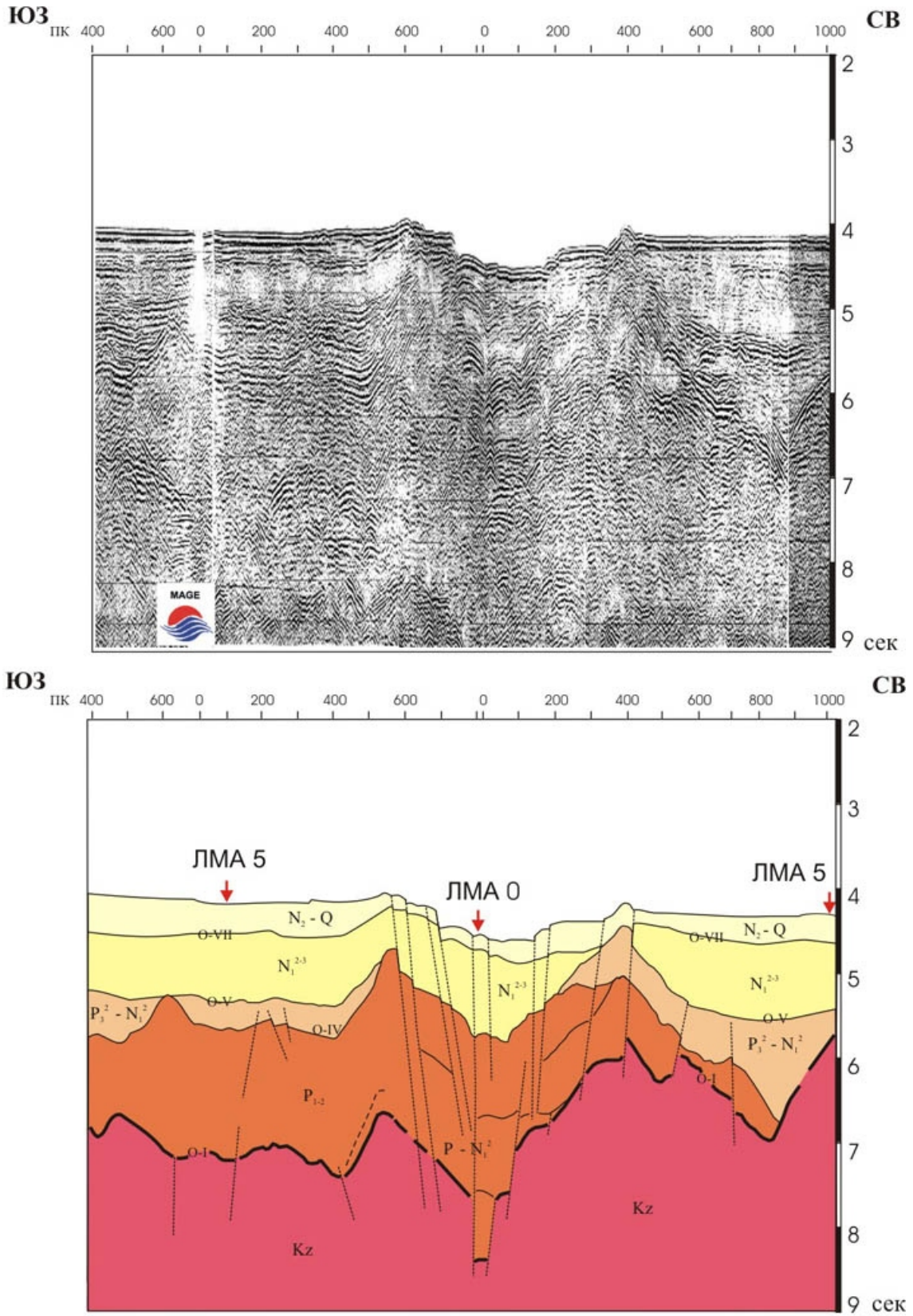


Рис. 4. Схема интерпретации сейсмического профиля 90700 вкострости хребта Гаккеля

которые не выклиниваются в направлении к хребту, как это имеет место в Атлантике. Океанический фундамент перекрыт разновозрастной толщей осадочных пород палеоцен-эоценового(?) возраста, и постепенного выклинивания более древних осадочных толщ по направлению к срединно-океаническому хребту в этой части Евразийского бассейна не наблюдается.

В направлении от периферии к центру океанического бассейна базальные (палеоценэоценовые?) толщи воздымаются магматическим сводом хребта Гаккеля, в привершинной части которого они размыты и перекрыты олигоцен-овым комплексом. Центральная часть сводового поднятия хребта Гаккеля нарушена грабен-рифтом, по главным сбросам которого опущен весь разрез осадочных толщ от палеоценовых до четвертичных.

Южнее, в районе пересечения хребта Гаккеля сейсмическим профилем 90701, (рис. 5) наблюдается меньшая по масштабам нарушенность континентального подножия структурным продолжением срединно-океанического хребта. Здесь подъем осадочных комплексов имеет гораздо меньшую амплитуду и происходит только в непосредственной близости от гребневых гор, полностью перекрытых осадочным чехлом. Это пересечение структурного продолжения срединно-океанического хребта Гаккеля является последним четким подтверждением существующей здесь рифтовой зоны, выражающейся также в батиметрии. Южнее, ни в батиметрии, ни в сейсмической записи, ни в распределении эпицентров современных землетрясений не просматривается линейной локализации признаков, характеризующих рифтовую зону. Иллюстрацией этому служат сейсмические профили 90702 и 90704, пересекающие область континентального склона, граничащую с окончанием рифтовой структуры.

Уникальное строение рифтовой долины объясняется длительным этапом осадконакопления в спокойной тектонической обстановке, еще предваряющего образование магматического свода и последующее внедрение срединно-океанического хребта. У Лаптевоморской континентальной окраины глубоководная впадина Евразийского суббассейна заполнена мощным осадочным чехлом (от 4 до 8 км) с ничтожно малыми углами наклона осадочных комплексов, не нарушенных дизъюнктивами. Повсеместное распространение однотипного разреза в пределах всей впадины, не исключая ее склонов, отрицает горизонтальные движения во временном интервале мела-миоцена(?). Гребневые горы хребта на сейсмических профилях имеют вид вулканических протрузий сквозь толщу осадочных пород. Величину плиоценового растяжения в пределах рифтовой долины легко оценить по суммарной горизонтальной составляющей сбросовых перемещений опущенных блоков, не превышающей первых километров. Наиболее вероятной причиной растяжения, по всей видимости, следует считать развал свода хребта Гаккеля. То, что обвал вершинной части свода и образование рифтовой долины произошло сравнительно недавно, подтверждается примерно одинаковой мощностью доплиоценовых осадочных комплексов на плечах рифта и в опущенном блоке, а также наличием наряду со сбросовыми и взбросовыми нарушениями, компенсирующими распределение осадочного материала по пространству рифта при резком опускании (рис. 4).

В современной топографии рифтовой долины хребта Гаккеля фиксируется асимметрия, типичная для грабеновых структур. Следует отметить, что и вся впадина Евразийского суббассейна вблизи Лаптевоморского шельфа имеет асимметричное строение. Это выражено не только в современной топографии дна [11,12], но и в распределении осадков и глубине залегания фундамента (рис. 6). Асимметрия подтверждается различным характером гравитационного поля во впадинах Нансена и Амундсена. Океанический фундамент по сейсмическим данным отличается по характеру расчлененности в котловине Нансена его

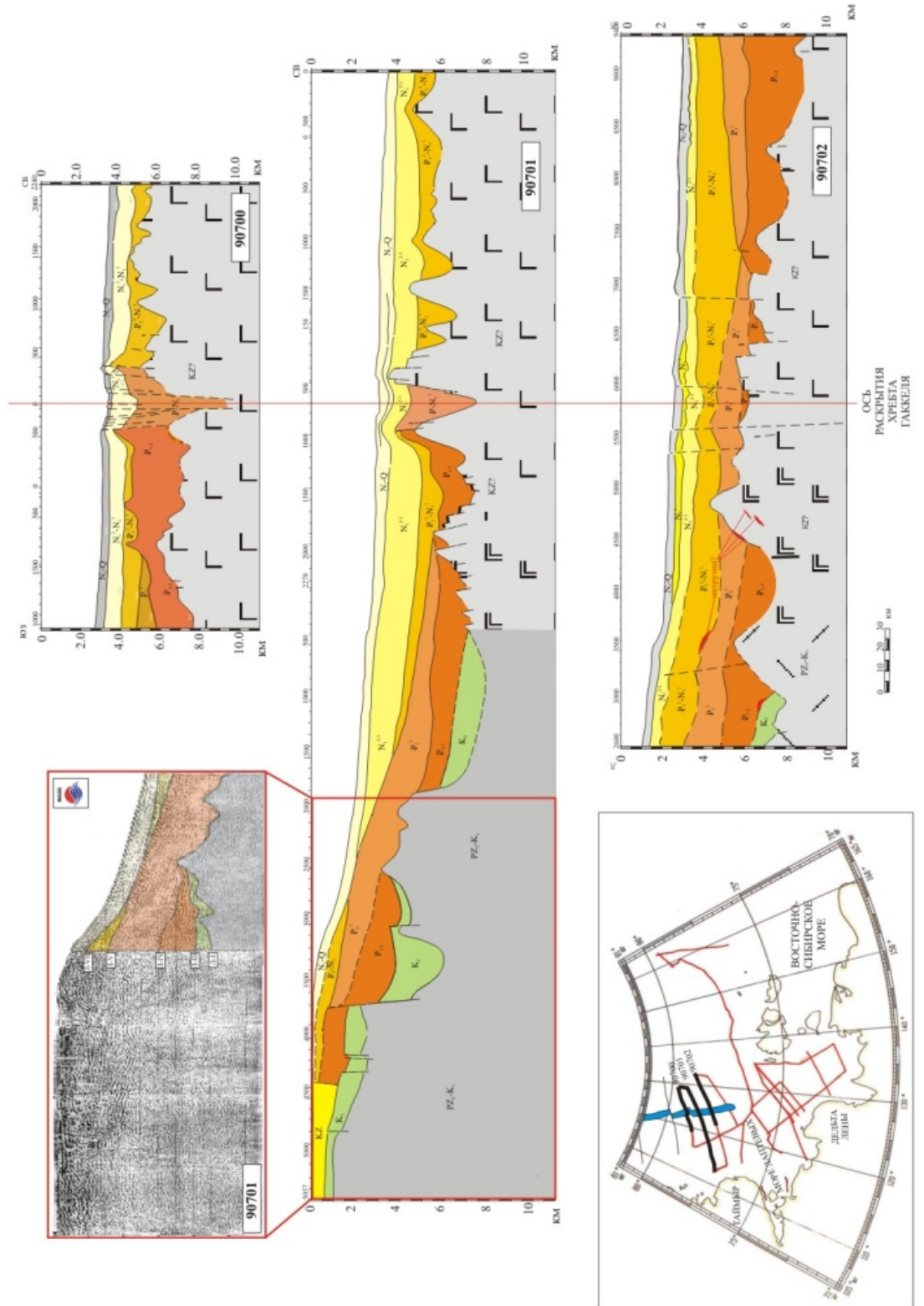
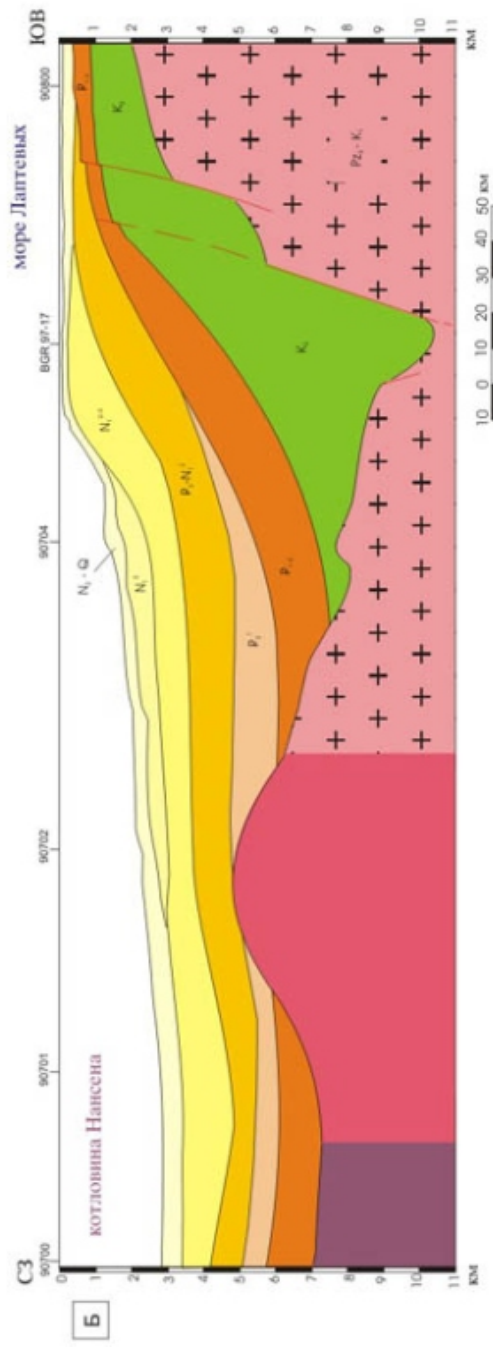
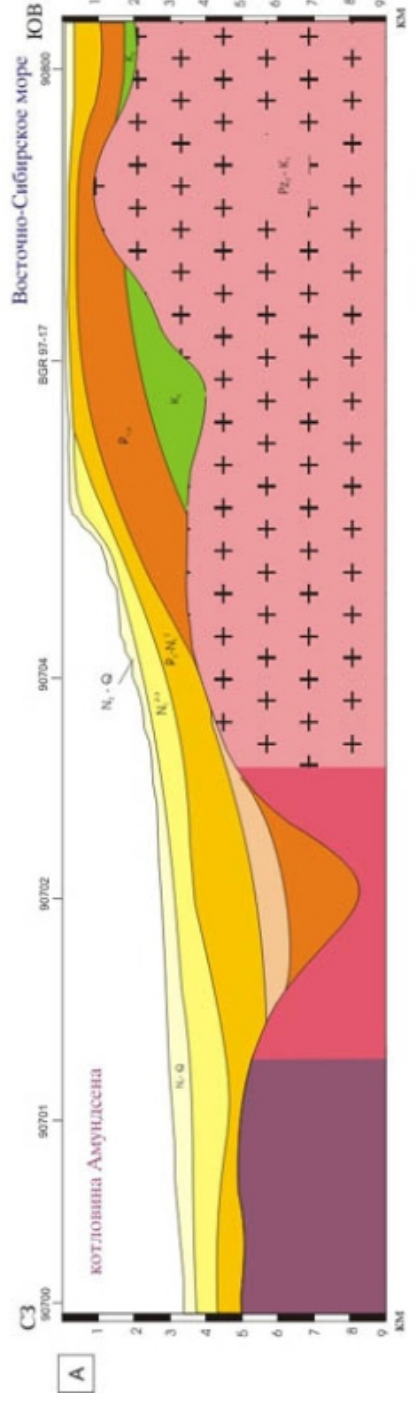
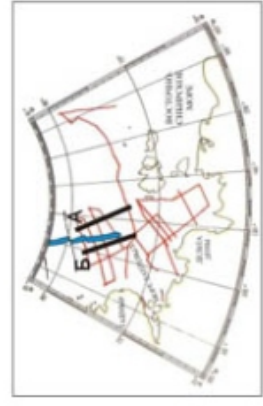
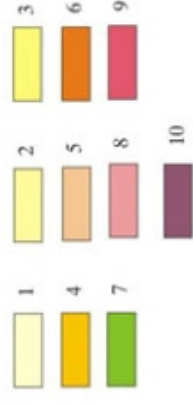


Рис. 5 Схема корреляции осей раскрытия хребта Гаккеля по сейсмическим профилям МАГЭ 90700 - 90701 - 90702. Положены профили показаны утолщенными линиями на схеме.

Рис. 6 Синтетические геологические разрезы через Лаптево-морскую континентальную окрестность, показывающие различие в строении котловин Евразийского суббассейна. Положенные профили показаны утолщенные линии на схеме. 1 - плиоцен-четвертичный комплекс; 2 - позднемиоценовый комплекс; 3 - ранне-среднемиоценовый комплекс; 4 - позднемiocеновый комплекс; 5 - раннеэоценовый комплекс; 6 - палеоцен-эоценовый комплекс; 7 - позднеметеловой комплекс; 8 - складчатый фундамент; 9 - фундамент переходного типа; 10 - океанический фундамент



поверхность иссечена многочисленными разломами и имеет ступенчатое строение, тогда как в котловине Амундсена фундамент более ровный, с плавными очертаниями. Различен также и стратиграфический диапазон осадочного чехла в пределах впадин. В котловине Нансена - это верхний мел(?) - кайнозой, а во впадине Амундсена - олигоцен(?) - голоцен. Одновозрастные комплексы в разных котловинах характеризуются различной по динамике и характеру сейсмической записью, и возрастная корреляция комплексов весьма условна. Вряд ли это следует объяснять различной скоростью спрединга в пределах котловин [27], так как по результатам последних исследований [13] спрединговая часть в котловине Евразийского бассейна ограничена сравнительно узкой областью, ненамного превышающей ширину гребневой зоны хребта Гаккеля. Таким образом, различия в строении глубоководных впадин Нансена и Амундсена указывают на их возможную обособленность, а хребет Гаккеля, по-видимому, на некоторых этапах эволюции играл роль шарнирной зоны.

Характер распределения современных землетрясений свидетельствует о рассеивании их эпицентров при приближении хребта Гаккеля к континентальной окраине моря Лаптевых [2]. Комплексные геофизические модели, выполненные А.В. Зайончком и А.А. Черных хорошо подтверждаются данными по местоположению эпицентров современных землетрясений. Наиболее глубоководные землетрясения (30-35 км) приурочены к местам внедрения в пределы океанической коры астеносферного клина. По простиранию хребта наиболее глубоководные землетрясения находятся в области его окончания у Лаптевоморской континентальной окраины.

Заключение

Привлечение новых оригинальных батиметрических данных приводит к выводу об очень слабой морфологической выраженности гребневой зоны и рифтовой долины хребта Гаккеля южнее 81° с.ш. Это объясняется импульсным характером растяжения в пределах рифтовой долины на участке Прилаптевоморского окончания хребта, и длительным этапом тектонического покоя, за который успели накопиться мощные осадочные толщи, компенсировавшие рифтовую долину и перекрывшие рифтовые горы. В этом кроется коренное отличие участка хребта, примыкающего к Лаптевоморской окраине. По-видимому, в районе 81 с.ш. существует зона глубинного разлома, имеющая частично трансформную природу, которая отделяет зону прилаптевоморского окончания от остальной части хребта Гаккеля. Таким образом, растяжение в пределах Евразийского суббассейна на протяжении значительного отрезка геологической истории локализовалось в центральной его части. Область торцевого сочленения хребта Гаккеля с Лаптевоморской континентальной окраиной на начальных этапах эволюции развивалась в обстановке относительного тектонического покоя с преобладанием нисходящих вертикальных движений. На неотектоническом этапе развития, начиная с позднемиоценового времени, на сформированный структурный план наложился процесс раскола литосферы, внедрился срединно-океанический хребет Гаккеля. Масштабы этого структурного наложения, судя по его результатам на сегодняшний момент, были незначительными. Процессы продвижения спредингового хребта в области его прилаптевоморского окончания характеризовались протрузивным характером вулканических внедрений в толщу стратифицированных осадочных пород, заполняющих глубоководную впадину. Неотектоническая зона хребта Гаккеля, по-видимому, унаследована от более древней ослабленной зоны, вдоль кото-

рой происходили тектонические движения противоположного знака. Это хорошо иллюстрируется различием в строении впадин Нансена и Амундсена. Таким образом, хребет Гаккеля в пределах некоторых своих сегментов существовал как длительно развивающаяся шарнирная зона. У Лаптевоморской континентальной окраины фундамент более погружен во впадине Нансена, чем в Амундсена.

В результате составления листов Госгеолкарты масштаба 1:1 000 000 по внешней части Лаптевоморского шельфа и прилегающей части Евразийского суббассейна Северного Ледовитого океана получены новые представления о строении области сочленения срединно-океанического хребта Гаккеля и континентальной окраины. Сопровождающие геологическую карту банки данных, включающие оригинальные батиметрические, сейсмические и сейсмоакустические материалы, явятся кондиционной основой для планирования и проведения дальнейших исследований области Прилаптевоморского окончания хребта Гаккеля.

Список литературы

1. Аветисов Г.П. Сейсмоактивные зоны Арктики. СПб, ВНИИОкеангеология, 1996. 183 с.
2. Аветисов Г.П. Еще раз о землетрясениях моря Лаптевых. // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб., ВНИИОкеангеология, 2000, Вып. 3. С. 104-114.
3. Виноградов В.А., Гапоненко Г.И., Русаков И.М., и др. Тектоника Восточно-Арктического шельфа СССР. Труды НИИГА, том 171, Л., Недра, 1974. 144 с.
4. Виноградов В.А., Драчев С.С. К вопросу о тектонической природе фундамента юго-западной части шельфа моря Лаптевых. // Доклады АН РФ, том 372, №1, 2000. С. 72-74.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000. Лист S53-55 (Новосибирские острова). Объяснительная записка (авторы Д.А. Волнов, М.К. Косыко, Б.Г. Лопатин), СПб, Изд-во ВСЕГЕИ, 1999. 206 с.
6. Грамберг И.С., Деменицкая Р.М., Секретов С.Б., Система рифтогенных грабенов шельфа моря Лаптевых как недостающее звено рифтового пояса хребта Гаккеля - Момского рифта. // Докл. АН СССР, Том 311, №3, 1990. С. 689-693.
7. Грачев А.Ф., Деменицкая Р.М., Карасик А.М., Проблема связи Момского рифта со структурой срединно-океанического хребта Гаккеля. // Геофизические методы разведки в Арктике. Вып. 6. Л., Изд-во НИИГА, 1971. С. 48-50.
8. Драчев С.С. Тектоника рифтовой континентальной окраины северо-восточной Евразии в Арктике. // Автор. дис....докт. геол.-мин. наук, М., Ин-т литосферы, 1999. 40 с.
9. Иванова Н.М., Секретов С.Б., Шкарубо С.И., Данные о геологическом строении шельфа моря Лаптевых по материалам сейсмических исследований. // Океанология, 1989. Том 29, Вып. 5, с. 789-795.
10. Ким Б.И. Структурное продолжение рифтовой долины хребта Гаккеля на Лаптевском шельфе. // Структура и история развития Северного Ледовитого океана. Л., Изд-во ПГО «Севморгеология», 1986. С. 133-139.
11. Нарышкин Г.Д. Срединный хребет Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана. М. «Наука», 1987. 72 с.
12. Нарышкин Г.Д. Орографическая карта Арктического бассейна (масштаб 1:5 000 000). ГУНиО, ВНИИОкеангеология, Изд-во В.В. Валдина «Новое время», 1995.
13. 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.
14. Рельеф дна Северного Ледовитого океана. Масштаб 1:5 000 000, проекция стереографическая, ГУНиО, ВНИИОкеангеология, РАН, 1998.

15. *Рязанова М.В., Гусев Е.А.* Особенности геоморфологии континентальной окраины моря Лаптевых. // Новое в геологии Арктики и Мирового океана. Материалы конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, ВНИИОкеангеология, 1999. с. 62-63.
16. *Секретов С.Б.* Геологическое строение Лаптевоморского шельфа по материалам сейсмических исследований МОВ ОГТ. Автор. дис...канд. геол.-мин. наук, СПб., ВНИИОкеангеология, 1993. 23 с.
17. *Секретов С.Б.* Тектоническое развитие и нефтегазоносный потенциал континентальных окраин морей Лаптевых и Восточно-Сибирского в связи с раскрытием океанических бассейнов Арктики. // Тектоника и геодинамика: общие и региональные аспекты. Мат-лы XXXI Тектонического совещания, Москва, «ГЕОС», 1998. т. II, с. 166-168.
18. Тектоническая карта морей Карского и Лаптевых и севера Сибири. М-б 1:2 500 000 (ред. Богданов Н.А. и В.Е. Хаин), Ин-т литосферы окраинных и внутренних морей РАН. М., 1998.
19. *Drachev S.S., Savostin L.A., Groshev V.G. & Bruni I.E.*, Structure and geology of the continental shelf of the Laptev Sea, Eastern Russian Arctic. // *Tectonophysics*, 1998. №298, p. 357-393.
20. *Franke D. & Hinz K.*, Lapseis: Untersuchungen zur Neotektonik in der Laptev-See, Ostsibirischen See und auf dem angrenzenden NE-Sibirischen Festland mit Seismologischen Breitbanddaten. Endbericht über die arbeiten der BGR zum project. 1999. 122 p.
21. *Hinz K., Delisle G., Cramer B., Franke D., Fieguth U., Lindemann F., Neben S., Tostmann H. & Zeibig M.*, Cruise report: marine seismic measurements and geoscientific studies on the slope and shelf of the Laptev Sea & East Siberian Sea / Arctic with M.V. «Akademik Lazarev», I.V. «Kapitan Dranitsin», Preliminary scientific results. BGR-Report, №116.693, 1997. 161 p.
22. *Karasik A.M.* Magnetic anomalies of the Gakkel Ridge and origin of the Eurasian Subbasin of the Arctic Ocean. // *Geophys. Methods Prospect. Arctic*. №5, 1968. P. 8-19.
23. Laptev Sea System: Expedition in 1995 (eds. H. Kassens). // *Berichte zur Polarforschung*, № 248, 1997. 210 p.
24. *Niessen F. & Musatov E.E.*, Marine sediment echosounding using PARASOUND. In: Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XI/1 of RV "Polarstern" in 1995 (eds. E. Rachor), *Berichte zur Polarforschung*, № 226, 1997. P. 118-128.
25. *Roeser H.A., Block M., Hinz K. & Reichert C.*, Marine Geophysical Investigations in the Laptev Sea and the Western Part of the East Siberian Sea. // *Berichte zur Polarforschung* №176, 1995. P. 367-377.
26. *Roeser H.A., Hinz K., Piskarev A.L., Neben S.*, Seafloor spreading at the transition from the Eurasia basin to the Laptev Shelf. // International Conference on Arctic Margins abstracts (ICAM III), p. 155, 1998.
27. *Sekretov S.B.*, Southeastern Eurasian Basin termination: structure and key episodes of tectonic history. // International Conference on Arctic Margins (ICAM III) abstracts, 1998. P. 165
28. *Weigelt E.* The crustal structure and sedimentary cover of the Eurasian Basin, Arctic Ocean: Results from seismic and gravity measurements. // *Berichte zur Polarforschung*, № 261, 1998. 128 p.