

ХАТАНГСКО-ЛОМОНОСОВСКАЯ ЗОНА РАЗЛОМОВ: СТРОЕНИЕ, ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ, ГЕОДИНАМИКА

Э. В. Шипилов

ФГБУН Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН
(Мурманск, Российская Федерация)

Л. И. Лобковский

ФГБУН Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН
(Москва, Российская Федерация)

С. И. Шкарубо

ООО «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция»
(Мурманск, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 12 апреля 2019 г.

Впервые по результатам интерпретации новых сейсмических материалов рассмотрены особенности строения Хатангско-Ломоносовской зоны разломов, адаптированной к полосе сочленения Лаптевоморской континентальной окраины со структурами Евразийского спредингового бассейна и хребта Ломоносова. Проиллюстрировано отражение Хатангско-Ломоносовской зоны разломов в аномальных геофизических полях, в волновой сейсмической картине на разрезах и продемонстрирован характер ее кинематических взаимоотношений с разнородными тектоническими элементами. Наиболее заметные горизонтальные движения по этой зоне приходятся на конец мела – первую половину палеогена. Обосновывается тектоническая природа, роль и место этой зоны разломов в геодинамической эволюции региона.

Ключевые слова: Лаптевоморская континентальная окраина, Евразийский бассейн, хребет Ломоносова, Северный Ледовитый океан, Хатангско-Ломоносовская зона разломов, сейсмические разрезы, геофизические поля, тектоника, геодинамическая эволюция.

Введение

Одним из проблемных вопросов тектоники Северного Ледовитого океана является выяснение взаимоотношений хребта Ломоносова с континентальной окраиной Евразии (рис. 1). Становление этого хребта неразрывно связано с геодинамической эволюцией Евразийского спредингового бассейна. Согласно существующим представлениям в процессе поздне-мелового-палеоценового рифтогенеза, переросшего в эоцен в спрединг, сублинейная полоса континентальной коры хребта Ломоносова откололась от Баренцево-Карско-Лаптевской окраины и мигрировала

до своего нынешнего положения. Несмотря на появление значительного объема новых геолого-геофизических данных, проблема перемещения хребта Ломоносова в совокупности с геодинамической эволюцией Евразийского бассейна остается предметом острых дискуссий. По одной версии считается, что хребет Ломоносова перемещался в ансамбле структур в составе Северо-Американской литосферной плиты при ее дивергенции с Евразийской и, таким образом, не менял своего положения относительно внутриплитных тектонических элементов [1; 2 и др.]. Сторонники контрверсии отстаивают позицию, в соответствии с которой хребет Ломоносова в составе образовавшейся новой Американо-Евразийской микроплиты

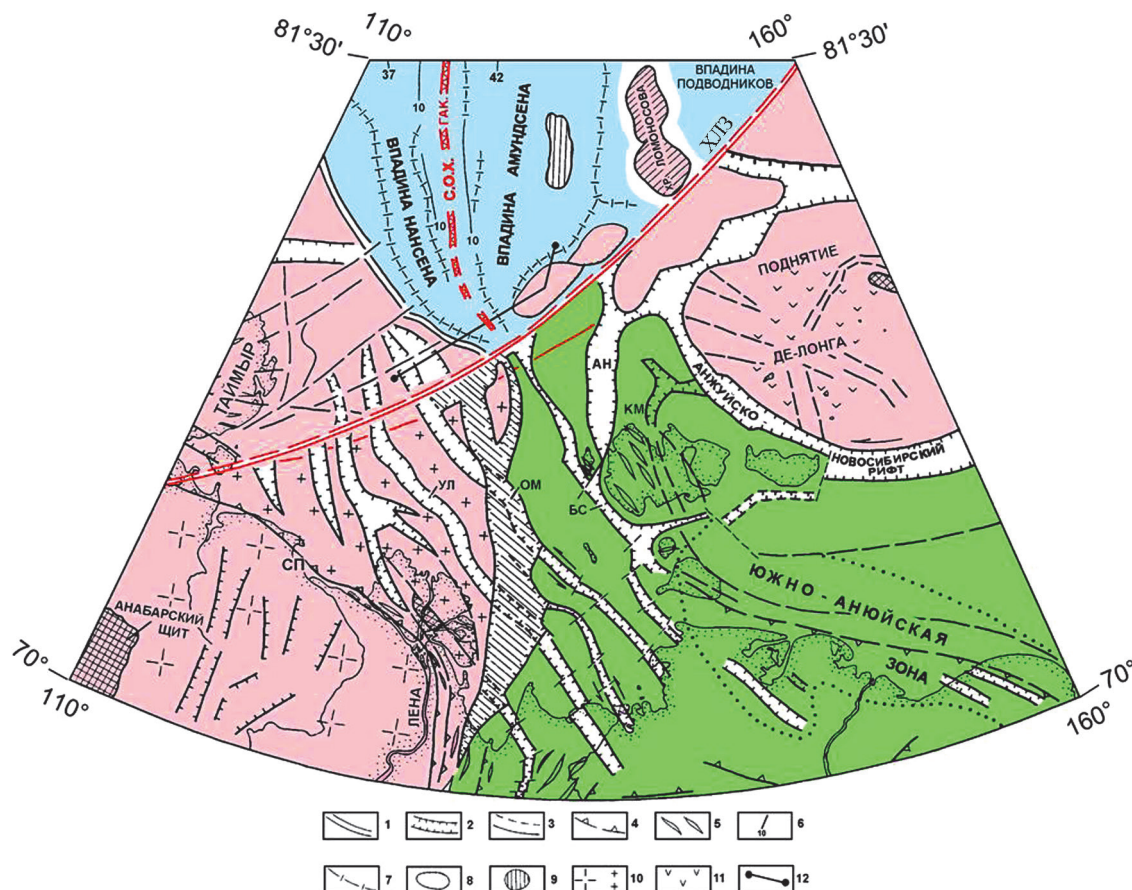


Рис. 1. Схема основных тектонических элементов Лаптевоморской окраины и Евразийского бассейна по [3; 4]: 1 – окраинно-континентальное ограничение, 2 – грабены и рифты, 3 – разломы и нарушения, 4 – надвиги и сбросы, 5 – складчатые структуры, 6 – магнитные аномалии и их возраст, 7 – осевые зоны прогибов, 8 – оторванные блоки хребта Ломоносова, 9 – положительная магнитная аномалия, 10 – континентальная (большие кресты) и шельфовая (малые кресты) части Сибирской платформы, 11 – базальты поднятия Де-Лонга, 12 – положение сейсмического разреза (рис. 2); рифты: УЛ – Усть-Ленский, Ом – Омолыйский, БС – Бельковско-Свято-Носский, Ан – Анисийский; Км – Котельнический массив; СОХ Гак – Срединно-Океанический хребет Гаккеля, ХЛЗ – Хатангско-Ломоносовская зона разломов. Масштаб 1:6 000 000 (уменьшено)

Fig. 1. The scheme of the main tectonic elements of the Laptev Sea margin and the Eurasian Basin according to [3; 4]. 1 – the continental margin boundary, 2 – grabens and rifts, 3 – faults and fractures, 4 – thrusts and faults, 5 – folds, 6 – magnetic anomalies and their age, 7 – axial deflection zones, 8 – detached blocks of the Lomonosov Uplift, 9 – positive magnetic anomaly, 10 – continental (capital X) and (small x) shelf parts of the Siberian Platform, 11 – basalts of the De Long Uplift, 12 – location of seismic profiles (Fig. 2); Rifts (letters in the map): УЛ – Ust'-Lena, Ом – Omoloj, БС – Bel'kov-Svyatoi Nos, Ан – Anisin; Км – Kotel'nyi Massif; СОХ Гак – the Mid-Ocean Gakkel Ridge; ХЛЗ – Khatanga-Lomonosov Fault Zone. Scale 1:6 000 000 (reduced)

[3–8] в процессе раскрытия Евразийского бассейна испытывал правостороннее смещение по Хатангско-Ломоносовской зоне разломов или трансформе (ХЛЗ). В такой трактовке эта полоса разломов служит определенного рода геодинамической границей между Американо-Азиатской микроплитой, с одной стороны, и Евразией – с другой. Несмотря на различия точек зрения, в обоих случаях хребет Ломоносова и котловину Амундсена Евразийского бассейна можно рассматривать как кинематическую пару.

В настоящей статье по результатам анализа и интерпретации появившихся новых геофизических данных представилась возможность впервые охарактеризовать строение ХЛЗ, адаптированной к полосе сочленения Лаптевоморской континентальной окраины со структурами глубоководного ложа

океанического бассейна, по отдельным ее звеньям. Эти отрезки ХЛЗ находятся в различных структурно-тектонических обстановках и соотношениях с окружающими элементами строения. Обосновываются тектоническая природа, роль и место этой зоны разломов в геодинамической эволюции зоны перехода континент/океан.

Некоторые проблемы тектоники исследуемого района Арктики

В силу недостаточной геолого-геофизической изученности тектонические реконструкции и трактовка отмеченных выше версий сталкиваются с рядом вопросов. Среди них прежде всего следует отметить проблему, связанную с объяснением отсутствия регулярных линейных магнитных аномалий в самом

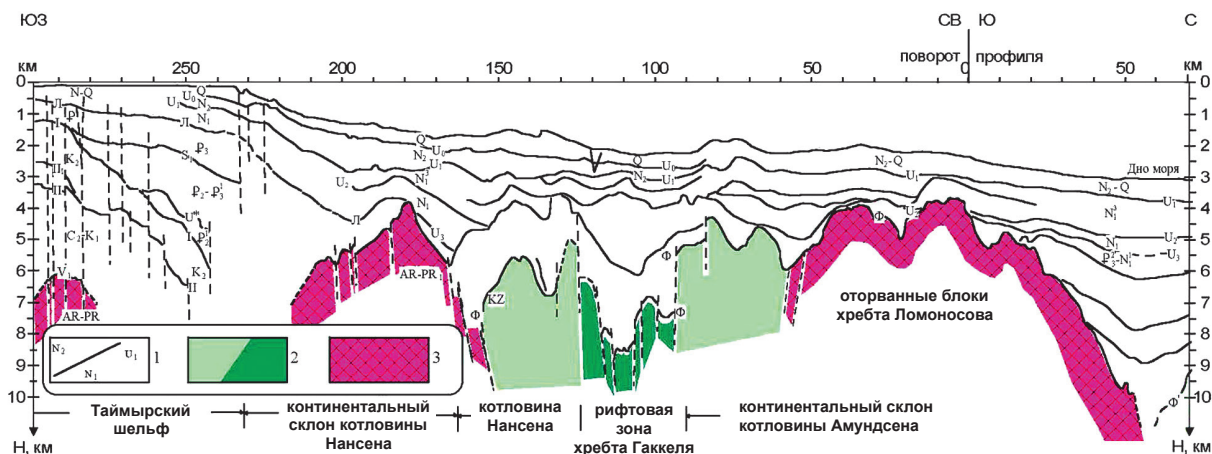


Рис. 2. Сейсмогеологический разрез по профилю 90704 к схеме на рис. 1 (зона перехода Лаптевоморская окраина — Евразийский бассейн — по [3] с дополнениями и изменениями): 1 — индексы отражающих сейсмических горизонтов и стратиграфических подразделений осадочного чехла, 2 — комплексы океанического кайнозойского фундамента котловин и срединно-океанического хребта Гаккеля, 3 — комплексы континентального фундамента

Fig. 2. Seismological section along profile 90704 (modified from [3]) in the transition zone between the Laptev Sea margin and the Eurasian Basin (see Fig. 1): 1 — indices of seismic reflectors and stratigraphic units of sedimentary cover, 2 — complexes of the oceanic Cenozoic basement of basins and the Mid-Ocean Hakkel Ridge, 3 — continental basement

южном сегменте Евразийского бассейна. В некоторых публикациях практически весь набор кайнозойских магнитных аномалий по инерции произвольно протягивается до континентального склона Лаптевоморской окраины в попытке определить таким образом положение полюса Эйлера при открытии Евразийского бассейна [9]. В этой связи очевидно и то, что на подходе к южной оконечности бассейна в ряде мест линейные магнитные аномалии теряют субпараллельную ориентировку и смыкаются. А в южной части бассейна (от 81° с. ш. и южнее) четко прослеживается только лишь пара наиболее молодых аномалий, очерчивающих осевую зону спрединга хребта Гаккеля (см. рис. 1). Создается впечатление некоторой рассогласованности современной оси спрединга хребта Гаккеля с более древним планом линейных магнитных аномалий, что может свидетельствовать о его наложенном характере и изменении в направлении продвижения спрединга. В подтверждение этого следует добавить, что на батиметрической карте субпараллельные бортовые склоны самого южного сегмента Евразийского бассейна (юго-западный — притаймырский и северо-восточный — приломоносовский) отличаются простиранием относительно современной осевой зоны спрединга на 45—50°. Это свидетельствует, что современное направление продвижения осевой зоны спрединга в Евразийском бассейне заметно изменилось от такового на начальном этапе его геодинамической эволюции. В этом отношении мы уже проводили аналогию с перескоком оси спрединга в Норвежско-Гренландском бассейне (рис. 3) [4; 5; 10].

Кроме того, в исследованиях не получает объяснения тот факт, что современная длина хребта Ломоносова (около 1700 км) значительно уступает по

протяженности континентальной окраине, от которой он оторвался (около 2200 км) [4].

Вместе с тем в строении Евразийского бассейна, как отмечалось еще в [12], наблюдается контрастная глубинно-латеральная асимметрия. Это отчетливо запечатлено на сейсмическом разрезе Морской арктической геологоразведочной экспедиции (МАГЭ) по профилю, проложенному вкост простирания Евразийского бассейна (рис. 4) [2], что с учетом медленного на начальном этапе развития и последующего ультрамедленного спрединга дает основание говорить о еще не раскрытой специфике в его геодинамической эволюции. Сомнительно, чтобы при таком характере асимметрии и перекосе в глубинном строении набор линейных магнитных аномалий по обе стороны хребта Гаккеля оставался идентичным и при этом сохранял симметрию относительно оси спрединга. В этой связи не исключается и вероятность того, что потребуется пересмотреть и переоценить возрастную датировку линейных магнитных аномалий в Евразийском бассейне.

В контексте изложенного рассуждения о компенсации растяжения в рифтах Лаптевоморской континентальной окраины в ответ на воздействие раскрытия Евразийского бассейна представляются неубедительными: ширина бассейна у подножия окраины составляет здесь около 400 км, тогда как суммарная величина растяжения в рифтах моря Лаптевых в несколько раз меньше. Это с большей степенью вероятности свидетельствует об участии сдвиговой компоненты в геодинамических взаимоотношениях между развивающимся Евразийским бассейном и Лаптевоморской континентальной окраиной.

Наши аргументы и доводы в пользу выделения такой зоны сдвига (в отсутствие сейсморазведочных данных о ее строении), ее тектонической позиции

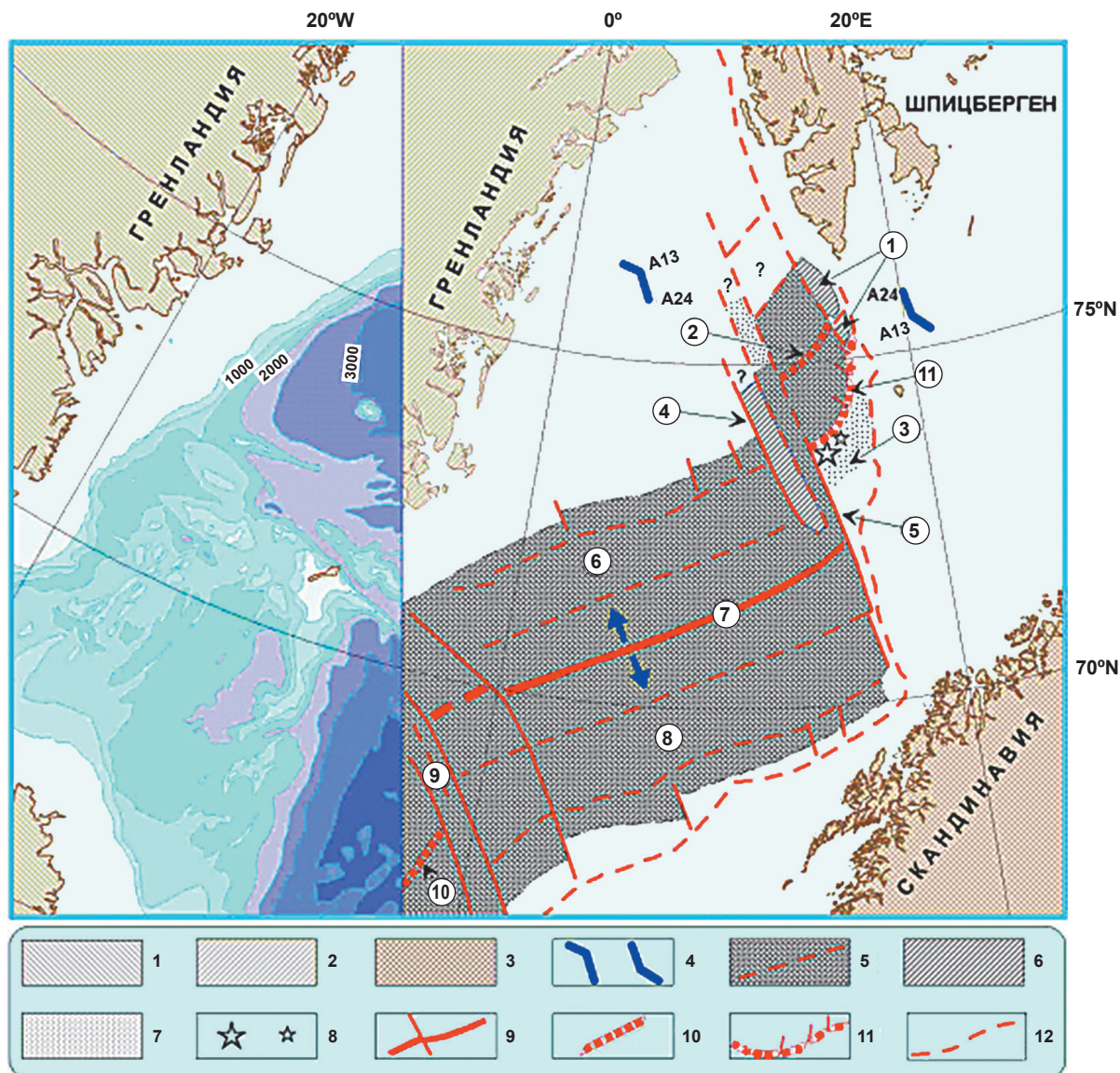


Рис. 3. Палеотектоническая реконструкция (справа) на 13-ю аномалию. Составил Э. В. Шипилов с использованием [5; 11] с изменениями и дополнениями. Слева современное положение Гренландии (с батиметрией океанического бассейна) относительно Западно-Баренцевской окраины.

Условные обозначения: 1 – современное положение Гренландии, 2 – положение Гренландии и 3 – Шпицбергена и Скандинавии на 13-ю аномалию, 4 – векторы относительного перемещения Гренландии и Баренцево-Карской окраины с 24-й по 13-ю аномалию и после, 5 – океаническая кора и некоторые магнитные аномалии, 6 – сегментированные блоки континентальной природы, 7 – районы проявления палеогенового платобазальтового магматизма, 8 – районы вулканизма, 9 – осевые центры спрединга и трансформы, 10 – отмершие спрединговые центры, 11 – спрединговый центр хребта Книповича, возникший после 13-й аномалии, 12 – тыловое разломное ограничение зоны перехода континент/океан.

Цифры в кружках: 1 – блок будущего хребта Ховгард, 2 – предполагаемый отмерший спрединговый центр (Бореальный), 3 – платобазальтовая провинция Вестбаккен, 4 – трансформа Гренландская, 5 – трансформа Сенья, 6 – Гренландская впадина, 7 – хребет Мона, 8 – Лофотенская впадина, 9 – зона трансформных разломов Норвежской впадины, 10 – отмерший спрединговый центр хребта Эгир, 11 – зарождающийся спрединговый центр хребта Книповича

Fig. 3. Paleotectonic reconstruction (right) of the Norwegian-Greenland Basin for the period of 35–33 Ma ago (Anomaly 13) Compiled by E. V. Shipilov using [5; 11], with changes and additions. On the left, current position of Greenland relative to the West Barents margin (with bathymetry of oceanic basin).

Reference designations: 1 – the current position of Greenland, 2 – position of Greenland, and 3 – Spitsbergen and Scandinavia for the period corresponding to Anomaly 13, 4 – vectors of relative displacement of Greenland and the Barents-Kara margin in the period corresponding to Anomalies 24 to 13 and afterward, 5 – oceanic crust and some magnetic anomalies, 6 – segmented continental blocks, 7 – areas of Paleogene platobasaltic magmatism and 8 – volcanism, 9 – axial centers of spreading and transform, 10 – abandoned spreading centers, 11 – spreading center of the Knipovich Ridge formed after Anomaly 13, 12 – back fault boundary of the continent/ocean transition zone.

Numbers in circles: 1 – block of the future Hovgard Ridge, 2 – inferred abandoned Boreal spreading center, 3 – Westbakken platobasalt province, 4 – Greenland Transform Fracture Zone, 5 – Senja Transform Fracture Zone, 6 – the Greenland Basin, 7 – the Mohna Ridge, 8 – the Lofoten Basin, 9 – transform fracture zone in the Norwegian Basin, 10 – abandoned spreading center of the Aegir Ridge, 11 – incipient spreading center of the Knipovich Ridge

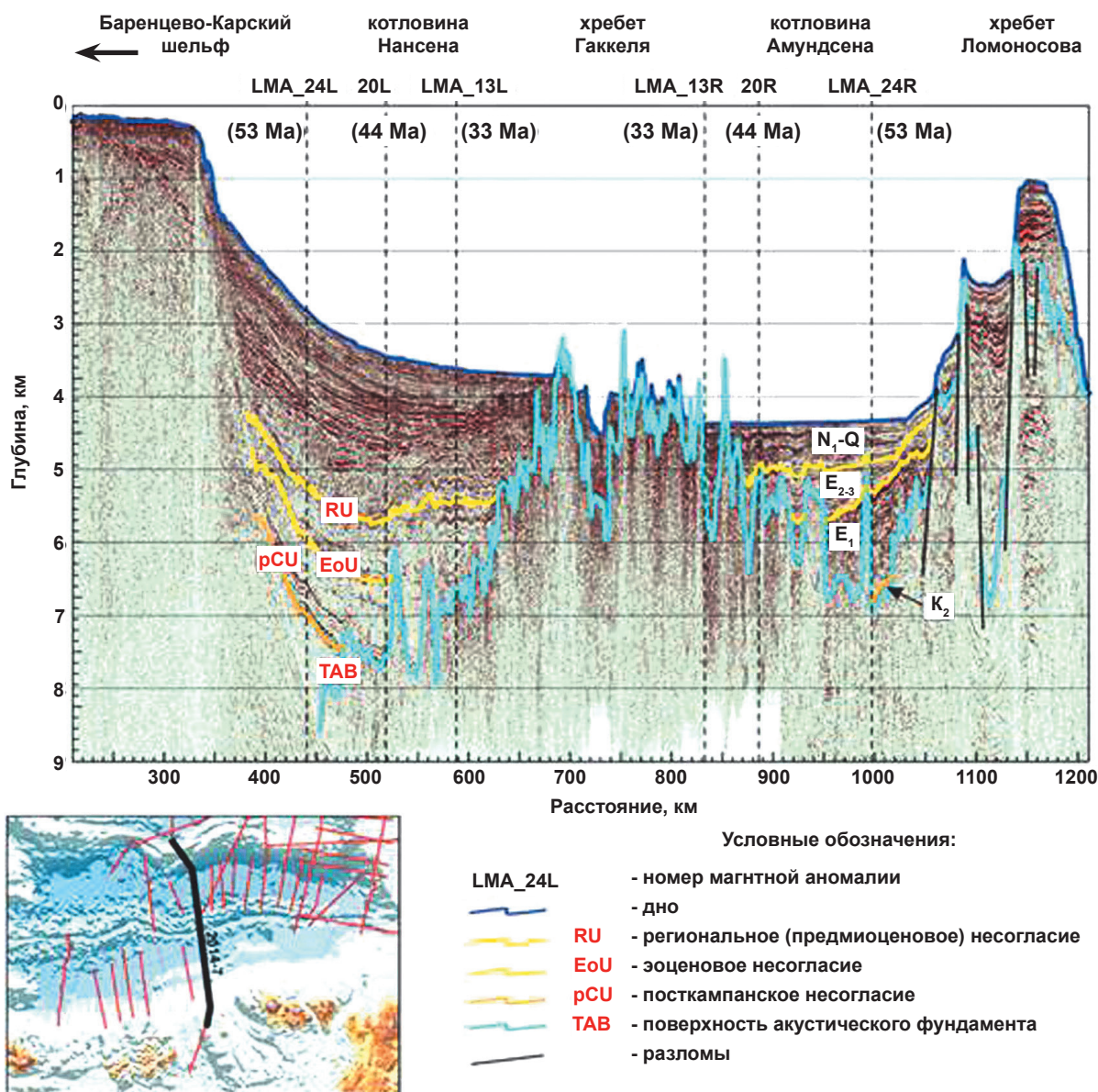


Рис. 4. Фрагмент сейсмического разреза МОВ ОГТ AR1407 через Евразийский бассейн (шельф Баренцева моря – хребет Ломоносова) [2]

Fig. 4. Fragment of seismic section of the AR1407 across the Eurasian Basin (the Barents Sea shelf – Lomonosov Ridge) [2]

и взаимоотношениях со структурами континентального и океанического обрамления были изложены ранее в ряде публикаций [3—7; 13; 14 и др.]. Эта разломная зона получила отображение на изданной «Тектонической карте морей Карского и Лаптевых и севера Сибири» масштаба 1:2 500 000. Макет на эту часть карты был составлен одним из авторов данной публикации [12]. В этих работах отмечалось, что большинство структурно-тектонических элементов как со стороны Лаптевоморской континентальной окраины (ее рифты, грабены и горсты), так и со стороны Евразийского океанического бассейна (включая хребет Гаккеля) и поднятия Ломоносова завязаны на ХЛЗ [3; 4]. В совокупности этот тектонический узел представляет собой геодинамическую

систему, отражающую специфический характер сочленения и взаимодействия развивающегося океанического бассейна с континентальным окружением [3—7; 12—14; 15—18].

В дальнейшем идея о существовании ХЛЗ получила довольно широкое распространение в статьях и различных картографических материалах [18—20 и др.].

Общая характеристика Хатангско-Ломоносовской зоны разломов

Хатангско-Ломоносовская окраинно-континентальная зона разломов довольно отчетливо отражается в рельефе дна Лаптевоморской континентальной окраины как наиболее заметный линеймент,

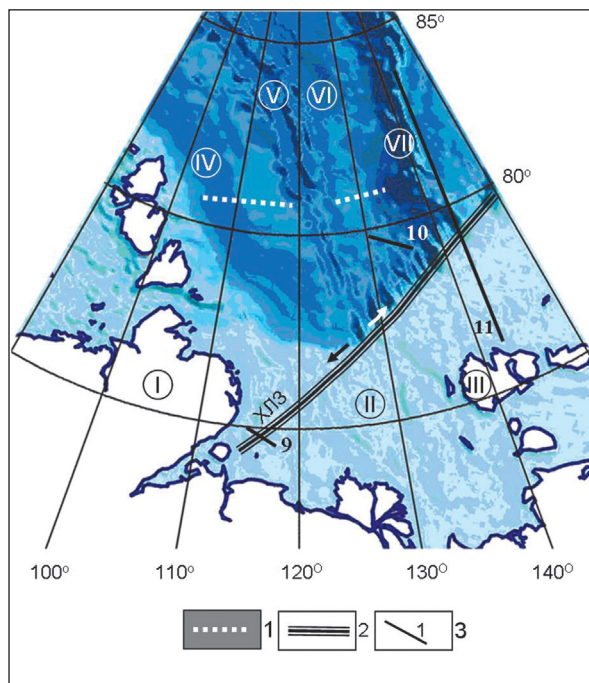


Рис. 5. Схема основных структурно-геоморфологических элементов и расположение профилей сейсмических разрезов: 1 — граница, за которой южнее регулярные линейные магнитные аномалии не прослеживаются, 2 — ХЛЗ, 3 — положение разрезов, приведенных в статье, цифры возле линий — номер рисунка. Стрелки — кинематика перемещений по ХЛЗ. Цифры в кружках: I — Таймыр, II — шельф моря Лаптевых, III — острова Новосибирского архипелага; Евразийский бассейн: IV — котловина Нансена, V — хребет Гаккеля, VI — котловина Амундсена, VII — хребет Ломоносова

Fig. 5. The scheme of the main structural and geomorphological elements and the location of seismic profiles. 1 — the border beyond which the south regular linear magnetic anomalies are not traced, 2 — Khatanga-Lomonosov zone (ХЛЗ), 3 — the position of the sections shown in the article, the numbers near the lines — the figure number. Arrows — the kinematics of movements along ХЛЗ. Figures in circles: I — Taimyr, II — shelf of the Laptev Sea, III — islands of the Novosibirsk archipelago; the Eurasian Basin: IV — the Nansen Basin, V — the Gakkel Ridge, VI — the Amundsen Basin, VII — the Lomonosov Ridge

тяготеющий к бровке шельфа [21]. Эта зона протягивается из Хатангского залива в северо-восточном направлении в район сочленения хребта Ломоносова с континентальной окраиной (рис. 5).

В структуре геофизических полей (рис. 6) к этой зоне приурочены хорошо прослеживаемые магнитные и гравитационные аномалии. В последнем случае крупная положительная аномалия связывается с так называемым эффектом Гельмерта, обусловленным резким градиентом в изменении свойств земной коры в зоне перехода от континентальной окраины к котловине Амундсена. Но подобная аномалия прослеживается и в районе сочленения континентальной окраины с хребтом Ломоносова, и континентальный тип коры хребта не подвергается сомнению. Уже одно это обстоятельство позволяет предполагать здесь наличие крупной зоны

разломов, связанной с погружением южного фланга хребта Ломоносова, которое повлекло за собой соответствующее изменение положения подошвы земной коры и трансформацию последней. Вместе с тем на гравиметрических картах различных редукций достаточно отчетливо видно, что цепочка положительных гравитационных аномалий прослеживается и далее на юго-запад в сторону Хатангского залива вглубь континентальной окраины, сменяясь в рисунке поля пересечениями в виде нарушений и пережимов сплошности ее положительных и отрицательных структур [1; 23]. Здесь между ХЛЗ и континентальным склоном предполагается наличие участка с редуцированной континентальной корой (откуда оторвалась южная оконечность хребта Ломоносова), претерпевшего деструкцию не только в процессе рифтинга в Западно-Лаптевском бассейне, но и под воздействием формирования южного сегмента Евразийского океанического бассейна. Не исключено, что образование того и другого было связано с позднемеловым временем. На этом же этапе, надо полагать, проявились и первые признаки обрушения блоков континентального фундамента Лаптевоморской окраины по ХЛЗ. Это подчеркивается здесь также приуроченностью к отмеченным выше трендам прямолинейной полосы положительных аномалий магнитного поля.

Все это послужило поводом для постановки целенаправленных морских геофизических исследований с целью расшифровки строения и выяснения тектонической природы ХЛЗ. Основная роль в проведении этих морских работ принадлежит МАГЭ.

Сейсморазведочные данные о строении Хатангско-Ломоносовской зоны разломов

Прежде всего следует отметить, что проведенные геофизические исследования показали, что ХЛЗ представлена системой эшелонированных или кулисообразно расположенных субпараллельных разломов различной амплитуды и кинематики и обладает шириной порядка 20—30 км. В этой связи на приведенных иллюстрациях сейсмических разрезов продемонстрированы наиболее характерные черты тектоники, присущие отдельным звеньям ХЛЗ, указывающие на проявление того или иного кинематического типа перемещений по ней.

На фрагменте сейсмического разреза, расположенного в западной части моря Лаптевых, на выходе из Хатангского залива, и пройденного вкрест простирания рассматриваемой зоны разломов, зафиксирована веерообразная серия нарушений шириной примерно 25 км (рис. 7). Она осложняет вершину ступенеобразного поднятия на борту Западно-Лаптевского рифтового бассейна серией обратных сбросов. Запечатленная тектоническая ситуация по всем признакам отражает сдвиговый характер этого отрезка ХЛЗ. Такая картина весьма характерна для сдвигов в земной коре и отражает верхнюю часть цветковой структуры нарушений. Как уже от-

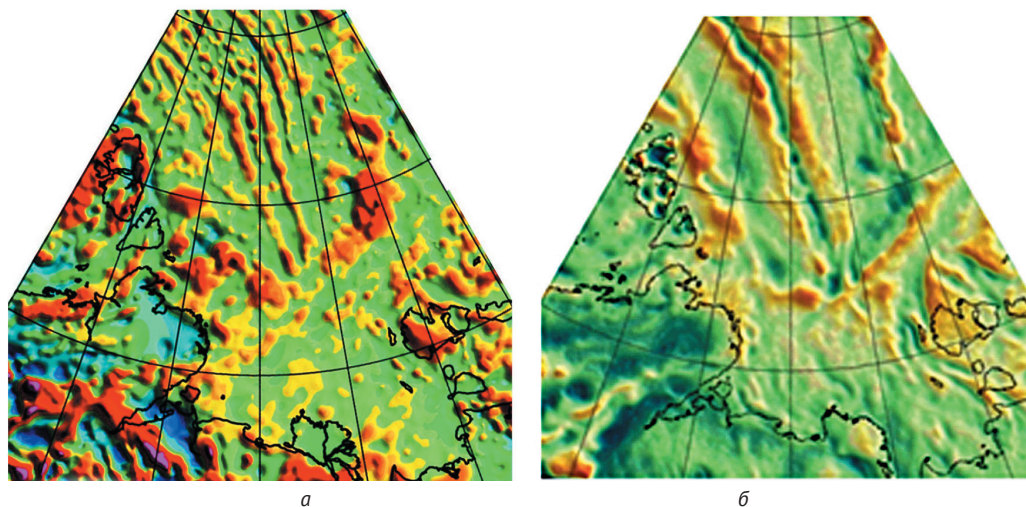


Рис. 6. Карты аномалий магнитного (а) и гравитационного (б) полей исследуемого региона (фрагменты из [22])
Fig. 6. Maps of anomalies of magnetic (a) and gravitational (б) fields of the studied region (fragments from [22])

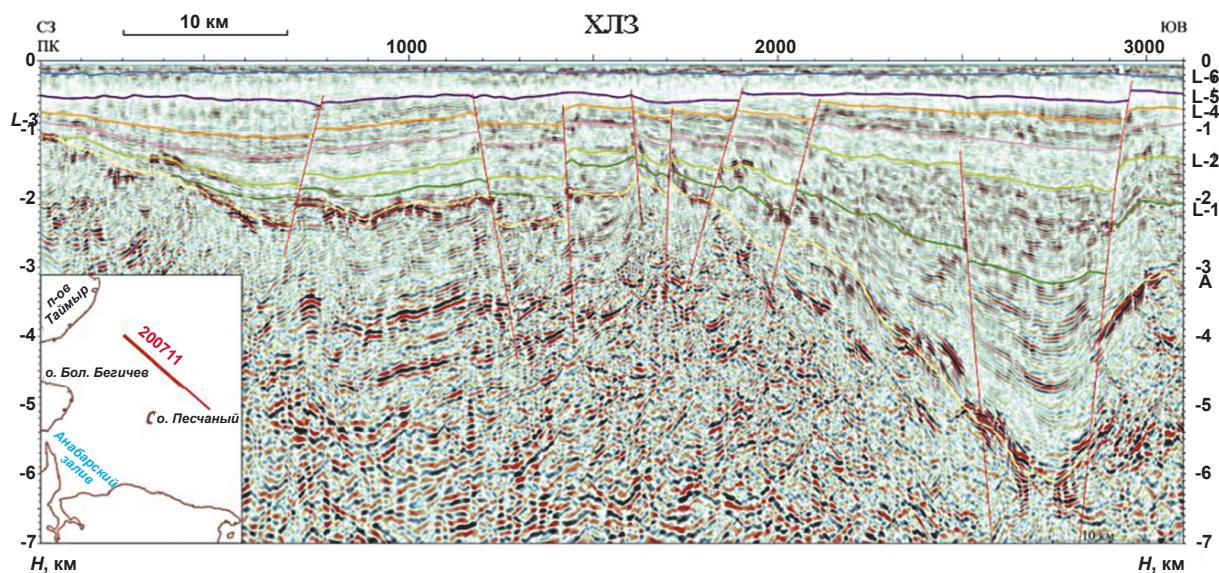


Рис. 7. Сейсмогеологический разрез по профилю МОВ ОГТ 200711 [1; 23] в юго-западной части Лаптевоморской континентальной окраины вкост простираения Хатангско-Ломоносовской зоны разломов (ХЛЗ). Расположение см. рис. 5. Сейсмические отражающие горизонты и сейсмокомплексы между ними: А-Л1 – нижне-верхнемеловой, L1-L2 – верхнемеловой, L2-L3 – палеоцен-эоценовый, L3-L4 – верхнеолигоцен-среднемиоценовый, L4-L5 – средне-верхнемиоценовый, L5-L6-дно моря – плиоцен-четвертичный

Fig. 7. Geo-seismic section along the profile 200711 [1; 23] in the south-western part on the Laptev Sea continental margin across the stretch of the Khatanga-Lomonosov fault zone (ХЛЗ). See figure for location 5. Seismic reflecting horizons and the seismic sequences between them: А – L1 – lower-upper Cretaceous, L1-L2 – upper Cretaceous, L2-L3 – Paleocene-Eocene, L3-L4 – upper Oligocene – mid Miocene, L4-L5 – medium-upper Miocene, L5-L6-the sea bottom – Pliocene – Quaternary

мечалось [24], о сдвиговой природе разломов свидетельствуют изменения мощности в коррелятивных стратиграфических комплексах на различных структурных уровнях и изменения гипсометрических отметок фундамента по обе стороны разломов (см. рис. 7). Аналоги такой сейсмической картины волнового поля имеются и в других регионах [25]. Левосторонние сдвиговые перемещения в этой части континентальной окраины по рассматриваемой

зоне недавно были подтверждены результатами сейсмоакустических работ [20]. Такая ситуация, видимо, сохраняется на отрезке ХЛЗ до пересечения с осевой зоной спрединга хребта Гаккеля.

Далее на северо-восток ХЛЗ тянется в полосе, тяготеющей к бровке шельфа и несколько смещенной к склоновой части окраины, обращенной в котловину Амундсена, где она наиболее четко маркируется аномалиями в потенциальных геофизических полях.

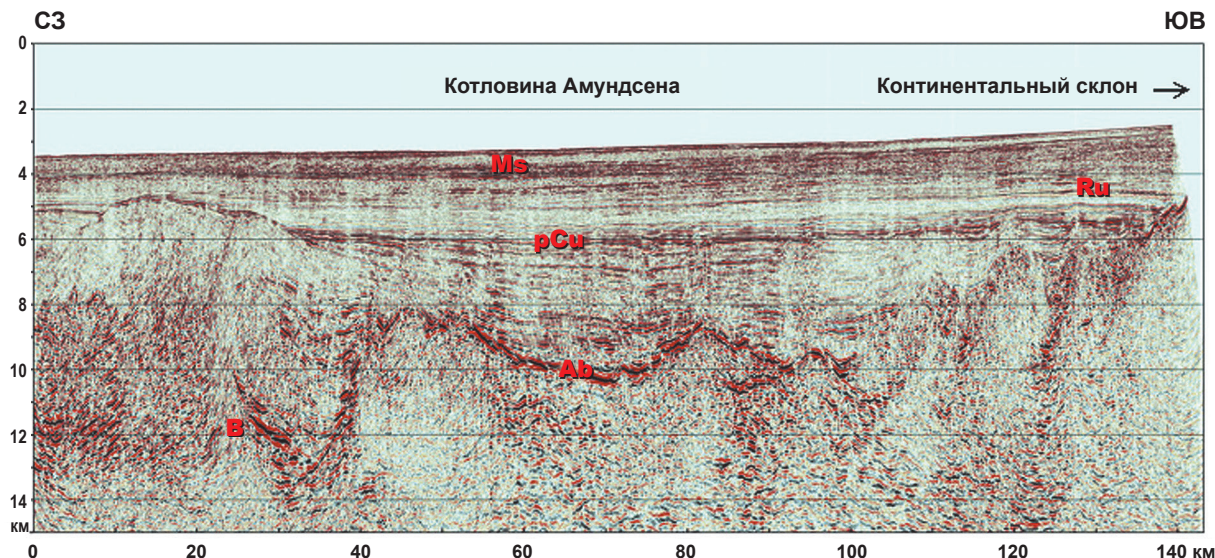


Рис. 8. Сейсмический разрез МОВ ОГТ по профилю LAT 1403 (МАГЭ), иллюстрирующий строение зоны сочленения котловины Амундсена с континентальной окраиной. Положение на врезке рис. 7. В основании осадочного чехла отчетливо видна ступенчатая система блоков, смещенных по листрическим сбросам. Обозначения на разрезе: Ab — акустический фундамент, B — базальтоидные тела; несогласия в осадочном чехле: pCu — посткампанское, Ru — предмиоценовое, Ms — мессинское

Fig. 8. Seismic section along the profile LAT 1403 (MAGE), illustrating the junction structure of the Amundsen Basin and the continental margin. The situation on the inset Fig. 7. At the base of the sedimentary cover is clearly visible a stepped system of blocks displaced along listric faults. The designations on the section: Ab — acoustic basement, B — basaltoid bodies; disagreements in the sedimentary cover: pCu — post-Campanian, Ru — pre-Miocene, Ms — Messinian

Имеющийся здесь сейсмический разрез (рис. 8) несколько не доходит непосредственно до зоны ХЛЗ, но, судя по всему, находится в зоне ее влияния. Он освещает строение осадочного чехла и фундамента, залегающего под нижней частью склона, подножием и юго-восточным краем котловины Амундсена. На разрезе достаточно отчетливо запечатлена система ступенчатых сбросов континентального фундамента, сменяющегося в котловине сооружениями структур океанического типа, вероятно, связанных с наиболее молодой фазой спрединговых процессов. Поверх блоков, судя по волновой сейсмической картине, распространены потоки базальтоидных образований, они же присутствуют в перекрывающем синрифтовом комплексе отложений. Учитывая положение базальтоидов в подошве отложений при общей мощности осадочного чехла 6—7 км, их возраст скорее всего можно оценить как меловой (апт-альбский?). Магматизм аналогичного возраста известен на поднятии Де-Лонга и в Анжуйско-Новосибирском рифте [24].

На сейсмическом разрезе по профилю А-7 (рис. 9) отображается характер сочленения хребта Ломоносова с континентальной окраиной через сложно построенную ХЛЗ.

Положение этой зоны разломов достаточно однозначно определяется по нарушенной структуре волнового поля на сейсмическом разрезе в интервале 360—390 км, связанным с ним графикам аномалий естественных физических полей и желобообразному углублению в рельефе дна. Именно к этой зоне

разломов приурочен резкий перепад и максимальный раздув суммарной мощности проградационных комплексов кайнозоя, продвижение которых отмечается в северном направлении. Общая мощность отложений, включая меловые, здесь достигает порядка 8 км.

Довольно сложная ситуация наблюдается в низах осадочного чехла, представленного меловыми толщами, которые характеризуют собственно отложения Северного (Северо-Лаптевского) прогиба. Касаясь его тектонической природы и позиции как пограничной структуры, следует заметить, что по существу это типичный пример рифтогенного бассейна, «зажатого» между сброшенными блоками акустического фундамента континентальной окраины, с одной стороны, и хребта Ломоносова — с другой (рис. 9 и 10). Ширина бассейна по профилю А-7 составляет около 200 км. В его срединной части в рельефе поверхности акустического фундамента и низов осадочного чехла выделяется структура с ясно выраженным V-образным профилем глубиной 1,5—2,0 км. Плечевые уступы образованы серией ротационных блоков. На разрезе в волновой картине акустического фундамента отчетливо проявлены многочисленные листрические (ковшеобразные) субпараллельные нарушения: со стороны континентальной окраины они падают на север, а со стороны хребта Ломоносова — в южном направлении, сходясь, видимо, в нижней коре над выступом мантии. Если симметрия бассейна просматривается в графиках потенциальных геофизических полей в общих

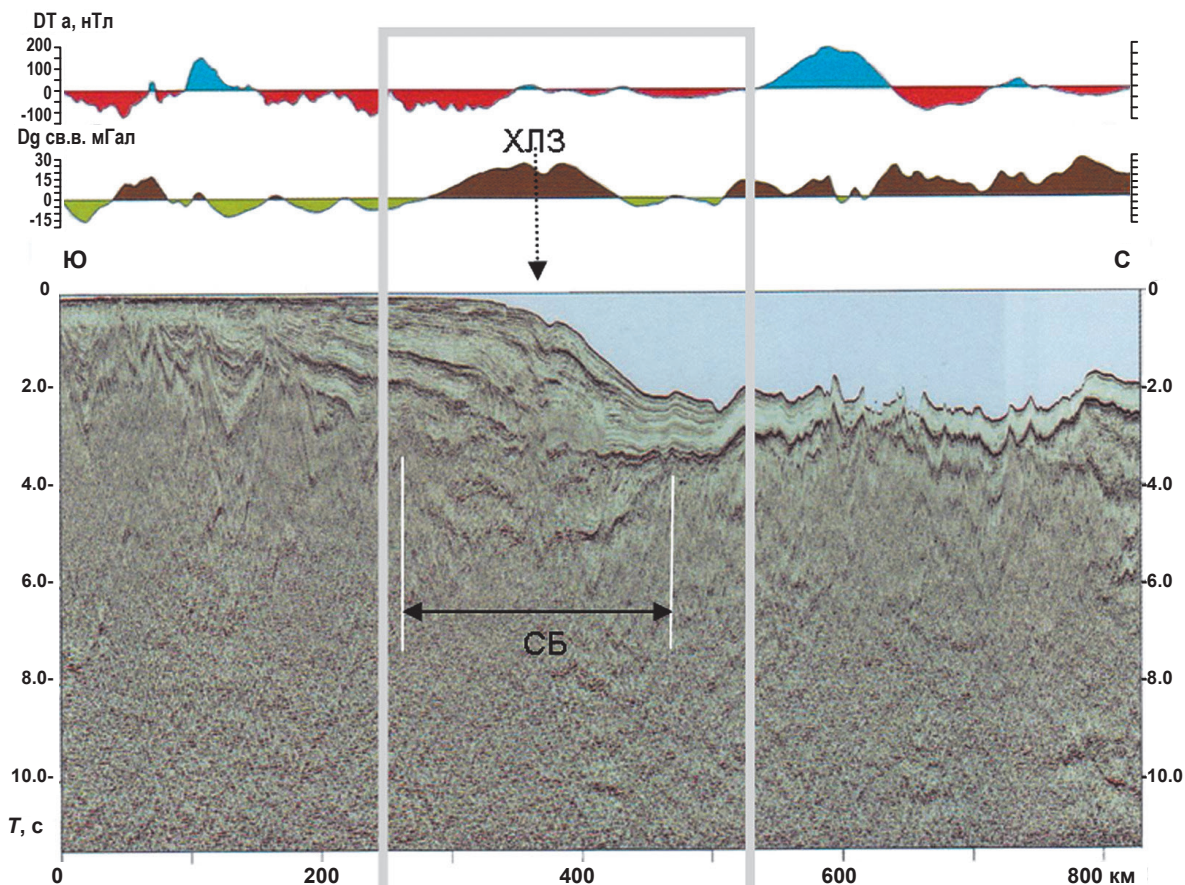


Рис. 9. Сейсмический разрез МОВ ОГТ по региональному профилю А-7 [1; 2]. Положение на рис. 5. Над разрезом — графики аномального гравитационного (мГал) и магнитного (нТл) полей. ХЛЗ — Хатангско-Ломоносовская зона разломов. СБ — Северный бассейн (см. текст). Прямоугольник — фрагмент разреза, в увеличении помещенный на рис. 10

Fig. 9. Seismic section along the regional profile A-7 [1; 2]. The position in Fig. 5. Above the section — graphs of the anomalous gravitational (мГал) and magnetic (нТл) fields. ХЛЗ — the Khatanga-Lomonosov fault zone. СБ — the Northern Basin (see text). A rectangle is an enlarged section fragment placed in Fig. 10

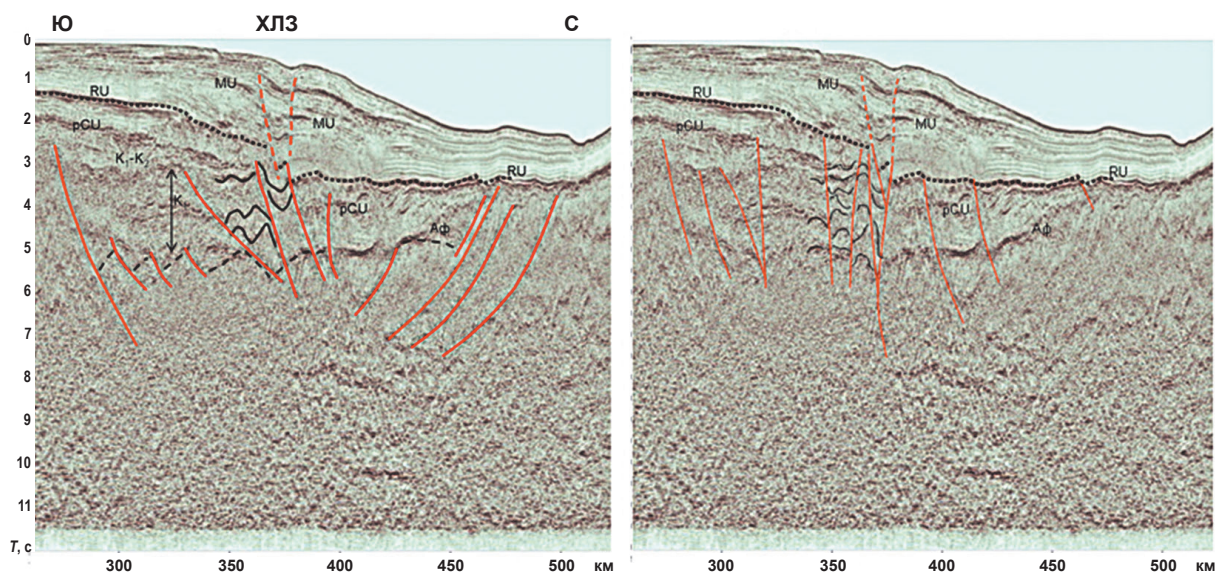


Рис. 10. Варианты интерпретации положения разломов ХЛЗ на увеличенном фрагменте разреза МОВ ОГТ А-7 (прямоугольник на рис. 9). Обозначения отражающих сейсмических горизонтов см. рис. 8. Аф — акустический фундамент. Черные волнистые линии — складчатые деформации в меловых отложениях

Fig. 10. Variants of the faults' position interpretation of the ХЛЗ (the Khatanga-Lomonosov fault zone) on the enlarged fragment of the A-7 section (rectangle in figure 9). Refer to the figure for the designations of reflecting seismic horizons 8. Аф — acoustic basement. Black wavy lines are folded deformations in Cretaceous deposits



Рис. 11. Кайнозойские деформации юрско-меловых отложений на западном побережье Грен-фиорда (остров Западный Шпицберген, запад Земли Норденшельда). Восточная фронтальная часть Западно-Шпицбергенского складчато-надвигового пояса. Стоячие пласты (слева) и тектонический рол (справа). Фото Э. В. Шипилова

Fig. 11. Cenozoic deformations of the Jurassic-Cretaceous deposits on the west coast of the Green-fjord (West Spitsbergen Island, west of the Nordenskiöld Land). Eastern frontal part of the West Spitsbergen fold-thrust belt. Standing strata (left) and tectonic roll (right). Photo by E. V. Shipilov

чертах (см. рис. 9), то положение осевой рифтовой зоны и связанной с ней системы разломов однозначно определяется на этих графиках и отражено в виде желобообразного углубления в рельефе дна, свидетельствуя об унаследованности новейших структурообразующих процессов.

Судя по отражениям, указывающим на деформированность раннемеловых отложений (см. рис. 10), бассейн подвергался компрессионному воздействию в среднемеловое время. Вместе с тем между разломами ХЛЗ в отложениях просматриваются наиболее заметные амплитудные складки, что, в свою очередь, дает основание для вывода об их транспрессионном происхождении.

Закключение

Таким образом, ХЛЗ представляет собой геодинамическую границу с комбинированной кинематикой. В современном плане к ней приурочены эпицентры некоторых землетрясений [26] и, кроме того, мощные и множественные прорывы метана [8]. Судя по тектонической позиции, унаследованности, протяженности и эшелонированности звеньев этой зоны, можно говорить о ее непрерывно-прерывистом характере развития. По нашим представлениям, аналогичная характеристика присуща сдвиговой зоне разломов на гренландско-канадском ограничении хребта Ломоносова [7; 8]. Здесь сейсморазведкой установлено [27; 28], что на одном участке этой зоне (границе) присуще сбросообразование, на другом — формирование присдвиговых бассейнов по типу pull-apart. При этом характерной особенностью является

то, что все отмеченные дислокации затрагивают как континентальную, так и океаническую стороны зоны разломов и связаны с временным отрезком поздний олигоцен-миоцен. Реализация движений по этим двум зонам обозначила переход к новой блоковой структуре литосферы с обособлением Американо-Евразийской микроплиты в арктическом регионе [7; 8].

Время проявления правосдвиговых перемещений по ХЛЗ скорее всего можно соотнести с поздне-меловым-раннепалеогеновым отрезком, который связан с отколом хребта Ломоносова от Баренцево-Карско-Лаптевской окраины в процессе рифтинга на начальном этапе зарождения Евразийского бассейна.

Проводя аналогии, следует отметить, что напряжения сдвига-сжатия, возникшие при движении хребта Ломоносова вдоль ХТЛ, были подобны геодинамическим условиям формирования Западно-Шпицбергенского и Эуреканского складчато-надвиговых поясов, обусловленным режимом транс-прессионных взаимоотношений между Гренландией и Свальбардской плитой в первой половине кайнозоя [3; 4]. Как следствие были сформированы пликтивные и дизъюнктивные дислокации осадочного чехла, коррелируемые по времени образования с фазами кайнозойского этапа развития Евразийского бассейна и отчетливо запечатленные в обнажениях Западного Шпицбергена (рис. 11).

Геолого-геофизические данные свидетельствуют о синхронизации рифтинга в Евразийском бассейне с заложением Западно-Лаптевской рифтовой системы [1; 2; 29]. По результатам бурения скважины

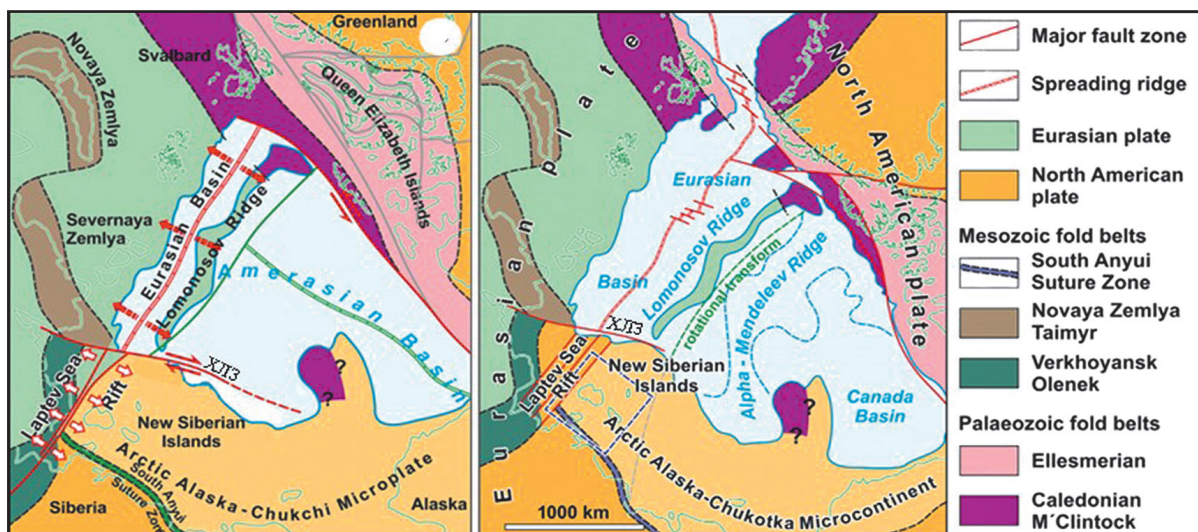


Рис. 12. Схемы геодинамики Евразийского бассейна на начальном (слева) и современном (справа) этапах эволюции с демонстрацией участия Хатангско-Ломоносовской зоны разломов (ХЛЗ) по [29] с изменениями
 Fig. 12. The geodynamic diagrams of the Eurasian Basin at the initial (left) and modern (right) evolutionary stages with the participation demonstration of the Khatanga-Lomonosov fault zone (ХЛЗ) according to [29] with modifications

АСЕХ это событие завершилось в интервале примерно 65,5—56,2 млн лет назад и ознаменовалось на хребте Ломоносова эрозией отложений, что отмечено в разрезе посткампанским-предпозднепалеоценовым несогласием. После этого начался спрединг в формирующемся Евразийском бассейне, в процессе которого хребт Ломоносова испытывал погружение ниже уровня моря вплоть до среднего эоцена. Не исключено, что выведение хребта Ломоносова вновь на уровень моря или выше также сопровождалось его сдвигом в течение наиболее длительного (примерно 26 млн лет [30]) предмиоценового перерыва.

Если следовать принятой стратификации основных отражающих горизонтов [1; 2; 30], то по всем признакам растяжение земной коры и сбросообразование в южном фланге хребта Ломоносова произошли после значительного предмиоценового перерыва в осадконакоплении и связаны с продвижением осевой зоны спрединга в южный сегмент Евразийского бассейна. При этом, учитывая процессы формирования новейшего желоба в рельефе дна над ХЛЗ, можно предположить, что его образование происходило по схеме незначительного по масштабам проявления механизма pull-apart.

Наши представления о сдвиговых процессах в геодинамической эволюции арктического региона находят подтверждения и в исследованиях зарубежных геологов и геофизиков (рис. 12) [29].

Однако анализ проведенных к настоящему времени исследований показывает, что количество моделей геодинамической эволюции Арктики приближается или даже уже приблизилось к критическому пределу. При этом интерпретация одних и тех же геолого-геофизических исходных данных у различ-

ных авторов приводит зачастую к совершенно разнотлановым и взаимопротиворечащим выводам. По нашему мнению, это свидетельствует об отсутствии глубинной базовой модели, согласованной с имеющимися сегодня данными геологических наблюдений и геофизических исследований.

Хатангско-Ломоносовская зона разломов по всем характеристикам, как и Шпицбергенско-Северогренландская, является трансрегиональной, т. е. затрагивающей как океаническую, так и континентальную литосферу. Подобные крупномасштабные сдвиговые зоны в контексте разрабатываемой нами геодинамической модели [7; 8] являются неотъемлемыми элементами глубинной геодинамики литосферных преобразований, сопровождающих действие верхнемантийной конвекционной ячейки [8] (рис. 13). Без участия этих сдвиговых зон невозможно объяснить формирование таких спрединговых бассейнов, как Макарова [31], Норвежско-Гренландского [4; 5; 11 и др.], Евразийского [29] и др.

Причина их формирования и соответствующих трансформаций литосферы, как нам представляется, лежит в глубинной геодинамике, обусловленной процессами перемещения подлитосферных мантийных масс конвективной ячейкой в сторону Алеутской зоны субдукции. Это вызывает соответствующий тянущий момент и ползучесть самой литосферы с сопровождающими ее эффектами растяжения в одних местах и деформациями сжатия в других в пределах одной и той же плиты. В данном случае ею является новообразованная композитная Амеразийская микроплита, которая перемещалась по примерно параллельным крупным зонам сдвигов на краях Канадского арктического и Сибирско-Чукот-

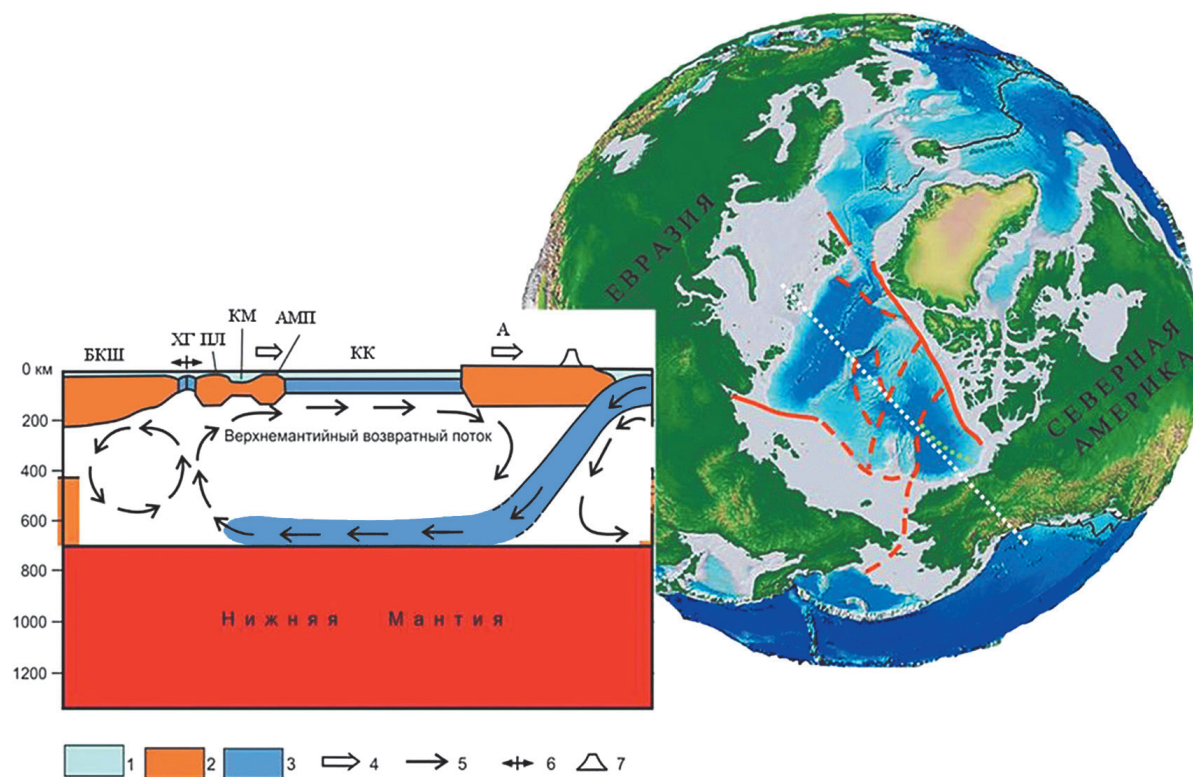


Рис. 13. Разрез глубинной геодинамической модели верхнемантийной конвективной ячейки, сопряженной с Тихоокеанской зоной субдукции, объясняющей раскрытие Евразийского бассейна (слева), и схема положения сдвиговых зон, задействованных при формировании океана в Арктике. Белый точечный пунктир — линия модельного глубинного геодинамического разреза. 1 — осадочный чехол и водный слой, 2 — континентальная литосфера, 3 — океаническая литосфера, 4 — направление движения Амеразийской микроплиты, 5 — векторы перемещения верхнемантийных потоков, 6 — осевая зона спрединга Евразийского бассейна, 7 — островодужный вулканизм. БКШ — Баренцево-Карский шельф, ХГ — хребет Гаккеля, ПЛ — поднятие Ломоносова, КМ — котловина Макарова, АМП — поднятие Альфа-Менделеева, КК — Канадская котловина, А — Аляска

Fig. 13. Section of the deep geodynamic model of the upper mantle convective cell coupled with the Pacific subduction zone, explaining the opening of the Eurasian basin (left) and the scheme of the position of the shear zones involved in the formation of the ocean in the Arctic. The white dotted line is the line of the model deep geodynamic section. 1 — sedimentary cover and water layer, 2 — continental lithosphere, 3 — oceanic lithosphere, 4 — direction of the Amerasian microplate movement, 5 — vectors of displacement of the upper mantle fluxes, 6 — axial spreading zone of the Eurasian basin, 7 — island-arc volcanism. БКШ — the Barents-Kara shelf, ХГ — the Gakkel Ridge, ПЛ — the Lomonosov Uplift, КМ — the Makarov Basin, АМП — the Alpha-Mendeleev Uplift, КК — the Canadian Basin, А — Alaska

ского шельфов в сторону Пацифики. Она объединяла блоки Аляски, Канадской котловины, Чукотского поднятия, поднятия Альфа-Менделеева, котловин Подводников и Макарова, хребта Ломоносова.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-70012 «Развитие геодинамической модели эволюции литосферы Арктики в мезозое-кайнозое в связи с научным обоснованием заявки России в Комиссию ООН на установление внешней границы континентального шельфа РФ в Северном Ледовитом океане».

Литература/References

1. Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. — Вып. 3. — М.: ГЕОС, 2011. — 182 с. Geologiya i geoekologiya kontinental'nykh okrain Evrazii. [Geology and Geoecology of the continental margins of Eurasia. Iss. 3. Moscow, GEOS, 2011, 182 p. (In Russian).

2. Инновационный вектор развития ОАО «МАГЭ». — Мурманск: Мурм. милья, 2017. — 264 с.

Innovatsionnyy vektor razvitiya OAO "MAGE". [The innovative vector of development of JSC "MAGE"]. Murmansk, "Murm. milya", 2017, 264 p. (In Russian).

3. Шипилов Э. В. О влиянии процессов молодого океанообразования на становление континентальных окраин Арктики // Седиментологические процессы и эволюция морских экосистем. — Кн. 1. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. — С. 193—208. — DOI: 10.13140/RG.2.2.29632.58885.

Shipilov E. V. O vliyaniy protsessov molodogo okeanoobrazovaniya na stanovlenie kontinental'nykh okrain Arktiki. [On the influence of the processes of young ocean formation on the formation of the continental margins of the Arctic]. Sedimentologicheskie protsessy i evolyutsiya morskikh ekosistem. Kn. 1. Apatity, Izd-vo Kola SC RAN, 2001, pp. 193—208. (In Russian).

4. Шипилов Э. В. К тектоно-геодинамической эволюции континентальных окраин Арктики в эпохи молодого океанообразования // Геотектоника. —

2004. — № 5. — С. 26—52. — DOI: 10.13140/RG.2.2.21459.22560.
- Shipilov E. V. Tectono-geodynamic evolution of Arctic continental margins during epochs of young ocean formation. *Geotectonics*, 2004, 38 (5), pp. 343—365.
5. Шпилов Э. В. Генерации спрединговых впадин и стадии распада вегенеровской Пангеи в геодинамической эволюции Арктического океана // Геотектоника. — 2008. — № 2. — С. 32—54.
- Shipilov E. V. Generations of spreading basins and stages of breakdown of Wegener's Pangea in the geodynamic evolution of the Arctic Ocean. *Geotectonics*, 2008, 42 (2), pp. 105—124.
6. Шпилов Э. В., Богданов Н. А., Хаин В. Е. Глубинная структура и тектонические преобразования Арктической окраины Евразии в фанерозое (Баренцево, Карское и Лаптевых моря) // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. — М.: ГЕОС, 2000. — С. 605—608.
- Shipilov E. V., Bogdanov N. A., Khain V. E. Glubinnaya struktura i tektonicheskie preobrazovaniya Arkticheskoy okrainy Evrazii v fanerozoe (Barentsevo, Karskoe i Laptevykh morya). [Deep structure and tectonic transformations of the Arctic margin of Eurasia in Phanerozoic (Barents, Kara and Laptev seas)]. *Obshchie voprosy tektoniki. Tektonika Rossii*. Moscow, GEOS, 2000, pp. 605—608. (In Russian).
7. Шпилов Э. В., Лобковский Л. И. Тектоно-геодинамические трансформации литосферы Американо-азиатского бассейна в кайнозое // Докл. Акад. наук. — 2012. — Т. 445. — № 6. — С. 663—669.
- Shipilov E. V., Lobkovskiy L. I. Tectono-Geodynamic Transformations of the Amerasian Basin Lithosphere in the Cenozoic. *Doklady Earth Sciences*, 2012, vol. 445, Pt. 2, pp. 979—985. DOI: 10.1134/S1028334X12080247.
8. Лобковский Л. И., Шпилов Э. В., Кононов М. В. Геодинамическая модель верхнемантийной конвекции и преобразования литосферы Арктики в мезозое и кайнозое // Физика Земли. — 2013. — № 6. — С. 20—38. — DOI: 10.7868/S0002333713060100.
- Lobkovsky L. I., Shipilov E. V., Kononov M. V. Geodynamic model of upper mantle convection and transformation of the Arctic lithosphere in the Mesozoic and Cenozoic. *Izvestiya. Physics of the Solid Earth*, 2013, vol. 49, no. 6, pp. 767—785. DOI: 10.1134/S1069351313060104.
9. Mazur S., Campbell S., Green C., Bouatmani R. Extension across the Laptev Sea continental rifts constrained by gravity modeling. *Tectonics*, 2015, vol. 34, pp. 435—448. DOI: 10.1002/2014TC003590.
10. Shipilov E. V., Shkarubo S. I., Raznitsin Yu. N. Neotectonics of the northern Norwegian–Greenland basin: specific features and evolution of the Knipovich Ridge and Pomorsky perioceanic trough. *Doklady Earth Sciences*, 2006, vol. 410 (7), pp. 1056—1061.
11. Faleide J. I., Tsikalas F., Eldholm O. Evolution of conjugate continental margin in a regional rift-shear tectonic setting: the Lofoten-SW Barents Sea and NE Greenland margin in the NE Atlantic. *Arctic geology, hydrocarbon resources and environmental challenges*. Ed. M. Smelror, T. Bugge. Norsk Geologisk Forening (NGF), 2004, no. 2, pp. 45—46.
12. Объяснительная записка к Тектонической карте морей Карского и Лаптевых и севера Сибири м-ба 1:2 500 000 / Под ред. Н. А. Богданова, В. Е. Хаина, О. М. Розена и др. — М.: Ин-т литосферы РАН, 1998. — 127 с.
- Ob'yasnitel'naya zapiska k Tektonicheskoy karte morey Karskogo i Laptevykh i severa Sibiri m-ba 1:2 500 000. [Explanatory Notes for the 1:2 500 000 Tectonic Map of the Kara and Laptev Seas]. Pod red. N. A. Bogdanova, V. E. Khaina, O. M. Rozena, E. V. Shipilova, V. A. Vernikovskogo, S. S. Dracheva, S. L. Kostyuchenko, A. B. Kuz'micheva, S. B. Sekretova. Moscow, In-t litosfery RAN, 1998, 127 p. (In Russian).
13. Богданов Н. А., Хаин В. Е., Шпилов Э. В. Система кайнозойских рифтов Восточной Арктики и ее возможное значение // Докл. Акад. наук. — 1995. — Т. 345, № 1. — С. 84—86.
- Bogdanov N. A., Khain V. E., Shipilov E. V. Sistema kaynozoykskikh riftov Vostochnoy Arktiki i ee vozmozhnoye znachenie. [The Cenozoic Rift System of Eastern Arctic and Its Probable Implications]. *Dokl. Akad. nauk*, 1995, vol. 345, no. 1, pp. 84—86. (In Russian).
14. Шпилов Э. В., Шкарубо С. И. Тектоника и геодинамика областей молодого океанообразования // Тектоника и геодинамика: общие и региональные аспекты: Материалы совещания. — Т. 2. — М.: ГЕОС, 1998. — С. 281—284.
- Shipilov E. V., Shkarubo S. I. Tektonika i geodinamika oblastey molodogo okeanoobrazovaniya. [Tectonics and geodynamics of areas of young ocean formation]. *Tektonika i geodinamika: obshchie i regional'nye aspekty. Materialy Soveshchaniya*. Vol. 2. Moscow, GEOS, 1998, pp. 281—284. (In Russian).
15. Грамберг И. С., Деменицкая Р. М., Секретов С. Б. Система рифтогенных грабенов шельфа моря Лаптевых как недостающего звена рифтового пояса хребта Гаккеля — Момского рифта // Докл. Акад. наук. — 1990. — Т. 311, № 3. — С. 689—694.
- Gramberg I. S., Demenitskaya R. M., Sekretov S. B. Sistema riftogennykh grabenov shel'fa morya Laptevykh kak nedostayushchego zvena riftovogo poyasa khrebta Gakkelya — Momskogo rifta. [The System of rift grabens of the Laptev sea shelf as the missing link of the rift belt of the Gakkel — Momsky rift ridge]. *Dokl. Akad. nauk*, 1990, vol. 311, no. 3, pp. 689—694. (In Russian).
16. Иванова Н. М., Секретов С. Б., Шкарубо С. И. Данные о геологическом строении шельфа моря Лаптевых по материалам сейсмических исследований // Океанология. — 1989. — Т. 29, № 5. — С. 789—795.
- Ivanova N. M., Sekretov S. B., Shkarubo S. I. Dannye o geologicheskom stroenii shel'fa morya Laptevykh po materialam seysmicheskikh issledovaniy. [Data on the geological structure of the Laptev sea shelf on the materials of seismic studies]. *Okeanologiya*, 1989, vol. 29, no. 5, pp. 789—795. (In Russian).
17. Sekretov S. B. Northwestern margin of the East Siberian Sea, Russian Arctic: seismic stratigraphy, structure

- of sedimentary cover and some remarks on the tectonic history. *Tectonophysics*, 2001, vol. 339, pp. 353—383.
18. Андиева Т. А. Тектоническая позиция и основные структуры моря Лаптевых // Нефтегаз. геология. Теория и практика: Электрон. науч. журн. — 2008. — Т. 3, № 1.
- Andieva T. A. Tektonicheskaya pozitsiya i osnovnye struktury morya Laptevyykh. [Tectonic position and basic structures of the Laptev sea]. *Neftegaz geologiya. Teoriya i praktika. Elektron. nauch. zhurn.*, 2008, vol. 3, no. 1. (In Russian).
19. Хаин В. Е., Филатова Н. И., Полякова И. Д. Тектоника, геодинамика и перспективы нефтегазоносности восточно-арктических морей и их континентального обрамления // Тр. ГИН РАН. — Вып. 601. — М.: Наука, 2009. — 227 с.
- Khain V. E., Filatova N. I., Polyakova I. D. Tektonika, geodinamika i perspektivy neftegazonosnosti Vostochno-Arkticheskikh morey i ikh kontinental'nogo obramleniya. [Tectonics, Geodynamics, and Petroleum Potential of the Eastern Arctic Seas and Their Continental Framing]. Tr. GIN RAN. Vol. 60. Moscow, Nauka, 2009, 227 p. (In Russian).
20. Баранов В. Б., Флинт М. В., Римский-Корсаков Н. А. и др. Структурные свидетельства современной активности Хатангско-Ломоносовской зоны разломов в море Лаптевых // Докл. Акад. наук. — 2018. — Т. 480, № 3. — С. 344—347. — DOI: 10.7868/S0869565218150185.
- Baranov V. B., Flint M. V., Rimsky-Korsakov N. A. et al. Structural Evidence of Recent Activity of the Khatanga-Lomonosov Fault Zone in the Laptev Sea. *Doklady Earth Sciences*, 2018, vol. 480, no. 1, pp. 671—673. DOI: 10.1134/S1028334X18050215.
21. Головачев Э. М., Шипилов Э. В. Линеаментные зоны моря Лаптевых // Изв. высш. учеб. заведений. Геология и разведка. — 1986. — № 8. — С. 106—108.
- Golovachev E. M., Shipilov E. V. Lineamentnye zony morya Laptevyykh. [Lineament Zones of Laptev sea]. *Izv. vyssh. ucheb. zavedenii. Geologiya i razvedka*, 1986, no. 8, pp. 106—108. (In Russian).
22. Petrov O., Smelror M., Shokalsky S. et al. A new international tectonic map of the Arctic (TeMAr) at 1:5 M scale and geodynamic evolution in the Arctic region. *Geophysical Research Abstracts*, 2013, vol. 15. GU2013-13481.
23. Шкарубо С. И., Заварзина Г. А. Стратиграфия и характеристика комплексов осадочного чехла западной части моря Лаптевых // Нефтегаз. геология. Теория и практика. — 2011. — Т. 6, № 2.
- Shkarubo S. I., Zavarzina G. A. Stratigrafiya i kharakteristika kompleksov osadochnogo chekhla zapadnoy chasti morya Laptevyykh. [Stratigraphy and characterization of the complexes of the sedimentary cover in the Western part of the Laptev sea]. *Neftegaz. geologiya. Teoriya i praktika*, 2011, vol. 6, no. 2. (In Russian).
24. Shipilov E. V. Basaltic magmatism and strike-slip tectonics in the Arctic margin of Eurasia: evidence for the early stage of geodynamic evolution of the Amerasia Basin. *Russian Geology and Geophysics*, 2016, vol. 12, pp. 1668—1687. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rgg.2016.04.007>.
25. Sobornov K., Afanasenkov A. Strike-slip Faulting in the Northern Part of the West Siberian Basin and Enisey-Khatanga Trough: Structural Expression, Development and Implication for Petroleum Exploration. 78th EAGE Conference & Exhibition, 2016. Vienna, Austria, 2016. Paper Th P5 03.
26. Имаева Л. П., Гусев Г. С., Имаев В. С. и др. Геодинамическая активность новейших структур и поля тектонических напряжений северо-востока Азии // Геодинамика и тектонофизика. — 2017. — Т. 8, № 4. — С. 737—768. — DOI:10.5800/GT-2017-8-4-0315.
- Imaeva L. P., Gusev G. S., Imaev V. S. et al. Geodinamicheskaya aktivnost' noveyshikh struktur i polya tektonicheskikh napryazheniy severo-vostoka Azii. [Geodynamic activity of the newest structures and fields of tectonic stresses of northeast Asia]. *Geodinamika i tektonofizika*, 2017, vol. 8, no. 4, pp. 737—768. DOI: 10.5800/GT-2017-8-4-0315. (In Russian).
27. Dinkelmann M. G., Kumar N., Helwig J., Emmet P., Granath J. Highlights of Petroleum and Crustal Framework of the Beaufort-Mackenzie Basin: Key Results from BeaufortSPAN East Phases I and II Surveys. Canadian Society of Exploration Geophysicists (CSEG). Recorder, 2008, vol. 33, no. 9, pp. 22—25.
28. Helwig J., Kumar N., Dinkelmann M. G., Emmet P. Three segments of the Arctic Continental Margin, Beaufort Sea, Canada: Deep Seismic Profiles of Crustal Architecture: Abstract presented at GeoCanada, 2010, May 10—14, Calgary, Canada, 4 p.
29. Piepjohn K., Lorenz H., Franke F. et al. Mesozoic structural evolution of the New Siberian Islands. Circum-Arctic Lithosphere Evolution. Pease V. & Coakley B. (eds). Geological Society. London, Special Publ., 2018, vol. 460, pp. 239—262.
30. Backman J., Jakobsson M., Frank M., Sangiorgi F. Age model and core-seismic integration for the Cenozoic Arctic coring expedition sediments from the Lomonosov ridge. *Paleoceanography*, 2008, vol. 23, pp. 3—18.
31. Chernykh A., Glebovsky V., Zykov M., Korneva M. New insights into tectonics and evolution of the Amerasia Basin. *J. of Geodynamics*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jog.2018.02.010>.

Информация об авторах

Шипилов Эдуард Викторович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник, Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН (183010, Россия, Мурманск, ул. Халтурина, д. 15), e-mail: shipilov@pgi.ru.

Лобковский Леопольд Исаевич, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, профессор, руководитель лаборатории, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН (117997, Россия, Москва, Нахимовский просп., д. 36), e-mail: llobkovsky@ocean.ru.

Шкарубо Сергей Иванович, кандидат геолого-минералогических наук, заместитель генерального директора — главный геолог, Морская арктическая геологоразведочная экспедиция (183038, Россия, Мурманск, ул. Софьи Перовской, д. 26), e-mail: sergeysh@mage.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Шипилов Э. В., Лобковский Л. И., Шкарубо С. И. Хатангско-Ломоносовская зона разломов: строение, тектоническая позиция, геодинамика // Арктика: экология и экономика. — 2019. — № 3 (35). — С. 47—61. — DOI: 10.25283/2223-4594-2019-3-47-61.

KHATANGA-LOMONOSOV FAULT ZONE: STRUCTURE, TECTONIC POSITION AND GEODYNAMICS

Shipilov E. V.

Polar Geophysical Institute of the Kola Scientific Center of Russian Academy of Sciences (Murmansk, Russian Federation)

Lobkovsky L. I.

P. P. Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Shkarubo S. I.

Marine Arctic Geological Expedition (Murmansk, Russian Federation)

The article was received on April 12, 2019

Abstract

For the first time according to the results of the interpretation of new seismic data the structural features of the Khatanga-Lomonosov fault zone, adapted to the junction of the Laptev Sea continental margin with the structures of the Eurasian spreading basin and the Lomonosov ridge are considered. The reflection of the Khatanga-Lomonosov fault zone in anomalous geophysical fields, in a wave seismic picture on the sections is illustrated and the nature of its kinematic relationships with heterogeneous tectonic elements is demonstrated. The most noticeable horizontal movements in this area occur at the Late Cretaceous — the first half of the Paleogene. The tectonic nature, the role and place of this fault zone in the geodynamic evolution of the region are substantiated.

Keywords: *the Laptev Sea continental margin, the Eurasian basin, the Lomonosov Uplift, the Arctic Ocean, the Khatanga-Lomonosov fault zone, seismic sections, geophysical fields, tectonics, geodynamic evolution.*

The study was performed with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research, in the framework of the research project no. 18-05-70012. "Development of geodynamic model of the Arctic lithosphere evolution in the Mesozoic-Cenozoic in connection with the scientific substantiation of Russia's application to the UN Commission for the outer boundary establishment of the RF continental shelf in the Arctic Ocean".

Information about the authors

Shipilov Eduard Viktorovich, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Chief Researcher, Polar Geophysical Institute of the Kola Scientific Center of RAS (15, Khalturina st., Murmansk, Russia, 183010), e-mail: shipilov@pgi.ru.

Lobkovskiy Leopold Isaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Corresponding member of RAS, Professor, Head of Laboratory, P. P. Shirshov Institute of Oceanology of RAS (36, Nahimovskiy prosp., Moscow, Russia, 117997), e-mail: llobkovsky@ocean.ru.

Shkarubo Sergey Ivanovich, PhD of Geology and Mineralogy, Deputy Director General — Chief Geologist, JSC "Marine Arctic Geological Expedition" (26, Sophia Perovskaya st., Murmansk, Russia, 183038), e-mail: sergeysh@mage.ru.

Bibliographic description

Shipilov E. V., Lobkovsky L. I., Shkarubo S. I. Khatanga-Lomonosov fault zone: structure, tectonic position and geodynamics. Arctic: Ecology and Economy, 2019, no. 3 (35), pp. 47—61. DOI: 10.25283/2223-4594-2019-3-47-61. (In Russian).