

О ТЕКТОНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ ЕВРАЗИЙСКОГО БАССЕЙНА И ХРЕБТА ЛОМОНОСОВА С КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ОКРАИНОЙ СИБИРИ ПО НОВЫМ СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

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)

Т. А. Кириллова

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

Статья поступила в редакцию 6 июня 2020 г.

По результатам интерпретации новых сейсмических материалов рассмотрены особенности строения южных сегментов Евразийского бассейна и хребта Ломоносова в зоне сочленения с континентальной окраиной Сибири (моря Лаптевых и Восточно-Сибирское). Интерпретационный анализ материалов показывает, что основание осадочного чехла южного сегмента Евразийского бассейна, где отсутствуют регулярные полосовые магнитные аномалии, представлено в доминирующей степени сильно растянутыми блоками континентального фундамента. Формирование здесь осевой зоны спрединга хребта Гаккеля происходило по схеме трехэтапного развития: рифтинг в апте-альбе и его телескопированное развитие в позднем мелу – палеоцене-эоцене, унаследованное образование долины и поздний неотектонический отрезок. Развитие бассейна Северного, расположенного в зоне сочленения хребта Ломоносова с континентальной окраиной, сходно по сценарию формирования бассейнов типа pull-apart. Его формирование было взаимосвязано с одновременно раскрывавшимся смежным крайним юго-восточным сегментом котловины Амундсена Евразийского бассейна.

Ключевые слова: сейсмический разрез, тектоника, Евразийский бассейн, хребет Ломоносова, континентальная окраина, бассейн pull-apart.

Введение

Среди проблемных вопросов тектоники Северного Ледовитого океана выяснение взаимоотношений Евразийского бассейна и хребта Ломоносова с континентальной окраиной Сибири (рис. 1) является узловым как в научном отношении (в плане понимания геодинамической эволюции арктического региона), так и экономическом и геополитическом [1—6 и др.].

По существующим представлениям становление хребта Ломоносова неразрывно связано с геодинамической эволюцией Евразийского спредингового бассейна. Хребет Ломоносова до начала его отры-

ва от Евразии являлся составной частью Баренцево-Карской палеоокраины вместе с полосой континентальной коры, располагавшейся между хребтом и окраиной, т. е. на месте ныне существующего Евразийского бассейна [1—4].

Слабая освещенность строения этих смежных геоструктур геофизическими методами исследований привела к выводам об однотипном характере тектонических взаимоотношений океанического спредингового пространства Евразийского бассейна с континентальным обрамлением на всем его протяжении. Вместе с тем наибольшее количество вопросов остается применительно к тектонической ситуации, сложившейся в процессе геодинамической эволюции

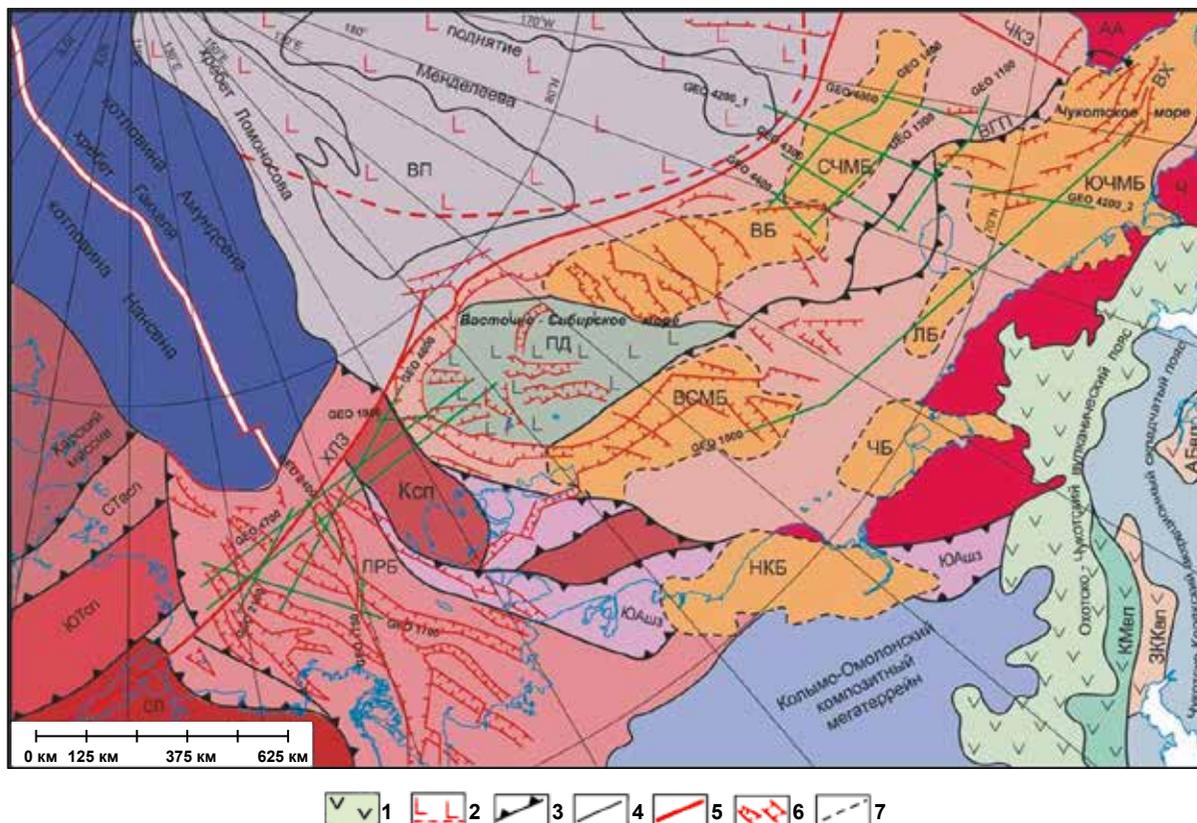


Рис. 1. Обзорная структурно-тектоническая схема областей сочленения Евразийского бассейна и хребта Ломоносова с континентальной окраиной Евразии и расположение некоторых профилей, использованных при составлении схемы [7].

1 – вулканические пояса: КМвп – Кони-Мургалский (P-K), ЗККвп – Западнокамчатско-Карякский (K₂-Pg), АБвп – Анадырско-Бристольский (Pg₁₋₂); 2 – области площадного траппового магматизма Центрально-Арктической провинции (К₂) и ПД – поднятия (массива) Де-Лонга (K_{1ар-ал} + K₂); 3 – основные (фронтальные) надвиги; 4 – границы структур; 5 – основные зоны разломов; 6 – сбросы и рифты позднемезозойского и кайнозойского возраста; 7 – границы осадочных бассейнов.

Складчатые структуры: Стасп – Северо-Таймырский аккреционный складчатый пояс (C/P), ЮТсп – Южно-Таймырский складчатый пояс (J (?), Ксп – Котельнический складчатый пояс, Юашз – Южно-Анюйская шовная зона (K₁).

Ключевые бассейны: ЛРБ – Лаптевоморский рифтовый, НКБ – Нижне-Колымский, ЧБ – Чаунский, ЛБ – Лонга; ЮЧМБ – Южно-Чукотский; ВХ – впадина Хоуп; ВСМБ – Восточно-Сибирский; ВБ – Вилькицкого, СЧМБ – Северо-Чукотский. Остальные обозначения: ВГП – Врангелевско-Геральдское поднятие (гряда, дуга), СП – Сибирская платформа, Ч – Чукотский массив, АА – Арктическая Аляска, ХЛЗ – Хатангско-Ломоносовская зона разломов, ЧКЗ – Чукотско-Канадская зона разломов, ВП – впадина Подводников

Fig. 1. General structural-tectonic diagram of the junction areas of the Eurasian basin and the Lomonosov Ridge with the continental margin of Eurasia and the location of some seismic profiles (green line) [7].

1 – volcanic belts: КМвп – Kony-Murgalsky volcanic belt (P-K1), ЗККвп – West Kamchatka-Karyaksky (K₂-Pg), АБвп – Anadyrsko-Bristol (Pg₁₋₂); 2 – areas of areal trap magmatism of the Central Arctic province (K₂) and ПД – uplift (massif) of De Long (K_{1ар-ал} + K₂); 3 – main (frontal) thrusts; 4 – boundaries of structures; 5 – main fault zones; 6 – discharges and rifts of the Late Mesozoic and Cenozoic age; 7 – boundaries of sedimentary basins.

Folded structures: Стасп – North Taimyr accretion folded belt (C/P), ЮТсп – South Taimyr folded belt (J (?), Ксп – Kotelnicheskyy folded belt, Юашз – South Anyui suture zone (K₁).

Key basins: ЛРБ – Laptevomorsk rift, НКБ – Nizhne-Kolymsky, ЧБ – Chaunsky, ЛБ – Longa; ЮЧМБ – South Chukotka; ВХ – Hope Depression; ВСМБ – East Siberian; ВБ – Vilkitsky, СЧМБ – North Chukchi. Other designations: ВГП – Wrangel-Herald Rise (ridge, arc), СП – Siberian Platform, Ч – Chukotka Massif, АА – Arctic Alaska, ХЛЗ – Khatanga-Lomonosov fault zone, ЧКЗ – Chukotka-Canadian fault zone, ВП – Podvodnikov Depression

в самых южных сегментах хребта Ломоносова и Евразийского бассейна в зонах их сочленения с континентальной окраиной Сибири. Новые сейсмические данные и их интерпретация позволили пересмотреть сложившиеся представления о геодинамических обстановках, приведших к формированию ансамбля геоструктурных элементов в этом проблемном в тектоническом отношении районе Арктики.

О бассейне Северном, локализованном в зоне сочленения хребта Ломоносова с континентальной окраиной Сибири

Этот бассейн закартирован сейсмическими исследованиями сравнительно недавно. Особое значение в этой связи имеет проведение комплекса геолого-геофизических исследований по профилю А-7, проложенному от Новосибирского архипелага и далее

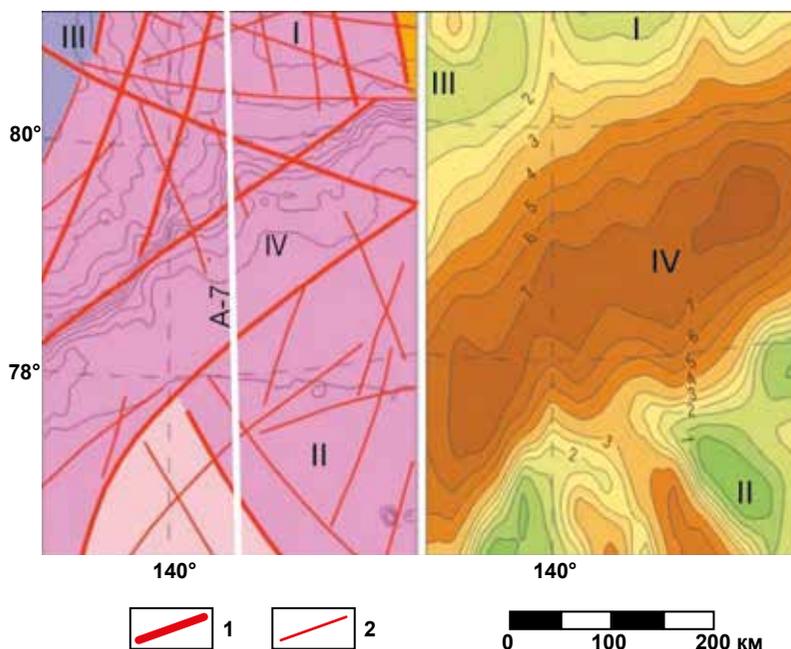


Рис. 2. Схема разломов и мощности осадочного чехла в зоне сочленения хребта Ломоносова с континентальной окраиной Сибири по результатам сейсмогравитационного моделирования по [9] с изменениями. Белая линия – профиль А-7 [8]. 1 – глубинные разломы, 2 – прочие нарушения. I – хребет Ломоносова, II – континентальная окраина Сибири, III – котловина Амундсена, IV – прогиб Северный
 Fig. 2. The scheme of faults and sediment thickness in the joint zone of the Lomonosov Ridge with continental margin of Siberia according to the results of seismic gravity modeling [9] with modifications. The white line – profile A-7 [8]. 1 – deep faults, 2 – other faults. I – the Lomonosov Ridge, II – continental margin of Siberia, III – the Amundsen Basin, IV – the Severny Trough

на север вдоль хребта Ломоносова [8 и ссылки в ней]. Сейсмический разрез по этому профилю позволил выявить в зоне сочленения хребта Ломоносова с континентальной окраиной наличие палеобассейна Северного мелового возраста, перекрытого непрерывно прослеживаемыми с шельфа преимущественно кайнозойскими комплексами осадочного чехла. Кроме того, было подтверждено существование сопряженной с этим бассейном Хатангско-Ломоносовской зоны разломов [8].

Проведенное сейсмогравитационное моделирование [9] показало, что суммарная мощность осадочного чехла в этом прогибе может превышать 8 км. Он простирается практически вдоль бровки шельфа в сопровождении выделенных глубинных разломов согласованной ориентировки (рис. 2).

По данным сейсмических исследований [10] была составлена уточненная версия карты рельефа акустического фундамента, подтвердившая не только структурно-тектоническую позицию прогиба Северного, но и в целом сходные гипсометрические отметки подошвы осадочного чехла. Рассмотрение новых материалов сейсмических исследований и различных вариантов карт рельефа фундамента и мощности осадочного чехла [9–11 и др.] позволяет считать, что заложение Северного прогиба, локализованного в зоне сочленения хребта Ломоносова с Сибирским шельфом, происходило под влиянием рифтинга в меловое время. Как показывают сейсмические данные, эпиконтинентальный рифтинг в этом прогибе был взаимосвязан и синхронизирован с одновременно раскрывавшимся смежным крайним юго-восточным сегментом котловины Амундсена. Судя по тектонической позиции, конфигурации морфологических элементов рельефа подошвы осадочного чехла, распределению мощностей отложений и сбросовой тектонике, образование и развитие Северного прогиба шло по сценарию, сходному с эволюцией присдвиго-

вых бассейнов, описанных в ряде известных публикаций [5; 12; 13 и др.]. Анализ выполненных независимых построений (рис. 2 и 3) и геолого-геофизических данных [3; 8 и др.] свидетельствует, по нашему мнению, о том, что бассейн Северный относится к категории бассейнов типа pull-apart, заложенных в апт-альбское время, и его формирование было продолжено в позднем мелу — раннем кайнозое.

Следует заметить, что рифтогенез этого периода предварялся и сопровождался фазами плюмового магматизма [14; 15], и этими процессами, особенно контрастно проявившимися в апт-альбское время [11; 16–20 и др.], был охвачен практически весь арктический регион, включая, как показывают новые сейсмические данные (см. ниже), и формирующийся Евразийский бассейн.

Южный сегмент Евразийского бассейна и характеристика его взаимоотношений со смежными геоструктурами

В бортовых зонах Евразийского бассейна как со стороны хребта Ломоносова, так и с притаймырской стороны на разрезах (рис. 4), отчетливо запечатлена устойчивая картина систематических сбросов блоков основания осадочного чехла, направленных к осевому центру бассейна. Из анализа сейсмической картины следует, что в раннем мелу в осевой зоне был сформирован достаточно мощный комплекс соответствующих отложений единого рифтогенного бассейна, впоследствии разделенный по депоцентру валообразным поднятием фундамента будущего хребта Гаккеля. Непрерывная система сброшенных блоков фундамента структур обрамления, возникающая под воздействием значительного растяжения земной коры, занимает практически весь южный сегмент Евразийского бассейна, в котором отсутствуют регулярные полосовые магнитные аномалии (см. врезку на рис. 4). В процессе формирования под-

Рис. 3. Схема глубин акустического фундамента по [10, с упрощением] области сочленения хребта Ломоносова и котловины Амундсена с континентальной окраиной Сибири. На врезке – принадлежащая авторам интерпретационная кинематическая модель образования бассейна Северный. Пунктирная линия – бровка шельфа. I – хребет Ломоносова, II – оторванные (отставшие) блоки хребта Ломоносова, III – бассейн Северный (pull-apart), IV – континентальная окраина, V – Новосибирский архипелаг, VI – юго-восточный сегмент котловины Амундсена, VII – хребет Гаккеля

Fig. 3. Diagram of the depths of the acoustic basement according to [10, with a simplification] of the junction zone of the Lomonosov Ridge and Amundsen Basin with the continental margin of Siberia. The inset shows the interpretation kinematic model of the authors of the Severny Basin formation. The dotted line is the edge of the shelf. I – the Lomonosov Ridge; II – torn (lagged) blocks of the Lomonosov Ridge; III – Severny Basin (pull-apart); IV – continental margin; V – the Novosibirsk Archipelago; VI – southeastern segment of the Amundsen Basin; VII – the Gakkel Ridge

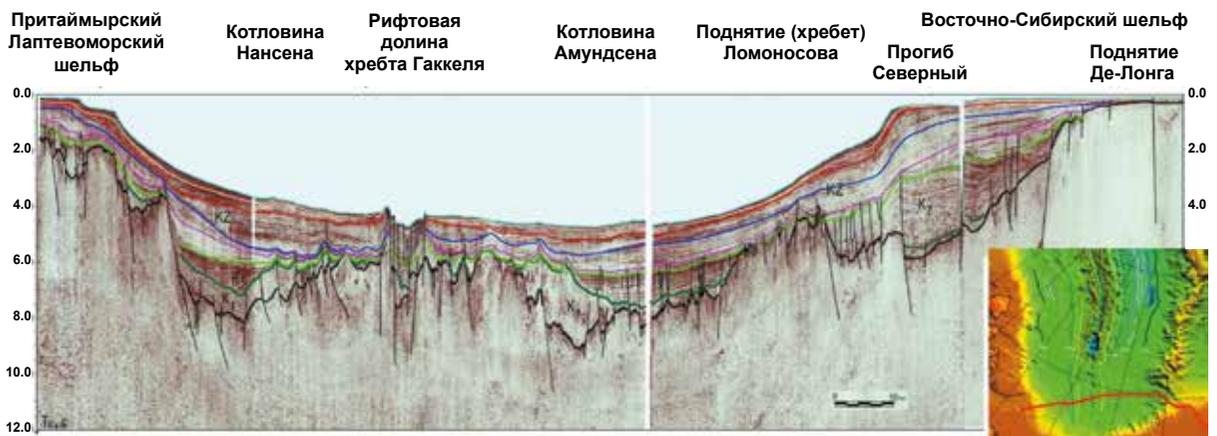
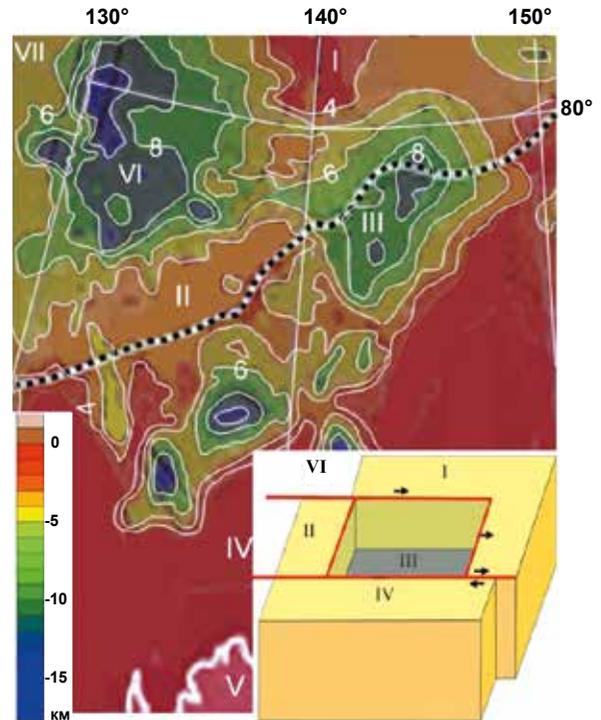


Рис. 4. Составной сейсмогеологический разрез через южный сегмент Евразийского бассейна (МАГЭ). Шкала – время, с. На врезке – положение разреза и линейные магнитные аномалии по [21]. K2 – апт-альбский вулканогенно-осадочный комплекс
Fig. 4. Composite seismic-geological section through the southern segment of the Eurasian Basin (MAGE). Scale – time, s. The inset shows the position of the section and linear magnetic anomalies according to [21]. K2 – Aptian-Alba volcanogenic-sedimentary complex

нения фундамента хребта Гаккеля максимальные мощности апт-альбских отложений, как и их депозиты, оказались сосредоточены непосредственно в смежных прилегающих районах по западную и восточную стороны хребта с налеганием на его фланги нижнемеловых осадочных комплексов. В совокупности отмеченное свидетельствует о континентальной природе блоков основания осадочного чехла рассматриваемого сегмента Евразийского бассейна, в том числе и в гребневой части поднятия акустического фундамента хребта Гаккеля, включая узкую зону его рифтовой долины. В этой связи следует заметить, что никаких признаков характерных для океанического фундамента, в волновой картине

на сейсмических разрезах в этом сегменте Евразийского бассейна не обнаруживается.

Вместе с тем сейсмические разрезы демонстрируют отсутствие здесь как обширной площадной «складчатости» в низах меловых отложений, так и ее дислокационных признаков в акустическом фундаменте. Однако обращает на себя внимание область локализованной деформированности апт-альбских отложений, располагающаяся лишь в наиболее глубоком (западном) депозитном бассейне Амундсена и прилегающая к поднятию фундамента хребта Гаккеля (рис. 5). Отмеченное позволяет считать, что указанная «складчатость» возникла в обстановке сжатия, вызванного формированием (ростом) под-

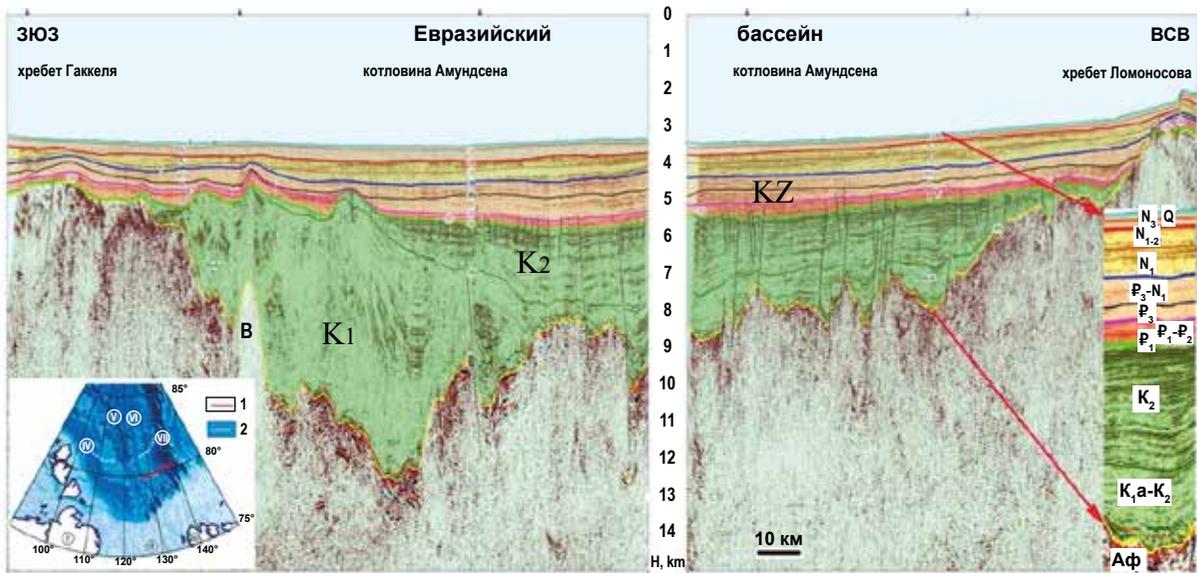


Рис. 5. Детализированный глубокий (км) сейсмогеологический разрез по профилю LAT1501 (МАГЭ) хребта Гаккеля – котловина Амундсена (юго-восточный сегмент Евразийского бассейна) – хребта Ломоносова. В – интрузия. На разрезе: 1 – положение линии разреза, 2 – граница, за которой южнее не прослеживаются регулярные линейные магнитные аномалии; I – Таймыр, II – Лаптевоморская континентальная окраина, III – Новосибирский архипелаг, IV – котловина Нансена, V – хребт Гаккеля, VI – котловина Амундсена, VII – хребт Ломоносова
 Fig. 5. Detailed deep (km) seismic-geological section along the LAT1501 (MAGE) profile over the Gakkel Ridge – Amundsen Basin (southeastern segment of the Eurasian Basin) – the Lomonosov Ridge. B – intrusion. In the inset: 1 – position of the section line, 2 – boundary beyond which regular linear magnetic anomalies are not traced to the south; I – Taimyr, II – continental margin of the Laptev sea, III – Novosibirsk Archipelago, IV – Nansen Basin, V – the Gakkel Ridge, VI – Amundsen Basin, VII – the Lomonosov Ridge

нения фундамента хребта Гаккеля в условиях одновременного завершения растяжения в бассейне Амундсена. Это привело к образованию четко выраженного несогласия в отложениях чехла на рубеже нижнего и верхнего мела, запечатленного на сейсмическом разрезе в виде хорошо прослеживаемого отражающего горизонта. В поздне меловое время депоцентр переместился восточнее, ближе к хребту Ломоносова и был зафиксирован в кайнозое.

Следующий этап рифтогенной активизации, судя по структуре отложений на сейсмических разрезах, проявился на временном отрезке конец мела — палеоцен с захватом эоцена. Важно подчеркнуть, что большинство нарушений как в котловине Амундсена, так и в котловине Нансена, затухает именно в отложениях указанного возраста. Помимо этого в диапазоне отмеченного возрастного интервала осадочного чехла на разрезе наблюдается структурный ряд форм в виде своеобразных зубьев, расположенных над склонами фундамента обоих флангов хребта Гаккеля. Эти структуры обозначили фазу конседиментационного сбросообразования с проседанием, направленного к его осевой зоне, что можно квалифицировать как подготовительный этап к формированию осевой рифтогенной зоны. Отмеченные события происходили на фоне продолжающегося роста поднятия фундамента хребта в условиях снижающихся темпов осадконакопления, акцент которого смещался к периферии бассейна. Тем не менее зафиксированные пилообразные структурные формы чехла впоследствии

были «законсервированы» и нивелированы отложениями кайнозоя (см. рис. 4 и 5).

Как видно на разрезе, наиболее контрастное смещение депоцентров осадконакопления происходило в котловине Амундсена, что свидетельствует о преимущественной доминанте растяжения литосферы в восточной части Евразийского бассейна по сравнению с западной.

Финальная фаза рифтогенеза, перерастающего в спрединг, обусловившая образование собственно рифтовой долины продвинувшейся сюда осевой зоны хребта Гаккеля (см. рис. 4), связывается с поздним отрезком неотектонического этапа (несколько миллионов лет назад). В этой связи в некоторых интервалах сейсмических разрезов на поднятии фундамента хребта Гаккеля отмечаются единичные проникновения из него в осадочный чехол магматических протрузий, по облику на разрезах сопоставимых со штоками и дайками, которые и определяют положение полосовых магнитных аномалий, оконтуривающих осевую зону.

Заключение

Таким образом, фундамент южного сегмента Евразийского бассейна, где отсутствуют продолжения регулярных полосовых магнитных аномалий, представлен сильно растянутыми блоками континентального фундамента.

Формирование спрединговой оси хребта Гаккеля в южной части Евразийского бассейна происходило по схеме трехэтапного развития. Первый этап начинается с деструкции континентальной коры

в апт-альбское время, второй этап связан с телескопированным рифтингом в позднем мелу — эоцене, а далее последовало образование неотектонической долины хребта Гаккеля, унаследованной от зоны предшествующего рифтинга.

Развитие бассейна Северного, расположенного в зоне сочленения хребта Ломоносова с континентальной окраиной, сходно по сценарию формирования с бассейнами типа pull-apart. Его становление было взаимосвязано с одновременно раскрывавшимся смежным крайним юго-восточным сегментом котловины Амундсена Евразийского бассейна.

Возникший контрастный дисбаланс в масштабах растяжения земной коры между Лаптевоморской континентальной окраиной (с умеренно растянутой корой) и Евразийским бассейном (с сильно растянутой корой) привел к возникновению между ними Хатангско-Ломоносовской сдвигово-сбросовой зоны разломов. Как показывает анализ геолого-геофизических данных, под влиянием этой зоны формировался по типу присдвигового прогиб Северный. Подобные зоны сдвигов или скольжения, как отмечается в [22], характерны для окраинно-континентальных геодинамических обстановок на границах взаимодействия плит и микроплит.

Перемещение присибирского окончания хребта Ломоносова относительно Сибирской палеоокраины началось в процессе рифтогенного растяжения континентальной коры в апте — альбе и было продолжено в течение второй фазы рифтинга в позднем мелу — раннем кайнозое. Одновременно в процессе перемещения хребта Ломоносова закладывался и развивался по типу присдвигового (в нашей интерпретации pull-apart, подчеркнем — как индикатор смещения) прогиб Северный. Последующие события и эмбриональный спрединг в южном сегменте Евразийского бассейна в этом процессе играли незначительную, а потому малозаметную роль.

В этой связи с учетом изложенного можно заключить, что область распространения океанической коры в Евразийском бассейне занимает значительно меньшую площадь, чем это принято в существующих представлениях.

Работа выполнена 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 Российской Федерации в Северном Ледовитом океане».

Литература

1. Лавров Н. П., Лобковский Л. И., Кононов М. В. и др. Базовая модель тектонического развития Арктики как основа для подготовки обновленной заявки России в Комиссию ООН на установление внешней границы континентального шельфа // Арктика: экология и экономика. — 2012. — № 2 (6). — С. 4—19.

2. Верниковский В. А., Добрецов Н. Л., Каминский В. Д. и др. Геодинамика Центральной и Восточной Арктики // Материалы совместного заседания Совета РАН по координации деятельности региональных отделений и региональных научных центров РАН и Научного совета РАН по изучению Арктики и Антарктики. — Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2010. — С. 41—58.

3. Лобковский Л. И., Кононов М. В., Шипилов Э. В. Геодинамические причины возникновения и прекращения кайнозойских сдвиговых деформаций в Хатанга-Ломоносовской разломной зоне (Арктика) // Докл. РАН. Науки о Земле. — 2020. — Т. 492, № 1. — С. 82—87. — DOI: 10.31857/S2686739720050102.

4. Лобковский Л. И., Шипилов 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/S0002335713060100.

5. Хаин В. Е., Филатова Н. И., Полякова И. Д. Тектоника, геодинамика и перспективы нефтегазоносности Восточно-Арктических морей и их континентального обрамления. — М.: Наука, 2009. — 227 с.

6. Богоявленский В. И., Полякова И. Д., Будагова Т. А. и др. Геолого-геофизические исследования нефтегазоносности акваторий Циркумарктического сегмента Земли // Геология нефти и газа. — 2011. — № 6. — С. 45—58.

7. Шипилов Э. В., Лобковский Л. И. Стержневые элементы тектоники Восточно-Арктической континентальной окраины Евразии // Труды Ферсман. науч. сессии ГИ КНЦ РАН. — 2019. — № 16. — С. 615—619. — DOI: 10.31241/fns.2019.16.126.

8. 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.

9. Пискарев А. Л., Савин В. А. Гравитационное моделирование земной коры хребта Ломоносова // Картографик. — 2010. — № 9 (198). — С. 41—54.

10. Ренант П. В., Кабаньков В. Я., Андреева И. А. и др. Геологическое опробование коренных пород хребта Ломоносова как ключ к пониманию его геологической природы // Регион. геология. — 2018. — № 75. — С. 5—22.

11. Кириллова Т. А. Разработка актуализированной геологической модели моря Лаптевых и сопредельных глубоководных зон для уточненной оценки ее углеводородного потенциала // Разведка и охрана недр. — 2017. — № 10. — С. 30—38.

12. Гарагаш И. А., Иогансон Л. И., Шлезингер А. Е. Осадочные бассейны, связанные с горизонтальными движениями земной коры // Изв. вузов. Сер. Геология и разведка. — 2005. — № 1. — С. 12—16.

13. Иогансон Л. И. Присдвиговые осадочные бассейны (бассейны pull-apart) (обзор литературы) // Геотектоника. — 2005. — № 2. — С. 66—80.

14. Шипилов Э. В., Лобковский Л. И. Позднемезозойский плюмовый магматизм арктического региона:

геохронология, фазы и геодинамические обстановки проявления // Арктика: экология и экономика. — 2016. — № 2 (22). — С. 72—81.

15. Шипилов Э. В., Лобковский Л. И., Юрик Р. Ю. Пространственно-временные тренды позднемезозойского плюмового магматизма Арктики при формировании Американо-Евразийского бассейна // Докл. Акад. наук. — 2017. — Т. 472, № 4. — С. 437—442. — DOI: 10.7868/S086956521704017X.

16. Андиева Т. А. Тектоническая позиция и основные структуры моря Лаптевых // Нефтегазовая геология. Теория и практика: Электрон. науч. журн. — 2008. — Т. 3, № 1. — URL: http://www.ngtp.ru/rub/4/8_2008.pdf.

17. Богданов Н. А., Хаин В. Е., Розен О. М. и др. Тектоническая карта морей Карского и Лаптевых и севера Сибири (масштаб 1:2 500 000): Объяснительная записка. — М., 1998. — 127 с.

18. Петровская Н. А., Савишкина М. А. Сопоставление сейсмокомплексов и основных несогласий в осадочном чехле шельфа Восточной Арктики // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2014. — Т. 9, № 3. — URL: http://www.ngtp.ru/rub/4/39_2014.pdf.

19. Полякова И. Д., Борукаев Г. Ч. Геофизические и литолого-геохимические предпосылки нефтега-

зоносности глубоководных и шельфовых бассейнов российской Восточной Арктики // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2018. — Т. 13, № 2. — URL: http://www.ngtp.ru/rub/5/17_2018.pdf. — DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/17_2018.

20. 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. — P. 1668—1687. — DOI: 10.15372/gig20161202.

21. Рекант П. В., Гусев Е. А. Структура и история формирования осадочного чехла рифтовой зоны хребта Гаккеля (Северный Ледовитый океан) // Геология и геофизика. — 2016. — Т. 57, № 9. — С. 1634—1640. — DOI: 10.15372/GiG20160903.

22. Ханчук А. И., Мартынов Ю. А. Тектоника и магматизм границ скольжения океанических и континентальных литосферных плит // Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. — Владивосток: Дальнаука, 2011. — С. 45—49.

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, академик РАН, профессор, заведующий отделом геологии и геодинамики, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН (117997, Россия, Москва, Нахимовский просп., д. 36), e-mail: llobkovsky@ocean.ru.

Кириллова Татьяна Алексеевна, ведущий геофизик, Морская арктическая геологоразведочная экспедиция (183038, Россия, Мурманск, ул. Софьи Перовской, д. 26), e-mail: bycrin@rambler.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Шипилов Э. В., Лобковский Л. И., Кириллова Т. А. О тектоно-геодинамических взаимоотношениях Евразийского бассейна и хребта Ломоносова с континентальной окраиной Сибири по новым сейсмическим данным // Арктика: экология и экономика. — 2020. — № 4 (40). — С. 34—42. — DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-34-42.

ON TECTONIC-GEODYNAMIC RELATIONSHIPS OF THE EURASIAN BASIN AND THE LOMONOSOV RIDGE WITH THE CONTINENTAL MARGIN OF SIBERIA ACCORDING TO NEW SEISMIC DATA

E. V. Shipilov

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

L. I. Lobkovsky

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

T. A. Kirillova

Arctic Marine Exploration Expedition (Murmansk, Russian Federation)

The article was received on June 6, 2020

Abstract

Basing on the results of the interpretation of new seismic materials, the authors consider the structural features of the southern segments of the Eurasian Basin and the Lomonosov Ridge in the zone of junction with the continental margin of Siberia (the Laptev and East Siberian Seas). Interpretative analysis of the materials

shows that the base of the sedimentary cover of the southern segment of the Eurasian Basin, where there are no regular linear magnetic anomalies, is predominantly represented by strongly stretched blocks of the continental basement. The formation the axial zone of spreading of the Gakkel Ridge here took place according to a three-stage development scheme: rifting in the Aptian-Alba and its telescoping development in the Late Cretaceous — Paleocene-Eocene, inherited valley formation in late neotectonic time. The development of the Severny Basin located in the zone of junction of the Lomonosov Ridge with the continental margin is similar to the scenario for the formation of pull-apart basins. Its formation was interconnected with the simultaneously opening adjacent extreme southeastern segment of the Amundsen Basin of the Eurasian Basin.

Keywords: seismic section, tectonics, Eurasian Basin, Lomonosov Ridge, continental margin, pull-apart basin.

The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research, in the framework of the research project no. 18-05-70012. "Development of a 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 to establish the outer boundary of the RF continental shelf in the Arctic Ocean".

References

1. Laverov N. P., Lobkovsky L. I., Kononov M. V., Dobretsov N. L., Vernikovskii V. A., Sokolov S. D., Shipilov E. V. Bazovaya model' tektonicheskogo razvitiya Arktiki kak osnova dlya podgotovki obnovennoi zayavki Rossii v Komissiyu OON na ustanovlenie vneshnei granitsy kontinental'nogo shel'fa. [Basic Model of Tectonic Development of the Arctic as a Basis for Preparation of the Updated Submission of Russia to the UN Commission Concerning the Establishment of the Outer Limits of Continental Shelf]. *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2012, no. 2 (6), pp. 4—19. (In Russian).
2. Vernikovskii V. A., Dobretsov N. L., Kaminskii V. D., Lobkovsky L. I., Shipilov E. V. Geodinamika Tsentral'noi i Vostochnoi Arktiki. [Geodynamics of the Central and Eastern Arctic]. *Materialy sovmestnogo zasedaniya Soveta RAN po koordinatsii deyatel'nosti regional'nykh otdelenii i regional'nykh nauchnykh tsentrov RAN i Nauchnogo soveta RAN po izucheniyu Arktiki i Antarktiki*. Ekaterinburg, Izd-vo UrO RAN, 2010, pp. 41—58. (In Russian).
3. Lobkovsky L. I., Kononov M. V., Shipilov E. V. Geodinamicheskie prichiny vozniknoveniya i prekrashcheniya kainozoiskikh sdvigovykh deformatsii v Khatanga-Lomonosovskoi razlomnoi zone (Arktika). [Geodynamic causes of occurrence and termination of cenozoic shear deformations in the Khatanga-Lomonosov Fault zone (Arctic)]. *Dokl. RAN. Nauki o Zemle*, 2020, vol. 492, no. 1, pp. 82—87. DOI: 10.31857/S2686739720050102. (In Russian).
4. 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.
5. Khain V. E., Filatova N. I., Polyakova I. D. Tektonika, geodinamika i perspektivy neftegazonosnosti Vostochno-Arkticheskikh morei i ikh kontinental'nogo obramleniya. [Tectonics, geodynamics and oil and gas prospects of the East Arctic seas and their continental frames]. Moscow, Nauka, 2009, 227 p. (In Russian).
6. Bogoyavlensky V. I., Polyakova I. D., Budagova T. A. et al. Geologo-geofizicheskie issledovaniya neftegazonosnosti akvatorii Tsirkumarkticheskogo segmenta Zemli. [Geological and geophysical studies of oil and gas potential in the water areas of the Circumarctic segment of the Earth]. *Geologiya nefti i gaza*, 2011, no. 6, pp. 45—58. (In Russian).
7. Shipilov E. V., Lobkovsky L. I. Sterzhnevye elementy tektoniki Vostochno-Arkticheskoi kontinental'noi okrainy Evrazii. [Core elements of tectonics of the Eastern Arctic continental margin of Eurasia]. *Trudy Fersman. nauch. sessii GI KNTs RAN*, 2019, no. 16, pp. 615—619. DOI: 10.31241/fns.2019.16.126. (In Russian).
8. Shipilov E. V., Lobkovsky L. I., Shkarubo S. I. Khatangsko-Lomonosovskaya zona razlomov: stroenie, tektonicheskaya pozitsiya, geodinamika. [Khatanga-Lomonosov fault zone: structure, tectonic position and geodynamics]. *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2019, no. 3 (35), pp. 47—61. DOI: 10.25283/2223-4594-2019-3-47-61. (In Russian).
9. Piskarev A. L., Savin V. A. Gravitatsionnoe modelirovanie zemnoi kory khrebta Lomonosova. [Gravity modeling of the Earth's crust of the Lomonosov Ridge]. *Karotazhnik*, 2010, no. 9 (198), pp. 41—54. (In Russian).
10. Rekant P. V., Kaban'kov V. Ya., Andreeva I. A. et al. Geologicheskoe oprobovanie korennykh porod khrebta Lomonosova kak klyuch k ponimaniyu ego geologicheskoi prirody. [Geological testing of bedrock of the Lomonosov Ridge as a key to understanding its geological nature]. *Region. geologiya*, 2018, no. 75, pp. 5—22. (In Russian).
11. Kirillova T. A. Razrabotka aktualizirovannoi geologicheskoi modeli morya Laptevykh i sopredel'nykh glubokovodnykh zon dlya utochnennoi otsenki ee uglevodorodnogo potentsiala. [Development of an updated geological model of the Laptev Sea and adjacent deep-water zones for a more accurate assessment of its hydrocarbon potential]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2017, no. 10, pp. 30—38. (In Russian).
12. Garagash I. A., Loganov L. I., Shlezinger A. E. Osadochnye basseiny, svyazannye s gorizonta'nymi dvizheniyami zemnoi kory. [Sedimentary basins associated with horizontal movements of the earth's crust].

Izv. vuzov. Ser. Geologiya i razvedka, 2005, no. 1, pp. 12—16. (In Russian).

13. *Loganson L. I.* Prisdvigovye osadochnye basseiny (basseiny pull-apart) (obzor literatury). [Shear sedimentary basins (pull-apart basins) (literature review)]. *Geotektonika*, 2005, no. 2, pp. 66—80. (In Russian).

14. *Shipilov E. V., Lobkovsky L. I.* Pozdnezozoiskii plyumovyi magmatizm arkticheskogo regiona: geokhronologiya, fazy i geodinamicheskie obstanovki proyavleniya. [Late Mesozoic plume magmatism of the Arctic region: geochronology, phases, and geodynamic manifestations]. *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2016, no. 2 (22), pp. 72—81. (In Russian).

15. *Shipilov E. V., Lobkovsky L. I., Yurik R. Yu.* Spatial-Temporal Trends of Late Mesozoic Plume Magmatism in the Arctic during Formation of the Amerasian Basin. *Doklady Earth Sciences*, 2017, vol. 472, no. 2, pp. 138—142. DOI: 10.1134/S1028334X17020040.

16. *Andieva T. A.* Tektonicheskaya pozitsiya i osnovnye struktury morya Laptevyykh. [Tectonic position and basic Structures of the Laptev sea]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika: Elektron. nauch. zhurn*, 2008, vol. 3, no. 1. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/4/8_2008.pdf. (In Russian).

17. *Bogdanov N. A., Khain V. E., Rozen O. M., Shipilov E. V., Vernikovskii V. A., Drachev S. S., Kostyuchenko S. L., Kuz'michev A. B., Sekretov S. B.* Tektonicheskaya karta morei Karskogo i Laptevyykh i severa Sibiri (masshtab 1:2 500 000). Ob'yasnitel'naya zapiska. [Explanatory Notes for the 1:2 500 000 Tectonic Map of the Kara and Laptev Seas]. Moscow, 1998, 127 p. (In Russian).

18. *Petrovskaya N. A., Savishkina M. A.* Sopostavlenie seismokompleksov i osnovnykh nesoglasii v osadochnom chekhle shel'fa Vostochnoi Arktiki. [Comparison of seismic complexes and major disagreements in

the sedimentary cover of the shelf of the Eastern Arctic]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*, 2014, vol. 9, no. 3. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/4/39_2014.pdf. (In Russian).

19. *Polyakova I. D., Borukaev G. Ch.* Geofizicheskie i litologo-geokhimicheskie predposylki neftegeozonosti glubokovodnykh i shel'fovyykh basseinov rossiiskoi Vostochnoi Arktiki. [Geophysical and lithological-geochemical preconditions of oil and gas potential in deep-sea and shelf basins of the Russian Eastern Arctic]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*, 2018, vol. 13, no. 2. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/5/17_2018.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/17_2018. (In Russian).

20. *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. DOI: 10.15372/gig20161202.

21. *Rekant P. V., Gusev E. A.* Struktura i istoriya formirovaniya osadochnogo chekhla riftovoi zony khrebta Gakkelya (Severnyi Ledovityi okean). [The structure and history of the formation of the sedimentary cover of the rift zone of the Gakkel ridge (Arctic Ocean)]. *Geologiya i geofizika*, 2016, vol. 57, no. 9, pp. 1634—1640. DOI: 10.15372/GiG20160903. (In Russian).

22. *Khanchuk A. I., Martynov Yu. A.* Tektonika i magmatizm granits skol'zheniya okeanicheskikh i kontinental'nykh litosfernykh plit. [Tectonics and magmatism of sliding boundaries oceanic and continental lithospheric plates]. *Geologicheskie protsessy v obstanovkakh subdukcii, kollizii i skol'zheniya litosfernykh plit: Materialy Vserossiiskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Vladivostok, Dal'nauka*, 2011, pp. 45—49. (In Russian).

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.

Lobkovsky Leopold Isaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of RAS, Professor, Head of Geology and Geodynamics Department, P.P. Shirshov Institute of Oceanology of RAS (36, Nahimovskiy prosp., Moscow, Russia, 117997), e-mail: llobkovsky@ocean.ru.

Kirillova Tat'yana Alekseevna, Leading Geophysicist, JSC "Marine Arctic Geological Expedition" (26, Sophia Perovskaya st., Murmansk, Russia, 183038), e-mail: bycrin@rambler.ru.

Bibliographic description

Shipilov E. V., Lobkovsky L. I., Kirillova T. A. On tectonic-geodynamic relationships of the Eurasian basin and the Lomonosov Ridge with the continental margin of Siberia according to new seismic data. *Arctic: Ecology and Economy*, 2020, no. 4 (40), pp. 34—42. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-34-42. (In Russian).

© Shipilov E. V., Lobkovsky L. I., Kirillova T. A., 2020