

УДК 551.465

## МОДЕЛЬ ОТКОЛА МАРВИН СПУРА ОТ ХРЕБТА ЛОМОНОСОВА В СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ

© 2014 г. Ал. А. Шрейдер

ООО «НИИгазэкономика», Москва

e-mail: aschr@ocean.ru

Поступила в редакцию 06. 09 . 2012 г., после доработки 13. 03. 2013 г.

Проведено восстановление осей зон откола периферических континентальных фрагментов хребта Ломоносова (Марвин Спура и локального блока хребта Альфа) от его основного тела в пригренландской части котловины Макарова. Определены эйлеровы полюса и углы поворота, описывающие процесс откола. Выявлена разность глубин стыкуемых изобат в сотни метров. Это обстоятельство, скорее всего, отражает факт разномасштабного сползания по плоскости сквозьлитосферного разлома (и, тем самым, разномасштабного заглупления в процессе откола) периферических районов континентальной коры от основного тела хребта Ломоносова в соответствии с модифицированной схемой Б. Вернике, изложенной в настоящей работе. На основании проведенной реконструкции удается провести восстановление первичного рельефа дна перед отколом оползающих фрагментов хребта. Для случая пригренландской части хребта Ломоносова получено, что первоначально периферические участки возвышались над основной поверхностью хребта Ломоносова примерно на полкилометра и более.

DOI: 10.7868/S003015741404011X

### ВВЕДЕНИЕ

Работы [8, 15, 19, 20, 22 и др.] свидетельствуют о том, что вопросы происхождения котловины Макарова играют ключевую роль в проблеме образования приполюсного района Северного Ледовитого (Арктического) океана. В формировании рассматриваемой области важная роль приписывается либо растяжению и утонению континентальной коры, либо активному спредингу, либо сочетанию обоих этих процессов [17–20, 22 и др.]. В этой связи, ввиду отсутствия данных глубоководного бурения в котловине Макарова, в исследовании ее природы большое значение придается комплексной геолого-геофизической интерпретации данных о рельефе дна.

По наиболее современной версии базы данных о рельефе дна [27] котловина Макарова (рис. 1) вытянута вдоль амеразийского подножья хребта Ломоносова от континентального склона острова Элсмир до примерно 86° с.ш. в сторону сибирского шельфа. Максимальная глубина ее достигает 4 км. Длина в пределах изобаты 3 км составляет более 800 км, а ширина в ряде мест превышает 300 км. Наиболее широкая часть котловины Макарова расположена в приполюсном районе, примыкая к южной (более близкой к хребту Менделеева) части хребта Альфа. В сторону канадского и сибирского шельфов котловина суживается.

В районе нулевого меридиана от хребта Ломоносова в котловину отходит линейно выраженный отрог Марвин Спур шириной около 50 км, при глубине вершины около 2 км. Расстояние

между отрогом и хребтом постепенно увеличивается в сторону приполюсного района. Одновременно происходит заглупление вершины отрога так, что в рельефе дна он трансформируется в несколько подводных возвышенностей, а затем теряет свое морфологическое выражение и скрывается в осадках. Южнее Марвин Спура расположена та часть котловины Макарова, которая примыкает к хребту Альфа.

### ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

В работе [13] была предложена компьютерная методика для наилучшего совмещения изобат, ограничивающих склоны континентов по краям Атлантического океана. Совмещение осуществлялось способом проб и ошибок, путем минимизации углового несогласия, измеряемого вдоль эйлеровых широт. Методика иллюстрировала принцип, согласно которому наилучшее совмещение может производиться для любых контуров, которые, как установлено или как предполагается, некогда составляли единый контур. Реализуя принцип наилучшего совмещения, удается добиваться воссоединения и восстановления первичной непрерывности любых контуров, включая изохронны, изобаты, изогипсы и др.

По данным электронного банка о батиметрии дна [27] построены профили в направлении, перпендикулярном простиранию склонов котловины Макарова с межпрофильным расстоянием 5–

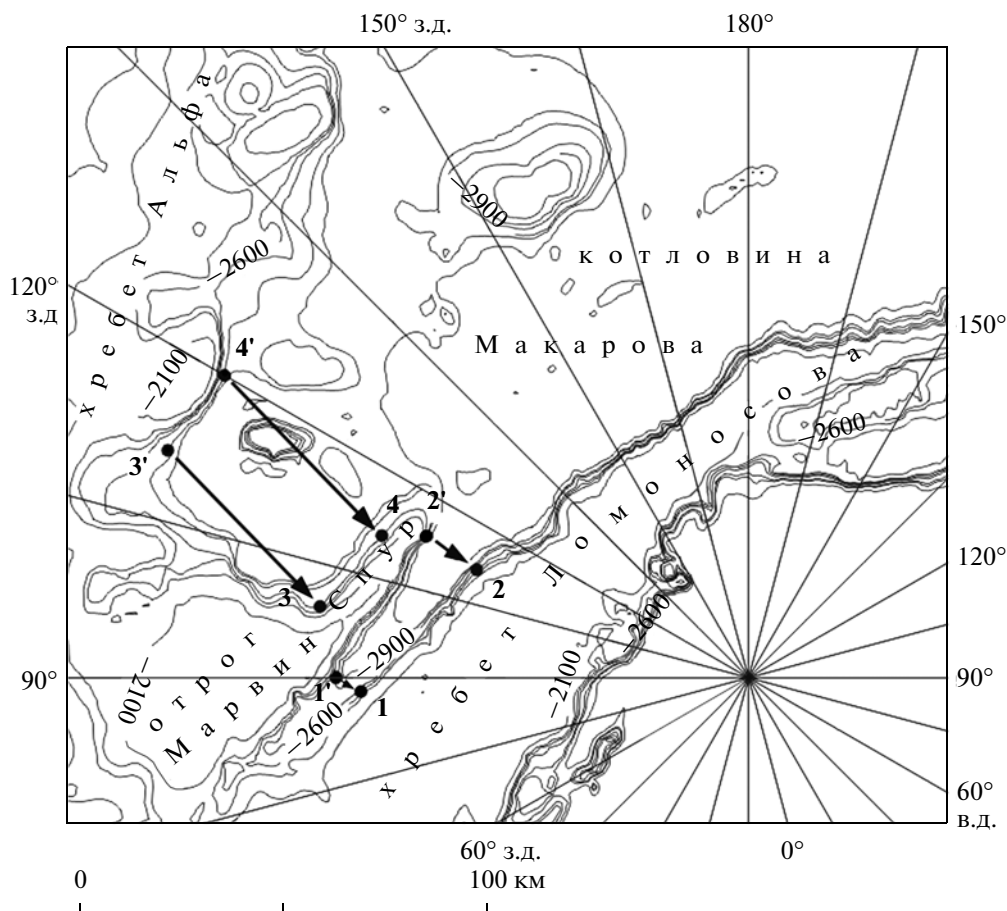


Рис. 1. Батиметрия дна пригренландской части котловины Макарова по данным [27]. Изобаты в метрах. Показано положение конжугейтных точек 1–4 и 1<sup>1</sup>–4<sup>1</sup>.

10 миль. Анализ полученных профилей склонов свидетельствует, что практически все они состоят из трех частей. Верхняя (мельче 2.5 км) и нижняя (глубже 3.9 км) части склонов характеризуются изменяющейся вдоль профиля крутизной. Центральная часть склонов, заключенная в интервале глубин 2.5–3.9 км, является наиболее крутой и обладает относительным постоянством наклона вдоль каждого индивидуального профиля.

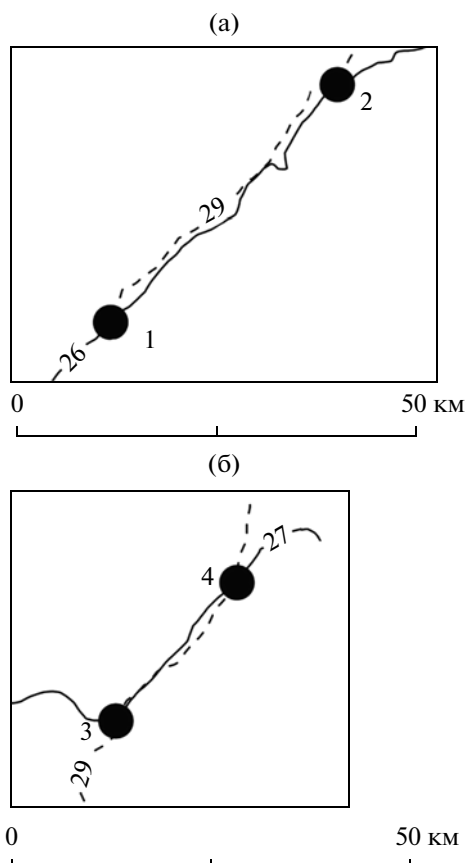
Расстояние между проекциями изобат 2.5 и 3.9 км склона на дневную поверхность рассматривалось нами как рабочая база для вычисления индивидуального угла наклона (крутизны) склона вдоль каждого из профилей.

Осадконакопление в различных областях котловины Макарова приводило к заполнению их осадочными породами, сопровождавшемуся во времени выполаживанием (уменьшением угла наклона) склонов за счет облегания их осадками. Облегание происходит неравномерно во времени и пространстве. Неравномерность облегания связана как с распределением и перераспределением областей сноса, так и со сползанием, вследствие

нарушения устойчивости, части накапливаемых осадков вниз по склону. Неустойчивость осадков возникает за счет накопления критической массы, приводящей к превышению силы скольжения над силой трения (вдоль поверхности раздела внутри осадков или вдоль поверхности фундамента), удерживающего осадки от скольжения при той или иной крутизне склона.

Движение конкретных порций осадков происходит плавно или носит импульсный характер со средними скоростями от долей сантиметров до десятков километров в час. Важный вклад в подвижность осадочной массы на континентальном склоне вносит и крутизна подошвы движущейся массы. При малых углах наклона и при прочих равных условиях движение осадочной массы по склону будет проходить с весьма малыми скоростями.

Оценки показывают, что для преодоления силы сцепления между слоями осадков (в котловине Макарова это илы, глины, песчаники) и лавинообразного срыва их вниз по склону с развитием существенных (вплоть до многих десятков км/ч) скоростей соскальзывания при прочих равных



**Рис. 2.** Стыковка участков изобат (глубины в сотнях метров) встречных склонов (а) хребта Ломоносова (изобата 2.6 км – сплошная линия) и отрога Марвин Спур (изобата 2.9 км – точки), а также (б) отрога Марвин Спур (изобата 2.7 км – сплошная линия) и отрога хребта Альфа (изобата 2.9 км – точки). Положение точек 1, 2 на склоне хребта Ломоносова и 3, 4 на склоне отрога Марвин Спур то же, что и на рис. 1.

условиях наклон поверхности скольжения должен превышать  $3^\circ$  [2]. Среди причин, инициирующих соскальзывание осадков вниз по склону, важное место занимает воздействие на осадочную массу экзогенных (например, регулярные течения) и эндогенных (например, землетрясения) факторов.

Исходя из вышесказанного, в настоящей работе методика Е. Булларда впервые применяется для случая совмещения изобат склонов котловины Макарова Северного Ледовитого океана. Многочисленные опробования стыкуемости различных участков разных и одноименных изобат показали, что наиболее подходящими для целей палеогеодинамического анализа оказались участки изобат в интервале 2.4–3.5 км. Склон в этом интервале глубин является наиболее крутым (средний угол наклона поверхности склона превышает  $15^\circ$ ) и, по приведенным выше сведениям о характере соскальзывания осадочной толщи,

обладающим наименьшей мощностью осадков (или даже полностью лишенный их).

Расчеты эйлеровых полюсов и углов поворота проводились по оригинальным программам Лаборатории геофизики и тектоники дна Мирового океана ИО РАН, инкорпорированным в программную среду Global Mapper [9–11] и принципы расчета по которым изложены в работе [3].

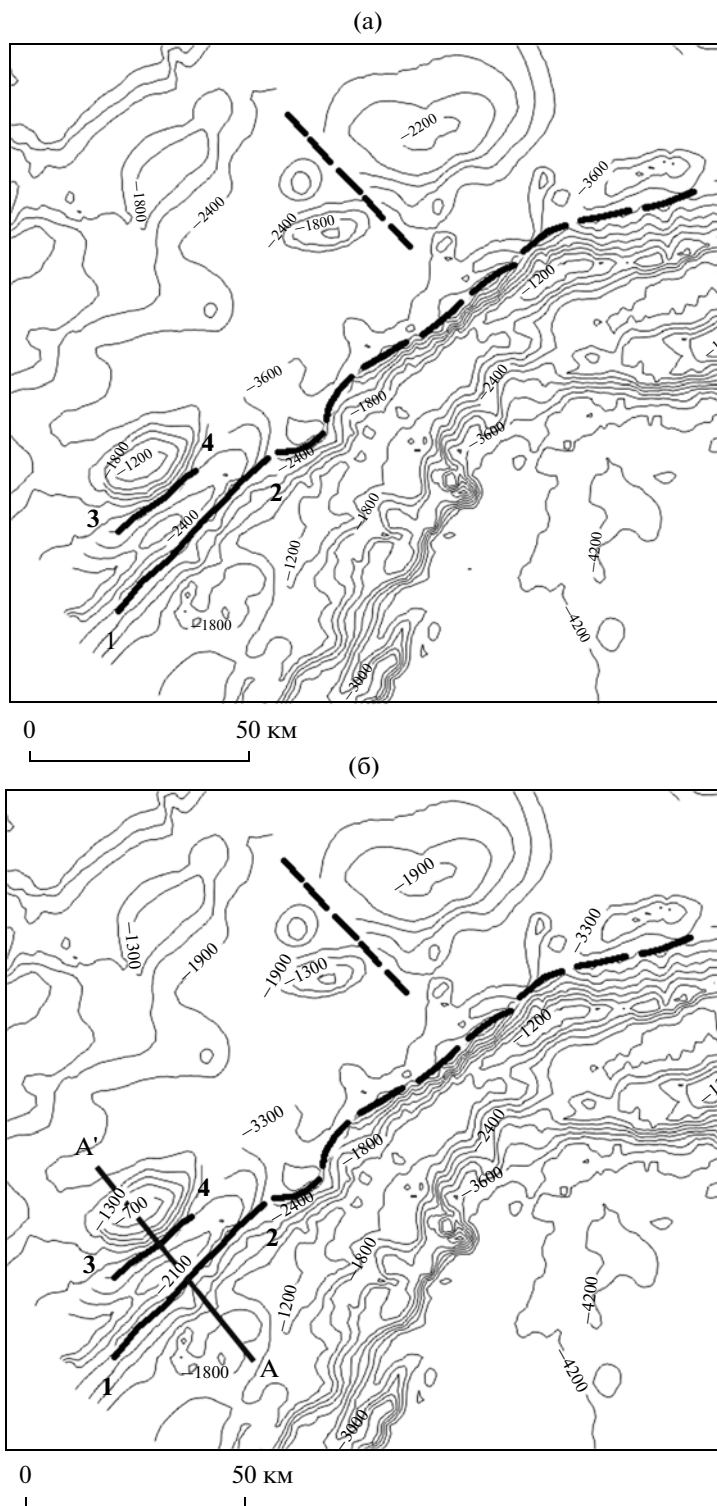
## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Между отрогом Марвин (Марвин Спур) и склоном хребта Ломоносова расположена клинообразная впадина шириной до 40 км и глубинами до 3 км (область между конжугейтными точками 1, 2 и  $1^1$ ,  $2^1$  на рис. 1). Если формирование впадины, в соответствии со схемой Вернике [24], связано с оползанием одного из блоков континентальной коры на амеразийской периферии хребта Ломоносова, то многочисленные опробования стыкуемости различных участков разных и одноименных изобат показали, что наиболее подходящими для целей палеогеодинамического анализа оказались участки изобат в интервале 2.6–2.9 км.

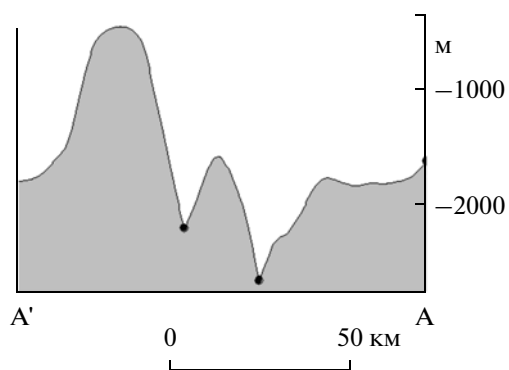
Согласно оценочным расчетам при положении эйлерова полюса конечного вращения в точке с координатами  $88.42^\circ$  с.ш.  $82.43^\circ$  з.д. удастся севернее  $85^\circ$  на протяжении 50 км получить весьма хорошее совмещение изобаты 2.6 км в нижней части склона хребта Ломоносова (участок между точками 1–2 на рис. 1 и на рис. 2а) и изобаты 2.9 км отрога Марвин Спур (участок между точками  $1^1$ – $2^1$ ). Угол поворота составил  $3.9^\circ \pm 0.7^\circ$ . При этом среднеквадратическое отклонение в расчетных точках совмещения составило  $\pm 5$  км (7 точек совмещения).

Результаты этой реконструкции (рис. 3) позволяют видеть, что отдельные локальные поднятия дна котловины, иногда относимые к возможному продолжению под осадками Марвин Спура [15, 17 и др.], и оконтуренные изобатами 3 и 3.1 км, на протяжении 190 км хорошо совпадают и стыкуются по конфигурации с формой нижней части склона хребта Ломоносова. Данное обстоятельство служит дополнительным свидетельством надежности выполненной реконструкции.

Между отрогом Марвин (Марвин Спур) и склоном хребта Альфа расположена впадина шириной около 50 км и глубинами до 3.3 км (область между конжугейтными точками 3, 4 и  $3^1$ ,  $4^1$  на рис. 1). Если формирование впадины, в соответствии со схемой Б. Вернике [24], связано с оползанием одного из блоков континентальной коры на периферии хребта Альфа, то многочисленные опробования стыкуемости различных участков разных и одноименных изобат показали, что наиболее подходящими для целей палеогеодинамического анализа оказались участки изобат в интервале 2.7–2.9 км.



**Рис. 3.** Плановое положение состыкованных участков дна котловины: (а) – Палеогединамическая реконструкция смыкания встречных склонов. Жирной сплошной линией показаны оси раскола хребта Ломоносова (отрезок 1–2 изобаты 2.6 км) и Марвин Спура (соответствующий отрезок изобаты 2.9 км на рис. 2а), а также Марвин Спура (отрезок 3–4 изобаты 2.7 км) и отрога хребта Альфа (соответствующий отрезок изобаты 2.9 км на рис. 2б). Нумерованные концы отрезков изобат 1–4 показаны соответствующими точками на рис. 1 и рис. 2. Пунктиром показано полученное в результате реконструкции положение линий стыковки участков отдельных подводных гор и подножья хребта Ломоносова, а также подводного поднятия (горы) в котловине Макарова и подводного поднятия (горы) на периферии хребта Альфа. Современные глубины их вершин составляют 1.7 и 2.2 км, соответственно. (б) – Реконструированная палеобатиметрия дна в пригренландском районе котловины Макарова перед отколом двух континентальных фрагментов от хребта Ломоносова. Показаны восстановленные на основе палеогединамической реконструкции палеоизобаты. А–А' – линия профиля палеобатиметрии, представленного на рис. 4.



**Рис. 4.** Профиль реконструированного первичного рельефа дна (палеобатиметрии) перед отколом фрагментов (оползающих блоков) от основного тела хребта Ломоносова в пригренландском районе котловины Макарова по линии А–А' (рис. 3). Черным цветом показаны точки стыковки изобат указанных фрагментов.

Наиболее хорошо стыкуются изобаты 2.7 км (участок между точками 3–4 на рис. 1 и на рис. 2б) отрога Марвин Спур и 2.9 км (участок между точками 3<sup>1</sup>–4<sup>1</sup> на рис. 1) на встречном склоне хребта Альфа. Сама стыковка описывается эйлеровым полюсом конечного вращения, находящимся в координатах 81.3° с.ш. 83.7° з.д., угол поворота составил 12.9°. При этом среднеквадратическое отклонение в расчетных точках совмещения составило ±8 км (7 точек совмещения).

Отметим, что в этом случае происходит хорошая стыковка также еще одного локального поднятия на склоне хребта Альфа по изобате 2.5 км и изолированного поднятия в котловине Макарова по изобате 2.7 км. Современные глубины их вершин равны 1.7 км и 2.2 км, соответственно (рис. 3а).

Таким образом, в результате проведенных расчетов проведено восстановление осей двух зон откола периферических континентальных фрагментов хребта Ломоносова от его основного тела (жирные линии на рис. 3) в пригренландской части котловины Макарова. Важным обстоятельством реконструкции является выявление разности глубин стыкуемых изобат в сотни метров. На основании проведенной реконструкции путем введения поправок за оползание вышерассмотренных фрагментов удастся провести восстановление первичной палеобатиметрии дна перед отколом этих оползающих фрагментов хребта Ломоносова (рис. 3б и рис. 4). Из этих рисунков видно, что для случая пригренландской части хребта Ломоносова первоначально периферические участки возвышались над основной поверхностью хребта Ломоносова примерно на полкилометра и более.

Данное обстоятельство может найти свое объяснение в рамках модифицированной нами схемы Вернике [23–26].

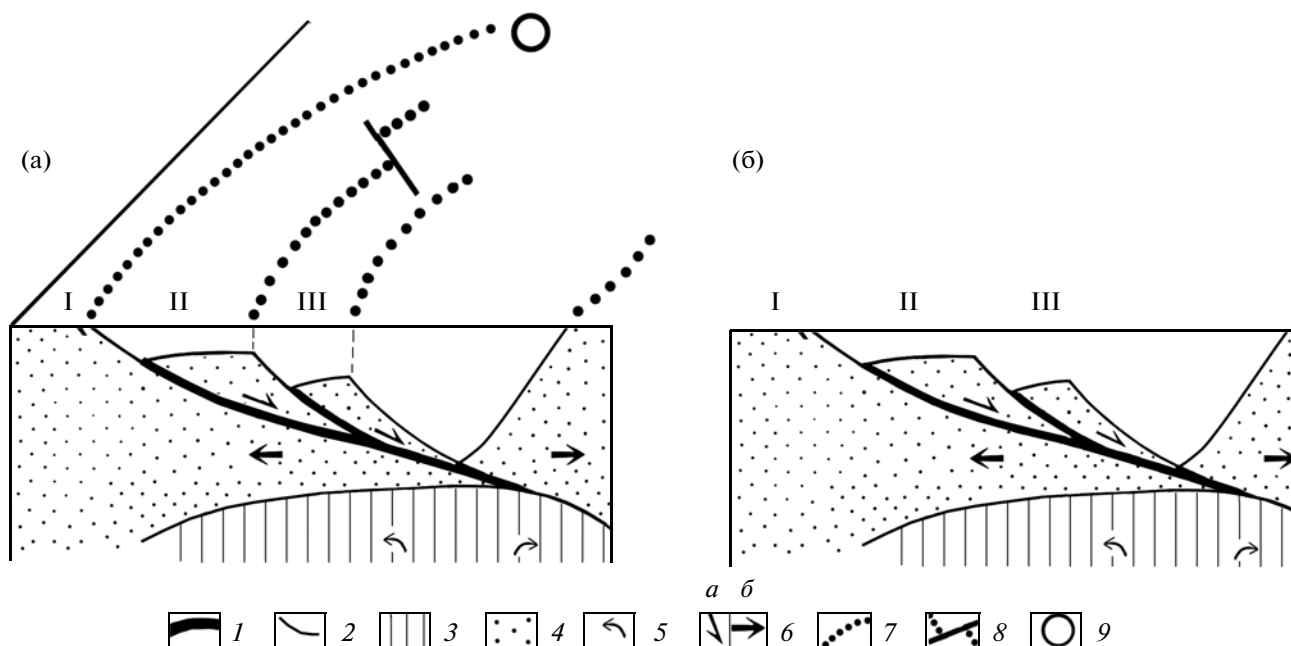
## МОДЕЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ОТКОЛЕ МАРВИН СПУРА ОТ ХРЕБТА ЛОМОНОСОВА

Среди моделей формирования континентальных рифтов в отношении внутренней их структуры предложено [1, 7] две основные модели – модель симметричного рифта Маккензи [21], известная еще как модель чистого сдвига (pure shear), и модель асимметричного рифта, или простого сдвига (simple shear), предложенная Вернике [23, 24 и др.].

В модели Д. Маккензи плечи рифта симметрично ступенчато погружаются к его оси; ступени разделяются наклоненными к оси листрическими, т.е. выполаживающимися с глубиной сбросами. Развитие модели растяжения Д. Маккензи предложено в работах [23–26], учитывающих асимметрию многих рифтов, их геологические и геофизические особенности. Листрический сквозьлитосферный разлом разделяет литосферную плиту и выходит на поверхность, образуя “зону отрыва” верхней части плиты от нижней. По Б. Вернике, часть рифта, прилежащая к зоне отрыва, называется проксимальной, а противоположная – дистальной. По мере усвершенствования модели простого сдвига и создания гибридных моделей предполагалось, что магматическая активность может быть асимметричной относительно оси рифта, и соответствующие экстрезивы могут оказаться на одном из флангов хребта [12, 28 и др.]. В низах литосферы предусматривалось, под ярусом хрупких деформаций, существование яруса пластических деформаций. По мере растяжения висячее проксимальное крыло осложняется ступенчатой системой листрических сбросов, в то время как на другом дистальном крыле существует пологая зона главного сброса с ее метаморфитами. При этом по мере растяжения сбросы изгибаются и выполаживаются в своей нижней части, становятся листрическими. Опускание блоков по таким сбросам может сопровождаться их вращением (опрокидыванием), а степень растяжения может распределяться неравномерно, например, возрастать от краев рифтовой зоны к ее центру. Ведущая роль отводится крупному магистральному (с уклоном до 10° и более) сбросу, смещающему всю литосферу.

Для случая котловины Макарова (рис. 5) растягивающие напряжения могут быть следствием работы верхнемантийного возвратного потока [4–6], восстанавливаемого в Арктическом океане по томографическим данным.

Модифицированная нами модель Б. Вернике имеет и прикладное геофизическое значение. Согласно ей оползающее крыло может быть разбито квазипараллельными протяженными разломами на серию континентальных блоков (рис. 5а). Вдоль листрического сброса, проникающего до магмати-



**Рис. 5.** Модель (перспективный вид – а и фронтальный профиль – б) сползания относительно хребта Ломоносова (I) по поверхности магистрального разлома отрога Марвин Спур (II) и отрога хребта Альфа (III) в соответствии с модификацией схемы Б. Вернике. 1 – магистральный разлом, насыщенный материалом глубинных пород низов коры и верхней мантии; 2 – поверхность фундамента; 3 – мантийные породы; 4 – породы континентальной коры; 5 – направление восходящих потоков в мантии котловины Макарова в до палеоценовое время по [5]; 6 – направление смещения локальных оползающих блоков (а) относительно растягивающейся подстилющей коры (б). 7 – проекции на уровень моря границ оползающих блоков; 8 – разлом смещения между оползающими блоками; 9 – эйлеров полюс.

ческих очагов в нижней части или в основании коры, могут подниматься магматические расплавы и застывать в разломах между такими оползающими континентальными блоками. Хотя деформация в этой зоне на мантийном уровне имеет характер пластического течения, тем не менее, находящаяся под высоким давлением магма может продвигаться вдоль нее, используя микротрещины и механизм магморазрыва. Расплавы могут формировать экструзивные тела собственного состава, отличного от состава оползающих блоков. Экструзивные тела могут характеризоваться, в том числе, своими магнитными свойствами, которые будут ответственны за магнитные аномалии. Если границы между оползающими блоками будут вытянуты на многие километры (рис. 5а), то вдоль них будут наблюдаться и вытянутые (линейные) магнитные аномалии, рожденные указанным выше контрастом магнитных свойств. Эти аномалии не будут связаны с процессом спрединга дна, а будут иметь структурную природу.

По мере растяжении литосферы будет происходить внедрение многочисленных даек основного состава в растягивающуюся континентальную кору согласно механизму, изложенному в работе [14 и др.]. При этом будут формироваться магнит-

ные аномалии, отвечающие переходу от континентальной коры к океанической. Разрыв континентальной коры, насыщенной дайками основного состава, может произойти в любом ослабленном участке между любыми оползающими блоками, и начнется формирование океанической коры, со спрединговыми линейными магнитными аномалиями, как для случая котловины Макарова показано в работе [16]. Если простирание оси спрединга будет наследовать направление сбросовых разломов, разделение между аномалиями магнитного поля структурной и спрединговой природы может быть в определенной мере затруднено.

С позиций модифицированной модели Б. Вернике удастся объяснить разность глубин стыкуемых изобат как следствия разномасштабного сползания по плоскости сквозлитосферного разлома (и, тем самым, разномасштабного заглужения в процессе откола) периферических районов континентальной коры относительно основного тела хребта Ломоносова. Модельные представления, изложенные в настоящей работе, представляют собою модификацию схем [23–26] с учетом [12, 14, 28 и др.] и являются дальнейшим развитием взглядов, изложенных в работах [9–11].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенных расчетов проведено восстановление осей двух зон откола периферических континентальных фрагментов хребта Ломоносова (Марвин спура и локального блока хребта Альфа) от его основного тела в пригренландской части котловины Макарова. Определены эйлеровы полюса и углы поворота, описывающие процесс откола.

Важным обстоятельством реконструкции является выявление разности глубин стыкуемых изобат в сотни метров. Это обстоятельство, скорее всего, отражает факт разномасштабного сползания по плоскости сквозьлитосферного разлома и, тем самым, разномасштабного заглужения в процессе откола периферических районов континентальной коры от основного тела хребта Ломоносова в соответствии с модифицированной схемой Б. Вернике, изложенной в настоящей работе.

На основании проведенной реконструкции удается провести восстановление первичного рельефа дна перед отколом оползающих фрагментов хребта. Для случая пригренландской части хребта Ломоносова получено, что первоначально периферические участки возвышались над основной поверхностью хребта Ломоносова примерно на полкилометра и более.

Автор благодарит С.С. Кулявцева за помощь в расчетах.

Работа выполнена в рамках Государственного контракта № 01/14/21-11 от 23.04.2010 г.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. М.: Научный мир, 2007. 456 с.
2. Жмур В.В., Сапов Д.А., Нечаев И.Д. и др. Интенсивные гравитационные течения в придонном слое океана // Изв. РАН. Сер. Физическая. 2002. Т. 66. № 12. С. 1721–1726.
3. Зоненшайн Д.Д., Ломизе М.Г., Рябухин А.Г. Пособие к практическим занятиям по геотектонике. М.: Изд-во МГУ, 1990, 95 с.
4. Лаверов 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. 2012. № 2. С. 4–19.
5. Лаверов Н.П., Лобковский Л.И., Кононов М.В. и др. Геодинамическая модель развития Арктического бассейна и примыкающих территорий для мезозоя и кайнозоя и внешняя граница континентального шельфа России // Геотектоника. 2013. № 1. С. 3–35.
6. Лобковский Л.И., Вержбицкий В.Е., Кононов М.В. и др. Геодинамическая модель эволюции Арктического региона в позднем мезозое – кайнозое и проблема внешней границы континентального шельфа России // Арктика. Экология и экономика. 2011. № 1. С. 104–115.
7. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: КДУ, 2005. 560 с.
8. Шрейдер А.А. Линейные магнитные аномалии Северного Ледовитого океана // Океанология. 2004. Т. 44. № 5. С. 768–777.
9. Шрейдер Ал.А. Раскрытие глубоководной котловины Черного моря // Океанология. 2005. Т. 45. № 4. С. 592–604.
10. Шрейдер Ал.А. Формирование глубоководной котловины Черного моря. М.: Научный мир, 2011. 216 с.
11. Шрейдер Ал.А., Лобковский Л.И., Шрейдер А.А. Особенности раскрытия Канадской котловины Северного Ледовитого океана // Океанология. 2013. Т. 53. № 4. С. 539–549.
12. Barbier F., Duverge J., Le Pichon X. Structure profonde de la marge Nord-Gascogne. Implications sur le mécanisme de rifting et de formation de la marge continentale // Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine. 1986. V. 10. P. 105–121.
13. Bullard E., Everett J., Smith A. The fit of continents around Atlantic. Symposium on continental drift // Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1965. V. 258A. P. 41–51.
14. Cochran J. The Gulf of Aden: structure and evolution of a young ocean basin and continental margin // J. Geophys. Res. 1981. V. 84. P. 263–287.
15. Cochran J., Edwards M., Coakley B. Morphology and structure of the Lomonosov Ridge, Arctic Ocean // Geochem. Geophys. Geosys. 2006. V. 7. Q05019, 26 p.
16. Dossing A., Jackson H., Matzka J. et al. On the origin of the Amerasia Basin and the High Arctic Large Igneous Province—Results of new aeromagnetic data // Earth Planet. Sci. Lett. 2013. V. 363. P. 219–230.
17. Langinen A., Lebedeva-Ivanova N., Gee D., Zamansky Ya. Correlations between the Lomonosov Ridge, Marvin Spur and adjacent basins of the Arctic Ocean based on seismic data // Tectonophysics. 2009. V. 472. P. 309–322.
18. Lebedeva-Ivanova N. Geophysical studies bearing on the origin of the Arctic ocean digital comprehensive summaries of Uppsala dissertations from the faculty of science and technology 729 // Uppsala Univ. 2010. 79 p.
19. Lebedeva-Ivanova N., Summary of Arctic-related research and ideas. Arctic Ocean History, From Speculation to Reality (A Workshop to Prepare for Arctic Ocean Scientific Drilling) Bremerhaven, 2008. P. 25.
20. Mair J.A., Forsyth D.A. Crustal structures of the Canada basin near Alaska, the Lomonosov Ridge and adjoining basins near the North Pole // Tectonophysics. 1982. V. 89. P. 239–254.
21. McKenzie D. Some remarks on the development of sedimentary basins // Earth Planet. Sci. Lett. 1978. V. 40. P. 25–32.
22. Miller E.L., Verzhbitsky V.E. Structural studies near Pevek, Russia: Implications for formation of the East Siberian Shelf and Makarov Basin of the Arctic Ocean. Geology, geophysics and tectonics of Northeastern Russia // EGU Publication Series. 2009. V. 4. P. 223–241.

23. *Wernicke B.* Low-angle normal faults in the Basin and Range Province: nappe tectonics in an extending orogeny // *Nature*. 1981. V. 291. P. 645–648.
24. *Wernicke B.* Uniform sense normal simple shear of the continental lithosphere // *Can. J. Earth Sci.* 1985. V. 22. P. 108–125.
25. *Wernicke B., Burchfiel B.* Modes of extensional tectonics // *J. Structural Geol.* 1982. V. 4. P. 105–115.
26. *Wernicke B., Tilke P.G.* Extensional tectonic framework of the U. S. Central Atlantic passive margin I I Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic margins // *AAPG Memoir*. 1989. V. 46. P. 7–21.
27. [www.topex.ucsd.edu/html/mar\\_topo.html](http://www.topex.ucsd.edu/html/mar_topo.html) (IBCAO) 2012.
28. *Ziegler P., Cloetingh S.* Dynamic processes controlling evolution of rifted basins // *Earth Sci. Rev.* 2004. V.64. P. 1–50.

## Model of the Marvin Spur Separation from the Lomonosov Ridge in the Arctic Ocean

Al. A. Schreider

Calculated restoring of the axes of separation of peripheral continental fragments of the Lomonosov Ridge (Marvin Spur and the local block of the Alpha Ridge) from its main body in the part of the Makarov Basin near Greenland is carried out. Euler poles and the angles of rotation describing the separation process are determined. The depth difference in the joined isobaths depths of hundreds meters is determined. This fact most likely, reflects the fact of different scale slipping on the plane of a lithospheric fault and, thereby, different scale dipping in the process of separation of the peripheral areas of the continental crust from the main body of the Lomonosov Ridge according to the modified scheme of B. Wernicke that was modified in this work. It is possible to carry out restoring of the profiles of primary bottom topography before the separation of the slipping fragments of the ridge. We found that in the regions near Greenland and part of the Lomonosov Ridge, which were originally the peripheral sites, they towered over the main surface of the Lomonosov Ridge as high as approximately half of kilometer and more.