

Д.Г. БАТУРИН
СТРУКТУРА И ГЕОДИНАМИКА ОБЛАСТИ ТРАНСФОРМНЫХ РАЗЛОМОВ
МОЛЛОЙ В СИСТЕМЕ СРЕДИННЫХ ХРЕБТОВ НОРВЕЖСКО-
ГРЕНЛАНДСКОГО ОКЕАНИЧЕСКОГО БАССЕЙНА

Резюме

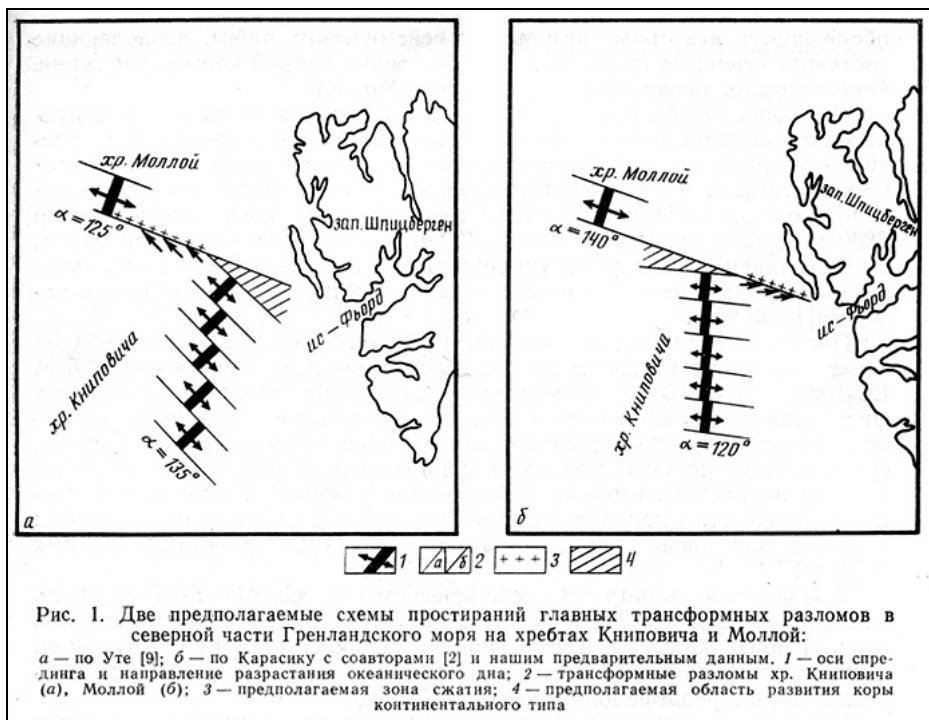
Представляются результаты сейсмических работ МОВ ОГТ 1985-1986 гг. в северной части Норвежско-Гренландского океанического бассейна. Регион между срединными хребтами Книповича и Моллой характеризуется правосторонними сдвиговыми движениями с компонентой сжатия в северо-западной части зоны разломов Моллой и обособлением участка континентальной коры рифтогенного типа в юго-восточной, что является результатом несовпадения направлений разрастания океанического дна величиной около 10° к северу и югу от зоны разломов. В районе зоны сжатия выделяется осадочное тело наподобие аккреционной призмы, но образованной на активной сдвиговой границе плит в северо-западной части области разломов Моллой.

Норвежско-Гренландский бассейн представляет собой самую северную часть естественного продолжения протягивающейся на тысячи километров системы Атлантического океана, хотя по решению Международного гидрографического бюро географически отнесен к Северному Ледовитому океану. Возраст этой океанической впадины, как было определено по результатам 38-го рейса БС «Гломар Челленджер», не древнее эоцена, в то время как большая часть океанических бассейнов Мирового океана ведет свою историю по крайней мере с поздней юры. Норвежско-Гренландский бассейн относительно неширок, наиболее узок в своей северной части. Менее 300 км разделяет шельфы Гренландии и Шпицбергена на широте 80° . Все эти данные в совокупности позволяют предполагать, что тектоника Гренландского моря совсем юна, еще «не скрыта от глаз», не замаскирована мощными осадочными толщами, как это произошло, например, с пассивными континентальными окраинами Атлантического океана.

В глубоководной части Гренландского моря располагается хребет Книповича, продолжающий в северном направлении цепочку срединно-океанических хребтов Северной Атлантики. Фиксация эпицентров современных землетрясений [*Husebye et al., 1975*], а также непрерывность рифтовой долины и присутствие осевой магнитной аномалии при переходе от хребта Мона на юге к хребту Книповича на севере позволяют предполагать, что последний тоже является в настоящее время активным рифтом [*Talwani & Eldholm, 1977*].

Характерная особенность строения Норвежско-Гренландского бассейна - сближение в его северной части срединно-океанического хребта Книповича с континентальным склоном Западного Шпицбергена, которое происходит приблизительно в районе $78^\circ 30'$ с.ш. Таким образом, этот хребет занимает асимметричное положение в бассейне Гренландского моря, «прижимаясь» к его восточной окраине. Далее в северном направлении он не прослеживается, сочленяясь по системе трансформных, разломов северо-западного простираения с непротяженным (около 60 км) срединговым центром - хребтом Моллой (рис. 1).

Область сочленения хребтов Книповича и Моллой - одна из наименее исследованных частей бассейна Гренландского моря, так же как и Шпицбергенская зона разломов, вдоль которой хребет Моллой соединяется со срединно-арктическим хребтом, Гаккеля. Эта область получила название зоны разломов Моллой [*Vogt et al., 1981*], или по другим данным [*Литвин и Дибнер, 1976*], разлом Королевский, что отражает ее величину, выразительность и значение в качестве одной из центральных структур в северной части акватории.



С плитотектонических позиций принято считать, что приблизительно 60 млн. лет назад начался и 36 млн. лет назад закончился первый этап раскрытия Норвежского и южной части Гренландского морей, а также Евразийского глубоководного бассейна [Talwani & Eldholm, 1977; Myhre et al., 1982]. Гренландия при этом в качестве самостоятельной плиты перемещалась мимо Баренцевоморской окраины Евразийской плиты на северо-запад вдоль системы трансформных разломов, соединяющих хребты Мона на юге и Гаккеля на севере. Около 36 млн. лет назад произошла реорганизация движения плит, Гренландия причленилась к Северной Америке и начала движение к западу в составе Североамериканско-Гренландской плиты. В результате обстановка между Гренландией и Шпицбергом от режима сжатия и сдвиговых перемещений, во время которых был образован узкий (10-20 км) и протяженный (до 300 км) Западно-Шпицбергенский ороген, изменилась к режиму растяжения. В итоге произошло раскрытие северной части Гренландского моря, а в регионе между Евразийским бассейном Арктического океана и Норвежско-Гренландским морем развился глубоководный рифт - хребет Книповича.

В результате детальных морфоструктурных исследований дна акватории [Ohta, 1982], а также гидромагнитных работ [Карасик и др., 1985] показано, что раскрытие бассейна вдоль хребта Книповича является симметричным и происходит по оси симметрии общего северо-западного простирания. Хребет, имея кажущееся субмеридиональное простирание, состоит из множества блоков, разделенных густой сетью трансформных разломов северо-западного направления с кулисообразным смещением относительно друг друга сегментов хребта (рис. 1).

В 1985-1986 гг. Морской арктической геологоразведочной экспедицией ПГО «Севморгеология» в этом районе были проведены геофизические исследования на НИС «Геофизик» и «Геолог Дмитрий Наливкин» под руководством автора и А.И. Минина. Общий объем комплексных геофизических профилей, включая МОВ ОГТ, составил >2500 км. В данной работе обсуждаются некоторые результаты сейсмических работ, позволяющие составить основные представления о строении земной коры и характере тектонических движений в зоне разломов Моллой.

Методика работ. Весь объем работ выполнялся по методике непрерывного сейсмического профилирования МОВ ОГТ с 24-кратным перекрытием при фланговой системе отстрела и длительностью записи сейсмического сигнала 6 с в цифровом виде. В

качестве приемного устройства использовалась сейсмическая пьезосейсмографная коса общей длиной 2800 м (длина приборной части 2400 м, вынос - 400 м) 48-канальная, с расстоянием между центрами групп 50 м. Возбуждение сейсмического сигнала проводилось с помощью пневмоисточников общим объемом камер от 10 до 20 л.

Полевые сейсмические материалы обрабатывались впоследствии на береговом вычислительном центре экспедиции в г. Мурманске (ЭВМ ЕС-1035 и ЕС-1010) с применением следующих процедур: полосовая фильтрация, восстановление истинного соотношения амплитуд, обратная фильтрация, пространственно-временная двумерная фильтрация, суммирование по ОГТ, полосовая фильтрация. В результате получены высококачественные итоговые сейсмические разрезы со значительной степенью подавления полнократных волн-помех, что является необходимым условием для проведения сейсмогеологической интерпретации данных МОВ ОГТ.

Сейсмические данные. На сейсмическом разрезе МОВ ОГТ (профиль 86 222), пересекающем зону разлома Моллой в поперечном направлении (рис. 2) признаки тектонических нарушений фиксируются как в строении фундамента (поверхность 2-го океанического слоя) и разрезе осадочного чехла, так и в рельефе дна моря.

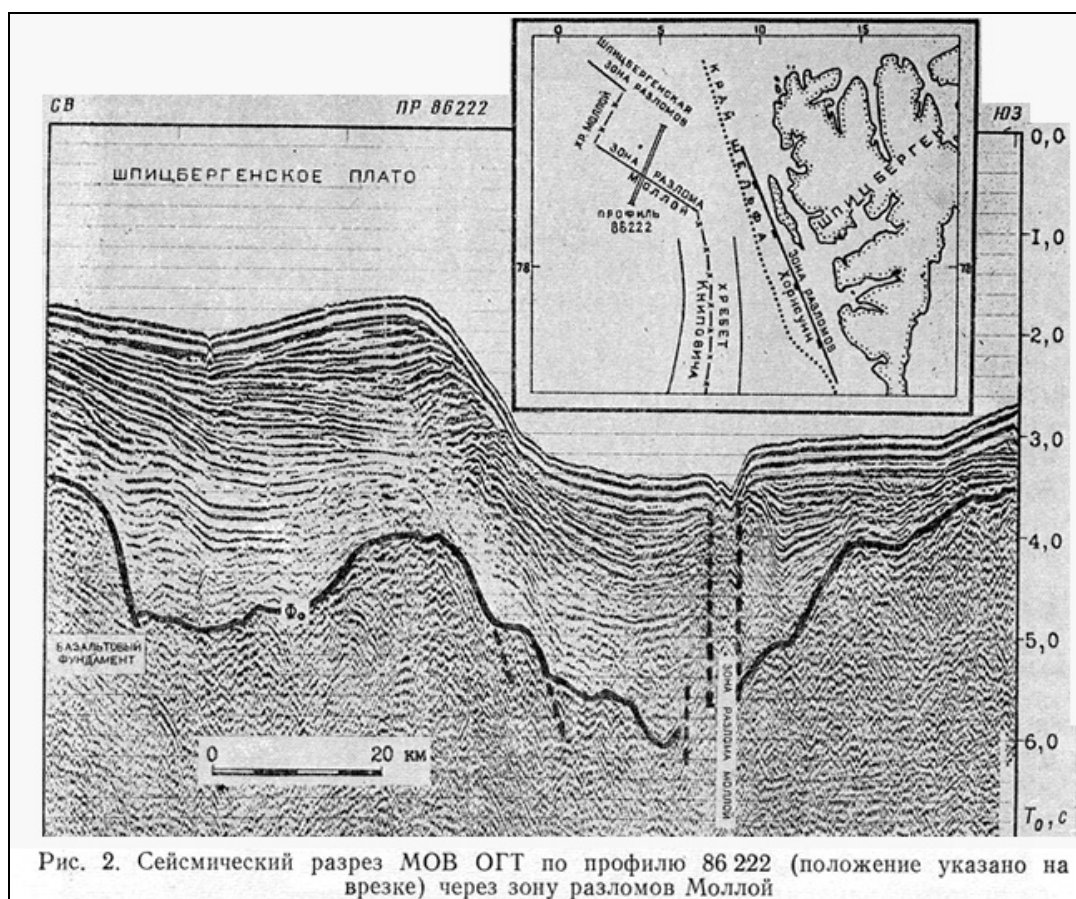


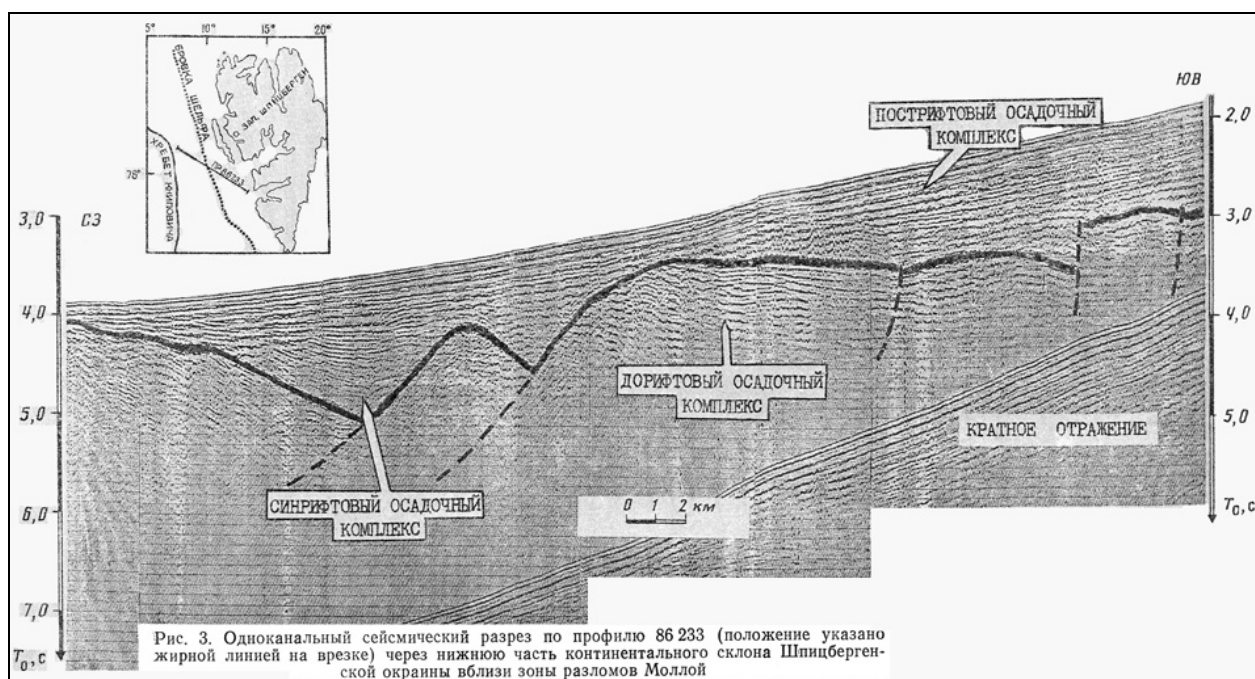
Рис. 2. Сейсмический разрез МОВ ОГТ по профилю 86 222 (положение указано на врезке) через зону разломов Моллой

Морфологически в рельефе дна моря зона разлома выражается в виде асимметричного желоба, расположенного в котловине на глубине ~2600 м. Асимметрия желоба подчеркивается тем, что с севера к нему примыкает Шпицбергенское краевое плато, поэтому перепад глубин дна моря для его северного борта (угол наклона 5°) происходит здесь с 1300 до 2600 м, в то время как для южного (наклон 10°) с 2350 до 2600 м. Собственно зона разлома совпадает с южным бортом желоба.

В структуре осадочного чехла и строении фундамента этой области запечатлены ярко выраженные признаки интенсивных деформаций, происходящих в зоне разлома. Непосредственно в зоне разлома какая-либо слоистость в осадках не фиксируется (появляются хаотические сейсмофации), а в приразломной зоне наблюдается резкое

прекращение прослеживаемости горизонтов осадочного чехла, их «задиры», а также образование складчатых форм. Резкий «раздув» мощности осадочного чехла в приразломной зоне с 2,5 до 5,0 км позволяет предположить наличие в области разломов Моллой седиментационного тела типа аккреционной призмы, но образованной на активной сдвиговой границе двух крупных блоков земной коры.

На продолжении простирания зоны разлома Моллой в сторону континента был получен еще один сейсмический разрез (профиль 86 233), пересекающий в северо-западном направлении Западно-Шпицбергенский континентальный склон (рис. 3), на котором отчетливо видно, что осадочный разрез делится на три различных седиментационных комплекса, отвечающих дорифтовому, синрифтовому и пострифтовому этапам развития континентальной окраины Шпицбергена на этом участке акватории.



Дорифтовый осадочный комплекс разбивается на серию ступенчатых блоков, которые по системе типа листрических сбросов погружаются в сторону глубоководной котловины. При этом устанавливается, что наклон поверхности блоков и параллельных ей внутриблоковых горизонтов постепенно увеличивается по мере погружения блоков в котловину, демонстрируя типичную картину постседиментационных тектонических наклонов. Величина блоков изменяется от 3 до 15 км. Наклон поверхности самого глубокого погруженного блока, находящегося в нижней части континентального склона (глубина моря ~3 км), достигает величины 11-12°. Сейсмические интервальные скорости для пород дорифтового осадочного комплекса колеблются в пределах от 2,4 до 3,4 км/с.

Отложения синрифтового осадочного комплекса развиты в пределах межблоковых грабенов. Они характеризуются конседиментационными тектоническими наклонами, что свидетельствует об одновременности осадконакопления и «подворотах» блоков дорифтового комплекса на син-рифтовом этапе по механизму сбросов листрического типа.

Пострифтовый осадочный комплекс характеризуется проградационным клином отложений в виде пологих клиноформ (рис. 3). Картина пологого подошвенного прилегания горизонтов комплекса к поверхности блоков дорифтового этапа свидетельствует о доседиментационном характере тектонических наклонов блоков по отношению к перекрывающим осадкам. Таким образом, формирование верхнего

седиментационного комплекса происходило после завершения активного сбросообразования, т.е. на пострифтовом этапе.

В качестве одного из наиболее важных выводов, вытекающих из рассмотрения представленных материалов, следует отметить факт развития в нижней части континентального склона рифтогенной коры континентального типа. Подобный результат является несколько неожиданным, поскольку по данным последних исследований в районе Западно-Шпицбергенской континентальной окраины было установлено [Eldholm et al., 1987; Myhre et al., 1982; Myhre & Eldholm, 1988], что зона перехода континент-океан в этом регионе располагается непосредственно вблизи или несколько западнее (на 10-30 км) зоны разломов Хорнсунн, вытягивающейся в субмеридиональном направлении на внешней части шельфа (рис. 2). По нашим данным [Батурин, 1988] ранее также было определено, что граница континент-океан в пределах Западно-Шпицбергенского региона располагается приблизительно под краем шельфа, и, таким образом, континентальный склон здесь почти повсеместно должен подстилаться корой океанического типа.

Объяснение тому факту, что на одном из серии субширотных геофизических профилей через континентальный склон Западного Шпицбергена строение земной коры резко отличается, было найдено в результате рассмотрения общей картины строения и геодинамики области трансформных разломов Моллой.

Согласно современным представлениям, основанным на комплексе геофизических данных (анализ характера аномального магнитного поля, данные о тепловом потоке, сейсмические и гравиметрические материалы), считается, что хребет Книповича постепенно продвигался в северном направлении, «наступая» на сдвиговую границу плит [Crane et al., 1988; Eldholm et al., 1987; Myhre & Eldholm, 1988]. Таким образом, океаническая кора, сформированная на хребте Книповича, постепенно омолаживается с юга на север. Хребет Моллой, как это следует из существующей плитотектонической схемы, должен быть несколько моложе самой северной части хребта Книповича. Об этом косвенно свидетельствует факт установления в районе хребта Моллой 5-й линейной магнитной аномалии (9 млн. лет), в то время как к западу от хребта Книповича фрагментарно прослежены аномалии до 13-й включительно (36 млн. лет) [Карасик и др., 1985; Vogt et al., 1981].

В районе зоны разломов Моллой в результате решения эпицентров современных землетрясений была установлена правосторонняя компонента сдвиговых перемещений [Savostin & Karasik, 1981]. В то же время согласно одним представлениям [Ohta, 1982] зона сочленения хребтов Книповича и Моллой характеризуется общим простиранием трансформных разломов с азимутом 135° на юге и 125° на севере (рис. 1, а), в то время как по другим данным для района хребта Книповича были установлены простирания трансформных разломов с азимутом 120° [Карасик и др., 1985], а для зоны разломов Моллой 140° (наши предварительные данные) (рис. 1, б). По сообщению Вогта с соавторами [Vogt et al., 1981] о неопубликованных работах Филлипа устанавливается, что между временем становления 13-й и 6-й магнитных аномалий (36-20 млн. лет) движение между Североамериканско-Гренландской и Евразийской плитами имело северо-западное направление, которое изменилось впоследствии на более ССЗ. Таким образом, поддерживается модель перемещений, отвечающая представленной на рис. 1, б.

Нетрудно видеть, что как в том, так и в другом случае движения вдоль разлома Моллой будут сохранять правостороннюю сдвиговую компоненту. Разница заключается в том, что в первом случае (рис. 1, а) зона сжатия, образующаяся в результате взаимодействия океанической коры, формирующейся на хребтах Книповича и Моллой, будет находиться к западу от оси хребта Книповича, а во втором случае (рис. 1, б) - к востоку. В то же время в тыловой части зоны сжатия в районе разлома при подобном взаимодействии двух хребтов должна находиться область (или выступ) реликтовой континентальной коры, ограниченной трансформными разломами (см. рис. 1). В первом

случае подобный выступ будет располагаться на востоке, со стороны Шпицбергена, а во втором - на западе, со стороны Гренландии.

Представленные выше материалы в полной мере подтверждают схему строения региона, описанную на рис. 1, а.

Изложенные выше новые сейсмические данные о строении области разлома Моллой позволяют сделать заключение о том, что движение литосферных плит в этом регионе сопровождается в зоне разлома существенной компонентой сжатия. Не исключено, что подобная картина объясняется здесь взаимодействием с крупными литосферными плитами предположенной ранее [Savostin & Karasik, 1981] малой Шпицбергенской плиты. Для более точных определений кинематики движения всего ансамбля плит в этом труднодоступном в силу суровых природных условий районе Мирового океана требуются дополнительные исследования.

К основным результатам проведенных исследований относятся следующие:

1. Выявлено, что в пределах одного из самых крупных трансформных разломов северной части Гренландского моря - зоне разломов Моллой выделяется область интенсивных деформаций осадочного чехла, а также резкое увеличение его мощности с 2,5 до 5,0 км (аналог аккреционной призмы), обусловленное сдвиговыми перемещениями со значительной компонентой сжатия.

2. В тыловой части зоны разломов Моллой со стороны Шпицбергена под континентальным склоном, в отличие от общей региональной ситуации в районе Западно-Шпицбергенской континентальной окраины, развита рифтогенная кора континентального типа. Здесь выделяются до-рифтовый, синрифтовый и пострифтовый осадочные комплексы.

3. Геодинамическая обстановка в зоне разломов Моллой характеризуется правосторонними сдвиговыми смещениями с компонентой сжатия к северо-западу от хребта Книповича и фрагментацией выступа континентальной коры к юго-востоку. При этом различие в направлениях современного спрединга на хребтах Книповича и Моллой составляет около 10° .

Эта работа посвящается памяти Адольфа Ивановича Минина, который являлся бессменным руководителем научно-исследовательских геофизических рейсов в Арктику от моря Лаптевых до Гренландского бассейна включительно в течение 1979-1986 гг.

Автор выражает искреннюю благодарность всем членам научной группы, участникам морских сейсмических работ, а также Г.А. Норману, сопровождавшему цифровую обработку данных на вычислительном центре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батурич Д.Г. Строение и развитие Шпицбергенской континентальной окраины Норвежско-Гренландского и Евразийского океанических бассейнов: Автореферат дис. канд. геол.-мин. наук: 04.00.10. Апатиты: Кольск. ф-л АН СССР, 1988. 23 с.

2. Карасик А.М., Куташова А.И., Позднякова Р.А., Рождественский С.С. Норвежско-Гренландский бассейн / Геофизические характеристики земной коры Атлантического океана. Л.: Недра, 1985. С. 17-49.

3. Литвин В.М., Дибнер В.Д. Основные черты морфологии дна Норвежско-Гренландского бассейна // Геология моря. Л.: НИИГА, 1976. Вып. 5. С. 69-85.

4. Crane K., Sundvor E., Foucher I.-P. et al. Thermal evolution of the western Svalbard margin // Marine Geophysical Research. 1988. V. 9. № 2. P. 165-194.

5. Eldholm O., Faleide J.I., Myhre A. Continent-ocean transition at the western Barents sea / Svalbard continental margin // Geology. 1987. V. 15. № 12. P. 1118-1122.

6. Husebye E.S., Gjoystdal H., Bungum H., Eldholm O. The seismicity of the Norwegian and Greenland seas and adjacent continental shelf areas // Tectonophysics. 1975. V. 26. P. 55-70.

7. Myhre A., Eldholm O., Sundvor E. The margin between Senja and Spitsbergen Fracture zones: implications from plate tectonics // Tectonophysics. 1982. V. 89. P. 33-50.

8. *Myhre A., Eldholm O.* The western Svalbard margin (74-80° N) // Marine and Petroleum Geology. 1988. V. 5. P. 134-156.
9. *Ohta Y.* Morpho-tectonic studies around Svalbard and Northernmost Atlantic // Arctic geology and geophysics. Calgary: Can. Soc. Petr. Geol., 1982. Mem. 8. P. 415-429.
10. *Savostin L.A., Karasik A.M.* Recent plate tectonics of the Arctic Basin and Northeastern Asia // Tectonophysics. 1981. V. 74. P. 111-145.
11. *Talwani M., Eldholm O.* Evolution of the Norwegian-Greenland sea // Geological Society of America Bulletin. 1977. V. 88. P. 969-999.
12. *Vogt P.R., Perry R. K., Feden R.H. et al.* The Greenland-Norwegian sea and Iceland environment: geology and geophysics // The ocean Basins and Margins: The Arctic Ocean. V. 5. N. Y., 1981. P. 493-598.

Ссылка на статью:



Батурин Д.Г. Структура и геодинамика области трансформных разломов Моллой в системе срединных хребтов Норвежско-Гренландского океанического бассейна. Океанология, т. 30 1990 вып. 3, с. 436-443.

D.G. BATURIN

THE STRUCTURE AND GEODYNAMICS OF THE MOLLOY TRANSFORM FRACTURE ZONE IN RIDGES SYSTEM OF GREENLAND-NORWEGIAN SEA

The results of multi-channel seismic measurements in the North Greenland - Norwegian sea obtained in 1985-1986 are presented. The region between Knipovich and Molloy ridges is characterized by right-lateral strike-slip movements with transpression component at the NW part of the Molloy F. Z. and fragmentation of the rifted continental crust at the SE as a result of flow-line directions disconformity by about 10° in areas to the north and south of the Molloy F. Z. Near the transpressional zone the sedimentary body is outlined which is similar to accretion lens, but which was more probably produced at the active strike-slip boundary of the NW Molloy Fracture Zone.

<http://www.evgengusev.narod.ru/svalbard/baturin-1990.html>