

УДК 551.35

ББК 26.323

Г 15

**Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. Выпуск 2. -
М.:ГЕОС,2010.210с.
ISBN 978-5-89118-545-6**

В настоящем выпуске представлены статьи по вопросам геодинамики, тектонике, геотермии и нефтегазоносное™ российских континентальных окраин Евразии. Представлена концепция деформируемых литосферных плит и Mz-Kz геодинамики Арктического региона. Обсуждаются проблемы существования и миграции природного газа в арктических морях.

Редколлегия:

ак. Ю.М. Пушаровский, ак. Ю.Г. Леонов, ак. Г.Г. Матишов, чл.-к. РАН Л.И. Лобковский, д.г.-м.н. Ю.А. Лаврушин (главный редактор), д.г.-м.н. Э.В. Шипилов, к.г.-м.н. М.Н. Григорьев, к.г.н. В.А. Друщиц (зам. главного редактора), к.г.-м.н. И.А. Чистякова (ученый секретарь)

**Geology and geoecology of Eurasian continental margins. Volume 2. - Moscow:
GEOS,2010.210p.**

This volume comprises a series of separate papers on some geodynamic, tectonic, geothermic, oil and gas problems of the Russian Eurasian continental margins. Special attention is paid to conception of deformable lithospheric plates and Mz-Kz geodynamics of Arctic region. The problems of natural gas existence and migration in the Arctic Seas are discussed.

Editorial board:

ac. Yu.M. Pushcharovsky, ac. Yu.G. Leonov, ac. G.G. Matishov, c.m. L.I. Lobkovsky, D. Sci. Yu.A.Lavrushin (Editor-in-Chief), D. Sci. E.V. Shipilov, Ph.D. M.N. Grigoriev, Ph.D. V.A. Drouchits (Deputy Editor), LA. Chisryakova (Scientific secretary)

© Геологический институт РАН, 2010
© Институт океанологии им. П.П. Ширшова
РАН, 2010 © Мурманский морской
биологический
институт РАН, 2010 © Геологический
консультационный центр

«Гекон», 2010
© Коллектив авторов, 2010
ISBN 978-5-89118-545-6

© ГЕОС, 2010

НЕОТЕКТОНИКА СЕВЕРО-ЗАПАДА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Е.А. Мороз, А.О. Мазарович, А.С. Абрамова, В.Н. Ефимов,
Ю.А. Зарайская, С.Ю. Соколов

Геологический институт РАН, Москва

Введение

Баренцевоморский шельф претерпел длительную историю развития и в настоящее время в его пределах находятся районы проявления неотектонической активности. Говоря об акватории Баренцева моря можно отметить, что в северной части новейшие деформации испытывают структуры окраины шельфа. В данной работе рассматриваются морфологические проявления неотектонических процессов в структуре трога Орли, который расположен к востоку от архипелага Шпицберген. Геологические и геофизические данные, а также сведения о рельефе этой части Баренцева моря практически отсутствуют. Основу данной работы составляет материал, полученный в ходе работы экспедиции 25 рейса НИС «Академик Николай Страхов».

Общая характеристика района

В структурном отношении исследуемая часть Свальбардской плиты представляет собой область распространения шельфовых равнин, седиментогенных и седиментогенно-вулканогенных возвышенностей и плато, подводных каналов и трогов а также континентальных блоков островов (рис. 1).

Архипелаг Шпицберген находится в северо-западной части Баренцева моря и занимает пограничное положение относительно атлантического и арктического океанических бассейнов. Архипелаг состоит из пяти крупных островов и множества мелких. Наиболее крупные острова Западный Шпицберген и Северо-Восточная земля занимают площадь около 52500 км². В строении фундамента архипелага участвуют породы добайкальского и каледонского возрастов [Hardland, 1997].

Разломные зоны Шпицбергена в большинстве своем имеют субмеридиональную ориентировку и по ним заложены основные фиорды, каналы и проливы, такие как Вудфьорд и Хинлопен. На продолжение трога Хинлопен предполагается гигантский подводный оползень, образование которого связывают с повышенной сейсмичностью в данной части континентальной окраины усиленной снятием гляциоизостатической нагрузки [Vanneste et al., 2006].

Острова Земли Франца-Иосифа и прилегающие акватории образуют плато, ограниченное желобами: на западе - Франц-Виктория, на востоке - Св. Анны

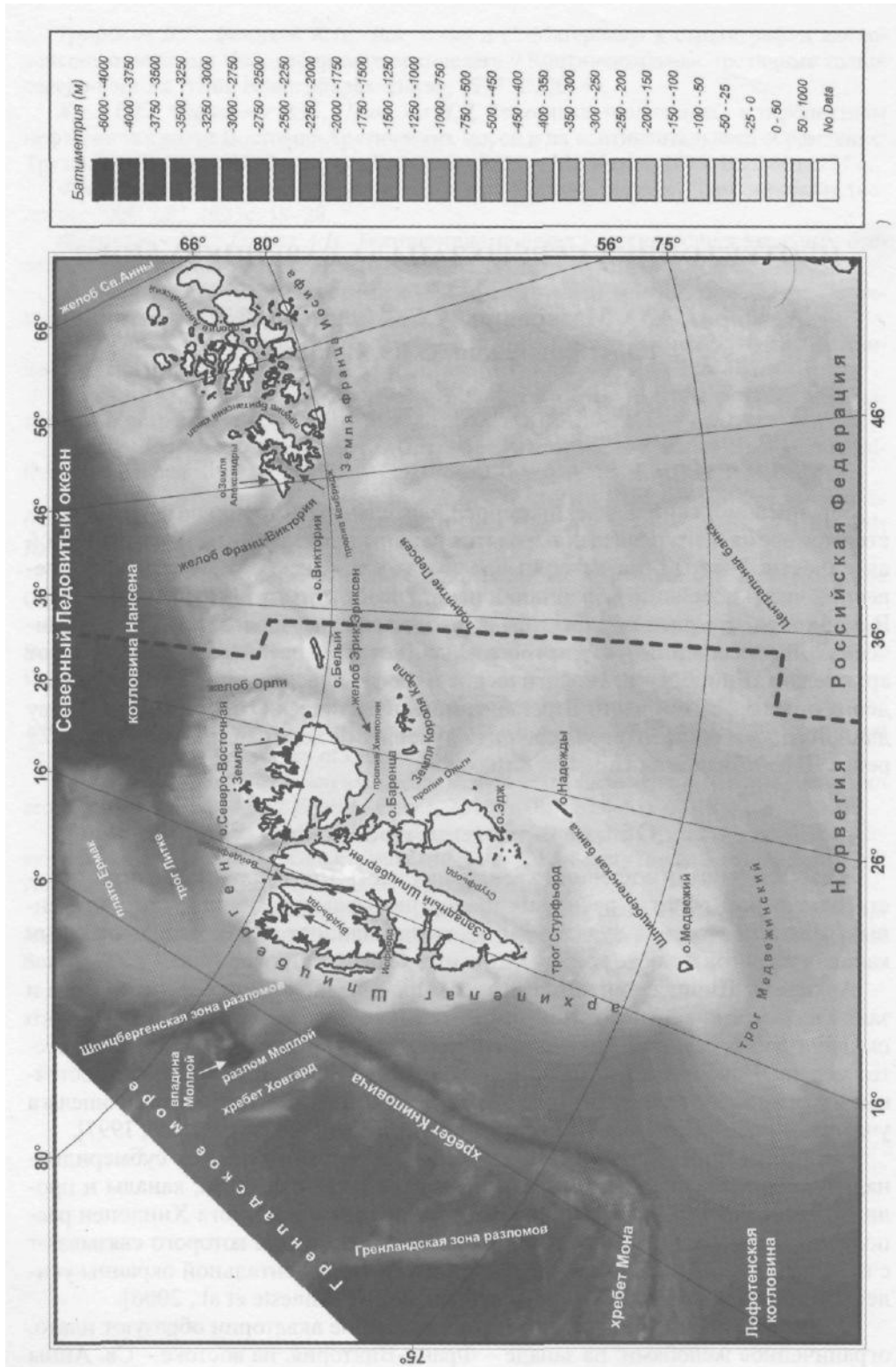


Рис. 1. Общая схема структур северо-западной части Баренцева моря

[Dibner, 1998]. Структура архипелага Земля Франца-Иосифа сильно фрагментирована. Британский канал, Австрийский пролив и другие основные проливы разделяют острова на центральные, западные и восточные группы. Наибольшая концентрация островов прослеживается в северо-западном и северо-восточном направлении. Основное простирание структур северо-западное. Данная закономерность прослеживается во всей группе северных островов и в некоторых южных островах. Особенно отчетливо данная ориентировка прослеживается на Земле Александры и Земле Георга [Dibner, 1998].

Желоб Франц-Виктория находится на северной оконечности шельфа Баренцева моря к западу от архипелага Земля Франца-Иосифа и представляет собой субмеридиональный прогиб, который пересекает континентальный склон Евразии и имеет длину порядка 500 км. Его ширина в южной части составляет 40-90 км, а в северной колеблется от 150 до 300 км. Склон восточного борта желоба по большей части прямой, а западный ступенчатый. Глубины в желобе достигают 470 м, в основном доходят до 250-350 м. В геологическом строении желоба Франц-Виктория участвуют нижнемеловые базальтовые и порфири-базальтовые породы [Дибнер 1978].

История изучения, основные работы по теме

В 1957-1960 гг. в рамках Международного геофизического года был проведен ряд исследований по изучению западных частей Арктики. В 1965 году Шпицбергенская гляциологическая экспедиция института географии АН СССР начала проводить планомерные исследования по изучению ледников Шпицбергена. В 80-90-х годах большое внимание уделялось изучению дна акватории вокруг Шпицбергена. Многочисленными экспедициями как отечественными (ПМГРЭ, ВНИИОкеангеология, МАГЭ, ММБИ), так и зарубежными на научно-исследовательских судах были получены новые материалы по литологии донных отложений, данные о характере рельефа, мощности четвертичных образований, батиметрии фиордов, шельфа, континентального склона и подножия.

Огромный вклад в изучение рельефа арктических морей внес В.Д. Дибнер. Им было написано множество статей по геологии и геоморфологии данного региона. Фундаментальной является книга «Морфоструктуры Баренцева моря» [1978], в которой проведено описание крупных структур рельефа и составлена геоморфологическая карта. Именно В.Д. Дибнер впервые упоминает трог Орли.

Строение Баренцевоморского шельфа, как северной оконечности Восточно-Европейской платформы рассматривается Е.Е. Милановским [1996]. Милановский на тектонической схеме Евразии выделяет структуры меридионального простирания секущие окраину шельфа как рифтогенные. Основополагающие данные о тектонике арктического бассейна изложены в работе В.Е. Хаина [Хаин, 2000]. Эволюции Баренцево-Карской структурной зоны представлена в работах [Богданов, 1997; Батулин, 1988]. Подробное описание тектонического строения Баренцева моря было сделано Б.В. Сениным и соавторами [Сенин и др., 1989]. В данной работе рассмотрена эволюция и особенности геологического и тектонического строения континентальной окраины Арктического бассейна и в частности Баренцево-

морский сектор. Большое количество работ по геоморфологии, истории развития рельефа и неотектонике Баренцева моря было написано Е.Е. Мусатовым.

Тектоническое строение акватории и архипелагов

Северо-западная часть шельфа Баренцева моря располагается на Свальбардской (Баренцевоморской) плите. Фундамент плиты представлен древними гренвильскими породами, на которых залегают распространенные фрагментарно палеозойские и мезозойские осадочные комплексы [Баренцевская..., 1988; Шипилов, Тарасов, 1998]. Начиная с протерозоя до триасового времени на территории Баренцевоморской плиты шло условно непрерывное развитие рифтогенных структур, начало разобщения архейско-протерозойского блока приурочено к возрасту около 2,4 млрд. лет назад [Виноградов и др., 2005]. В рифейское время начинается формирование древнего океана Япетус. Результат каледонской орогении, выражен в структурах Центрального Шпицбергена. Существенная перестройка тектонической структуры региона произошла на рубеже перми и триаса, так как в это время начинает развиваться крупный Восточно-Баренцевский прогиб. Вследствие этого происходит перераспределение и характер осадконакопления. Кроме того, отмечают (Виноградов и др., 2005), что в связи с развитием позднедевонской системы рифтов, которая сопровождалась обширным основным магматизмом в период до триаса происходило разобщение Баренцевоморского региона на ряд крупных блоков, таких как Свальбардский, Адмиралтейский и др. В юрско-меловое время на территории Баренцевоморской плиты происходит формирование обширных шельфовых областей. В последующий позднемеловой и раннекайнозойский этап фактически окончательно формируется современная структура Свальбардской плиты. Районы рифтинга заняли периферийное положение, а в центральных частях плиты получили свое развитие шельфовые бассейны.

Наиболее интенсивное поднятие региона происходило в олигоцене и миоцене. Большая часть шельфа в этот этап времени испытывает переработку экзогенными процессами и 15-6 млн. лет назад, а современный морской бассейн был сформирован около 6 млн лет назад [Зархидзе, 1992; Крапивнер, 2007]. На окраине шельфа по данным работы [Мусатов, 1998] амплитуда неотектонического прогибания в желобах составляла 300-500 м, а поднятия краевых архипелагов около 200 м.

Если привести данные об уровнях морских террас на прилегающих массивах суши, то можно видеть, что интенсивность неотектонических поднятий весьма велика. На архипелаге Шпицберген морские террасы обнаружены на высотах более 80 метров [Forman et al., 2004]. На архипелаге островах земли Франца-Иосифа подводные морские террасы послеледникового времени по данным Е.Е. Мусатова [1989] установлены на высотах 35 м. Наибольшие значения неотектонического поднятия архипелага Шпицберген, вероятно, компенсируются прогибанием трогов окраины шельфа. Следовательно, район отличался существенной дифференциации вертикальных движений.

Трог Орли - геоморфология и тектоника

Характерной особенностью окраинных частей Баренцева моря является наличие крупных отрицательных морфоструктур, которые в литературе имену-

ются трогами и (или) желобами. В тектоническом отношении они представляют собой грабены или грабенообразные формы, сформированные в результате одновременных тектонических и геоморфологических процессов. Существуют дискуссии относительно их времени заложения и генезиса. Следует отметить, что трогии расположены на всей протяженности континентальной окраины Баренцева и Карского морей. В восточной Арктике подобные образования не известны. Парагенезис этих структур с хребтом Гаккеля позволяет предполагать, что их развитие связано с эволюцией систем средин но-океанических хребтов Мона-Книпович-Гаккеля.

На западе Баренцева моря выделены желоба (с юга на север) Зюйдкапский, Медвежинский и Сторфьорд. На севере - ряд трогов севернее Шпицбергена, восточнее которых расположены желоба-трогии Орли, Франц-Виктор и я и Св. Анны. По-видимому, такая картина структурного плана континентальной окраины отражает зоны основных направлений рифтинга в мезозой-кайнозойское время. По одной из гипотез, образование окраинных грабен-желобов было связано с развитием докембрийских рифтов, которые претерпели длительную эволюцию, определили ослабленные зоны, выраженные на современном структурном плане. С другой стороны предполагается, что формирование периферийных рифтогенных прогибов происходило с позднемелового времени и на рубеже палеоцен-эоцена и данные структуры испытали активизацию, которая проявилась по всей площади внешнего шельфа [Сенин и др. 1989]. В свою очередь интерпретация окраинных трогов-желобов как структур активных в неотектонический этап приводится в построениях М.Л. Вербы [Верба, 2007]. Также отмечается, что возраст заложения грабенообразных прогибов восточной части Баренцева моря является более поздним по сравнению со структурами западной части. Так приблизительное время заложения трога Орли определяется келловеем, а желоба Франц-Виктория и Св. Анны титонем и аптом соответственно.

Новые данные относительно рельефа и геологического строения северной части шельфа Баренцева моря и континентального склона Евразии были получены в результате экспедиционных работ 25 рейса НИС «Академик Николай Страхов». Работы проходили в российском и норвежском секторах Баренцево-морского шельфа. Исследования проводились в районе 23° в.д.—57° в.д. 78° 40' с.ш.-81° 40' с.ш. Детальная батиметрическая и геофизическая съемка проводилась в районе трога Орли к северу от 80° 20' (рис. 2).

Первичные данные по батиметрии были получены на многолучевом эхолоте марки RESON Seabat. Высокочастотное акустическое профилирование проводилось на профиллографе Edgetech 3300. Обработка данных многолучевой батиметрической съемки и визуализация производились в программном пакете PDS 2000. В ходе обработки полученных данных были установлены следующие особенности строения данного района.

В троге Орли были выполнены 3 полигона батиметрической съемки с перекрытием. Первый полигон располагается на юге желоба и охватывает днище с прилегающими склоновыми частями. Второй полигон расположен в 15 км к северу и соответствует средней части трога 80° 38' с.ш. На нем было выполнено 10 галсов, и он также охватывает в основном глубоководную часть структуры. Третий полигон располагается устьевой части трога при выходе его на континентальный склон. Одновременно с батиметрической съемкой про-

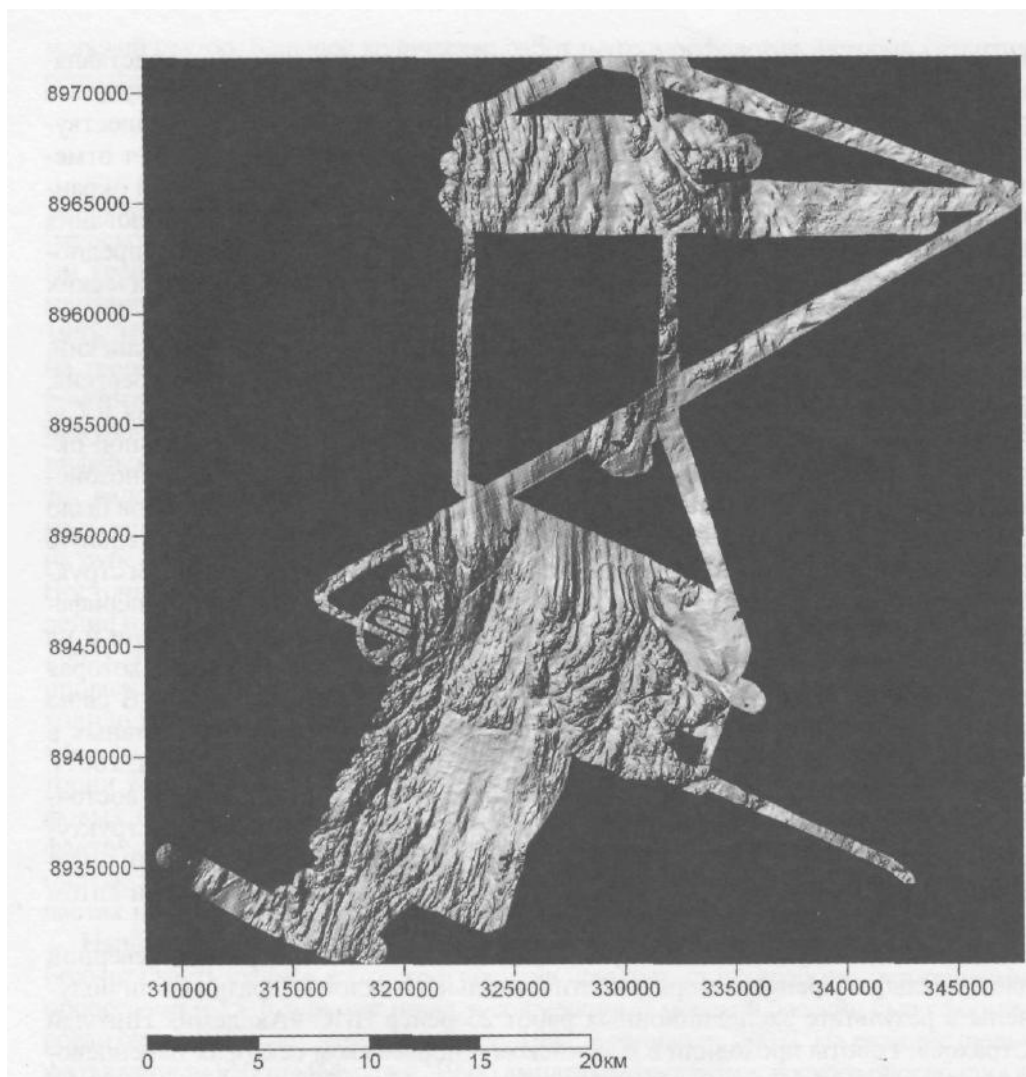


Рис. 2. Карта отененного рельефа трога Орли (составлена С.Ю. Соколовым, Ю.А. Зарайской, А.С. Абрамовой, А.О. Мазаровичем, Е.А. Морозом). Координаты - UTM 37, м

изводилось непрерывное сейсмическое профилирование и высокочастотное профилирование.

Желоб Орли представляет собой крупную депрессию субмеридиональной ориентировки с неоднородной конфигурацией дна и ассиметричным поперечным профилем. По размерам данное образование уступает таким желобам Франц-Виктория и Св. Анны. Однако генезис и особенности эволюции трога Орли и аналогичных структур на северной окраине Баренцевоморского шельфа представляются схожими.

Морфоструктура трога Орла представляет собой грабен, который имеет сложное морфологическое строение. При подробном рассмотрении данных профилографа и НСП можно увидеть большое количество сбросовых наруше-

ний, несогласия осадочных толщ. В трого также проводились измерения теплового потока, которые являются чрезвычайно аномальными в целом для Баренцева моря и достигают 520 мВт/м- [Хуторской и др., 2009]. Данная ситуация отражает сложное глубинное строение данной зоны. Верхняя часть осадочного чехла желоба представляет собой толщу моренных отложений последнего оледенения. Это подтверждается данными отбора донных образцов и характером высокочастотной сейсмоакустики [Зайончек и др., 2010].

Рельеф трого достаточно расчлененный по сравнению с аналогичными структурами на западной части шельфа. Грабен-желоба окраины Баренцево-морского шельфа часто наследуют древние структуры разрыва. Длительная геологическая история развития шельфа предопределила основные направления деструкции внешней его части. Это в первую очередь связано с тем, что раскрытие арктического бассейна происходило сравнительно недавно, и проявление неотектоники в этом регионе наиболее значительно. В условиях сжатия переходных зон Евразийской континентальной окраины со стороны системы срединно-океанических хребтов Книпович-Мона и хребта Гаккеля сформировались определенные условия для неравномерной деструкции земной коры на внешней части шельфа. Данный геодинамический режим региона определил блоковую структуру периферии Баренцево-морской плиты.

Ширина трого меняется в пределах от 20-25 на юге, до более чем 80 км на севере. Днище трого имеет разветвленный характер и имеет глубины свыше 400 м. Особенно ярко данная ситуация выражена в районе в северу 80° 20' с.ш. Вверх по склону глубины уменьшаются до 100 м. Восточный склон трого более пологий и имеет крутизну в первые градусы. На обоих склонах на сейсмических профилях выделяются нарушения осадочных толщ. Западный склон обладает несколько большим уклоном. В днище желоба наблюдается широкое распространение гряд. Большинство возвышенностей имеют простирание, аналогичное основной ориентировке желоба, однако присутствуют и поперечные гряды. Преобладающее количество гряд имеет линейно вытянутую форму. Часть возвышенностей представляют собой изометричные структуры. Относительное превышение гряд над поверхностью дна от 70 до 200 м. Максимальное превышение составляет 250 м. На склонах хорошо видны несколько ступенчатых перепадов. Амплитуда высот в пределах 20-30 м.

Крупные гряды разбиты на небольшие блоки. Разломы имеют северо-восточную и север-северо-западную ориентировку. Разломные понижения имеют ширину от первых метров до 300^100 м. Следует отметить, что направления основных разломных зон в пределах трого Орли соответствует направлению разломов трогов Шпицбергена и в свою очередь северо-западные структуры отмечаются в пределах архипелага Земля Франца-Иосифа и его акватории.

В южной части полигона в районе 80° 23' с.ш на дне дрога ярко выражен грядовый рельеф. Относительные превышения составляют 75-100 м. Хаотично залегающие акустически непрозрачные отложения данного района свидетельствуют о гляциальной природе данных горизонтов. Значительное расчленение этого участка трого вероятно указывает на активность постледниковых эрозионных врезов (рис. 3).

Характерной особенностью является изменение направления структуры днища. Главная депрессия выражена на всем протяжении трого, однако существует ряд перемычек, разделяющий ее на сегменты. В районе 80° 20' с.ш. тальвег

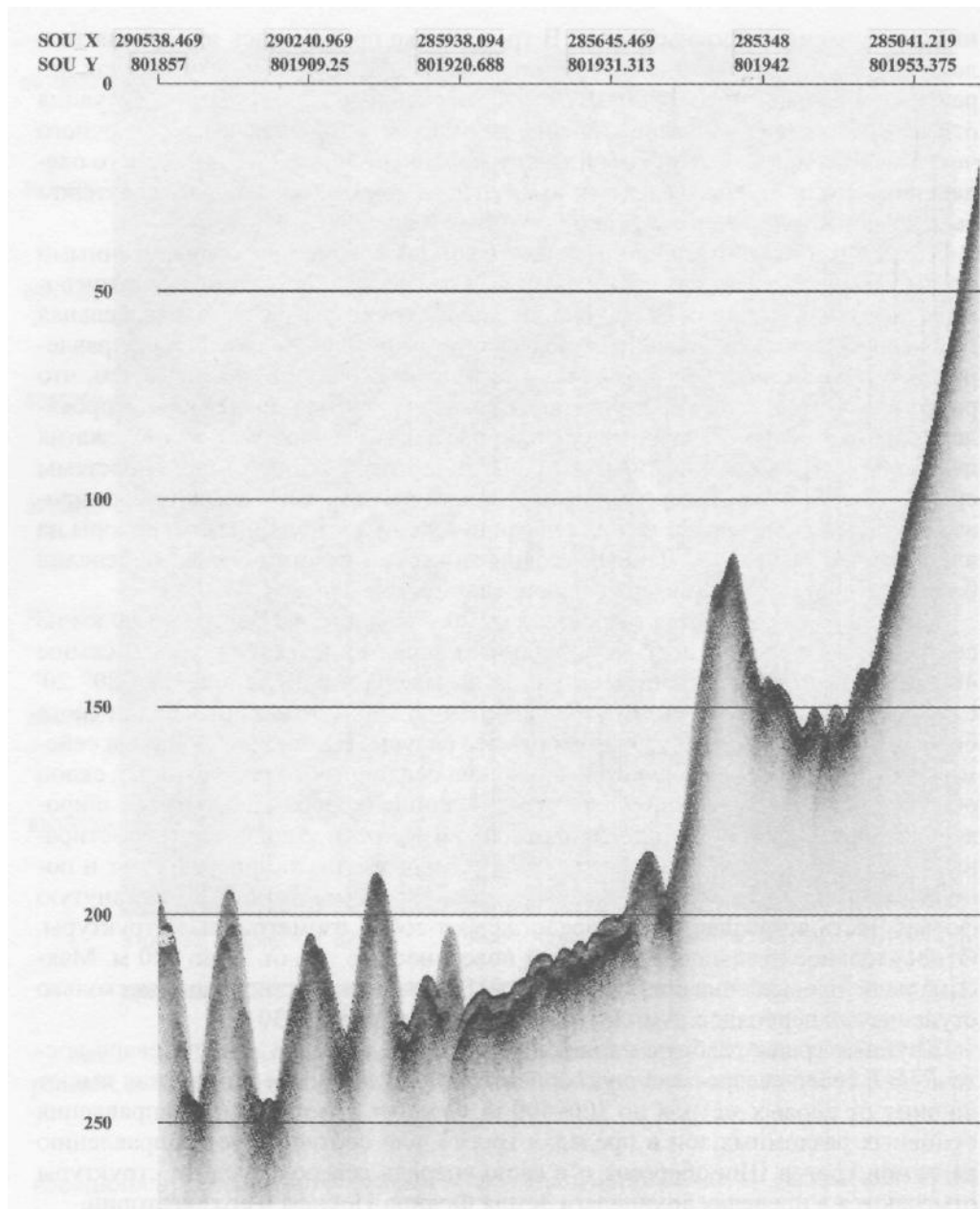


Рис. 3. Фрагмент профиля высокочастотного профилирования в районе в южной части трога Орли

Вертикальная развертка в миллисекундах. По горизонтали координаты широта, долгота в градусах, минутах, секундах (ххууzz)

выражен в виде двух сравнительно узких ложбин шириной до 400 м, которые ориентированы субмеридионально. При продвижении на север приблизительно через 6 км ложбина расширяется и приобретает вид небольшой котловины

шириной до 2,5 км. Наиболее глубокая часть расположена у подножья западного склона желоба. У восточного склона идет постепенное уменьшение глубины. В данном месте наблюдается изгиб депрессии в северо-восточном направлении. Вероятно, что такие деформации русла связаны с новейшими сдвиговыми движениями. Далее на север в днище выражен перегиб продольного профиля, который спускается в направлении континентального склона в углубленный участок трога (430[^]50 м), имеющий северо-западное направление структурных форм. В данном районе характерно заполнение осадочным материалом депрессий фундамента. На склонах имеются оползневые образования, которые, возможно, получили свое развитие в результате вертикальных блоковых смещений. К северу от депрессии наблюдается возвышенный участок, представляющий собой сочетание платообразных блоков, разделенных ложбинами.

Далее, в средней части трога, глубины возрастают и в днище составляют около 570 м. Структура расширяется, и склоны приобретают более ровный характер. Меняется и характер распределения осадочных масс в осевой зоне. Устьевая часть трога имеет корытообразный профиль. В этом районе днище желоба расширяется и представляет собой хорошо выраженную в рельефе отрицательную структуру. Глубины постепенно увеличиваются при выходе на континентальный склон. Севернее 80° 40' с.ш. русло желоба становится значительно шире. Разветвление на отдельные каналы практически исчезает. На склонах трога в этом участке осадочные породы залегают несогласно и на сейсмических профилях прослеживаются разрывные нарушения осадочных масс и фундамента. В этом участке трога на профиле высокочастотного профилирования выполненного в крест простираения основной ориентировке трога наиболее четко отражаются амплитуды вертикальных смещений на склонах и в днище, которые достигают 50 метров (рис. 4, 5).

Системой субмеридиональных галсов в районе между 81° с.ш. и 81° 15'с.ш. был выполнен полигон охватывающий верхнюю часть континентального склона. На расстоянии 35-40 км происходит быстрое увеличение значений глубины от 200 до 2500 м. На нем отчетливо видно выравнивание поперечного профиля желоба Орла [Мазарович и др., 2009]. На континентальном склоне трог постепенно вырождается. Глубины здесь превышают 1000 м. Ширина более 100 км. Формы донного рельефа, наблюдаемые в данном районе, представляют собой извилистые аккумулятивные гряды, созданные деятельностью мутьевых потоков [Мазарович и др., 2009].

При переходе от устьевой части трога Орли к континентальному склону на профилях НСП обнаруживаются блоки оползневых тел, которые наблюдаются с глубины около 2 км и распространены практически до подножья. По-видимому, существует связь между активными участками континентальной окраины в данном районе с концентрацией оползневых тел.

Заключение

Морфология днища и склонов, аномально высокий тепловой поток и современное сбросообразование свидетельствует о том, что рельеф трога имеет в своей основе неотектоническую природу. Наиболее четко это проявляется при анализе поперечных профилей склонов. На них видно, что отдельные блоки смещаются по разломам с различной амплитудой, средние значения которой составляют 15-20 м. Образование многочисленных долин и каналов в днище

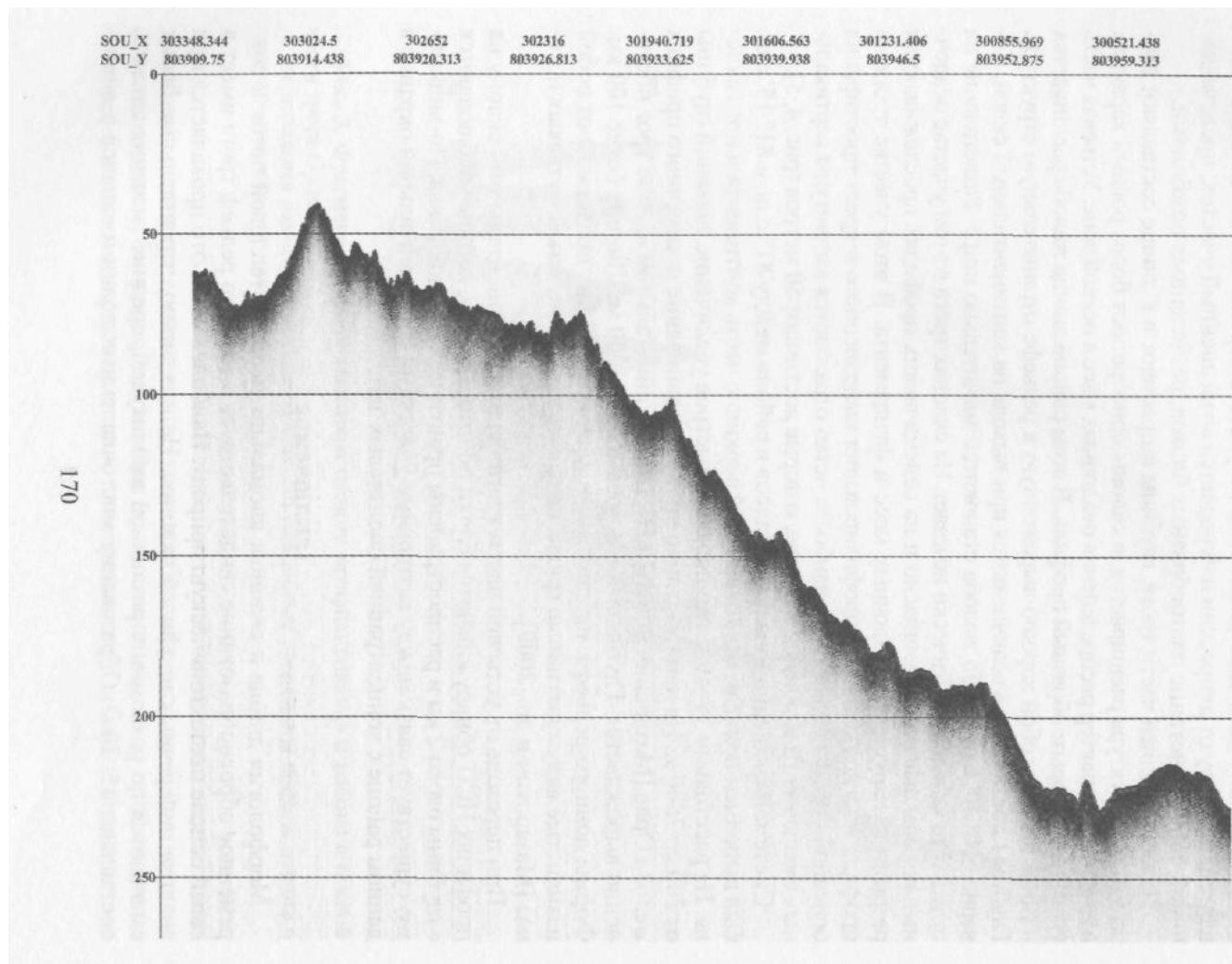


Рис. 4. Фрагмент профиля высокочастотного профилирования на склоне в районе в центральной части трога Орли

Вертикальная рачвержка в миллисекундах. По горизонтали координаты широта, долгота в градусах, минутах, секундах (ххууzz)

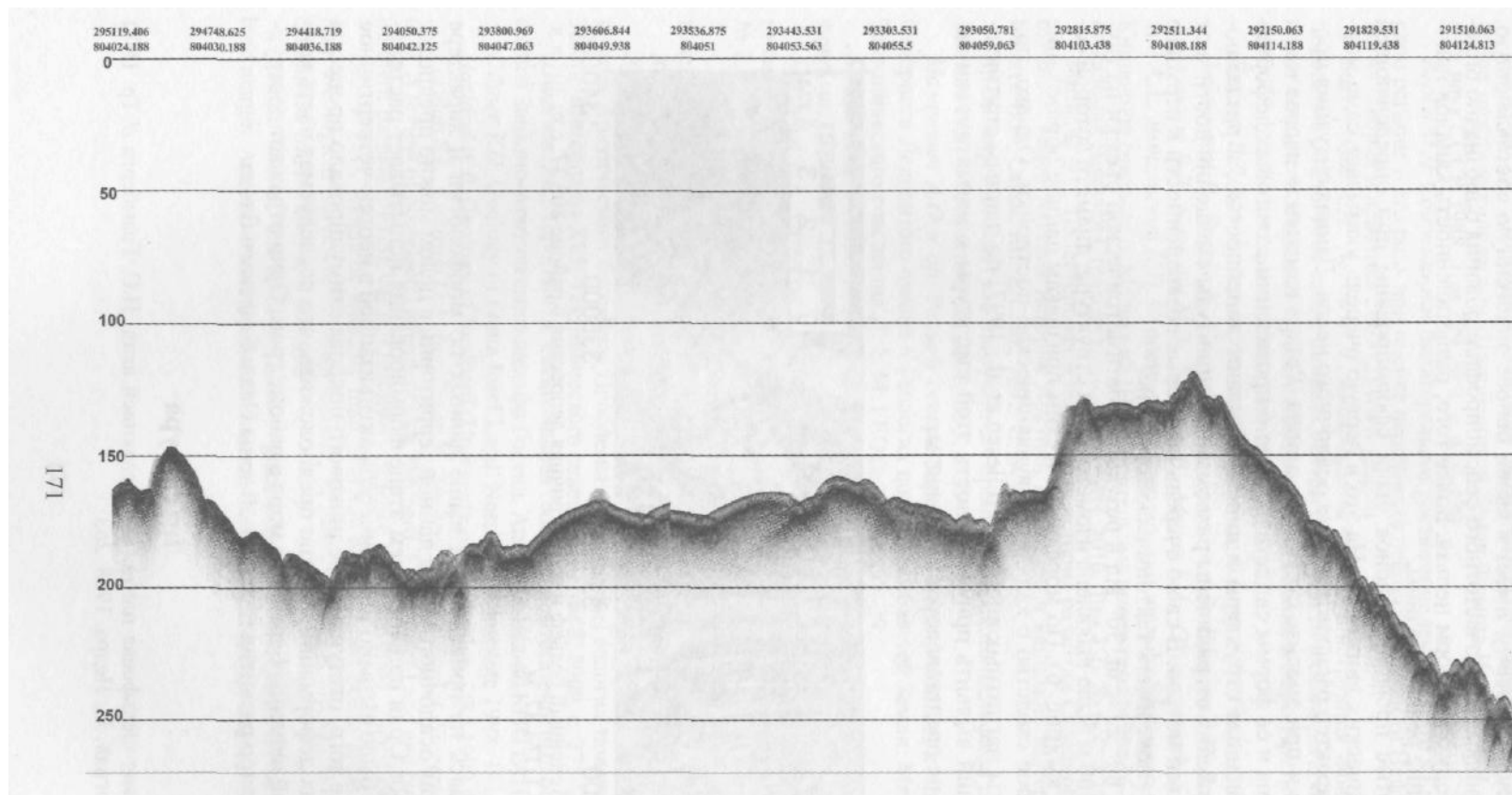


Рис. 5. Фрагмент профиля высокочастотного профилирования дна центральной части трого Орли
 Вертикальная развертка в миллисекундах. По горизонтали координаты широта, долгота в градусах, минутах, секундах (ххуузз)

структуры, судя по всему, имеет в своей основе эндогенную составляющую, хотя на профилях высокочастотного сейсмопрофилирования однозначно определить природу этих форм нельзя. Более того, разветвленность каналов напминает древние речные долины.

Ступенчатые профили склонов были сформированы при определяющей роли тектонических движений. На это в первую очередь указывает сама морфология и характер распространения осадочного чехла. Данная ситуация прослеживается и при анализе структуры дна. Резкое изменение направления депрессии дна и ее формы свидетельствует о проявлении сдвиговых деформаций. Возвышенные структуры в днине обладают линейностью, и разделяющие их понижения отграничены разломами. Амплитуды смещений достигают первые десятки метров. В свою очередь некоторые возвышенности в верховье трога могут также иметь тектонический генезис.

В районе $80^{\circ} 27'$ с.ш. 30° в.д в результате батиметрической съемки на глубине около 300 м была выявлена изометричная структура, диаметр которой составляет 1,5 км (рис. 6). По морфологическим признакам данное образование имеет большое сходство с кальдерой вулканической постройки. Однако, при анализе карты магнитных аномалий [Olesen et al., 1997] по данным спутниковых измерений выявить приуроченность этой структуры к магматически-активной зоне не представляется возможным.

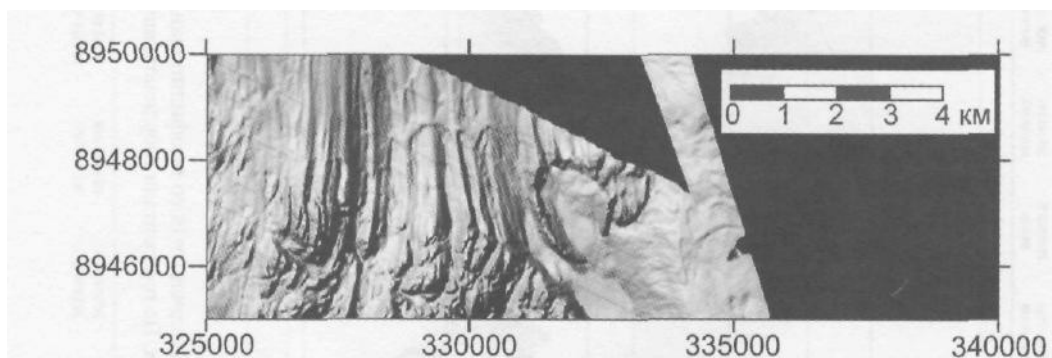


Рис. 6. Оттененный рельеф и изометричная депрессия в районе $80^{\circ} 27'$ с.ш 30° в.д. Координаты - UTM 37, м

Основываясь на приведенных выше данных по морфологии и характере распределения осадочного чехла данной территории в целом можно предположить, что трог Орли на настоящем этапе формирования испытывает растяжение, которое было вызвано тектонической активизацией в неоген-четвертичное время. Кроме того, отступление ледникового покрова стимулировало процессы вертикальных деформаций. Можно предположить, что исследуемая часть континентальной окраины Баренцева моря в районе трога Орли отражает деструктивный характер развития переходной зоны Свальбардского блока.

Литература

Баренцевская шельфовая плита. Под редакцией акад. И.С. Грамберга // Тр. ПГО «Севморгеология». Л.: Недра, 1988. 263

Батурич Д.Г. Строение и эволюция континентальной окраины Евразийского бассейна между архипелагами Шпицберген и Земля Франца-Иосифа // Доклады Академии наук СССР. 1988. Том 299, № 2, с. 419-423

Верба М.Л. Современное билатеральное растяжение земной коры в Баренцево-Карском регионе и его роль при оценке перспектив нефтегазоносное™ Нефтегазовая геология. Теория и практика 2007 (2) www.ngtp.ru

Виноградов А.Н., Верба М.Л., Митрофанов Ф.П. Реконструкция эволюции и моделирование рифтогенно-коллизийных систем Евро-Арктического региона // Формирование основ современной стратегии природопользования в Евро-Арктическом регионе, 2005: <http://www.kolasc.net.ru/russian/ksc75/1.3.pdf>, *Дибнер В.Д.* Морфоструктура шельфа Баренцева моря // Л.: Недра, 1978. 211 с.

Зайончек А.В., Брекке Х., Соколов С.Ю., Ермаков А.В., Ефимов В.Н., Зарайская Ю.А., Ахмедзянов В.Р., Калинин Н.Д., Кохан А.В., Мороз Е.А., Ольшанецкий Д.М., Разумовский А.А., Ямпольский К.П. Строение зоны перехода от шельфа Баренцева моря к хребту Книповича севернее о. Медвежий (Предварительные результаты работ 26-го рейса НИС «Академик Николай Страхов») // Доклады РАН. 2010, Том 430, № 6, С. 824-829

Зархидзе В.С. Палеогеновая и неогеновая история развития Северного Ледовитого океана // Геологическая история Арктики в мезозое и кайнозое. Материалы чтений памяти В.Н. Сакса. Кн. 2, СПб., 1992. С. 6-28

Крапивнер Р.Б. Быстрое погружение Баренцевоморского шельфа за последние 15-16 тысяч лет // Геотектоника, 2006, № 3. С. 39-51.

Мазарович А.О и др. Рельеф севера Баренцева моря и континентального склона Северного Ледовитого океана // Геология полярных областей Земли. Материалы XLII Тектонического совещания. Т. 2. М. ГЕОС, 2009. С.27-29.

Мусатов Е.Е. Развитие рельефа Баренцево-Карского шельфа в кайнозое // Геоморфология. 1989. № 3. С. 76-84

Мусатов Е.Е. Структура кайнозойского чехла и неотектоника Баренцево-Карского шельфа по сейсмоакустическим данным // Российский журнал наук о Земле. Том 1, №2, 1998. с 157-183.

Сенин Б.В., Шипилов Э.В., Юнов А.Ю. Тектоника Арктической зоны перехода от континента к океану // Мурманск, 1989, 278 с.

Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов. - М.: Научный мир, 2001. -606 с:

Хуторской М.Д., Подгорных Л.В., Леонов Ю.Г., Ермаков А.В., Ахмедзянов В.Р. Геотермия Арктического бассейна: Проблемы и решения. Геология полярных областей Земли. Материалы XLII Тектонического совещания. Том 2, 2009, с. 275-279.

Шипилов Э.В., Тарасов Г.А. Региональная геология нефтегазоносных осадочных бассейнов Запад но-Арктического шельфа России. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. 306 с.

Dibner V.D. Geology of Franz Josef Land. Norsk Polar institute 1998. 191 p.

Harland W.B. Geology of Svalbard (University of Cambridge, UK) 1997 537 p.

Forman S.L., Lubinski D.J., Inglyfsson V., Zeeberg J.J., Snyder J.A., Siegert M.J., Matishov G.G. A review of postglacial emergence on Svalbard, Franz Josef Land and Novaya Zemlya, northern Eurasia. // ELSEVIER. Quaternary Science Reviews; 2004; 23():1391-1434.

Olesen O.C. Magnetic anomaly map, Norway and adjacent ocean areas. Scale 3 million. Geological Survey of Norway. Gellein, J., Habrekke, H., Kihle, O., Skilbrei, J.R. and Smethurst, M.A. 1997. 1: 3 000 000

Vaneste M. et al The Hinlopen Slide: A giant submarine slope failure on the northern Svalbard margin, Arctic Ocean // Earth and Planetary Science Letters 245, 2006, p. 373-388.