

## НОВЕЙШАЯ ТЕКТНИКА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ШЕЛЬФА

Мороз Е.А.

Геологический институт РАН, Москва, Россия

*e-mail: morozzea@gmail.com*

В ходе работ 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов» (2007 г.) были получены новые данные о морфологии, геологическом строении и новейшей тектонике северо-западной части Баренцевоморского шельфа. С использованием комплекса современных методов (батиметрическая съемка, высокочастотное и непрерывное сейсмопрофилирование) впервые установлены характерные черты морфологии разных сегментов трогов Орли и Эрик-Эриксен, а на акустических разрезах достоверно выявлены многочисленные признаки неотектонической активности - дизъюнктивные деформации сбросо-взбросового типа, подтверждающие предположение о рифтогенном происхождении указанных депрессий на шельфе.

**Ключевые слова:** неотектонические деформации, трог, рифтогенные структуры, Баренцево море, Баренцевоморский шельф.

### NEOTECTONICS OF NORTH-WESTERN PERIPHERY OF THE BARENTS SEA SHELF

The new data on morphology, geological structure and the latest tectonics for north-western part of the Barents Sea shelf have been obtained during the 25th expedition of the R/V "Akademik Nikolai Strakhov" (2007). The characteristic features of the morphology for the different segments of the troughs Orli and Erik-Eriksen have been first established using the complex of modern methods (bathymetric survey, high-frequency and continuous seismic profiling). Numerous signs of neotectonic activity i.e. disjunctive deformations of thrust-fault type confirming the rift origin of depressions on the shelf have been identified reliably on the acoustic sections.

**Keywords:** neotectonic deformations, trough, rift origin structures, the Barents sea, the Barents sea shelf.

#### Введение

Детальные сведения о геолого-тектоническом строении, рельефе дна и истории геологического развития северо-запада Баренцева моря к настоящему времени выполнены лишь для незначительной по площади части территории в прибрежной области шельфа, а также в районах интенсивной разведки и добычи полезных ископаемых. В данной работе приводятся новые данные о неотектонике и строении рельефа краевой части Баренцевоморского шельфа – района, характеризующегося в целом невысокой геолого-геофизической изученностью. Используемые материалы получены в ходе экспедиционных работ 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов» (в 2007 году) [1] в Баренцевом море. Начальник рейса – Зайончек А.В.

К слабо изученным территориям относятся краевые части шельфа, где получили широкое развитие грабен-желоба и/или трого – крупные линейные структуры. Понимание хода развития этих морфо-структур крайне важно в контексте реконструкции геолого-тектонической истории Баренцевоморской шельфовой плиты. Особенностью данных структур является их распространение в Баренцево-Карском регионе и отсутствие в восточно-арктическом секторе. Наиболее принятой является гипотеза о рифтогенной природе трогов-желобов [2].

#### Методы исследования

При исследовании строения рельефа и осадочного чехла были использованы следующие методы: многолучевая батиметрическая съемка, высокочастотное акустическое профилирование и непрерывное

сейсмическое профилирование.

Аппаратный комплекс НИС включает в себя глубоководный и мелководный модули, объединенные в единой гондоле. Глубоководный модуль Seabat 7150 с рабочей частотой 12 кГц использовался на глубинах более 700 м. На глубинах менее 700 м использовался мелководный модуль Seabat 8111 с частотой 100 кГц. Ширина полосы обзора перпендикулярно движению судна составляет 150° и 1.5° поперек трассы. Запись, визуализация и первичная обработка батиметрических данных, включающие в себя фильтрацию и удаление сигналов низкого качества, производились в программном пакете PDS 2000. Картирование верхней части осадочного чехла производилось на непараметрическом профилографе Edgetech 3300 с модулируемым сигналом частотой от 2-6 кГц и длительностью 40 мс.

При интерпретации данных высокочастотного акустического профилирования использовалась методика точечного фиксирования акустических аномалий (пикирование) на временных разрезах. По ряду признаков, таких как потеря яркости, хаотизация рефлекторов, смещения амплитуды отражающих горизонтов по трассе и пр., возможно выделение и классификация геологических объектов, а также определение их параметров с точностью до 1 м. В исследуемых районах между архипелагами Шпицберген и Земля Франца-Иосифа такой подход применяется впервые.

Данная процедура осуществлялась в программной среде RadexPro 3.96. Суть методики точечного пикирования заключается в идентификации

морфологических и геологических элементов и структур, особенностей деформаций осадочного чехла и вариаций его физических характеристик, выраженных в акустическом поле и вынесение их на карту.

#### Геолого-тектонический очерк

Западно-Арктическая континентальная окраина Евразии относится к типу пассивных. В то же время Баренцевоморский шельф имеет ряд особенностей тектонического строения, что позволяет говорить о его специфике в сравнении с пассивными континентальными окраинами классического типа. К характерным особенностям шельфа в пределах Баренцева моря относятся: существенно большая площадь шельфовой зоны, наличие крупных депрессий рельефа глубиной до 500-600 м, приуроченных к рифтогенным структурам [2,3]. Район Баренцева моря практически асейсмичен, за исключением его запада, где зафиксированы землетрясения с глубинами гипоцентров от 10 до 33 км и магнитудами до 6. Мелкоглубинные сейсмические события были зафиксированы современными сейсмическими станциями (каталог Совета национальной системы сейсмических сетей США, CNSS) на архипелаге Новая Земля (пролив Маточкин Шар и юго-запад южного острова) с магнитудами до 6.8.

В геолого-тектоническом отношении дно Баренцева моря слагается структурами разного возраста и морфологии и, преимущественно, расположено на континентальной коре докембрийского возраста (Свальбардская (или Баренцевоморская) плита), которая претерпела несколько этапов деструкции в пермское время и в мезозое [4].

Свальбардская плита, по существующим представлениям [5], занимает практически всю терри-

торию Баренцевоморского шельфа. Ее кристаллический фундамент, сложенный магматическими и метаморфическими породами добайкальского (архей-протерозойского) возраста, представлен гренвильскими комплексами, которые выходят на поверхность на о-ве Северо-Восточная Земля, а также на Новой Земле [6] и байкалидами Тиманского кряжа. Эти породы, чаще всего, перекрыты мощной толщей осадочных пород палеозоя, мезозоя и, реже, кайнозоя [7,8]. Характерным элементом морфоструктуры изучаемого сектора Баренцевоморского шельфа являются протяженные и достаточно глубокие желоба (троги), разделяющие отдельные блоки в пределах поднятий, осложняющие периферийные зоны крупных архипелагов (Шпицберген, Земля Франца Иосифа) (рис. 1). Среди крупнейших желобов северо-запада Баренцевоморского бассейна – трог Орли (другие названия – трог Орла, трог Стуррё, трог Квитоя), трог Эрик-Эриксен, желоб Франц-Виктория и др. Длина трогов-желобов достигает сотен километров, а ширина – 100-120 км.

Анализ карт геофизических полей Баренцевоморского региона (в частности, карты распределения аномалии Буге [9]) показывает, что для окраинных трогов северной части шельфа характерны значения до 60 мГал в средней части и до 80-100 мГал в приустьевой части (рис. 2). Фоновые значения аномалий Буге для поверхности шельфа составляют до 35 мГал, для материкового склона и подножья – от 80 до 200 мГал, для ложа Северного Ледовитого океана – менее 200 мГал. Значение аномалии Буге на шельфе, согласно [10], отражает рельеф наиболее контрастной и близкорасположенной плотностной границы – кровли акустического фундамента. Повышение значений аномалии

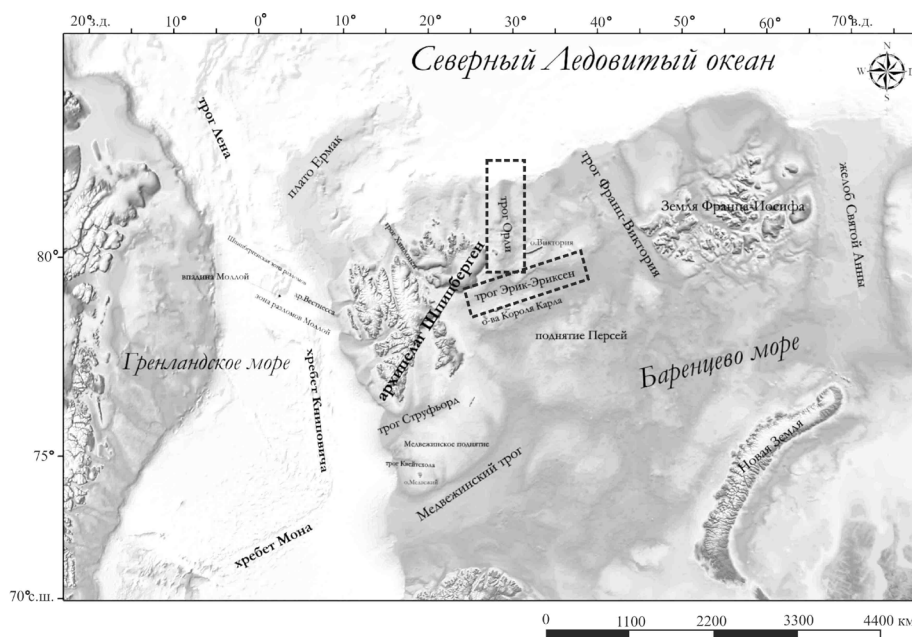


Рис. 1. Обзорная схема района исследования и местоположение ключевых полигонов

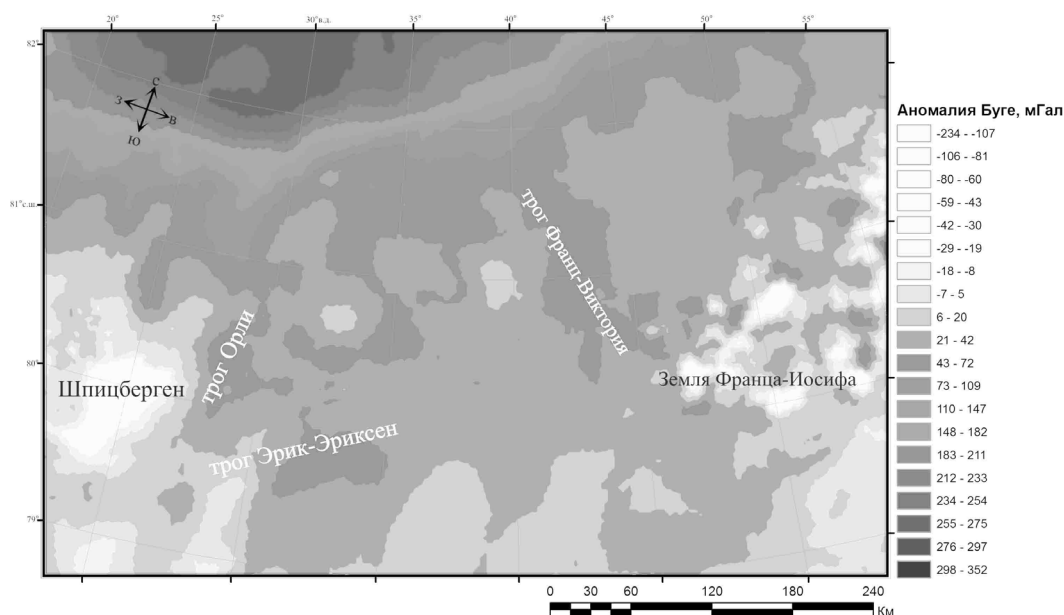


Рис. 2. Карта распределения аномалии Буге в пределах северной части Баренцевоморского региона (с использованием [21])

Буге в пределах окраинных трогов, по-видимому, свидетельствует о близком расположении к поверхности дна коренных пород фундамента Баренцевоморской плиты.

В целом изучаемая территория северо-западной окраины Баренцевоморского шельфа характеризуется пониженной мощностью неоген-четвертичного осадочного чехла. Причина этого – в неотектоническом поднятии, как следствие, в интенсивной денудации в мессинское время [11] и сносе терригенных осадков в зону материкового склона и подножья Норвежско-Гренландского бассейна и Северного Ледовитого океана [8,12]. В неогеновое время континентальный режим продолжал господствовать на всей площади шельфа между Шпицбергом и Землей Франца-Иосифа.

Четвертичные осадки залегают с четко выраженным угловым несогласием [13] на различных типах горных пород возрастом от докембрия на востоке Свальбарда до нижнего мела [14,15]. Значительные объемы терригенных осадков ранне-среднечетвертичного возраста, вероятно, были уничтожены ледниковой экзарацией во время последнего оледенения [16] на северной окраине Баренцевоморского шельфа. В ходе послеледниковой трансгрессии на шельфе сформировался плащ обводненных текучепластичных гляциально-морских и морских осадков. Для этих толщ характерна горизонтальная слоистость и акустическая прозрачность. По литологическому составу осадки представлены алевроито-глинистыми илами во впадинах и прогибах и преимущественно песками на поднятиях и близ островов [11].

Обрушение континентальной окраины северо-западной части Баренцева моря в ходе раскрытия молодого бассейна Северного Ледовитого океана

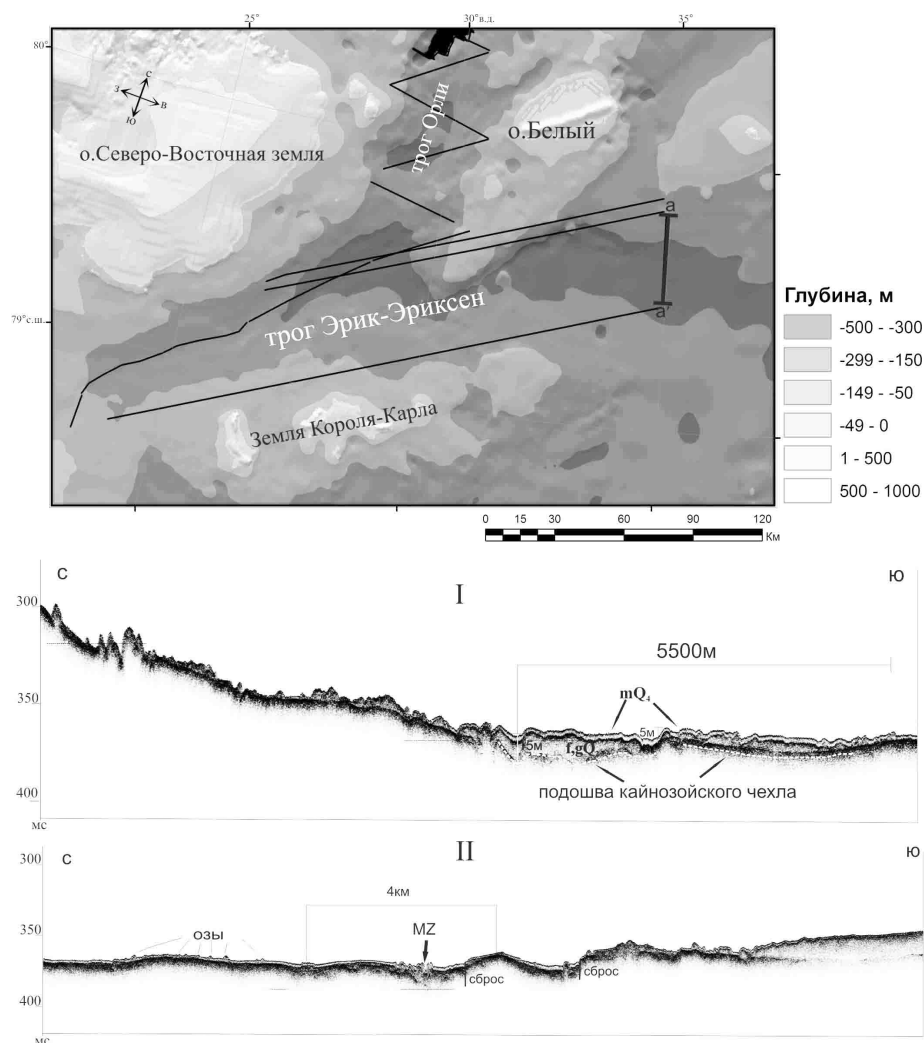
[17] является закономерным процессом для пассивных континентальных окраин. В результате реализации напряжений в краевой зоне шельфа активизируются процессы тектонической деструкции по рифтогенным структурам – трогам. Новые данные о многочисленных разрывных нарушениях маломощного четвертичного осадочного чехла в трогах Орли и Эрик-Эриксен указывают на неотектоническую активность северо-западной периферии Баренцевоморского шельфа.

#### Строение верхней части осадочного чехла и неотектонические деформации

##### Трог Эрик-Эриксен

Трог Эрик-Эриксен расположен на северо-западе Баренцева моря - от пролива Хинлопен до южной части трога Франц-Виктория более чем на 300 км с запад-юго-запада на восток-северо-восток по азимуту  $65^{\circ}$ - $70^{\circ}$  (см. рис. 1). С юга трог Эрик-Эриксен ограничен поднятием Короля Карла, а с севера поднятиями островов Северо-Восточная Земля и Белый архипелага Шпицберген, которые разделены трогом Орли. С последним в районе  $28^{\circ}58'$  в.д. трог Эрик-Эриксен соединяется через систему порогов.

В рельефе дна трог Эрик-Эриксен представляет собой широкую асимметричную депрессию (рис. 3), которая состоит из двух крупных прогибов (западный и восточный), расположенных на эшелонированной системе региональных разломов северо-западного простирания. Дно трога характеризуется сложным, отчасти реликтовым, рельефом с сочетанием комплексов структурно-тектонического, эрозионного и гляциального генезиса. Многочисленные вертикальные нарушения фиксируются как в бортовых частях, так и в днище трога. Ширина трога по бровкам в верхней части составляет 50 км, увеличиваясь до 80 км в области сочленения



**Рис. 3.** Рельеф, строение осадочного чехла и положение промерных галсов 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов» в трого Эрик-Эриксен. Верхний слой осадочного чехла по линии а-а: I – в восточной части трого; II – в западной части трого

с трогом Орли. Максимальная ширина 110-115 км достигается в восточном сегменте, в области сочленения с трогом Франц-Виктория (см. рис. 3). Максимальные глубины в трого Эрик-Эриксен составляют 350-370 м и приурочены к депрессиям у подножья северо-западного борта, которые контролируются крупными региональными сбросо-сдвиговыми нарушениями.

По данным непрерывного сейсмического профилирования и высокочастотного акустического профилирования, верхняя часть разреза представлена маломощными кайнозойскими отложениями, залегающими с несогласием на мезозойских осадочных комплексах. Подобный характер распределения осадочного чехла был отмечен на севере Баренцева моря, однако существенной особенностью является крайне малая мощность кайнозойских отложений, которая не превышает 15-20 м в самой глубокой части трого. В основном, поверхностный горизонт осадков представлен акустически прозрачными осадками морского и гляциально-морского типа. Выполненные ранее исследования [18] позволяют датировать данные отложения позднеплей-

стоцен-голоценовым возрастом. Таким образом, выявленные по разрезам высокочастотного профилирования в днище трого Эрик-Эриксен разрывные деформации четвертичных осадочных горизонтов преимущественно сбросового и, в меньшей степени взбросового типа (см. рис. 3) являются новейшими. Амплитуда вертикальных смещений приповерхностного слоя голоценового чехла мощностью 0.5-1.5 м составляет 1-3 м. В средней части днища трого (см. рис. 3) наблюдается подъем рефлятора, фиксирующего подошву кайнозойских отложений, к поверхности дна. Он прослеживается в центральной части днища и выклинивается на северном борту. По всей видимости, этот отражающий горизонт представляет собой эрозионно-денудационный цоколь дна долины, который соответствует максимальной глубине вреза в доголоценовое время.

Тектонические нарушения, фиксируемые в докайнозойских породах, являются причиной частичной деформированности и кайнозойского чехла, их перекрывающего. Данная ослабленная зона могла являться участком концентрации водно-ледниковых потоков на стадии деградации позднеплейстоцено-



вого оледенения и, как следствие, здесь были образованы озы (см. рис.3), расположенные существенно ближе друг к другу в сравнении с прилегающими частями днаща трога.

**Трог Орли**

Трог Орли расположен в северной части Баренцевоморского шельфа (к востоку от острова Северо-Восточная Земля архипелага Шпицберген) (см. рис. 1). Длина трога составляет около 200 км, ширина – от 10 до 35 км. Местоположение трога было условно отображено еще на картах, выпущенных в начале и середине прошлого столетия, однако детальная многолучевая съемка значительной части этой крупной формы была выполнена впервые.

По выявленным особенностям морфологии (ширине, форме поперечного профиля), трог Орли разделен на четыре части – южную, центральную, северную и приустьевую (рис. 4). Наиболее глубокие сегменты трога соответствуют участкам интенсивных нисходящих тектонических движений. В пределах обособленных депрессий отчетливо фиксируются основные морфологические элементы, такие как осевая часть (днище), западный и восточный борта.

Осевой части в рельефе соответствует днище трога, отделенное сбросовыми нарушениями от бортов (рис. 5). Западный борт трога Орли характеризуется крутопадающими ступенчатыми склонами, а склоны восточного борта трога Орли существенно более пологие и протяженные, со ступенями, преимущественно, в нижних частях.

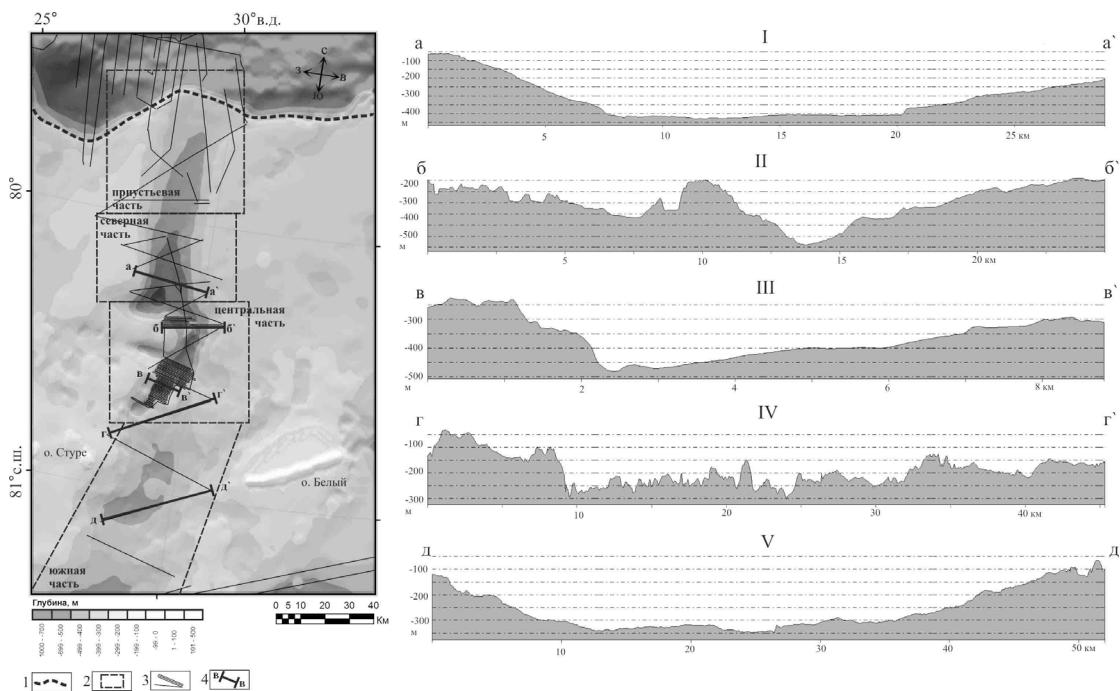
По батиметрическим данным 25-го рейса НИС

«Академик Николай Страхов», наиболее широкие северная и приустьевая часть трога Орли имеют вид, близкий к классическому грабену. Центральная и южная части трога характеризуются сложным, сильно расчлененным рельефом с фрагментарным развитием осевого грабена (см. рис. 4).

На разрезах высокочастотного акустического профилирования северной и центральной частей трога Орли как в его днище, так и на бортах установлено наличие многочисленных деформаций сбросового типа с амплитудами смещения от первых метров до 35 м (см. рис. 5). Наиболее глубокую часть трога ограничивают сбросы с амплитудой смещения от 5-6 до 15-16 м.

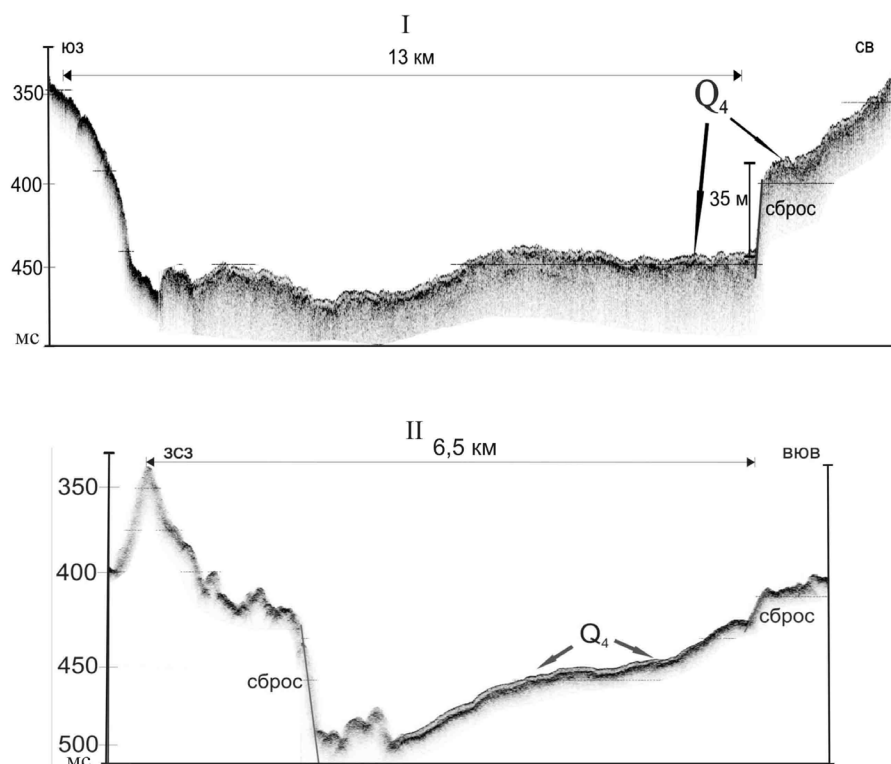
В пределах трога Орли осадочный чехол представлен акустически проницаемыми отложениями, облекающими деформированную сбросами поверхность днаща. Мощность осадков достигает 3-4 м в наиболее глубокой части днаща и уменьшается к востоку с уменьшением глубин. На бортах трога осадочный чехол практически отсутствует и обнаруживается только в межрядовых и межблоковых понижениях, а также, крайне редко, в пределах террасовидных поверхностей. Следует подчеркнуть, что отмеченный на поверхности осадочный горизонт характерен для всей северо-западной части Баренцевоморской окраины и интерпретируется как голоценовые послеледниковые морские илы [18,19].

Разрывные нарушения хорошо коррелируют с уступами большой крутизны (до 35-43°), ограничивающими борта трога Орли. В большинстве случаев по сбросам происходит смещение голоценовых



**Рис. 4.** Строение рельефа трога Орли и положение промерных галсов 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов».

А – рельеф дна по данным ИВСаО; Б – поперечные профили по линиям: I – а-а', II – б-б', III – в-в', IV – г-г', V – д-д'. Условные обозначения: 1 – бровка шельфа, 2 – границы выделенных частей трога, 3 – положение галсов, 4 – поперечные профили



**Рис. 5.** Строение верхней части осадочного чехла и неотектонические деформации в трого Орли. Сейсмоакустические профили, полученные методом высокочастотного профилирования в рамках 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов»: I – по линии а-а', II – по линии в-в' (их положение показано на рис. 4)

и позднеплейстоценовых осадков, что указывает на новейший возраст данных разломов. Значительные амплитуды сбросов косвенно указывают на то, что углубление депрессий трогов, в значительной мере, можно отнести именно к концу плейстоцена – голоцену.

#### Обсуждение результатов

Результаты детальных исследований строения дна и толщи рыхлых отложений в пределах трогов северо-западной окраины Баренцевоморского шельфа свидетельствуют, что эти формы имеют тектонический генезис. Формирование современной морфоструктуры и рельефа трогов происходит при непосредственном влиянии глубинных процессов, что подтверждается аномально высокими значениями теплового потока (более 300 мВт/м<sup>2</sup>) [20], которые были зафиксированы в центральной и устьевой частях трого Орли. Активность процессов сбросообразования отмечается в различных сегментах трогов и, в свою очередь, также свидетельствует в пользу тектонической природы данных структур. Новейшие деформации имеют прямое выражение в виде дизъюнктивных нарушений взбросового и сбросового типов, охватывающих верхнюю часть осадочного разреза и оказывающих прямое влияние на рельеф бортовой и осевой зон трогов.

Ледниковый рельеф в трогах на больших глубинах является реликтом позднеплейстоценового оледенения, он наложен на морфоструктуры окраинной части Баренцевоморского шельфа на данном участке. Пространственное распределение аккумулятивных и денудационных форм подводного ледникового рельефа на исследуемой территории напрямую зависит от подстилающих пород. Ярким примером является наличие друмлинов в наиболее глубоких частях долины трого Орли. Данная ситуация объясняется неглубоким залеганием кровли докайнозойских пород. В трого Орли – это сложнодислоцированные вулканические и метаморфические породы формации Гекла-Хук (Heccla-Hoek), распространенной на о-ве Северо-Восточная Земля и прилегающем шельфе к северу от области сочленения с трогом Эрик-Эриксен. К югу – по геологическим данным – установлено наличие мезозойских триасово-меловых отложений. Учитывая рассмотренные особенности морфологии и строения осадочного чехла в пределах окраинных грабенов Баренцевоморского шельфа, можно заключить, что четвертичные осадки имеют здесь минимальные мощности. Сравнительно высокая крутизна бортов трогов, на которых протекают процессы тектонически обусловленного блокового отседания, и отсутствует осадочный чехол, по-видимому, свидетельствуют в пользу относительной молодости рельефа трого Орли.

Полученные данные позволяют с уверенностью говорить об активности новейших тектонических движений в краевой части Баренцевоморского шельфа по рифтогенным прогибам.

#### Выводы

1. Для рифтогенных депрессий северной части Баренцевоморской плиты (трог Орли, трог

Эрик-Эриксен) характерны: сниженные мощности рыхлого осадочного чехла (в среднем – от первых метров до 15-25 м, редко – до 50 м), малые мощности голоценовых морских осадков (первые метры), а также значительное участие в строении толщи заполнения днищ ледниковых и докайнозойских отложений. В троге Орли характерные мощности составляют первые метры, осадочные толщи представлены, в основном, голоценовыми осадками и сосредоточены, преимущественно, в днище. В троге Эрик-Эриксен мощность четвертичных осадков, залегающих на склонах и в днище, не превышает 20 м. По имеющимся батиметрическим и геофизическим данным, выделяются отдельные сегменты трогов, различающиеся по строению рельефа, особенностям залегания и составу рыхлого чехла, а также характеру новейших деформаций, большая часть которых находит отражение в рельефе.

## 2. Многочисленные деформации верхней части

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 15-05-05888 и 16-35-00596.*

## Список литературы

1. Зайончек А.В., Брекке Х., Соколов С.Ю., Мазарович А.О., Добролюбова К.О., Ефимов В.Н., Абрамова А.С., Зарайская Ю.А., Кохан А.В., Мороз Е.А., Пейве А.А., Чамов Н.П., Ямпольский К.П. Строение зоны перехода континент – океан северо-западного обрамления Баренцева моря (по данным 24, 25 и 26 рейсов НИС «Академик Николай Страхов», 2006-2009 гг.) // Строение и история развития литосферы. Вклад России в Международный Полярный Год. Том.4. М.: Paulsen. 2010. С.111-157.
2. Верба М.Л. Современное билатеральное растяжение земной коры в Баренцево-Карском регионе и его роль при оценке перспектив нефтегазоносности // Нефтегазовая геология. Теория и практика 2007(2). <http://www.ngtp.ru/rub/4/026.pdf>. С. 1-37.
3. 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/innovation/ksc75/1.3.pdf>. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Лист Т-37-40. Масштаб 1:1 000 000. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004.
4. Баренцевская шельфовая плита. Ред. И.С. Грамберг. 1988. М., Недра, 264 с.
5. Верниковский В.А., Добрецов Н.Л., Метелкин Д.В., Матушкин Н.Ю., Кулаков И.Ю. Проблемы тектоники и тектонической эволюции Арктики // Геология и геофизика, 2013, т. 54, № 8, с. 1083-1107.
6. Кораго Е.А., Тимофеева Т.Н. Магматизм Новой Земли (в контексте геологической истории Баренцево-Северокарского региона) // Труды ВНИИОкеангеология, СПб., 2005, т. 209, 225 с
7. Дибнер В.Д. Морфоструктура шельфа Баренцева моря. Л.: Недра, 1978. 211 с.
8. Кленова М.В. Геология Баренцева моря. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 367 с.
9. Forsberg R., Kenyon S. Gravity and Geoid in the Arctic region The Northern polar gap now filled, in Proc. GOCE Workshop, ESA-ESRIN. 2004.
10. Соколов С.Ю. Прогнозная карта мощности осадочного чехла Восточно-Сибирского моря по данным спутниковой альтиметрии // Доклады АН, 2008, т. 218, №5, с. 1-5.
11. Мусатов Е.Е. Распространение кайнозойского чехла на Баренцевоморском шельфе между архипелагами Шпицберген и Земля Франца-Иосифа // Океанология, 1996, т. 36, №3, с. 444-450.
12. Матишов Г.Г. Рельеф, морфотектоника и основные черты развития шельфа Баренцева моря // Океанология, 1977. Т. XVII. Вып. 3, с. 527-542
13. Гуревич В.И., Мусатов Е.Е. Новейшее осадконакопление и фанерозойская конседиментация на Западно-Арктическом шельфе / Проблемы кайнозойской палеоэкологии и палеогеографии морей Северного Ледовитого океана. М.: Наука, 1992, с. 47-53.
14. Мусатов Е.Е. Развитие рельефа Баренцево-Карского шельфа в кайнозое // Геоморфология, 1989, №3, с. 76-84.
15. Antonsen P., Elverhøi A., Dypvik H. et al. Shallow Bedrock Geology of the Olga Basin Area, Northwestern Barents Sea // The Amer. Assoc. Of Petrol. Geol. Bull., 1991. V. 75. №7. P.
16. Большианов Д.Ю. Пассивное оледенение Арктики и Антарктики. СПб.: ААНИИ, 2006. 296 с.
17. Батурич Д.Г. Строение и эволюция континентальной окраины Евразийского бассейна между архипелагами Шпицберген и Земля Франца-Иосифа // Докл. АН СССР. 1988. Том 299, № 2, с. 419-423.
18. Hogan K.A., Dowdeswell J.A., Noormets R., Evans J., Cofaigh C. Ó., Jakobsson M. Submarine landforms and ice-sheet flow in the Kvitøya Trough, northwestern Barents Sea // Quaternary Science Reviews. 29 (2010). pp. 3545-3562.
19. Мурдмаа И.О., Иванова Е.В. Последледниковая история осадконакопления в шельфовых впадинах Баренцева моря // Литология и полезные ископаемые. 1999. № 6. С. 576-595.
20. Хуторской М.Д., Ахмедзянов В.Р., Ермаков А.В. и др. Геотермия арктических морей / Отв. ред. Ю.Г. Леонов. Труды Геологического института РАН. Вып. 605. М.: ГЕОС, 2013. 232 с.

## Bibliography

1. Zaiionchek A.V., Brekke H., Sokolov S.Yu., Mazarovich A.O., Dobrolyubova K.O., Efimov V.N., Abramova A.S., Zaraiskaya Yu.A., Kohan A.V., Moroz E.A., Peive A.A., Chamov N.P., Yampol'skii K.P. Stroenie zony perehoda kontinent – okean severo-zapadnogo obramleniya Barentseva morya (po dannym 24, 25 i 26 reisov NIS «Akademik Nikolai Strahov», 2006-2009 gg.) // Stroenie i istoriya razvitiya litosfery. Vklad Rossii v Mezhdunarodnyi Polyarnyi God. Tom.4. M.: Paulsen. 2010. C.111-157.
2. Verba M.L. Sovremennoe bilateral'noe rastyazhenie zemnoi kory v Barentsevo-Karskom regione i ego rol' pri otsenke perspektiv neftegazonosnosti // Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika 2007(2). <http://www.ngtp.ru/rub/4/026.pdf>. S. 1-37.
3. Vinogradov A.N., Verba M.L., Mitrofanov F.P. Rekonstruktsiya evolyutsii i modelirovanie riftogenno-kollizionnykh sistem Evro-Arkticheskogo regiona / Formirovanie osnov sovremennoi strategii prirodopol'zovaniya v Evro-Arkticheskom regione, 2005. <http://www.kolasc.net.ru/russian/innovation/ksc75/1.3.pdf>. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. List T-37-40. Masshtab 1:1 000 000. SPb.: VSEGEI, 2004.
4. Barentsevskaya shel'fovaya plita. Red. I.S. Gramberg. 1988. M., Nedra, 264 s.
5. Vernikovskii V.A., Dobretsov N.L., Metelkin D.V., Matushkin N.Yu. Problemy tektoniki i tektonicheskoi evolyutsii Arktiki // Geologiya i geofizika, 2013, t. 54, № 8, s. 1083—1107.
6. Korago E.A., Timofeeva T.N. Magmatizm Novoi Zemli (v kontekste geologicheskoi istorii Barentsevo-Severokarskogo regiona) // Trudy VNIIOkeangeologiya, SPb., 2005, t. 209, 225 s.
7. Dibner V.D. Morfostruktura shel'fa Barentseva morya. L.: Nedra, 1978. 211 s.
8. Klenova M.V. Geologiya Barentseva morya. M.: Izd-vo AN SSSR, 1960. 367 s.
9. Forsberg R., Kenyon S. Gravity and Geoid in the Arctic region The Northern polar gap now filled, in Proc. GOCE Workshop, ESA-ESRIN. 2004.
10. Sokolov S.Yu. Prognoznaya karta moschnosti osadochnogo chehla Vostochno-Sibirskogo morya po dannym sputnikovoi all'timetrii // Doklady AN, 2008, t. 218, №5, s. 1-5.
11. Musatov E.E. Rasprostranenie kainozoiskogo chehla na Barentsevomorskom shel'fe mezhdru arhipelagami Shpitsbergen i Zemlya Frantsa-Iosifa // Okeanologiya, 1996, t. 36, №3, s. 444-450.
12. Matishov G.G. Rel'ef, morfotektonika i osnovnye cherty razvitiya shel'fa Barentseva morya // Okeanologiya, 1977. T. XVII. Vyp. 3, s. 527-542
13. Gurevich V.I., Musatov E.E. Noveishee osadkonakoplenie i fanerozoiskaya konsedimentatsiya na Zapadno-Arkticheskom shel'fe / Problemy kainozoiskoi paleoekologii i paleogeografii morei Severnogo Ledovitogo okeana. M.: Nauka, 1992, s. 47-53.
14. Musatov E.E. Razvitie rel'efa Barentsevo-Karskogo shel'fa v kainozoe // Geomorfologiya, 1989, №3, s. 76-84.
15. Antonsen P., Elverhoi A., Dypvik H. et al. Shallow Bedrock Geology of the Olga Basin Area, Northwestern Barents Sea // The Amer. Assoc. Of Petrol. Geol. Bull., 1991. V. 75. №7. P.
16. Bol'shiyanov D.Yu. Passivnoe oledenenie Arktiki i Antarktiki. SPb.: AANII, 2006. 296 s.
17. Baturin D.G. Stroenie i evolyutsiya kontinental'noi okrainy Evraziiskogo basseina mezhdru arhipelagami Shpitsbergen i Zemlya Frantsa-Iosifa // Dokl. AN SSSR. 1988. Tom 299, № 2, s. 419-423.
18. Hogan K.A., Dowdeswell J.A., Noormets R., Evans J., Cofaigh C. O., Jakobsson M. Submarine landforms and ice-sheet flow in the Kvitoya Trough, northwestern Barents Sea // Quaternary Science Reviews. 29 (2010). pp. 3545-3562.
19. Murdmaa I.O., Ivanova E.V. Posleednikovaya istoriya osadkonakopleniya v shel'fovyykh vpadinah Barentseva morya // Litologiya i poleznye iskopaemye. 1999. № 6. C. 576-595.
20. Hutorskoi M.D., Ahmedzyanov V.R., Ermakov A.V. i dr. Geotermya arkticheskikh morei / Otв. red. Yu.G. Leonov. Trudy Geologicheskogo instituta RAN. Vyp. 605. M.: GEOS, 2013. 232 s.