

На правах рукописи



Мороз Евгений Андреевич

**НЕОТЕКТОНИКА И РЕЛЬЕФ ДНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ
БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ШЕЛЬФА И ЕГО ОБРАМЛЕНИЯ**

Специальность 25.00.01 – общая и региональная геология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

МОСКВА 2017

Работа выполнена в Лаборатории геоморфологии и тектоники дна океанов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Геологического института Российской академии наук (ГИН РАН)

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук,
заведующий лабораторией геоморфологии и тектоники дна океанов

Мазарович Александр Олегович

ФГБУН Геологический институт Российской академии наук

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории геодинамики, георесурсов и
геоэкологии

Хортов Алексей Владимирович

ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук

кандидат географических наук

ведущий научный сотрудник кафедры геоморфологии и палеогеографии

Мысливец Владимир Иванович

ФГБОУ ВО Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга» (ФГБУ «ВНИИОкеангеология»)

Защита состоится 5 октября 2017 года в 14.30 на заседании диссертационного совета Д.002.215.01 при ФГБУН Геологическом институте РАН по адресу: 119017, Москва, Пыжевский пер., 7, конференц-зал ГИН РАН (4 этаж).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке геологической литературы Секции Наук о Земле РАН по адресу: Москва, Старомонетный пер., д. 35, ИГЕМ РАН и на сайте ГИН РАН <http://www.ginras.ru/struct/21/20/dis.php>

Автореферат разослан «___» _____ 2017 г.

Отзывы на автореферат, заверенные печатью, в 2-х экземплярах просьба направлять по адресу: 119017, Москва, Пыжевский пер., 7, Геологический институт РАН, ученому секретарю диссертационного совета Патиной Ирине Станиславовне (e-mail: ira_ratina@mail.ru). Требования к оформлению отзывов приведены на странице 28

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат геолого-минералогических наук



И.С. Пати́на

Актуальность работы. Исследование неотектонического режима и геоморфологического строения северо-западной части Баренцевоморского шельфа представляет как фундаментальный, так и практический интерес. Геоморфологическое и тектоническое строение региона анализировалось во многих работах отечественных и зарубежных исследователей. Однако, к слабо изученным характерным формам на шельфе можно отнести, так называемые, желоба или трогии – линейные структуры, морфология и новейшая история развития которых изучены недостаточно. В ходе экспедиционных работ ГИН РАН установлено, что в регионе существуют опасные геологические процессы (оползни, активная дегазация), детальные и обоснованные данные об интенсивности и направленности которых получены впервые и дополняют имеющиеся сведения о геологических опасностях на дне арктического бассейна. В представленной работе приведены новые данные о рельефе, неотектонике и геологических опасностях северо-западной части Баренцевоморского шельфа.

Цель исследования – установить неотектонические деформации на северо-западе Баренцевоморского шельфа и охарактеризовать основные черты рельефа данной территории на примере ключевых полигонов. Для достижения поставленной цели в процессе работы были решены следующие **задачи**:

1. Проведен сбор и анализ опубликованных, фондовых и архивных материалов по району работ.

2. Обработаны данные многолучевого эхолотирования, и выявлены характерные черты рельефа северной и западной периферий Баренцевоморского шельфа.

3. Проведена интерпретация материалов высокочастотного акустического и непрерывного сейсмического профилирований, и установлено пространственное положение и амплитуды неотектонических деформаций в пределах ключевых полигонов.

4. На основании комплексного анализа данных батиметрической съемки, высокочастотного акустического и непрерывного сейсмического профилирования выявлены участки проявлений опасных геологических процессов в краевых частях Баренцевоморского шельфа (в пределах ключевых полигонов).

Фактический материал. Основу работы составляют результаты обработки данных многолучевой батиметрической съемки и высокочастотного акустического профилирования, полученные в 25-27 рейсах НИС «Академик Николай Страхов» при непосредственном участии автора, а также данных непрерывного сейсмического профилирования, выполненного при участии автора в 25-27 рейсах НИС «Академик

Николай Страхов». Кроме того, в работе используется цифровая батиметрическая карта IBCAOV3, опубликованная литература по геологии и геоморфологии исследуемого региона и находящиеся в свободном доступе геологические карты.

Объекты и состав исследований. Для решения поставленных задач ГИН РАН были проведены комплексные геолого-геофизические исследования на окраинах Баренцевоморского шельфа на трех основных полигонах – в трогах Орли и Эрик-Эриксен, а также на хребте Вестнеса западнее о. Западный Шпицберген) на НИС «Академик Николай Страхов» (2007-2010 гг.). При участии автора был получен следующий фактический материал: данные многолучевого эхолотирования, высокочастотного акустического профилирования и непрерывного сейсмического профилирования. Автором выполнена обработка и интерпретация данных батиметрической съемки и результатов геолого-геофизических работ.

Научная новизна:

1. Впервые выявлены основные черты рельефа трогов Орли и Эрик-Эриксен по данным многолучевого эхолотирования на ключевых полигонах, и сделаны выводы об их происхождении.

2. Впервые получены и проанализированы детальные данные о строении и пространственном распространении рыхлого осадочного чехла в пределах ключевых полигонов северо-западной части Баренцева моря.

3. Впервые выявлены неотектонические деформации в пределах изученной части Баренцевоморского шельфа.

4. Впервые в северо-западной части Баренцевоморского шельфа и его обрамления установлены опасные геологические явления (оползневые процессы и дегазация), которые могут стать причиной природных катастроф разного масштаба.

Защищаемые положения:

1. В трогах северо-западной части Баренцевоморского шельфа широко распространены неотектонические деформации позднечетвертичного возраста сбросового типа, нарушающие верхнюю часть осадочного чехла. Интенсивность и амплитуда разломной тектоники увеличиваются при движении с юга на север.

2. В троге Орли мощности рыхлого осадочного чехла составляют первые метры. Осадочные толщи представлены, в основном, голоценовыми осадками и сосредоточены, преимущественно, в днище. В троге Эрик-Эриксен мощности рыхлых четвертичных осадков, залегающих, преимущественно, в днище и, отчасти, на склонах, составляют первые десятки метров.

3. Троги северо-западной части Баренцевоморского шельфа к востоку от архипелага Шпицберген представляют собой денудационно-тектонические формы рельефа. В их днищах широко распространены реликтовые плейстоценовые ледниковые формы, среди которых преобладают друмлины, моренные гряды и борозды выпахивания. На прилегающих частях Баренцевоморского шельфа распространены, преимущественно, реликтовые плейстоценовые борозды айсбергового выпахивания.

4. Краевая зона Баренцевоморского шельфа, прилегающая к устью трога Орли, и континентальный склон являются областью развития опасных геологических процессов (дегазация, оползни). К западу от Шпицбергена, на хребте Вестнеса сложились условия для схода крупного подводного оползня.

Практическая и теоретическая значимость работы. Полученные данные о строении и происхождении рельефа, а также существовании новейших тектонических процессов в северо-западной части Баренцевоморского шельфа необходимо учитывать при проведении инженерных работ в этом секторе арктического региона. Обозначенные в работе районы проявления опасных геологических процессов (разломная тектоника, оползание, выбросы газа) на шельфе и континентальном склоне Северного Ледовитого океана следует учитывать при строительстве и эксплуатации инженерных объектов.

Личный вклад автора. Автор принимал участие в 25-ом (Баренцево море), 26-ом и 27-ом рейсах НИС «Академик Николай Страхов» в качестве оператора эхолота и профилографа в составе геоморфологического отряда. Автор производил сбор и обработку батиметрических данных, составление трехмерных цифровых моделей рельефа на участки съемки в Баренцевом море и Северной Атлантике.

Автором была проведена интерпретация данных высокочастотного акустического профилирования, составлены карты-схемы распространения неотектонических деформаций на исследуемых полигонах.

Апробация результатов и публикации. Результаты проведенных исследований докладывались на XLII и XLIV Тектонических совещаниях, организуемых Геологическим институтом РАН (г. Москва, 2009 и 2012 гг., соответственно); в рамках Молодежной школы-конференции «4-е Яншинские чтения: современные вопросы геологии» (г. Москва, 2011 г.), в рамках Международной конференции, посвященной памяти В.Е. Хаина «Современное состояние наук о Земле» (г. Москва, 2011 г.), на IV-й Международной конференции молодых ученых и специалистов «Новое в геологии и геофизике Арктики, Антарктики и Мирового океана» (г. Санкт-

Петербург, 2014 г.), на XIII научно-практической конференции «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций» (г. Москва, 2014 г.), на XXXIV Пленуме Геоморфологической комиссии РАН (г. Волгоград, 2014 г.), на Всероссийской конференции «VII Щукинские чтения: геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике» (г. Москва, 2015 г.), результаты совместных с автором исследований докладывались соавторами на Всероссийской конференции с международным участием «Геодинамика и экология Баренц-региона в XXI веке» (г. Архангельск, 2014 г.), а также на Всероссийской конференции с международным участием «Арктика - нефть и газ 2015» (г. Москва, 2015 г.).

Структура и объем работы. Работа включает 128 страниц машинописного текста и состоит из 5 глав, введения, заключения, списка литературы (119 наименований, из них 31 на английском языке), включает 66 рисунков (в том числе карт и схем) и одну таблицу.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю д.г.-м.н. А.О. Мазаровичу за внимание и поддержку в ходе выполнения работы; к.ф.-м.н. С.Ю. Соколову за постоянное участие и консультации на всех этапах подготовки работы; д.г.н. Г.В. Агаповой, к.г.н. Н.Н. Турко, В.Н. Ефимову и К.О. Добролюбовой за ценные консультации при выполнении исследования и содействие на этапе экспедиционных исследований, при обработке и интерпретации данных; к.г.-м.н. Ю.А. Зарайской и А.С. Абрамовой за ценные консультации при освоении методов исследования; к.г.н. Е.А. Еременко за рекомендации и помощь в подготовке работы; сотрудникам Геологического института РАН, а также студентам, сотрудникам и выпускникам географического и геологического факультетов МГУ, принимавшим участие в рейсах НИС «Академик Николай Страхов», экипажу НИС «Академик Николай Страхов» за обеспечение проведения работ в условиях полярных широт.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

Шельф Баренцева моря является крупнейшим и наиболее изученным в Западно-Арктическом регионе. Начало изучения геологического строения Баренцевоморского региона относится к концу XIX – началу XX вв. и было обусловлено возрастающим научным и промышленным интересами к малоисследованным, но потенциально перспективным, в ресурсном отношении, районам арктических широт. История

исследования рельефа Баренцевоморского шельфа и прилегающих территорий – это, прежде всего, история создания и редакции батиметрических карт, а также обобщающих монографий отечественными и зарубежными исследователями. Среди наиболее значимых научных работ, касающихся тектоники, геологического строения и рельефа исследуемой территории, необходимо отметить работы М.В. Кленовой (1960), В.Д. Дибнера (1978, 1998), В.Е. Хаина (2000) и других крупных отечественных исследователей (Богданов, 1997, 2004; Батурин, 1988; Верба, 2007, 2008; Мусатов, 1989).

В создании геологических, тектонических, геофизических и других карт Баренцева моря участвовали крупнейшие отечественные и зарубежные научно-исследовательские институты и университеты (ВНИИОкеангеологии им. И.С. Грамберга, ВСЕГЕИ, ГИН РАН, NGU, Statoil, ФГНПП «Полярная Морская Геологоразведочная Экспедиция» и др.). Геологическим опасностям Баренцевоморского шельфа посвящены работы отечественных и зарубежных геологов (Vogt et al, 1999; Vanneste et al, 2007; Bünz et al, 2012; Мазарович, 2012; Rydningen et al., 2014; Smith et al., 2014 и др.).

Эволюция и строение трогов в северной и западной частях Баренцевоморского шельфа (Орли, Франц-Виктория, Медвежинский, Стурфьерд, Эрик-Эриксена и пр.), (рис.1) остаются слабоизученными. Данные формы рельефа распространены в Баренцево-Карском регионах и отсутствуют в Восточно-Арктическом секторе. Интерпретация их происхождения с точки зрения гипотезы ледникового выпахивания нашла свое отражение в работах М.Г. Гросвальда (1983, 1999). Изучением ледниковых процессов на Баренцевоморском шельфе занимались как отечественные (Гросвальд 1983, 1999; Большиянов, 2006 и др.), так и зарубежные ученые (Knies, Niessen, 2000; Vogt et al., 1994; Svendsen et al, 1999; Solheim et al., 1996; Dowdeswell et al., 2010; Forman et al., 2004; Hogan et al., 2010 и др.). В то же время, существует и тектоническая гипотеза происхождения краевых трогов Баренцевоморского шельфа (в ряде работ эти формы называют грабен-желобами), согласно которой данные структуры заложились по ослабленным зонам континентальной окраины. Рифтогенный генезис этих структур был отмечен Е.Е. Милановским на тектонической схеме северной Евразии (Милановский, 1996). Неотектоническая интерпретация грабен-желобов и приблизительное датирование их образования проведено М.Л. Вербой (Верба, 2007).

С 2006 по 2011 гг. ГИН РАН проводил морские геолого-геофизические экспедиционные исследования на НИС «Академик Николай Страхов» в акваториях

Баренцева, Норвежского и Гренландского морей, а также в Северном Ледовитом океане. В ходе этих работ были выполнены: съемка многолучевым эхолотным комплексом ключевых полигонов в северо-западной части Баренцева моря, непрерывное сейсмическое профилирование, работы по измерению теплового потока, отбор донных образцов с помощью трубок и драгирование. Результаты выполненных работ изложены в трудах сотрудников Геологического института РАН (Зайончек и др., 2009, 2010, 2011; Мазарович и др., 2009; Мазарович, 2012; Мороз и др., 2010; Пейве и др., 2009; Соколов, 2009; Соколов и др., 2009; Хуторской и др., 2009; Чамов и др., 2008, 2010).

Рис.1 Рельеф, основные географические объекты района работ и расположение полигонов (красные штрих-пунктирные линии)
(топографическая основа IBCAO V3)

Следует отметить, что изучаемые депрессии исследователи называют по-разному (трогами, желобами или грабен-желобами), в зависимости от принимаемой ими гипотезы о генезисе данных форм. С точки зрения тектонического строения, эти формы рельефа приурочены к крупным грабенообразным структурам фундамента,

что подтверждается имеющимся на настоящий момент фактическим материалом по району работ. В тоже время, их морфология и наличие ледниковых форм отчетливо свидетельствуют о наличии этапа ледниковой переработки. В терминологии морских форм рельефа под трогом традиционно понимается «удлиненная, но относительно широкая депрессия океанического дна» (Шепард, 1976, стр. 374), на суше же трогами называются «эрозионные долины, подвергшиеся воздействию ледника» (Рычагов, 2006). Желобами в классической геоморфологии называют «узкие замкнутые депрессии, расположенные на границе переходной зоны и ложа океана» (Рычагов, 2006). Таким образом, термин «желоб» преимущественно применяется к глубоководным депрессиям в зонах субдукции литосферных плит. В рамках данной работы для обозначения ключевых полигонов будет использоваться термин «трог» (трог Орли, трог Эрик-Эриксен и пр.).

Глава 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе был использован комплекс современных методов получения, обработки и анализа фактического материала о рельефе и строении осадочного чехла, включавший многолучевую батиметрическую съемку, высокочастотное акустическое и непрерывное сейсмическое профилирование.

Батиметрические данные были получены с помощью многолучевого гидроакустического комплекса RESON SeaBat, включающего модули эхолотов (8111 – мелководного и 7150 – глубоководного), систему позиционирования GPS, датчики движения и скорости звука скорости звука в воде SVP 70, гироскоп Octans, зонд для ручного измерения скорости звука SVP 30, компьютерное оборудование для управления системой эхолота и программный пакет для обработки данных многолучевой батиметрии PDS 2000.

При производстве высокочастотного акустического профилирования использован непараметрический профилограф EdgeTEX3300, вмонтированный в гондолу, приваренную к днищу НИС «Академик Николай Страхов». Эффективная ширина результирующей диаграммы направленности составляет около 20°. Для обеспечения максимальной глубины проникновения сигнала был выбран вариант работы с частотно-модулированным сигналом от 2 до 6 кГц (центральная частота – 4 кГц) и длительностью 40 мс. Глубина проникновения в осадочный чехол составила 50-70 м для неконсолидированных осадков. Обработка данных высокочастотного акустического профилирования, использованных в настоящем исследовании, выполнена автором под руководством к.ф.-м.н. С.Ю. Соколова (Лаборатория

геоморфологии и тектоники дна океанов, ГИН РАН). При интерпретации данных использовалась авторская методика точечного фиксирования акустических аномалий (пикирование) на временных разрезах 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 в программной среде ESRI ArcGIS.

При проведении непрерывного сейсмического профилирования для генерации сейсмоакустического сигнала использовались: пневмоизлучатель ПСК-75, разработанный В.Н. Ефимовым (Патенты РФ № 2204848 С2 Кл. G 01 V 1/133. 6.08.2001, 20.05.2003 Бюл. № 14 и № 2204845 С1. Кл. G 01 V 1/02. 19.11.2001, 20.05.2003 Бюл. № 14) и электроискровой источник СОНИК-4МЗ. Регистрация сигналов проводилась шестиканальной сейсмической станцией СОНИК-4М-6, состоящей из набортного блока регистрации М143-6, шестиканальной приемной сейсмической косы с пьезокерамическими сейсмическими приемниками и предварительными усилителями SM4.014.001. Результаты профилирования использованы для выявления характера распространения и характерных мощностей рыхлого осадочного чехла, а также основных черт его акустической стратификации и тектонических деформаций.

При анализе данных о морфологии рельефа и характерных чертах геолого-тектонического строения дна использован морфогенетический, сравнительно-геоморфологический и сравнительно-геологический методы.

Глава 3. КРАТКИЙ ОЧЕРК ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО РЕГИОНА

Западно-Арктическая континентальная окраина Евразии в геодинамическом отношении относится к типу пассивных. К характерным особенностям Баренцевоморского региона относятся: обширная площадь шельфовой зоны, наличие крупных депрессий рельефа глубиной до 500-600 м, распространение рифтогенных структур (Виноградов и др., 2005; Верба, 2007). Баренцево море расположено на континентальной коре докембрийского возраста (Свальдбардская плита) (Верниковский и др., 2013), которая претерпела несколько этапов деструкции в пермское время и в мезозое (Баренцевская шельфовая плита, 1988). Кристаллический фундамент сложен докембрийскими породами гренвильского возраста (Кораго и др.,

1992; Кораго, Тимофеева, 2005). Выше залегает толща осадочных пород палеозоя, мезозоя и кайнозоя (Кленова, 1960; Дибнер, 1978), общая мощность которых в центральных частях Баренцева моря может достигать 10-15 км (Ступакова, 2011).

Общий характер рельефа шельфа сглаженный, выровненный. Примечательным элементом его морфоструктуры являются трог, расположенные ортогонально к бровке шельфа (см. рис. 1) (Орли (другие названия Орла, Стурё, Квитоя), Хинлопен, Франц-Виктория, Св. Анна и др.). Эти крупные депрессии имеют четкие очертания и значительную (аномальную для шельфа) крутизну склонов (до 20-25°, локально – до 50°). Протяженность трогов достигает сотен километров, ширина, как правило, до 100-120 км. В пределах трогов отмечаются повышенные значения аномалии Буге (до 80-100 мГал), что, свидетельствует о неглубоком залегании пород фундамента Баренцевоморской плиты. Трог Эрик-Эриксен имеет субширотное простирание и расположен севернее архипелага Земля Короля Карла.

Начало развития рифтогенных структур в арктическом регионе относится ко времени порядка 2,4 млрд. лет назад (Виноградов и др., 2005). В домезозойское время в пределах территории происходило накопление преимущественно морских отложений. На мезозойском этапе происходило интенсивное осадконакопление в депрессиях шельфа и их постепенное погружение. Начало кайнозоя ознаменовалось поднятием территории. В неогеновое время континентальный режим продолжал господствовать на всей площади шельфа между архипелагами Шпицберген и Земля Франца-Иосифа (Мусатов, 1996). В конце среднего плиоцена начался трансгрессивный этап, который периодически прерывался гляциоэвстатическими регрессиями. В эти периоды развитие территории происходило в субаэральном режиме.

Чехол кайнозойских осадков северной периферии Баренцевоморского шельфа был сформирован одновременно с раскрытием спрединговых Норвежско-Гренландского и Евразийского океанических суббассейнов (Погребницкий, 1984; Eldholm, Talwani, 1977). Четвертичные отложения залегают с угловым несогласием (Гуревич, Мусатов, 1992; Мусатов, 1990) на разнообразных типах горных пород возрастом от докембрия до нижнего мела (Мусатов Е.Е., Мусатов Ю.Е., 1992; Antonsen et al., 1991; Elverhoi, Lauritzen, 1984). Кровля дочетвертичных пород отождествляется на сейсмических профилях с опорным отражающим горизонтом. В течение плейстоцена и вплоть до начала голоцена шельф северо-запада Баренцева моря продолжал оставаться областью транзита осадочного вещества (Мусатов, 1996). В целом, изучаемая территория характеризуется небольшой мощностью осадочного

чехла, что связано с длительным этапом интенсивной денудации и сносом терригенных осадков в зону материкового склона и подножья Норвежско-Гренландского бассейна и Северного Ледовитого океана (Кленова, 1960, 1974; Матишов, 1977).

Существует несколько точек зрения о характере плейстоценовых оледенений Баренцевоморского региона. Исследователи реконструируют как покровный характер оледенения (Гросвальд, 1983), так и мариногляциальный режим развития территории (Данилов, 1974, 1978). Наиболее распространена гипотеза о частичном покровном оледенении, развивавшемся в пределах крупных островных массивов, языки ледников которого могли спускаться на шельф (Матишов, 1984; Аксенов и др., 1987). В последние годы все больше получает подтверждение гипотеза о частичном покровном оледенении (Павлидис и др., 1990). В то же время, согласно ряду реконструкций (Larsen et al., 2006; Jorgensen, 2014) на заключительной стадии позднеплейстоценового оледенения (около 20 тыс. лет назад) ледниковый покров полностью перекрывал Баренцевоморский шельф. По-видимому, значительные объемы терригенных четвертичных осадков могли быть снесены здесь ледниковой экзарацией во время последнего оледенения (Мусатов Е.Е., Мусатов Ю.Е., 1992, Матишов, 1984). Максимальные мощности четвертичных осадков характерны для трогов и впадин (до первых десятков метров), на остальной части шельфа их мощность редко превышает первые метры.

Глава 4. НЕОТЕКТОНИКА И РЕЛЬЕФ ТРОГОВ СЕВЕРНО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ШЕЛЬФА (НА ПРИМЕРЕ ОСНОВНЫХ ПОЛИГОНОВ)

Длительная эволюция литосферы Западно-Арктической зоны перехода от континента к океану предопределила сложное мозаичное строение структуры шельфа Баренцева моря, на периферии которого в позднекайнозойское время были сформированы зоны повышенной тектонической активности. Пространственное положение Баренцевоморской плиты относительно системы срединных хребтов Мона-Книповича-Гаккеля и приуроченных к ним сдвиговых зон, во многом обусловило разнонаправленный характер тектонических напряжений. Современное пространственное положение краевых трогов Баренцевоморского шельфа связано с новейшей активизацией процессов тектонической деструкции в пределах древних рифтогенных систем (палеозойских и раннемезозойских грабенов), а сами прогибы

были сформированы по унаследованным зонам в кайнозойское время (Верба, 2008, Дибнер, Сенин и др., 1989).

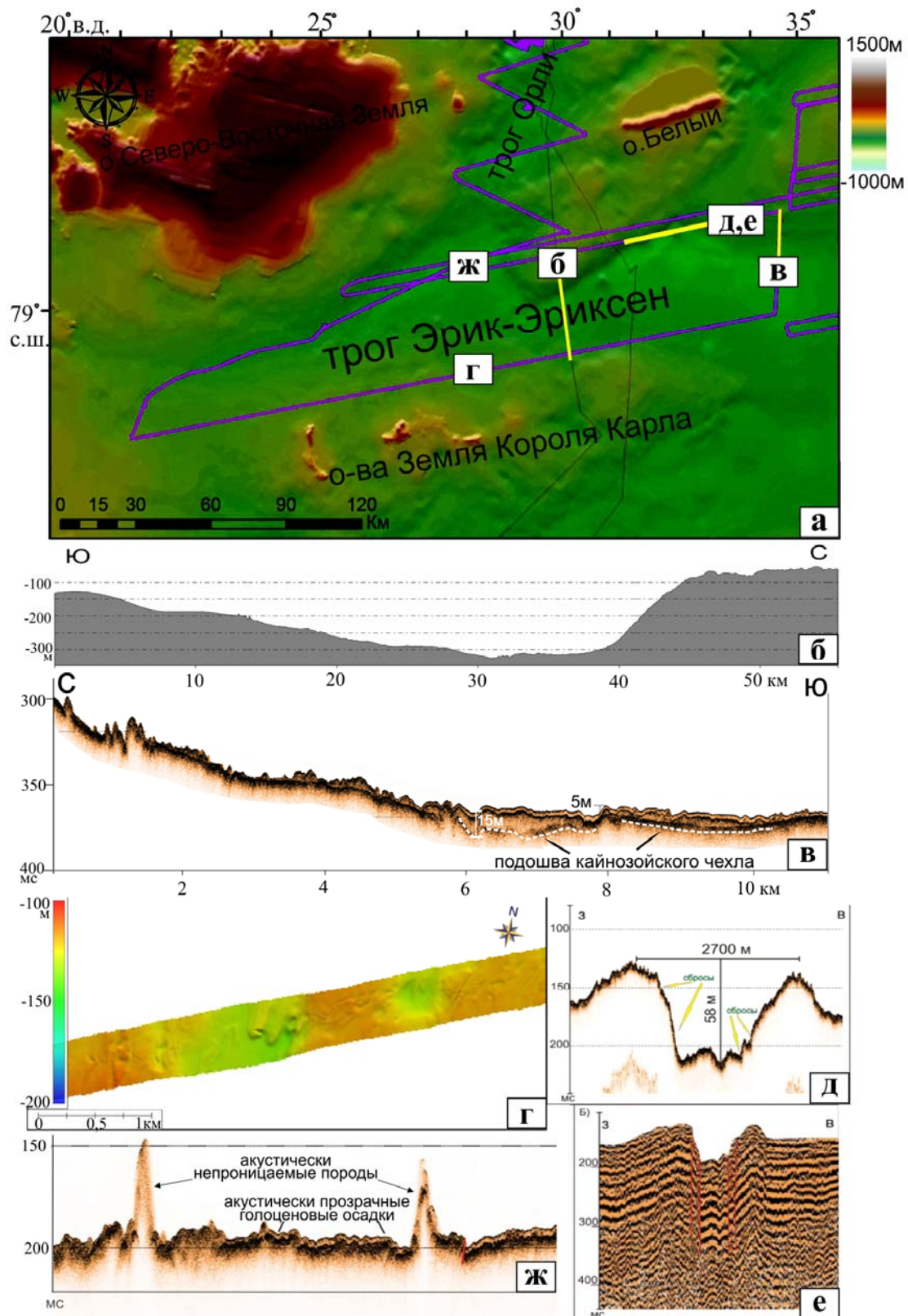


Рис. 2. Рельеф и строение осадочного чехла в трог Эрик-Эриксен (а – рельеф трога и положение профилей (желтые линии) ; б – поперечный профиль через трог; в – строение осадочного чехла в восточном сегменте трога; г – друмлины и борозды выпаживания на прилегающей части шельфа; д ,е – грабенообразная депрессия в борту трога, ж – выходы дочетвертичных пород в днище трога).

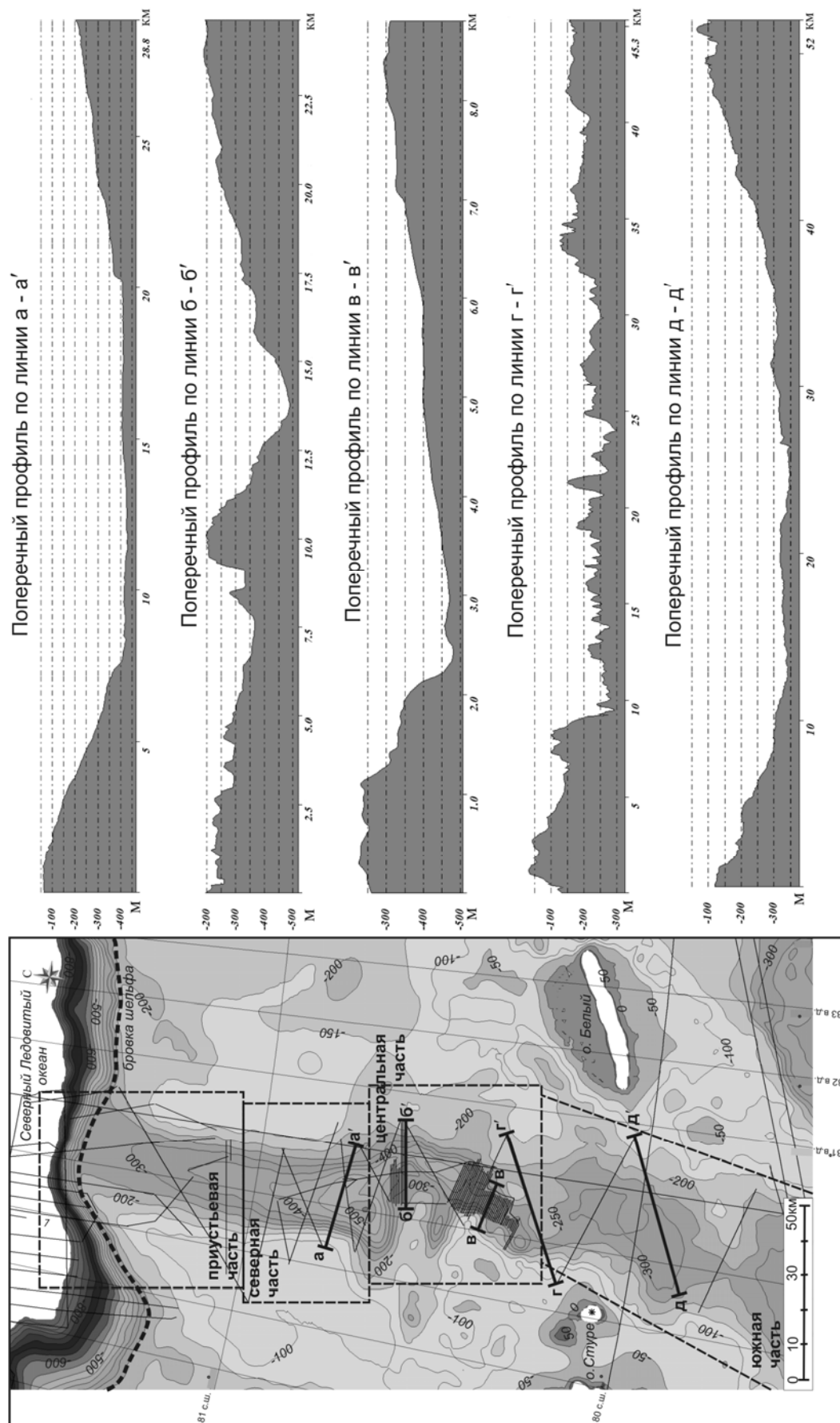


Рис. 3. Положение галсов 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов» в трое Орли (топоснова – по данным ИВСАО V3) (а) и поперечные профили трое Орли на выделенных морфологических участках (б)

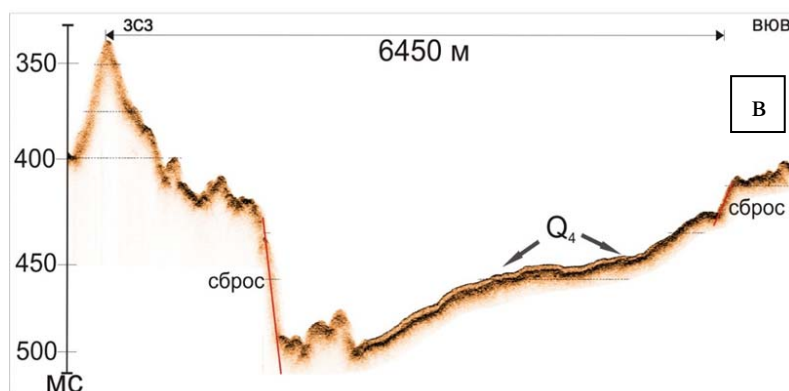
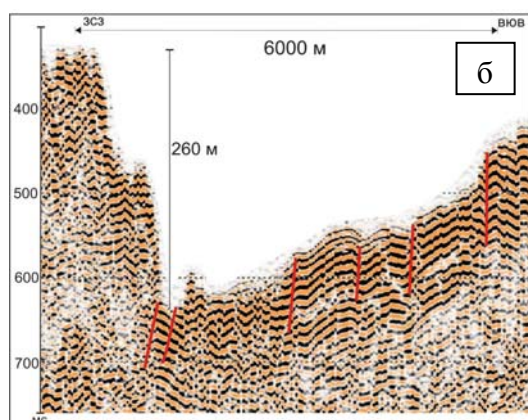
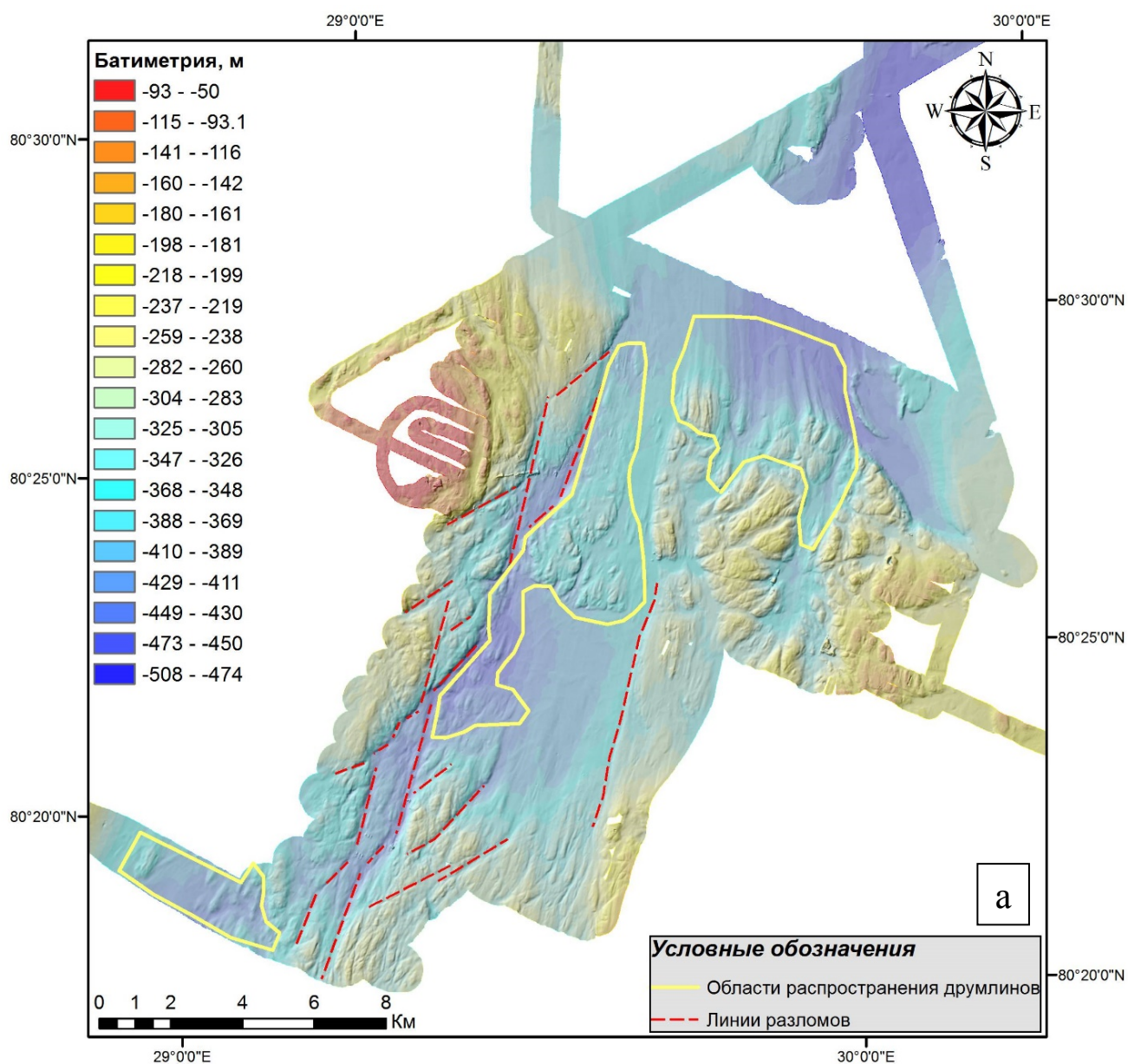


Рис. 4. Рельеф центральной части трога Орли (по данным батиметрической съемки 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов»). а - деформации сбросового типа в днище и на бортах трога в его центральной части, б - маломощный чехол голоценовых осадков в днище трога, в - уступы сбросовой природы. Положение профилей см. рис. 3.

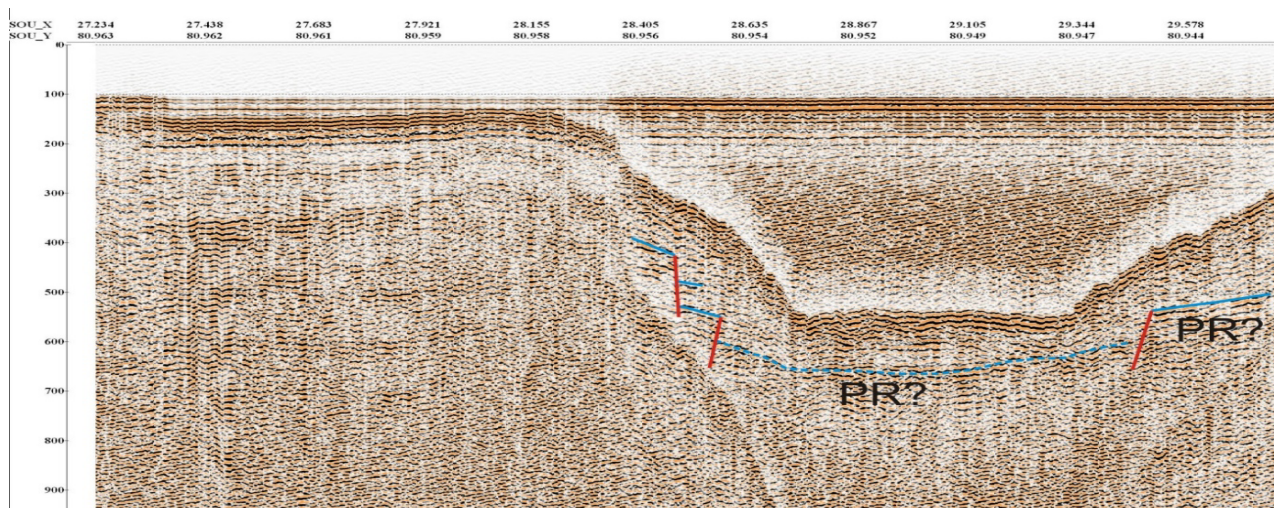


Рис. 5. Фрагмент сейсмической записи в северной части трога Орли. Синим цветом показано положение кровли складчатого фундамента, красным цветом показаны установленные разломы. Положение профилей см. рис. 3.

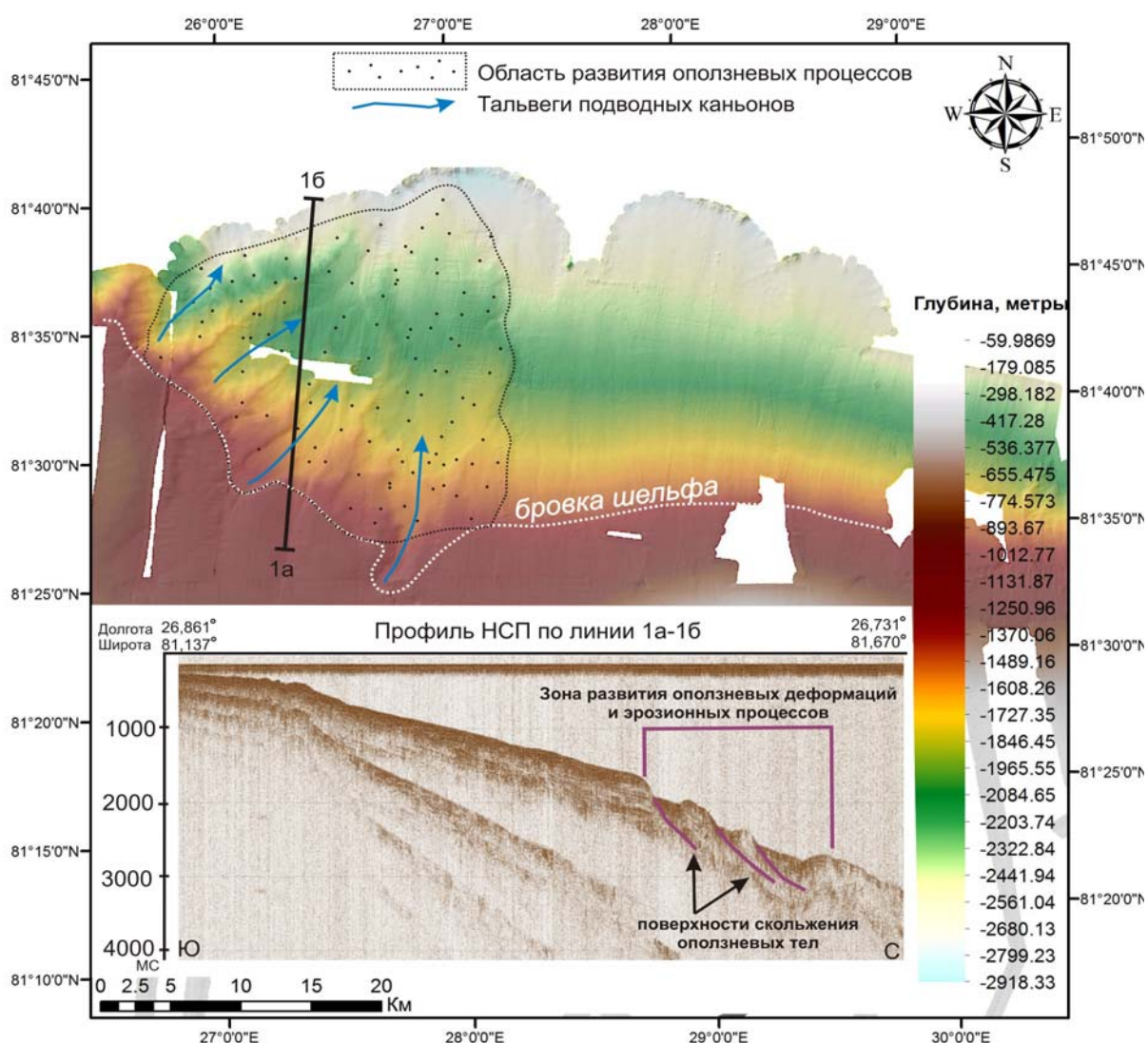


Рис.6. Оползневые тела процессы на континентальном склоне северо-восточнее архипелага Шпицберген (топографическая основа составлена по данным 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов»). Вверху – батиметрическая карта-схема, внизу – профиль НСП.

Трог Эрик-Эриксен

Трог Эрик-Эриксен расположен на северо-западе Баренцевоморского шельфа. Он протягивается 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° - 70° (см. рис.1). С юга трог Эрик-Эриксен ограничен поднятием архипелага Земля 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.2а,б), которая состоит из двух крупных прогибов (западный и восточный), расположенных на эшелонированной системе региональных разломов северо-западного простирания. Ширина трога в западной части составляет 50 км, увеличиваясь до 80 км в области сочленения с трогом Орли. Его максимальная ширина (110-115 км) установлена в восточном сегменте, в области сочленения с трогом Франц-Виктория. Максимальные глубины в трог Эрик-Эриксен составляют 350-370 м и приурочены к депрессиям у подножья северо-западного борта. Дно трога характеризуется сложным, отчасти реликтовым, рельефом, который был сформирован тектоническими и гляциальными процессами. Верхняя часть разреза, представлена маломощными кайнозойскими отложениями, залегающими с несогласием на мезозойских осадочных комплексах. Поверхностный горизонт представлен акустически прозрачными осадками морского и гляциально-морского типа. Выполненные ранее исследования (Hogan et al., 2010) позволяют относить эти отложения к верхнеплейстоцен-голоценовым. Более древние отложения были уничтожены, видимо, ледниковой и водно-ледниковой денудацией на позднеплейстоценовом этапе геологического развития трога.

На профилях непрерывного акустического сейсмопрофилирования и высокочастотного профилирования мощность верхнеплейстоцен-голоценового осадочного чехла в днище трога не превышает 15-20 м, при этом мощность голоценовых осадков составляет до 2 м (рис.2в). Четвертичные отложения залегают на мезозойских породах, которые имеют южное падение. В средней части днища трога (см. рис.2в) наблюдается подъем рефлектора, соответствующего кровле мезозойских пород, к поверхности дна,. Данный отражающий горизонт фиксирует положение денудационного дочетвертичного цоколя дна трога. К участкам близкого к поверхности расположения кровли мезозойских пород приурочены реликтовые водно-ледниковые формы (озовые гряды), образованные в днище трога на стадии

деградации позднеплейстоценового оледенения. На прилегающих к трогам участках шельфа и в верхней части пологих склонов трогов установлено широкое распространение друмлинов, борозд ледникового выпахивания (рис.2г), а в днище трогов – отпрепарированных ледниковой денудацией выступов коренных пород (рис.2ж). Как в бортовых частях, так и в днище трогов зафиксированы многочисленные вертикальные нарушения сбросового типа (рис.2д,е), нарушающие верхнюю часть осадочного чехла. Установленная амплитуда вертикальных смещений составляет 1-3 м.

Трог Орли

Трог Орли расположен в северной части Баренцевоморского шельфа (к востоку от острова Северо-Восточная Земля архипелага Шпицберген) (см. рис.1). Длина трогов составляет около 200 км, ширина – от 10 до 35 км.

Детальная батиметрическая съемка многолучевым эхолотом в отдельных частях трогов была выполнена впервые на НИС «Академик Николай Страхов» в 25 рейсе (2007 г.).

По выявленным особенностям морфологии (ширине, форме поперечного профиля) трог Орли разделен на четыре части – южную, центральную, северную и приустьевую (рис.3а). Наиболее глубокие сегменты трогов соответствуют участкам интенсивных нисходящих тектонических движений. В пределах обособленных депрессий отчетливо фиксируются основные морфологические элементы – днище, западный и восточный борты. Поперечный профиль, преимущественно, асимметричный – западный борт выше восточного. По батиметрическим данным 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов» наиболее широкие северная и приустьевая части трогов Орли имеют вид, близкий к грабену. Центральная и южная части трогов характеризуются сложным, сильно расчлененным рельефом с фрагментарным развитием грабенообразных сужений осевой зоны (рис.3б). Днище трогов отделяется от его бортов сбросовыми нарушениями, установленными на профилях сейсмопрофилирования (рис.4). Западный борт трогов Орли характеризуется крутопадающими ступенчатыми склонами (крутизна до 30-35°), а склоны восточного бортов трогов Орли существенно более пологие (до 10-15°) и протяженные, со ступенями, преимущественно, в нижних частях.

На разрезах высокочастотного акустического профилирования северной и центральной частей трогов Орли как в его днище, так и на бортах установлено наличие многочисленных деформаций сбросового типа с амплитудами смещения от первых

метров до 35 м (рис.4б,в). Наиболее глубокую часть трога ограничивают сбросы с амплитудой смещения от 5-6 до 15-16 м.

Рыхлый осадочный чехол в трогe представлен акустически проницаемыми отложениями, залегающими на деформированной сбросами поверхности днища и, фрагментарно, на пологих участках склонов. Мощность осадков достигает 3-4 м в наиболее глубокой части днища и уменьшается к востоку с уменьшением глубин. На бортах трога осадочный чехол практически отсутствует и обнаруживается только в межгрядовых и межблоковых понижениях, а также, крайне редко, в пределах террасовидных поверхностей. Следует отметить, что отмеченный акустически проницаемый горизонт характерен для всей северо-западной части Баренцевоморской окраины и интерпретируется как голоценовые послеледниковые морские илы (Мурдмаа, Иванова, 1999; Hogan et al., 2010). Суммарная мощность рыхлых осадков в днище трога увеличивается в приустьевой части, достигая 40-50 м. Здесь четвертичные осадки залегают на дислоцированной, разбитой разломами поверхности кристаллического фундамента (рис.5).

Выводы

Результаты детальных исследований строения дна и толщи рыхлых отложений в пределах трогов северо-западной окраины Баренцевоморского шельфа подтверждают тектоническую природу этих форм. Геолого-тектоническое развитие трогов происходит при непосредственном влиянии глубинных процессов, что подтверждается аномально высокими значениями теплового потока (более 300 мВт/м^2) (Хуторской и др., 2013), которые были зафиксированы в центральной и устьевой частях трога Орли. Новейшие деформации имеют прямое выражение в виде дизъюнктивных нарушений сбросового типа, охватывающих верхнюю часть осадочного разреза и определяющих морфологию бортовой и осевой зон трогов. Ледниковый рельеф в трогах на больших глубинах является реликтовым, он был сформирован, по-видимому, в эпоху позднеплейстоценового оледенения и наложен на денудационно-тектонические морфоструктуры окраинной части Баренцевоморского шельфа. Сравнительно высокая крутизна бортов трогов, на которых протекают процессы тектонически обусловленного отседания и отсутствует осадочный чехол, свидетельствуют в пользу относительной молодости рельефа. Полученные данные позволяют с уверенностью говорить об активности новейших тектонических движений в краевой части Баренцевоморского шельфа. Сбросообразование в пределах трогов подтверждается результатами батиметрической съемки, непрерывного сейсмического и акустического профилирования.

Выполненные исследования с учетом ранее выполненных работ (Мусатов, 1996 и пр.) позволяют с уверенностью говорить о том, что трогги краевой части Баренцевоморского шельфа – это сравнительно молодые тектонические структуры, активно развивающиеся в настоящее время. Они заложились в кайнозойское время, подверглись воздействию экзогенных (преимущественно, ледниковых) процессов в разные эпохи плейстоцена, и в настоящее время представляют собой участки повышенной тектонической активности.

Таким образом, в истории развития трогов северной части Баренцева моря можно выделить три этапа:

1. Рифтогенный (доледниковый) – заложение грабенов в палеозое и мезозое, определивших в дальнейшем развитие и положение в кайнозойское время крупных отрицательных структур – трогов.

2. Ледниковый – движение ледников по трогам в Северный Ледовитый океан с прилегающей суши, транспорт вещества и интенсивная экзарация в ледниковые эпохи плейстоцена.

3. Современный (послеледниковый) – активизация вертикальных тектонических движений, в том числе, вследствие гляциоизостазии, формирование ступенчатого облика бортов трогов и многочисленных сбросовых деформаций в днище.

Глава 5. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ И СЕВЕРНОЙ ЧАСТЕЙ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ШЕЛЬФА

На шельфах и ложе Мирового океана существуют геологические процессы, которые можно отнести к неблагоприятным или опасным для деятельности человека. С расширением области техногенного освоения арктического региона назрела потребность в изучении закономерностей протекания этих явлений и необходимость оценки потенциальных рисков для хозяйственной деятельности, а также прогнозирования геологических опасностей.

Спектр геологических процессов, характерный для той или иной части дна Мирового океана, определяется современной геодинамической обстановкой, геологическим строением и морфологией рельефа, а также физико-географическим положением. Области с повышенной интенсивностью подводного морфолитогенеза, как правило, приурочены к неотектонически активным зонам, склонам разной крутизны (прежде всего, к области континентального склона), а также областям с повышенной мощностью слаболитифицированного осадочного чехла. Среди

эндогенных и экзогенных геологических опасностей в Мировом океане выделяют (Козлов, 2005; Мазарович, 2012): вулканизм и грязевой вулканизм, сейсмичность, гравитационные явления (прежде всего, склоновые процессы), гидротермальную деятельность, газогидратные явления, воздействие на дно шельфовых льдов и айсбергов и некоторые другие. В пределах изучаемой территории наибольшее развитие получили на современном этапе три группы процессов – гравитационные (оползневые, мутьевые потоки), газогидратные и ледовые.

Оползневые процессы. По материалам научно-исследовательских работ НИС «Академик Николай Страхов» в западном секторе Арктики в 2007 – 2010 гг. были установлены области активного развития оползневых процессов на континентальном склоне Баренцевоморского шельфа к западу от устья трога Орли и западнее архипелага Шпицберген (на хребте Вестнесса).

На севере Баренцевоморского региона к западу от устьевой части трога Орли по данным батиметрической съемки, выполненной в 25-ом рейсе НИС «Академик Николай Страхов», впервые установлено, что континентальный склон осложнен многочисленными формами эрозионного и оползневого генезиса. В его нижней части и у подножья зафиксирована крупная положительная форма рельефа, представляющая собой серию слившихся оползневых тел, расчлененных мутьевыми потоками (рис.6).

Вдоль пассивной континентальной окраины Норвегии, включая архипелаг Шпицберген, от юга до севера, описано, с разной степенью детальности, до 35 оползневых тел. Объемы оползневых масс составляют от 1 до 25,5 км³. (Freire et al., 2014; Hjelstuen et al., 2007). Возраст оползней оценен от 400 тыс. до 2,5 млн. лет (Hjelstuen et al., 2007). Установлено, что, как минимум, два оползня – Сторегга и Хинлопен – вызывали крупные цунами в регионе (Brynetal., 2005; Vannesteetal., 2010).

Западнее архипелага Шпицберген расположен крупный подводный хребет Вестнесса, который протягивается более чем на 100 км с юго-востока на северо-запад, где примыкает к впадине Моллой, глубина которой достигает 5600 м.

Хребет Вестнесса (Petersen et al., 2010) представляет собой аккумулятивный хребет (дрифт), который формировался контурными морскими течениями северного направления в позднем миоцене и плиоцене. Мощность осадочного чехла в пределах хребта достигает 2000 м. Эти осадки представлены алевроитистыми турбидитами и глинисто-алевровитовыми контуритами средневексельского и голоценового возрастов (Petersen et al., 2010).

Анализ разрезов, полученных на хребте методом непрерывного сейсмопрофилирования, показывает, что отмеченные в приповерхностном слое осадков нарушения, в большинстве случаев, имеют продолжение и ниже по разрезу. Их распределение показывает, что практически весь хребет Вестнеса на данном участке находится в состоянии неустойчивого равновесия. По установленным особенностям морфологии, геологического и тектонического строения, на хребте Вестнеса выделяется крупная область (Мороз и др., 2014) потенциальной оползневой опасности, занимающая площадь более 4000 км² (рис.7).

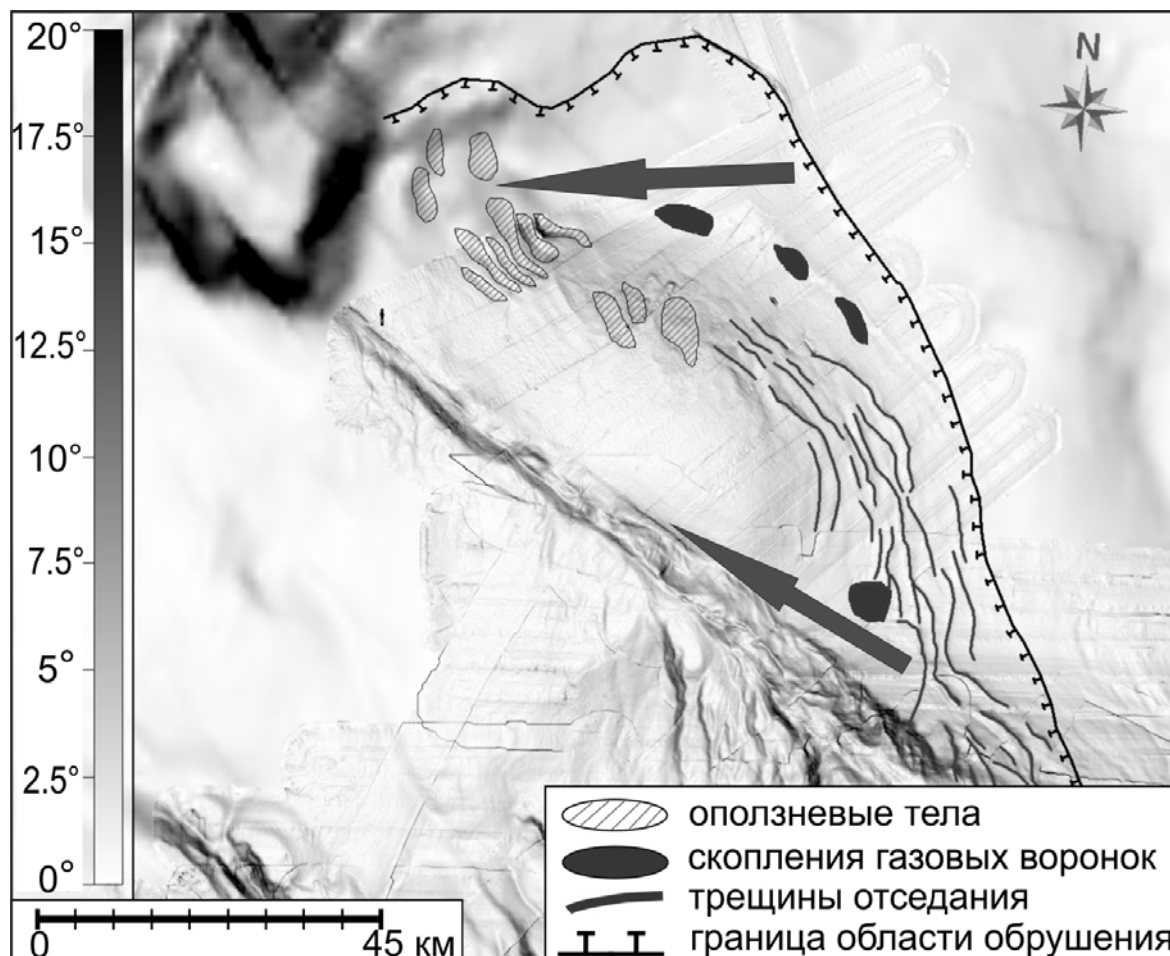


Рис. 7. Область потенциальной оползневой опасности на хребте Вестнеса по данным 27-го рейса НИС «Академик Николай Страхов» (рельеф вне зоны работ дан по топографической основе IBCAOV3). Стрелками показаны установленные и возможные направления схода оползней.

Таким образом, на континентальном склоне западнее Шпицбергена сложились все условия для начала движения крупного подводного оползня, сход которого может привести к возникновению катастрофического цунами в непосредственной близости от Российской Федерации. Благоприятными условиями для формирования оползня на данном участке склона хребта Вестнеса являются перепад высот морского дна,

достигающий здесь 5 км, нестабильность склонов в результате сейсмической активности и воздействия газов, формирование трещин отрыва и большие мощности осадочного чехла.

Дегазационные процессы. Выходы газа на поверхности морского дна широко распространены на шельфе Баренцева моря (Solheim, Elverhoi, 1985; Hovland et al., 2002; Andreassen et al., 2007; Захаренко, 2014). Морфологическими проявлениями данного процесса являются газовые воронки («rockmark» по Solheim, Elverhoi, 1985), а также газовые факелы (Мазарович, 2012). В ходе научно-исследовательских работ в рамках 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов» в северо-западной части Баренцева моря в пределах трога Эрик-Эриксен выявлены три основных участка дегазации, приуроченные к осевой зоне и бортам трога. Места выхода газа на поверхность не выражены в рельефе (газовые воронки не выявлены), что может свидетельствовать о нестабильности положения источников и активности газопроявления. Наибольшее количество газовых факелов отмечается в осевой части трога Эрик-Эриксен. Область дегазации протягивается на 1,5 км по днищу трога, высота факелов изменяется от 10-15 м до 50 м (рис.8). Дегазация прослеживается на глубинах порядка 215-220 м. В акустическом рефлексоре, расположенном на глубине около 14 м ниже уровня морского дна имеются разрывы, по которым и осуществляется подъем газа к поверхности.

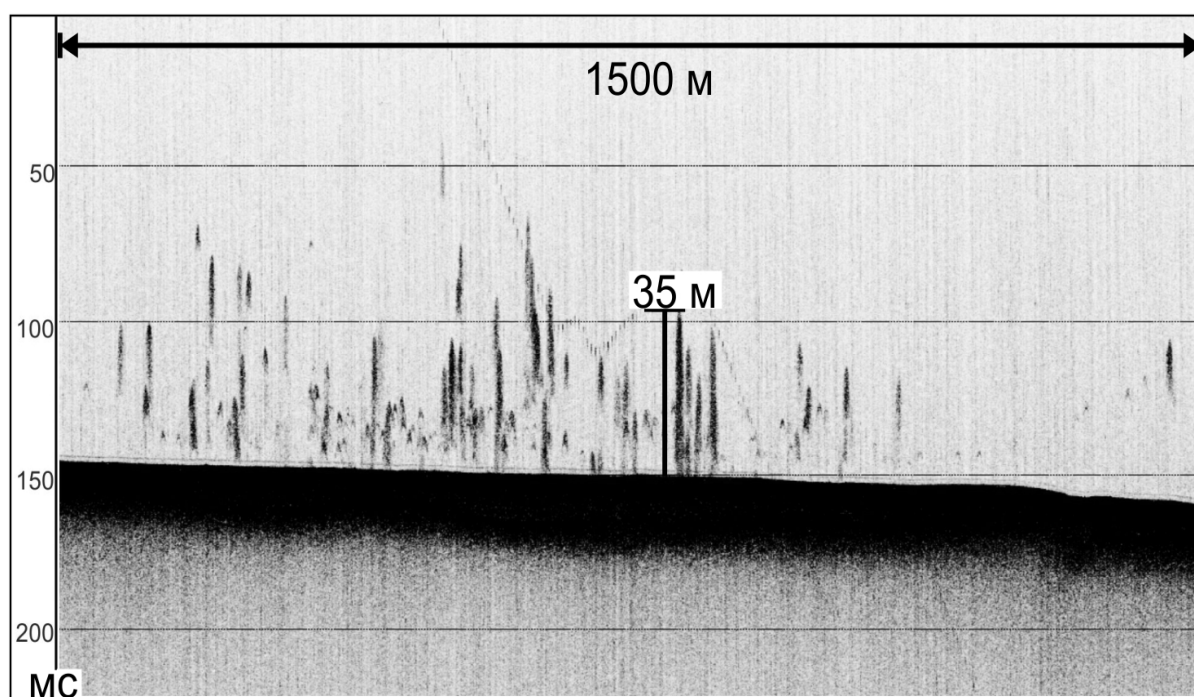


Рис. 8. Газовые факелы в осевой части трога Эрик-Эриксен
(по данным 27-го рейса НИС «Академик Николай Страхов»)

Экзарационные процессы. Деятельность морских льдов и ледниковых покровов оказала существенное влияние на формирование современного и реликтового рельефа шельфа Баренцева моря (Козлов, 2005; Никифоров, 2006; Hogan et al., 2010). По характеру и масштабу воздействия ледовые процессы (экзарационные и аккумулятивные) в Баренцевоморском регионе можно разделить на ледниковые (имели место во время плейстоценовых оледенений), айсберговые (плейстоценовые и современные), торосовые и связанные с деятельностью припайных льдов. Последние три группы процессов оказывают воздействие на формирования рельефа шельфа и в голоцене. Борозды ледового и ледникового выпаживания отмечены на практически всей территории шельфа Баренцева моря. Эти формы встречаются и в северо-западной части региона до глубин 350-370 м, где на глубинах более 100 м, безусловно, являются позднеплейстоценовыми реликтами. На глубинах менее 100 м закартированные борозды ледового выпаживания в северо-западной части шельфа являются следами движений крупных айсбергов, в том числе, в голоцене.

Выводы

На изученной территории зафиксированы следы активного протекания комплекса опасных геологических процессов, среди которых ведущая роль принадлежит гравитационным (оползание, отседание), ледовым и дегазации. Особенностью региона является наличие геологических опасностей не только на подводных склонах разной крутизны, но также и на субгоризонтальных поверхностях дна на разной глубине (дегазация, айсберговое выпаживание). Крутые уклоны материкового склона и характерная для региона сейсмичность создают благоприятные условия для активизации перечисленных процессов, при этом, нередко, возникает кумулятивный эффект (в случае, когда активизация одного из процессов провоцирует активизацию прочих). В частности, сход крупных подводных оползней, по-видимому, может быть спровоцирован сейсмическими событиями (установлена приуроченность оползневых тел к районам с высокой плотностью новейших разрывных нарушений, в том числе, в устьевых частях трогов) и в дальнейшем спровоцировать активизацию мутьевых и обломочных потоков, выбросов газа. В то же время, разрушение газогидратного слоя на участках с повышенной мощностью осадочного чехла (как, например, это происходит на хребте Вестнесса) приводит к увеличению неустойчивости склонов, сложенных слабо литифицированными осадками и может стать причиной активизации гравитационных процессов (в частности, оползневых). Установленные особенности развития опасных

геологических процессов на северо-западе Баренцевоморского региона необходимо учитывать при стратегическом планировании освоения природных ресурсов, прокладке подводных коммуникаций (кабелей, нефте- и газотранспортных коммуникаций) и в других аспектах хозяйственной деятельности в регионе.

Публикации по теме диссертации в журналах, рекомендованных ВАК:

1. **Мороз Е.А.** Новейшая тектоника северо-западной окраины Баренцевоморского шельфа // Мониторинг. Наука и технология. Науки о Земле. 2016, №4(29). С. 6-13.

2. Соколов.С.Ю., **Мороз Е.А.**, Абрамова А.С., Зарайская Ю.А., Добролюбова К.О. Картирование звукорассеивающих объектов в северной части Баренцева моря и их геологическая интерпретация // Океанология 2017, Т.57, № 4. С. 655-662.

3. Соколов С.Ю., Абрамова А.С., Зарайская Ю.А., **Мороз Е.А.**, Добролюбова К.О. Процессы эволюции литосферы в районе архипелага Земля Франца-Иосифа по данным картирования донных обнажений магматических тел // Мониторинг. Наука и Технологии. 2016. № 4(29). С. 14-19.

4. Зайончек А.В., Соколов С.Ю., Мазарович А.О., Ермаков А.В., Разумовский А.А., Ахмедзянов В.Р., Баранцев А.А., Журавко Н.С., **Мороз Е.А.**, Сухих Е.А., Федоров М.М., Ямпольский К.П. Строение зоны перехода от хребта Ховгарт к плато Шпицберген (Предварительные результаты работ 27-го рейса НИС «Академик Николай Страхов») // Доклады РАН. 2011. Т. 439. № 4. С. 514–519.

5. 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. Т. 430. № 6. С. 824–829.

6. Зайончек А.В., Мазарович А.О., Лаврушин В.Ю., Соколов С.Ю., Хуторской М.Д., Абрамова А.С., Алиулов Р.Х., Ахмедзянов В.Р., Зарайская Ю.А., Ермаков А.В., Ефимов В.Н., **Мороз Е.А.**, Пейве А.А., Прохоров Д.А., Радионова Э.П., Разницын Ю.Н., Разумовский А.А., Черных А.А., Ямпольский К.П. Геолого-геофизические работы 25-го рейса НИС «Академик Николай Страхов» на севере Баренцева моря и на континентальном склоне Северного Ледовитого океана // Доклады РАН. 2009. Т. 427. № 1. С. 67–72.

7. Пейве А.А., Добролюбова К.О., Сколотнев С.Г., Сущевская Н.М., Разницын Ю.Н., Зайончек А.В., Абрамова А.С., Алиулов Р.Х., Зарайская Ю.А., Ескин А.Е., Ефимов В.Н., Мазарович А.О., **Мороз Е.А.**, Разумовский А.А., Ямпольский К.П. Строение области сочленения хребтов Книповича и Мона (Северная Атлантика) // Доклады РАН. 2009. Т. 426. № 3. С. 355-360.

Статьи в других изданиях:

8. 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.

9. **Мороз Е.А.**, Мазарович А.О., Абрамова А.С., Ефимов В.Н., Зарайская Ю.А., Соколов С.Ю. Неотектоника северо-запада Баренцева моря // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. Вып. 2. М.:ГЕОС. 2010. С.161-173 .

Материалы научных конференций:

10. Соколов С.Ю., Абрамова А.С., Зарайская Ю.А., **Мороз Е.А.** , Добролюбова К.О. Процессы эволюции литосферы в районе архипелага Земля Франца-Иосифа по данным картирования донных обнажений магматических тел // Тектоника современных и древних океанов и их окраин. Материалы XLIX Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2017. Т.2. С.208-212.

11. Абрамова А.С, Соколов С.Ю., **Мороз Е.А.** Картирование неотектонических элементов в условиях срединно-океанического хребта по данным высокочастотного профилографа // Материалы V Международной конференции молодых ученых и специалистов «Новое в геологии и геофизике Арктики, Антарктики и Мирового океана», посвященная 100-летию со дня рождения В. Н. Соколова / Отв. ред. Д. Е. Доречкина. СПб.: ФГБУ «ВНИИОкеангеология», 2016. С. 80-81.

12. **Мороз Е.А.**, Мазарович А.О. Условия формирования крупного подводного оползня на хребте Вестнеса (континентальная окраина западного Шпицбергена) / Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике: Всероссийская конференция VII Щукинские чтения. Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, 18–21 мая 2015 г.: Материалы конференции. — МАКС Пресс Москва, 2015. С. 147–150.

13. Чамов Н.П., Соколов С.Ю., **Мороз Е.А.**, Зарайская Ю.А., Абрамова А.С., Добролюбова К.О. О проекте ГИН РАН и выявление признаков скопления и

разгрузки газоносных флюидов в осадочном чехле Баренцева моря // Всероссийская конференция с международным участием “Арктика - нефть и газ 2015”, 21-23 апреля 2015 г. МинОбрНауки РФ, ФАНО РФ, РГУНГ, ИПНГ РАН, 2015. С.1-2.

14. **Мороз Е.А.** Неотектоника и рельеф северо-западной части Баренцева моря и его обрамления / Материалы IV Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов «Новое в геологии и геофизике Арктики, Антарктики и Мирового океана» / Отв. ред.: О.Е. Смирнов, А.Г. Редько, И.П. Моргунова. — СПб.: ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга», 2014. С. 11-13.

15. **Мороз Е.А.,** Мазарович А.О. Подводные оползни на континентальном склоне к западу от Шпицбергена Экзогенные рельефообразующие процессы: результаты исследований в России и странах СНГ. Материалы XXXIV Пленума Геоморфологической комиссии РАН, 2014. С 1-5.

16. **Мороз Е.А.,** Мазарович А.О., Зарайская Ю.А. Потенциальная опасность схода крупного подводного оползня на континентальном склоне западнее Шпицбергена / Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. XIII научно-практическая конференция. 14-15 мая 2014 г. Сборник материалов. М.: ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России. 2014.

17. Чамов Н.П., Соколов С.Ю., Зарайская Ю.А., **Мороз Е.А.** Картирование флюидонасыщенных осадков верхней части разреза, связанных с ними форм рельефа дна и звукорассеивающих объектов водной толщи в российском секторе Баренцева моря // Состояние арктических морей и территорий в условиях изменения климата. Сб. тез. Всерос. конф. 18-19 сентября 2014 г. Секция 3. Архангельск: ИД САФУ, 2014. С. 101-102.

18. **Мороз Е.А.** Неотектоника и рельеф зоны разлома Моллой. // 4-е Яншинские чтения, современные вопросы геологии. 9-11 ноября 2011 года. Москва: ГЕОС. 2011. С. 251 – 255.

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

20. Zarya'skaya Yu., Abramova A., Dobrolyubova K., Mazarovich A., **Moroz E.** Morphology of the Knipovich Ridge Area // AGU Fall Meeting, 2014, December 15-19, San-Francisco.

ОБРАЗЕЦ ОТЗЫВА

на автореферат диссертации Мороза Евгения Андреевича
«Неотектоника и рельеф дна северо-западной окраины Баренцевоморского
шельфа и его обрамления», представленной на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 – общая и региональная
геология

Текст, текст, текст, текст, текст, текст, текст, текст, текст, текст, текст, текст...

Фамилия Имя Отчество

Ученая степень

Ученое звание

Должность, структурное подразделение

Полное наименование организации (как в Уставе)

Адрес: 000 000, г. _____, ул. _____, д. _____

Интернет сайт организации

Email: _____

раб. тел.: (000) 000-0000

Я, Иванов Иван Иванович (ФИО полностью), даю согласие на включение
моих персональных данных в документы, связанные с работой
диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

«__» _____ 2017 г. _____

Место печати

_____ Подпись

Подпись Иванова И.И. заверяю (подпись заверяется заведующим
канцелярией, с указанием его должности и фамилии, и скрепляется печатью
организации).
