

**ШИРОКОМАСШТАБНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ  
ВНИИОКЕАНГЕОЛОГИЯ С БОРТА АТОМОХОДА «РОССИЯ»  
ПО ПРОБЛЕМЕ ВНЕШНЕЙ ГРАНИЦЫ  
КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА РОССИИ В АРКТИКЕ**

канд. геол.-минерал. наук В.Д.КАМИНСКИЙ,  
д-р геол.-минерал. наук В.А.ПОСЕЛОВ., д-р геол.-минерал. наук Г.П.АВETИСОВ,  
д-р геол.-минерал. наук В.В.БУЦЕНКО, канд. геол.-минерал. наук П.В.РЕКАНТ

*ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург, avet@vniio.nw.ru*

*В течение мая–июня 2007 г. экспедиция ВНИИОкеангеология провела с борта атомного ледокола «Россия» комплексные геолого-геофизические наблюдения в зоне сочленения подводного хребта Ломоносова с прилегающим шельфом морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. Основанием проведения работ послужила необходимость выполнения рекомендаций Комиссии ООН по подготовке Заявки РФ для установления положения внешней границы континентального шельфа России в Арктике. В статье представлены методика и результаты исследований и сформулированы задачи дальнейших исследований, необходимых для подачи окончательной Заявки.*

*Ключевые слова:* Северный Ледовитый океан, внешняя граница континентального шельфа, геолого-геофизические исследования.

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Северный Ледовитый океан (СЛО) является для России регионом особых геополитических, оборонных, научных и экономических интересов. Однако до настоящего времени максимально протяженные по сравнению с другими приарктическими государствами границы российского сектора СЛО не имеют юридического статуса. В связи с этим приоритетной задачей Российской Федерации в Арктике является установление юридического статуса своих границ и обеспечение их полной политической и экономической безопасности.

Исследования по проблеме ВГКШ России (СССР) в Арктике начаты в 1986 г. Головной организацией, ответственной за решение этой проблемы, был назначен ВНИИОкеангеология.

В 1997 г. Российской Федерацией была ратифицирована «Конвенция ООН по морскому праву 1982 г.» (далее Конвенция). В декабре 2001 г. Российская Федерация направила Генеральному Секретарю ООН представление по ВГКШ в Северном Ледовитом и Тихом океанах (далее Заявка), подготовленное в соответствии с положениями Конвенции.

На 11-й сессии в июне 2002 г. Комиссия ООН по границам континентального шельфа рассмотрела Заявку РФ. Группой экспертов Комиссии были подготовлены замечания и рекомендации, основная часть которых касалась геологической природы крупнейших подводных поднятий Американо-Сибирского суббассейна и их структурной связи с континентальной окраиной Азиатского материка.

Концепция российской Заявки ВГКШ в СЛО базировалась на доказательствах принадлежности этих поднятий (хребта Ломоносова и поднятия Менделеева) к компонентам континентальной окраины Евразии. Комиссия расценила российскую интерпретацию как недостаточно аргументированную и отражающую лишь

одну из многочисленных гипотез, которые к настоящему времени предложены для объяснения происхождения, природы и возраста Американо-Сибирского суббассейна. Наибольшую дискуссию вызывало строение областей сопряжения поднятий с окраинами окружающих континентов, в пределах которых обычно прослеживаются шовные зоны, имеющие морфологический облик крупных структурных границ. Поэтому Комиссия посчитала, что для однозначной классификации в контексте Конвенции каждого из поднятий дна в Американо-Сибирском суббассейне российская сторона должна провести дополнительные геолого-геофизические исследования с целью получения более обоснованных материалов о взаимоотношении поднятий со структурами прилегающего шельфа.

Для выполнения рекомендаций Комиссии в 2005 г. были проведены комплексные геолого-геофизические исследования в зоне сочленения поднятия Менделеева с прилегающим шельфом Восточно-Сибирского и Чукотского морей («Арктика-2005»).

Представляемые в настоящей статье исследования 2007 г. («Арктика-2007») явились логическим продолжением исследований в экспедиции «Арктика-2005». Они имели своей целью получение дополнительных данных для уточнения структуры земной коры хребта Ломоносова, создания геологической модели зоны его сопряжения с прилегающим шельфом морей Лаптевых и Восточно-Сибирского и выявления его структурной связи с геологическими структурами материковой окраины (рис. 1).

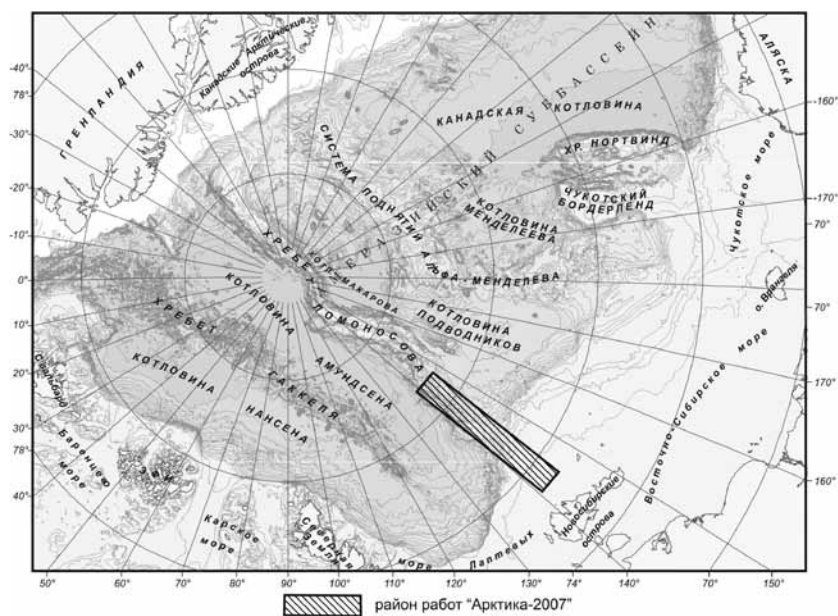


Рис. 1. Расположение полигона геолого-геофизических исследований

Конечной целью исследований является подготовка комплекта материалов в соответствии с требованиями к геологической аргументации Конвенции и рекомендациями Комиссии ООН по границам континентального шельфа, обосновывающего ВГКШ Российской Федерации в СЛО. Важной прикладной задачей исследований явилась также прогнозная оценка углеводородного потенциала в зоне сопряжения хребта с прилегающим шельфом.

Исследования выполнялись в период с 13 мая по 26 июня 2007 г.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Учитывая тяжелые ледовые условия в районе хребта Ломоносова, для выполнения работ был арендован атомный ледокол «Россия» Мурманского морского пароходства (рис. 2).

Впервые геолого-геофизические работы проводились на судне, не приспособленном для проведения геолого-геофизических исследований, что создавало определенные трудности при их организации.

Руководителем экспедиции был назначен директор ВНИИОкеангеология Каминский В.Д., его научным заместителем – Поселов В.А.

Экспедиция состояла из трех полевых партий и пяти отрядов:

- первая сейсмическая партия, руководитель – Аветисов Г.П.;
- вторая сейсмическая партия, руководитель – Маухин А.В. (ГФУП «ВНИИГеофизика»);
- гидрографическая партия, руководитель – Глебов В.Б.;
- геологический отряд, руководитель – Рекант П.В.;
- отряд технических средств, руководитель – Егоров Ю.П.;
- отряд камеральной обработки, руководитель – Сорокин Ю.В.;
- авиаотряд, руководитель – Закутилин И.А. (ЗАО «Авиакомпания «СПАРК+»);
- отряд взрывников, руководитель – Захаров Ю.П. (ООО «ФАРН»).

Комплекс геолого-геофизических исследований включал выполнение:

- наледных сейсмических наблюдения ГСЗ, МПВ и МОВ с использованием взрывчатых веществ; для возбуждения сейсмических волн использовались тротильные заряды с электродетонаторами;
- наледных гравиметрических и набортных маятниковых наблюдений;
- геологических исследований;
- акустического и телефотопрофилирования.

Методика наледных геофизических исследований на геотраверсе протяженностью 600 км предусматривала использование двух вертолетов типа Ми-8МТВ или Ка-32С. В то же время конструктивно ангар и вертолетная площадка атомного ледокола «Россия» оборудованы под размещение и работу с двумя вертолетами Ка-32С. При комплектации вертолетов возникли проблемы с арендой вертолетов Ка-32С по причине их отсутствия в европейской части России.

В результате после некоторых конструктивных доработок для выполнения работ были арендованы и использованы один вертолет Ми-8МТВ с размещением на вертолетной площадке и один КА-32С с размещением в ангаре ледокола. Вертолет КА-32С перегонялся из Владивостока в Мурманск.



Рис. 2. Атомный ледокол «Россия»

Для выполнения геологических исследований и акустического и телефотопрофилирования по левому борту на корме ледокола была смонтирована лебедка марки ПКН-3.5Э с тяговым усилием до 6 тонн. Управление и передача информации с подводного телефотокомплекса осуществлялась через кабель-трос длиной 3600 м. Наличие сильной вибрации, характерной при плавании в тяжелых льдах, создавало определенные трудности в эксплуатации лебедки. Для выполнения геологических работ постоянно задействовался штатный судовой 16-тонный кран левого борта.

На нижней палубе по левому борту были оборудованы помещения под геологическую, сейсмическую и гравиметрическую лаборатории.

В гравиметрической лаборатории были установлены пять маятниковых гравиметров АМП-1. Координирование маятниковых измерений осуществлялось по СНС «Навстар» с использованием навигационной аппаратуры V-2600P (производства компании Japan Marina Co.Ltd (Jmc) 2000 г.) с записью навигационных параметров на жесткий диск ПК с дискретностью 1 с. Исследования на геотраверсе координировались с использованием навигационной аппаратуры GeoExplorer3 (производства компании Trimble 2003 г.) и GPScap60CSx (производства компании Garmin 2005 г.) с записью навигационных параметров на встроенную флэш-память с дискретностью 1 с.

Взрывчатые вещества хранились и перевозились в специальных контейнерах.

### СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как указано выше, сейсмические исследования проводились в трех модификациях: профильного глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), методом преломленных волн (МПВ) и методом отраженных волн (МОВ).

#### Наблюдения ГСЗ

Выполнено три расстановки ГСЗ, составивших субмеридиональный профиль протяженностью 600 км вдоль хребта Ломоносова и через зону сопряжения хребта с шельфом морей Лаптевых и Восточно-Сибирского (рис. 3).

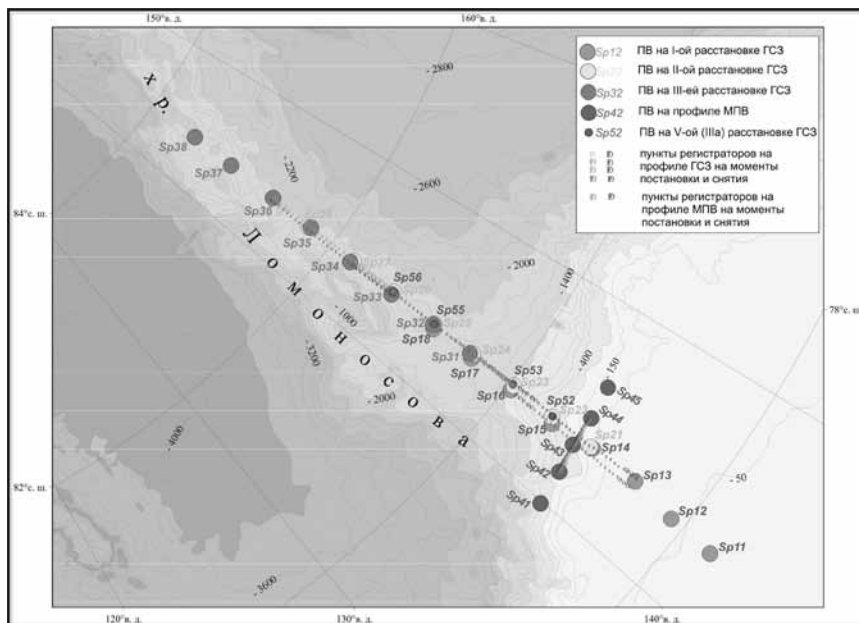


Рис. 3. Схема расположения пунктов наблюдений на геотраверсе ГСЗ

- Схема наблюдений ГСЗ на каждой из трех расстановок была следующей (рис. 4):
- 30 регистраторов «Дельта-Геон» на базе 150 км;
  - 8 пунктов взрыва через 50 км, 4 из которых в пределах расстановки регистраторов и по 2 выносных. Максимальное расстояние взрыв-регистратор – 250 км;
  - судно в центре расстановки;
  - обработка расстановки двумя летными отрядами на вертолетах Ми-8 и Ка-32.

- Обработка расстановки каждым летным отрядом выполнялась в 4 этапа:
- выставление регистраторов;
  - обработка двух пунктов взрыва: дальнего выносного и ближайшего к центру расстановки;
  - обработка двух промежуточных пунктов взрыва;
  - сбор регистраторов;
  - привязка пунктов взрыва и пунктов регистрации с помощью спутниковой навигационной системы «НАВСТАР».

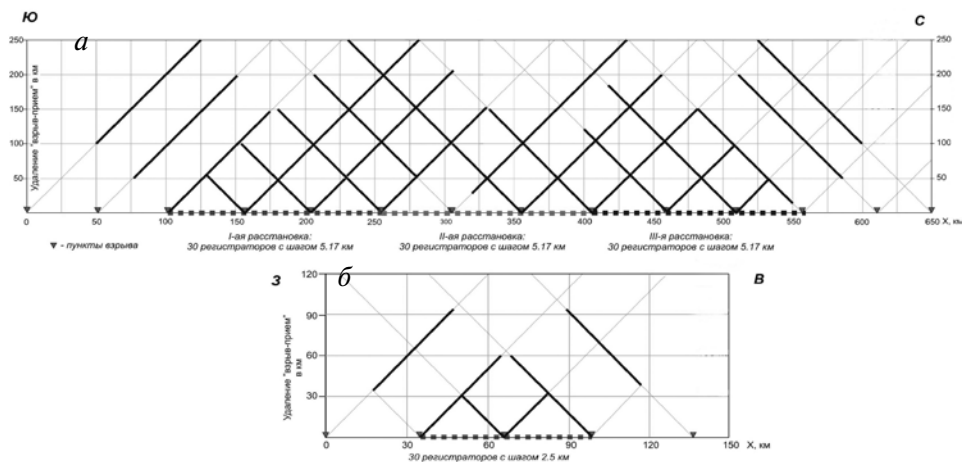


Рис. 4. Схемы выполненных наблюдений на профилях ГСЗ (а) и МПВ (б)

Для учета дрейфа льда в промежутке между постановкой и снятием регистраторов часть регистраторов «Дельта-Геон» дублировалась регистраторами Техморгео «ГНОМ», оснащенные приемником спутниковой навигационной системы «НАВСТАР».

Плановая привязка пунктов регистрации осуществлялась в момент постановки и снятия регистраторов.

В качестве источника возбуждения сейсмических волн использовались тротиловые заряды. Глубина их погружения колебалась от 100 до 80 м в зависимости от величины заряда.

Сплоченность льда в районе исследований составляла 8–9 баллов. Из-за повышенной скорости дрейфа льда (свыше 6 миль в сутки) наблюдения ГСЗ пришлось проводить в условиях повышенных микросейсмических помех.

### Наблюдения МПВ

Положение секущего профиля МПВ (рис. 3) выбрано с учетом прогнозной модели геологического строения зоны сопряжения хребта Ломоносова с прилегающим шельфом.

Методика наблюдений МПВ:

- выполнена расстановка субширотного простирания, точка пересечения с профилем ГСЗ приходится на первую расстановку;

- 30 регистраторов на базе 60 км;
- привязка пунктов регистрации осуществлялась в момент постановки и снятия регистраторов;
- глубина погружения заряда 50 м;
- отработано 5 пунктов взрыва: три в пределах расстановки и два выносных на расстояниях 30 км, максимальное расстояние взрыв–регистрация составило 90 км.

### **Наблюдения МОВ**

Данный вид наблюдений выполнялся на каждой точке расстановок ГСЗ на этапах снятия регистраторов, для чего использовалась станция SM-22. Возбуждение сейсмических волн осуществлялось зарядами из 10 электродетонаторов, которые опускались в трещины или разводя на глубину 8 м.

Общий объем сейсмических исследований составил: ГСЗ – 600 км, МПВ – 120 км, МОВ – 90 сейсмозондирований.

Для оценки качества получаемой сейсмической информации на борту судна проводилась экспресс-обработка с использованием программного обеспечения SEG-Y Viewer, версия 1.

На сейсмических записях на разных базах наблюдений присутствовали преломленные (рефрагированные) и отраженные волны, как от подошвы земной коры, так и от внутрикоровых сейсмических границ.

Данные МОВ также конвертировались в формат SEG-Y с дискретностью 1 мс в виде последовательности сейсмограмм зондирований вдоль расстановок ГСЗ.

Качество полевой информации ГСЗ существенно зависело от ледовой обстановки (сплоченности льда, скорости дрейфа) и погоды (прежде всего силы ветра, напрямую влияющей на уровень микросейсмического шума) во время обработки каждой расстановки.

С помощью программы SEG-Y Viewer (версия 1) выполнялась корреляция сейсмических записей ГСЗ, автоматически считывались времена первых вступлений, и строилась система встречных и нагоняющих годографов волн. Для каждой расстановки были построены годографы преломленных (рефрагированных) и отраженных волн.

Определенные по системе годографов граничные скорости (в результате осреднения кажущихся скоростей по встречным наблюдениям) и  $t_0$  преломленных (рефрагированных) волн использовались для построения одномерных скоростных моделей на каждом пункте взрыва.

### **ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Включали в себя опорные маятниковые наблюдения и наледную гравиметрическую съемку.

До выхода в рейс была проведена подготовка всей гравиметрической аппаратуры на береговом опорном гравиметрическом пункте (БОГП) г. Мурманск, а также на вспомогательных береговых опорных гравиметрических пунктах (ВБОГП), организованных на четырех причалах ФГУП «Атомфлот» (место стоянки ледокола «Россия»).

#### **Маятниковые наблюдения**

Включали в себя следующие этапы:

- начальные измерения на борту ледокола у причала № 3 ФГУП «Атомфлот»;
- измерения в точках дрейфа ледокола;
- полевая обработка материалов, предварительная оценка качества работ;
- выполнение заключительных опорных маятниковых измерений на борту ледокола у причала № 3 ФГУП «Атомфлот».

Значение ускорения силы тяжести (УСТ) на ВБОГП было определено пятью гравиметрами на широкдиапазонном винте тремя независимыми рейсами от ис-

ходного гравиметрического пункта. Координаты и высота пунктов определялись способом тахеометрического хода.

При проведении опорных наблюдений на ВБОГП и маятниковых измерений в рейсе приборы размещались в переоборудованном под гравиметрическую лабораторию помещении, в непосредственной близости от плоскости мидельшпангоута. Плоскости качания маятников располагались параллельно диаметральной плоскости судна. Высота маятниковых приборов от киля составила 14,5 м.

Начальные опорные маятниковые измерения выполнены в период 8–13 мая в количестве 25 серий по каждому полукомплекту. По итогам измерений получены начальные опорные периоды с точностью от 0,21 до 0,30 мГал.

#### **Наледная гравиметрическая съемка**

Значение УСТ на пункты профиля ГСЗ передавалось от маятниковых пунктов, созданных на ледоколе, группой в основном из трех гравиметров. Гравиметрический рейс начинался и заканчивался на льду у борта ледокола вблизи гравиметрической лаборатории.

Гравиметрические измерения на профиле ГСЗ выполнялись двумя или тремя гравиметрами с двух бортов вертолетов МИ-8МТВ И КА-32С, после завершения взрывных работ на профиле в процессе сбора сейсморегистраторов.

Гравиметрические измерения выполнены во всех точках постановки сейсморегистраторов на профилях ГСЗ и МПВ. Результаты предварительной обработки показали, что погрешность измерения средних приращений значений ускорения силы тяжести определена в точках наблюдений не хуже  $\pm(0,6-0,8)$  мГал.

В полевой обработке в качестве опорных периодов использовались периоды, полученные на ВБОГП г. Мурманск, ФГУП «Атомфлот», причал № 3 во время начальных опорных маятниковых измерений. За величину УСТ на ВБОГП принято значение, приведенное к уровню поверхности «0» Балтийской системы.

#### **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПРОБОВАНИЕ**

Геологические исследования проводились в окрестности профилей ГСЗ и МПВ. Места заложения точек геологического опробования определялись на основе следующих критериев: минимальная мощность рыхлых отложений; расчлененный рельеф морского дна; наличие резких уступов и выходов коренных пород. Выбор этих участков производился на основе анализа батиметрии района работ, а также полученных в прошлые годы геолого-геофизических данных. Кроме того, во внимание принимались ледовые условия района работ и возможность комплексирования различных видов исследований, выполняемых в рейсе. Для более детального выбора мест заложения станций донного пробоотбора планировалось активное использование сейсмоакустического и телефотопрофилирования. Однако из-за сложных ледовых условий района работ (сплоченный лед до 9–10 баллов при толщине до 2 м) оба вида профилирования осуществлялись в дрейфе судна. Станции располагались как на восточном, так и на западном склоне хребта Ломоносова (рис. 5).

Реализовывались нижеприведенные виды опробования.

#### **Донный пробоотбор с использованием гидростатической трубки**

Всего в рейсе отработана 21 геологическая станция. Для выполнения спускоподъемных операций использовалась лебедка ПКН-3.5Э, специально адаптированная для выполнения донного пробоотбора с атомного ледокола «Россия».

Основные технические характеристики лебедки:

- кабель-трос КГП1-150, 3200 м;
- тяговое усилие на первых двух рядах не менее 60 кН;
- диапазон скоростей перемещения каната 0,8–1,2 м/с;
- скорость перемещения каната при спуске до 2,5 м/с;
- электропитание 380 В, 50 Гц, не более 60 кВт;

- габаритные размеры 3000×2590×2438 мм;
- масса с кабель-тросом не более 6000 кг.

Гидростатическая трубка (рис. 6) изготовлена в «Техморгео» (Мурманск). Принцип действия гидростатического пробоотборника основан на задавливании трубки в грунт под действием разницы давления на дне и во внутренней камере трубы.

Технические характеристики гидростатической трубки:

- рабочая глубина моря до 5000 м;
- наружный диаметр режущего башмака 129 мм;
- диаметр проходного отверстия режущего башмака 116 мм;
- длина получаемого керна 3,0; 3,5; 4,0; 6,5; 7,0; 7,5; 10,5 м;
- рабочий объем приемной камеры 110 дм<sup>3</sup>;
- скорость спуска пробоотборника при достижении дна не менее 2 м/с.

Сразу после извлечения керна из керноприемника проводилось измерение температуры керна при помощи цифрового термометра с интервалом измерений 100 мм с целью обнаружения возможных температурных аномалий. После этого полученный керн исследовался в судовой лаборатории при помощи капометра Bartington MS2 с целью установления кривых изменения магнитной восприимчивости вдоль всего керна. Интервал измерения составлял 25 мм.



Рис. 5. Схема расположения станций геологического опробования

Буквенная индексация после номера станции означает тип пробоотборника (В – боксерер, С – грун-  
товая трубка, D – драга)



Все взятые керны были описаны в судовой лаборатории с целью получения основных представлений о строении осадочного разреза. Керн разделялся на геологические слои, из которых проводился отбор образцов для последующих анализов. После геологического описания и отбора образцов оставшаяся половинка керна зачищалась и подготавливалась к фотодокументации. После этого отбирались пробы на палеомагнитный анализ, и затем половинка керна консервировалась и упаковывалась в керновые ящики.



Рис. 6. Работа гидростатической трубкой на вертолетной палубе а/л «Россия»  
Вверху – подъем трубки. Длина полученного керна – 10,5 м. Внизу – извлечение керна при помощи домкрата

При геологическом описании донных отложений в условиях судовой лаборатории в каждом полученном керне было выделено определенное число горизонтов и сделана предварительная корреляция изученных разрезов. В том числе были выявлены опорные горизонты, благодаря которым в дальнейшем осуществлялась более точная корреляция разрезов.

Литологический разрез континентального склона отличался фаціальным однообразием и, как следствие, небольшим количеством выделяемых слоев. В отличие от отложений континентального склона геологический разрез склоновых участков

хребта Ломоносова более разнообразен. Несмотря на то, что в большинстве своем осадки представлены алевропелитовой фракцией, в разрезе наблюдается значительная изменчивость литологии, текстуры и структуры, цвета и плотности осадка.

**Пробоотбор коробчатым пробоотборником с грейферным затвором  
(типа «Бокскорер»)**

Для получения ненарушенной поверхностной пробы грунта была выполнена 21 станция с коробчатым пробоотборником типа «Бокскорер» с фотоприставкой.



Рис. 7. Бокскорер с грунтом

Характеристики пробоотборника:

- вес 850 кг;
- габаритные размеры (Ш/Д/В) 2×2×2,6 м;
- рабочая глубина моря до 5000 м;
- размеры пробоотроной части (Ш/Д/В) 50×50×60 см;
- объем получаемой пробы до 145 л (рис. 7).

Из получаемой пробы после описания отбиралась комплексная поверхностная проба, проводилось измерение температуры, после чего часть пробы (обычно четверть) промывалась на сите для изучения донно-каменного материала, содержащегося в пробе.

**Пробоотбор скальной драгой**

Основной задачей, решаемой при помощи скальной драги, должна была стать задача отбора и изучения коренных отложений океанического дна в пределах наиболее крутых участков склонов хребта Ломоносова. Однако эта задача не была решена из-за сплошного ледового покрова в районе работ и невозможности найти участки чистой воды непосредственно над участками крутого склона для драгирования вверх по склону. Кроме того, в местах возможного пробоотбора сейсмоакустическое профилирование показывало наличие, как минимум, 10–20-метрового покрова рыхлых отложений. Скальный уступ лишь однажды удалось наблюдать на подводной видеозаписи в районе станции ALR-29В, однако отсутствие участка чистой воды в этом районе не дало возможность провести драгирование.

В рейсе были предприняты две попытки драгирования на станциях ALR-23D и ALR-24D. В первом случае драга принесла не более 5 кг осадка, во втором около 300 кг. Сильно глинистый состав донных отложений не давал драге промываться в ходе движения, в результате работа драги была признана нецелесообразной.

**Сейсмоакустическое профилирование**

В состав геологических работ были включены опытно-методические работы по сейсмоакустическому профилированию, задачей которых было обоснование выбо-

ра мест заложения геологических станций. Однако реализация сейсмоакустических наблюдений и их объем полностью зависели от конкретной ледовой обстановки в районе работ. Очевидно, что профилирование в условиях сплошного ледового покрова невозможно. Поэтому профилирование проводилось в дрейфе судна через ту же полынь, через которую проводился пробоотбор. В результате удалось получить лишь короткие куски профилей длиной до 2–4 км.

Для проведения сейсмоакустического профилирования использовался профилограф EdgeTech SB-216S, позволяющий освещать разрез мощностью до 80 м с разрешением до 6 см.

В дрейфе проведены наблюдения на точках геологического опробования. Общая длина профилей составила 20 км. После выхода из района сплошного ледового покрова на шельфе были получены 8 сейсмоакустических профилей общей длиной около 40 км.

### Телефотопрофилирование

Для изучения выходов коренных пород на склонах хребта Ломоносова в рейсе был применен буксируемый подводный телевизионный аппарат БПТА-3000.

Оборудование комплекса мобильно, быстро разворачивается на судах различных типов и тоннажа.



Спуск БПТА-3000 с вертолетной палубы АЛ «Россия».



Фрагмент видеозаписи донной поверхности в районе станции 29В.

Рис. 8. Телефотопрофилирование в экспедиции «Арктика-2007»

БПТА-3000 обеспечивает проведение непрерывной телевизионной съемки в течение 3 часов. При оптимальном расстоянии телефотокамер до поверхности дна 1–3 м площадь покрытия поверхности дна (площадь видеокadra) составляет 3–10 м<sup>2</sup>. Оптимальная скорость движения при проведении профилирования составляет 0,4–0,6 узла. Регистрация видеосигнала производится на цифровой видеорекордер, установленный на аппарате. Контроль видеоизображения производится на борту судна; для последующего просмотра и архивации видеofilмы записываются на DVD-носители.

Всего в ходе рейса было осуществлено 10 спусков БПТА и получено свыше 14 часов видеозаписи донной поверхности (рис. 8).

### **ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Для координирования всех пунктов геолого-геофизических наблюдений использовались следующая аппаратура и программное обеспечение:

- стационарная спутниковая аппаратура V-2600 P (фирма Japan Maritime Company);
- носимая спутниковая аппаратура GeoExplorer3 (фирма Trimble);
- носимая спутниковая аппаратура Garmin CS60x (фирма Garmin);
- пакет программ PathFinder Office (для работы с носимой спутниковой аппаратурой GeoExplorer3, разработчик фирма Trimble);
- пакет программ Map Source (для работы с носимой спутниковой аппаратурой Garmin CS60x, разработчик фирма Garmin);
- сейсмоакустический профилограф EdgeTech X-STAR;
- навигационно-гидрографический пакет программ Nabat 2005 (разработка ВНИИОкеангеология);
- программа непрерывной регистрации координат положения судна ReadNMEA (разработка ВНИИОкеангеология);
- пакет программ электронной картографической информационной системы dKartNavigator (разработка фирмы Моринтех, Россия).

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Хребет Ломоносова представляет собой погружившийся до батимальных глубин в позднеальпийское время блок континентальной коры – древней платформы, переработанной в процессе каледонской тектоно-магматической активизации с образованием не расчленяющегося по сейсмическим данным докембрийско-каледонского фундамента (верхней коры) и эпикаледонского платформенного чехла. До позднего мезозоя этот блок и сопредельные с ними участки Восточно-Арктического шельфа развивались в платформенном режиме. Все выделенные на профиле скоростные (структурно-вещественные) комплексы являются общими для шельфовой и батимальной областей СЛО и без перерывов прослеживаются с шельфа на хребет Ломоносова с сохранением скоростных параметров.

На профиле «Арктика-2007» по геофизическим данным выделены две зоны крупных тектонических нарушений, которые по всем параметрам должны быть отнесены к категории трансформных. Они располагаются на отрезках 180–200 км и 400–430 км от начала профиля.

Общая мощность земной коры на профиле «Арктика-2007» составляет 25–26 км в пределах шельфа и верхней части материкового склона и 20–22 км в глубоководной части. Наиболее значительный подъем поверхности мантии и сокращение общей мощности коры происходят у подножия материкового склона. Преобразование континентальной коры на раннеокеаническом этапе (мел–палеоген) в пределах хребта Ломоносова выразилось в незначительном в целом уменьшении ее мощности, скорее всего, в результате растяжения под воздействием поднимающихся мантийных масс.

Этап позднеальпийского погружения внутренних областей СЛО выразился на профиле «Арктика-2007» в значительных (до 3–3,2 км) мощностях миоцен-четвертичного комплекса рыхлых осадков на шельфе и материковом склоне и их уменьшении до 0,5–1 км и менее за подножьем материкового склона по мере удаления от обрамляющей океан суши.

Донно-каменный материал, поднятый с хребта Ломоносова, по своим возрастным и литологическим характеристикам идентичен поднятому с поднятия Менделеева.

#### ЗАДАЧИ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМЕ ВГКШ

Как указывалось выше, работы 2005 г. и 2007 г. имели своей целью выполнение двух рекомендаций Комиссии ООН, высказанных после рассмотрения Заявки РФ в 2001 г. Однако в заключении Комиссии была третья рекомендация, суть которой сводилась к необходимости существенного пополнения и уточнения массива сейсмотиметрических данных в зоне перехода «континент–океан». Представленные сейсмотиметрические данные не позволяют, по мнению Комиссии, провести надежное определение положения подножия континентального склона, а также использование критерия однопроцентной мощности осадочного чехла.

В соответствии с этим МПР РФ совместно с МО РФ планирует выполнение в течение 2010–2013 гг. сейсмотиметрических исследований, дополненных аэромагнитной и наборной гравиметрической съемками, по серии непрерывных профилей вкест простирания зоны перехода «континент–океан» в российском секторе СЛО (рис. 9).

Общий объем комплексных исследований составляет, с учетом переходов, порядка 24 тыс. пог. км. По видам планируемых работ:

- батиметрическая съемка – 16 тыс. пог. км;
- сейсмические наблюдения МОВ-ОГТ – 9 тыс. пог. км;

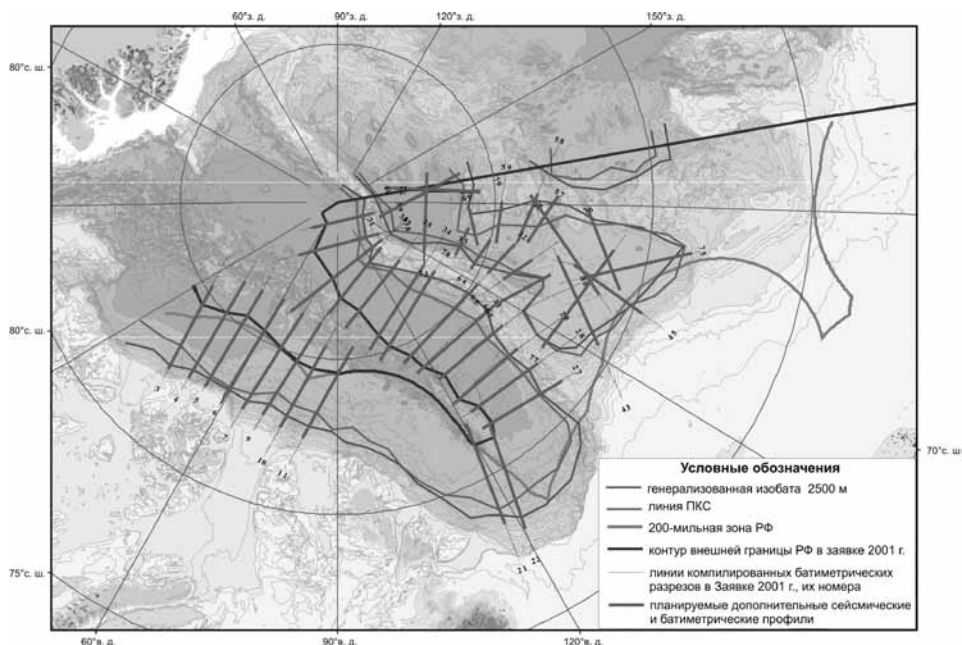


Рис. 9. Схема планируемых на 2010–2013 гг. профилей дополнительных сейсмотиметрических исследований в СЛО, необходимых для окончательного оформления Заявки по ВГКШ РФ в Арктике

- широкоугольные сейсмические зондирования – 30 зонд.;
- сейсмоакустическое профилирование – 12 тыс. пог. км;
- набортная гравиметрическая съемка – 12 тыс. пог. км;
- аэромагнитная съемка – 12 тыс. пог. км.

*V.D.KAMINSKY, V.A.POSELOV, G.P.AVETISOV, V.V.BUTSENKO, P.V.REKANT*

**LARGE-SCALE GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS  
OF VNIIOKEANGEOLGIA FROM THE BOARD  
OF ATOMIC ICEBREAKER «ROSSIYA» UNDER THE PROBLEM  
OF OUTER LIMITS OF RUSSIAN CONTINENTAL SHELF IN THE ARCTIC**

*Integrated geological and geophysical field works from the board of atomic icebreaker «Rossiya» were carried out in May–June 2007 in the transition zone between the Lomonosov Ridge and the adjacent shelf of the East-Siberian and the Laptev Seas. A primary goal of these investigations was the implementation of the UN Commission's recommendations regarding the preparation of Russian claim connected with validation of outer limits of Russian continental shelf in the Arctic. Methods and results of above field works as well as main tasks of future investigations are presented in the article.*

*Key words:* The Arctic Ocean, outer limits of continental shelf, geological and geophysical investigations.