В восточной части участка южнее месторождения Габриэль и севернее южной цинково-свинцовой полосы располагается область повышенных концентраций Cu, Mo, Ba, V, Co, Ni, As и пониженных Zn, Pb, которая по геохимическому спектру и структуре похожа на участок крупнообъемного Ново-Хайрузовского объекта [8]. На площади участка рекомендуется постановка поисково-оценочных работ на колчеданно-полиметаллическое оруденение (долина р. Ульба в восточной части участка) и на крупнообъемное медно-золотое (область к югу от месторождения Габриэль).

Заключение

Основными результатами пока еще не завершенных прогнозно-поисковых работ по технологии IONEX на территории Лениногорского и Зыряновского районов явились:

выявление региональной структурной организации полей концентрации элементов (полосы и узлы накопления рудных элементов, области их выноса) и закономерная приуроченность золото-полиметаллических объектов к геохимическим узлам накопления рудных элементов;

обнаружение Нарымской зоны — новой крупной геохимико-металлогенической структуры с высокими прогнозными ресурсами;

выделение перспективных площадей и участков для постановки более детальных прогнозно-поисковых работ:

Нарымская геохимико-металлогеническая зона (работа масштаба 1:100 000) (рис. 2d);

западный фланг Ревнюшинской структуры (1 этап — работы масштаба 1:100 000 на площади 1000 км^2) (рис. 2d);

площадь на пересечении восточной диагональной геохимической полосы E и широтной A (район Вышеивановского рудопроявления в Лениногорском районе) (рис. 2b, d);

детальные поиски на участке 1-1 (долина р. Ульбы на колчеданно-полиметаллическое оруденение и площади к северу от долины на медно-молибденовое с золотом) (рис. 4);

поиски в северной части участка 2 (масштаб работы 1:25 000).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антропова Л.В.* Формы нахождения элементов в ореолах рассеяния рудных месторождений. — Л., 1975.
2. *Большой* Алтай (геология и металлогения). Кн. 1 / Под ред. Г.Н. Щербы. — Алматы, 1998.
3. *Буренков Э.К., Головин А.А., Филатов Е.Н.* Комплексное геохимическое картирование: основы технологии / Сб. Прикладная геохимия. — Вып. 1. Геохимическое картирование. — М.: ИМГРЭ, 2000.
4. *Гольдберг И.С.* Геоэлектрохимическое извлечение элементов из горных пород и энергия рудообразования / Сафроновские чтения. — СПб., 1993. — С. 135–151.
5. *Лось В.Л., Гольдберг И.С.* Геохимические поиски скрытых рудных объектов: базовая модель, технология, организация / Поисковая геохимия: теоретические основы, технологии, результаты. — Алматы, 2004.
6. *Лось В.Л., Назаров В.Н.* Концепция и технология прогнозно-поисковых работ в Лениногорском и Зыряновском рудных районах, Рудный Алтай // Руды и металлы. — 2006. — № 6. — С. 66–72.
7. *Лось В.Л. и др.* Прогноз, поиски и моделирование рудных объектов / Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Т. 1а. — Алматы, 2008.
8. *Назаров В.Н., Титов Д.В. и др.* Методика и результаты поисковых работ в Лениногорском и Зыряновском районах Рудного Алтая / Большой Алтай — уникальная редкометалльно-золото-полиметаллическая провинция Центральной Азии. — Алматы, 2012.
9. *Goldberg I.S., Abramson G.J., Haslam C.O., Los V.L.* Geoelectrochemical Exploration: Principles, Practice and Performance. Recourcing the 21st Century. — Australia, Ballarat, 1997. — P. 193–199.
10. *Goldberg I.S., Ambramson G. Ya., Los V.L.* Depletion and enrichment of primary haloes hteir importance in the genesisox and exploration for mineral deposits // Geochemistry Exploration, Enviranment Analysis. — Vol. 3. — 2003. — P. 281–293.
11. *Xuegin W., Xuejing X.* Geochimical mapping: implications for mineral exploration and assessment // Search geochemistry: theoretical bases, technologies, results. — Almaty, 2004. — P. 26–41.

© Коллектив авторов, 2014

Лось Владимир Львович // v_los@mail.ru
Гольдберг Иссай Соломонович // geo@issaigoldberg.com
Абрамсон Григорий Янович // gr_abramson@yahoo.com
Назаров Валерий Николаевич // vnazarov@kazzinc.com

ГЕОФИЗИКА

УДК 551.7.03

Морозов А.Ф. (Роснедра), Шкатов М.Ю., Корнеев О.Ю. (ОАО «Севморгео»), Кашубин С.Н. (ВСЕГЕИ)

КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ «АРКТИКА-2012» ПО ОБОСНОВАНИЮ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ПРИРОДЫ ПОДНЯТИЯ МЕНДЕЛЕЕВА В СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ

Охарактеризованы основные этапы подготовки и проведения экспедиции, приведены основные результаты, полученные в ходе камеральной обработки на борту ледокола и на берегу. Показано, что впервые в мире в данной части Северного Ледовитого океана пробурены коренные породы палеозойского возраста отечественным буровым станком донного базирования, а также выполнены глубинные сейсмические исследования с помощью донных станций на широтах более 77° с.ш. Впервые в России для обнаружения эскарпов были использованы научно-исследовательские подводные лодки ВМФ. **Ключевые слова:** *эскарпы, научно-исследовательские подводные лодки ВМФ, донное бурение палеозойских пород, глубинные сейсмические исследования, донные станции.*

Morozov A.F. (Rosnedra), Shkatov M.Yu., Korneev O.Yu. (OJSC «Sevmorgeo»), Kashubin S.N.(VSEGEI)

COMPLEX GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL EXPEDITION «ARCTIC-2012» FOR CONTINENTAL NATURE DEFINITION OF THE MENDELEEV RISE IN ARCTIC OCEAN

In this paper present the main stages of the expedition preparation and her fulfillment and, also, obtained results of the on-board and coast data processing. Presented, that first time in the World the Paleozoic crust drilling was fulfilled by the Rus-

sian bottom drill and the deep seismic investigation was fulfilled higher 77° n.l. using bottom measurement boxes (the both type of the equipment was developed in JSC «Sevmorgeo»). The first time in Russia the scientific naval submarine were used for searching of the scarps on the bottom. ***Key words:*** *scarps, scientific naval submarine, Paleozoic crust bottom drilling, deep seismic investigation, bottom boxes.*

В Рекомендациях Комиссии ООН по границам континентального шельфа относительно Представления (заявки) Российской Федерации по внешней границе континентального шельфа в Северном Ледовитом и Тихом океанах от 14 июня 2002 г. в п. 134 было указано: «В результате оценки представленных материалов и анализа соответствующей литературы, Комиссия считает, что при существующем уровне знаний хребет Менделеева может в терминах Конвенции быть классифицирован только как океанический хребет на глубоководном океанском дне. Недостаток значимых геологических и геофизических данных, касающихся возраста, литологического характера и стратиграфии акустического фундамента не позволяет в настоящее время осуществить любое иное определение принадлежности (хр. Менделеева) в соответствии с Конвенцией».

Для устранения вышеперечисленных недостатков и замечаний в России был разработан План мероприятий по дополнительному обоснованию внешней границы континентального шельфа РФ на 2009–2013 гг., утвержденный приказом Минприроды и Минобороны. В соответствие с данным Планом в 2010–2012 гг. Роснедра спланировало три последовательные ежегодные комплексные экспедиции в указанный сектор Северного Ледовитого океана.

В 2012 г. ОАО «Севморгео» по заказу Роснедр организовало и провело комплексную геолого-геофизическую экспедицию «Арктика-2012» по обоснованию континентальной природы поднятия Менделеева.

Подготовка экспедиции. Главными отличиями экспедиции «Арктика-2012» от всех предыдущих российских исследований в Северном Ледовитом океане являлись: выполнение донного бурения коренных пород на эскарпах (обнажениях на поверхности дна (склоне) коренных (древних) пород осадочного чехла или кристаллического фундамента) и выполнение глубинных сейсмических исследований при помощи донных станций.

Метод морского донного бурения был выбран с учетом его существенно меньшей стоимости по сравнению с использованием специального бурового судна и двух атомных ледоколов для обеспечения возможности бурения в заданном месте океана, покрытого льдом.

В России производством установок донного морского бурения и их использованием занимается ОАО «Севморгео», но эти установки применяются для бурения кобальто-марганцевых корок в Мировом океане, имеющих мощность 1 м. Поэтому первой проблемой при подготовке к экспедиции была необходимость модификации существующего станка ГБУ-1 для бурения коренных пород на глубину до 2 м. При этом емкость аккумуляторов, используемых для бурения коренных пород на 1 м, по произведенным расчетам оказалась недостаточной. В связи с этим принципиальное отличие нового варианта станка (ГБУ-2) заключалось в подаче силового напряжения под воду на буровой станок по кабель-тросу с судна.

Второй проблемой, но не менее важной, чем первая, являлось обеспечение возможности нахождения эскарпов. С учетом слабой геологической и сейсмической изученности поднятия Менделеева не только расположение эскарпов, но даже факт их наличия представлялись неочевидными. В ходе организованных перед началом экспедиции дискуссий и совещаний с ведущими геологическими организациями страны, занимающимися геологическим изучением дна океанов, было определено 10 участков дна на глубинах от 1500 до 3000 м, на которых можно было ожидать обнаружение эскарпов.

Для поиска эскарпов руководство ОАО «Севморгео» предложило неординарный подход: использовать для этой цели научно-исследовательские подводные лодки (НИПЛ) Главного управления глубоководных исследований Министерства обороны (ГУГИ МО РФ). Благодаря поддержке этой идеи руководством Роснедр, она была претворена в жизнь. Для решения поставленной задачи ГУГИ МО РФ было выделено две подводные лодки (НИПЛ-1 и НИПЛ-2) .

Третья проблема при подготовке экспедиции состояла в выборе необходимого класса ледокола и сейсмического судна. В результате анализа различных вариантов аренды ледоколов и предполагаемой ледовой обстановки в районе работ было принято решение об использовании в экспедиции двух дизельных ледоколов ФГУП «Росморпорта»: ДЭЛ «Капитан Драницын» (водоизмещение 15 000 т, длина 131 м) и ДЭЛ «Диксон» (водоизмещение 6200 т, длина 89 м).

Для выполнения сейсмических работ был выбран ДЭЛ «Диксон», который существенно переоборудовали под эти работы в норвежском порту Киркинес (срезали вертолетную площадку и часть надстроек, переоборудовали кормовую палубу).

Ввиду отсутствия на корме ледокола «Капитан Драницын» подъемных устройств, способных поднять и вывести за борт буровой станок массой 3 т и телефотогрейфер, на данный ледокол установили специально арендованный в Германии кран-манипулятор, а также буровую гидравлическую лебедку (производства России).

Проведение экспедиции. 24 июля на ДЭЛ «Диксон» в порт Киркинес прибыло 24 чел. (начальник полевой партии С.А. Прилипко), а 30 июля на ДЭЛ «Капитан Драницын» в порт Мурманск — 50 чел. (начальник экспедиции — О.Ю. Корнеев, его заместитель — С.Н. Кашубин, главный геохимик — А.А. Кременецкий); среди членов были также два бывших командира НИПЛ Герои Российской Федерации А.В. Ваганов и К.А. Сурков.

Оба ледокола вышли в море из порта Киркинес после завершения переоборудования 10 августа 2012 г. Перед выходом в море была принята со спутников Бременского университета (Германия) и Ледового Центра США ледовая обстановка в районе работ и на подходах к нему, которая показала, что весь район работ закрыт льдами. Однако по мере приближения к району работ (16 августа) ледовая обстановка улучшилась, южная его часть оказалась свободной ото льда, где и началось выполнение сейсмических исследований с длинной косой (4500 м). НИПЛ-1 и НИПЛ-2 — вышли в море в начале сентября.

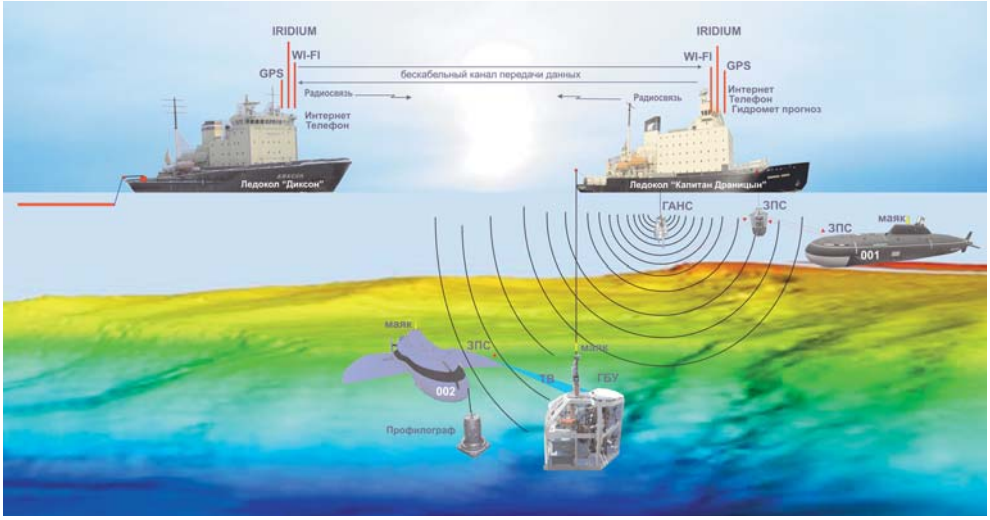

Рис. 1. Геолого-геофизический комплекс экспедиции «Арктика-2012» (ЗПС — звукоподводная связь, ГАНС — гидроакустическая навигационная система, ГБУ — глубоководная буровая установка)

По плану работ предстояло выполнить:

Этап 1: Проведение сейсмических работ:

1) методом отраженных волн (МОВ-ОГТ) — 2000 км (сейсмокосой 600 м при наличии дрейфующих льдов или 4500 м при их отсутствии);

2) методом преломленных волн (ГСЗ-МПВ) с плавающих буев-гидрофонов — 50 пунктов сейсмозондирования с поверхности воды;

3) методом глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) при помощи донных сейсмических самовсплывающих станций — 400 км (30 пунктов сейсмозондирования на дне).

Этап 2: Проведение геологических работ:

1) экспериментальное бурение — 10 кернов;

2) пробоотбор донных отложений — 10 станций (гидростатическая трубка, драга, телегрейфер, манипулятор НИПЛ-2);

3) поиск и комплексное обследование эскарпов при помощи НИПЛ-1 и -2, оборудованных многолучевым эхолотом, высокочастотным акустическим профилографом, гидролокатором бокового и кругового обзора, подводной телевизионной камерой.

Схема работ и взаимодействия приведена на рис. 1.

Сейсмические исследования. Сейсмические исследования проводились с ДЭЛ «Диксон» с 10 августа по 28 сентября, при этом до 7 сентября — во льдах под проводкой ДЭЛ «Капитан Драницын». Для выполнения сейсмических исследований методом МОВ-ОГТ была привлечена английская фирма «Western Geophysical Project», имеющая опыт таких работ в предыдущих экспедициях Роснедр. Набортную обработку данных вела компания «Севернефтегаз». Сейсмические исследования методом ГСЗ-МПВ и ГСЗ и их набортную обработку осуществляли представители ОАО «Севморгео». Отличительной чертой сейсмических исследований методом МОВ-ОГТ и ГСЗ-МПВ являлся тот факт, что на профилях с наличием ледяного покрова получаемая косой сейсмическая информация в on-line режиме передавалась при помощи системы WiFi на лидирующий ледокол, где и проводилась ее набортная обработка.

Большой удачей сейсмических исследований МОВ-ОГТ было проникновение с короткой косой по меридиану 180° к полюсу до широты 83°15′. Севернее данной широты встретили сплоченные дрейфующие многолетние льды, в результате чего пробиваемый ледовый канал стал забиваться большими обломками льда, что препятствовало безопасному использованию короткой сейсмической косы. Этот профиль позволил непрерывно проследить основные осадочные комплексы с шельфа Чукотского моря на поднятие Менделеева, обеспечив тем самым доказательство связи поднятия Менделеева с Сибирским шельфом, континентальная природа которого является неоспоримой (рис. 2). На данном профиле на сейсмограммах отчетливо видно искажение стратификации осадочного чехла на утоненной коре вулканическими интрузиями. Такая геологическая ситуация получила за рубежом название High Arctic Latitude Igneous Province (HALIP) — высокоширотная арктическая вулканическая провинция. Но полученный сейсмический разрез свидетельствует о том, что это не вулканическая провинция, а континентальный шельф, содержащий вулканические интрузии.

Необходимо отметить, что при использовании короткой сейсмической косы метод МОВ-ОГТ уже не позволяет определять скоростные параметры выделенных слоев в стратификации осадочного чехла, поэтому для разрешения данной проблемы через каждые 10 км производилось сейсмическое зондирование при помощи разовых плавающих гидрофонов, которые передавали получаемую сейсмическую информацию по радиоканалу вслед уходящему ледоколу до дистанции 10–15 км.

В ходе сейсмических исследований удалось непосредственно на борту судна при обработке данных выявить местоположение некоторых эскарпов и установить их глубинно-пространственную структуру. В среднем каждый выделенный эскарп имел следующие характеристики: возвышение над дном — 1100–1200 м,

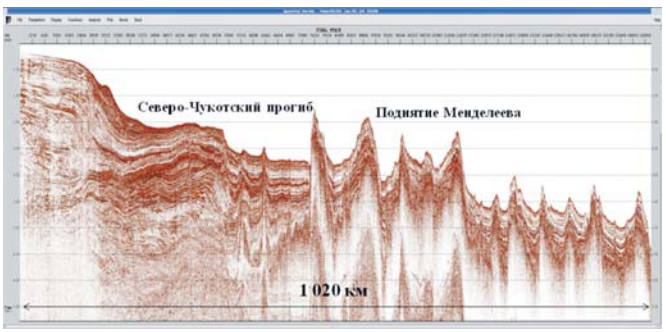

Рис. 2. Сейсмический разрез на профиле 1 (по меридиану 180°) от Чукотского плато к Северному Полюсу

генерализированный угол склона — 10–15° (в реальности склон представлял собой ступенчатую террасу), диаметр — ориентировочно 35 км.

В процессе сейсмических исследований вместо плановых 2000 км было выполнено 5315 км, включая около 1950 км с длинной косой, что определяется, прежде всего, большей продолжительностью работ по сравнению с планом из-за легких ледовых условий в районе работ южнее 78° с.ш. Объем исследований мог быть и больше, но в ходе исследований в системах пневмопушек постоянно образовывался конденсат из-за низких температур воды (до –1,8 °С) и воздуха (±2 °С), что препятствовало выполнению работ.

Большим успехом сейсмических исследований методом ГСЗ (с 11 по 17 сентября) являлась расстановка 30 донных станций на субширотном профиле в районе 77° с.ш. на протяжении 480 км, а после произведенного отстрела — подъем 28 станций, что позволило впервые в мире получить информацию о глубинном строении Земли в данном регионе.

Геологические исследования. Геологические исследования проводились с 8 по 28 сентября с ДЭЛ «Капитан Драницын», при этом с 8 по 24 сентября — во взаимодействии с НИПЛ-1 и -2. При этом в состав экипажа НИПЛ-2, предназначенной для работ на глубинах до 4 км, для обеспечения достоверной геологической интерпретации получаемых данных от многолучевого эхолота, гидролокатора бокового кругового обзора и телевизионной системы, был включен геолог Е.А. Гусев (ВНИИОкеагеология).

Основной целью геологических исследований было бурение коренных пород при помощи ГБУ-2 (рис. 3), а также отбор донно-каменного материала (ДКМ) на поверхности дна.

Необходимо отметить, что и в предыдущих как отечественных, так и зарубежных геологических экспедициях проводился отбор ДКМ. Однако большинство зарубежных геологов, которых поддерживает один из основоположников морской геологии в России А.П. Лисицын, считают, что собранный ДКМ является следствием его выпадения (вытаивания) из айсбергов (ледниковый разнос) или из оторванного припая и речных льдов, поступающих в Северный Ледовитый океан (ледовый разнос). Именно поэтому Комиссия ООН по границам континентального шельфа крайне неохотно признает эндофогенную (местную) природу происхождения ДКМ. Учитывая данное обстоятельство, и было принято решение о необходимости бурения коренных пород на эскарпах, а также отбора проб коренных пород манипулятором подводной лодки или грейфером в непосредственной близости от эскарпов с обязательной фото- и видеофиксацией процесса отбора.

Для координирования местоположения НИПЛ и бурового станка была использована подводная гидроакустическая аппаратура с ультракороткой базой GAPS (Франция).

С учетом того что основная роль в поиске эскарпов была отведена НИПЛ, для более четкого взаимодействия с ними на борту ледокола «Капитан Драницын» был развернут Пост управления взаимодействием (начальник поста — представитель ВМФ А.Н. Коновалов).

Рис. 3. Донный буровой станок ГБУ-2 (производство ОАО «Севморгео») при выведении его за корму ледокола для опускания на дно (красные штанги — выдвижные «ноги» системы горизонтирования станка на дне)

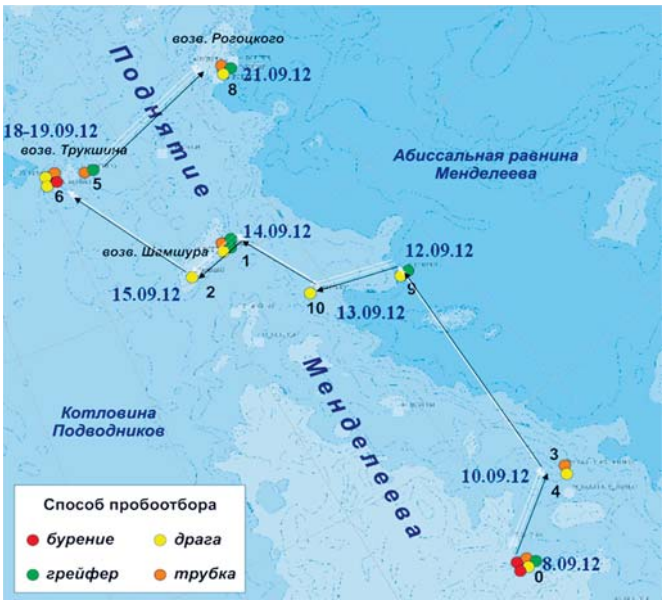

Рис. 4. Схема выполнения геологического отбора проб пород и ДКМ в ходе экспедиции «Арктика 2012»

Для переговоров с НИПЛ, находящимися в подводном положении, на ледоколе представителями НИИ гидросвязи «Штиль» была развернута звукоподводная система (ЗПС), позволявшая не только вести телефонные переговоры, но и обмениваться СМС-сообщениями.

В результате обследования НИПЛ дна на поднятии Менделеева (рис. 4) только на одном из 10 запланированных полигонов (полигон 6 на возвышенности Трукшина) был найден эскарп с площадкой, пригодной для постановки бурового станка (угол наклона не более 20°).

Еще один полигон для бурения, на котором также была обнаружена необходимая площадка, был выбран непосредственно в ходе экспедиции (полигон 0).

При бурении на полигоне 6 наблюдалась сплоченность дрейфующего льда, близкая к 10 баллам, что создало существенные трудности по выведению ледокола в точку бурения. В связи с этим после нескольких неудачных попыток и только благодаря мастерству капитана ледокола А.А. Ерпулева удалось в условиях разнонаправленного дрейфа льда и ветра выйти на точку и удерживаться в ней в течение 50 мин. При этом горизонтальное отстояние кормы ледокола от точки бурения не превышало 50 м. Бурение скважины было осуществлено на глубине 2600 м, при этом в керне из интервала 130–190 см ниже поверхности дна был получен 60-сантиметровый керн коренных пород. Порода на борту судна была описана как седиментационная брекчия. В ее составе были выделены туфы, образование которых возможно только на суше в присутствии воздуха, что свидетельствует о извержении вулкана в период, когда поднятие Менделеева было сушей.

На полигоне 0 было проведено бурение в двух местах. На первой скважине в интервале 0–105 см ниже поверхности дна проходка осуществлялась по рыхлым алевропелитовым отложениям с примесью гравийно-галечного материала. Ниже, в интервале до 129 см, бур вошел в слабо литифицированные вулканогенно-осадочные туфоалевролиты розовые, желтые и серые, а в самом нижнем интервале (133–139 см) — вскрыта вулканогенно-осадочная порода средне-кислого состава. Общая длина отобранного керна составила 40 см. Во второй скважине коренные породы были подсечены на глубине 40 см ниже поверхности морского дна. Разрез начинается двумя плохо окатанными обломками мелкогалечной размерности, представленными массивным криптокристаллическим доломитом и полимиктовым песчанистым мелкозернистым алевролитом. Далее следовал прослой мощностью около 17 см плотной тяжелой серой породы с редкими кавернами размером от 1 мм до 1 см, покрытыми изнутри тонкодисперсным белым налетом. Структура основной массы — микролитовая интерсертальная; между большим количеством микролитов и небольших мелких вытянутых кристалликов плагиоклаза присутствуют точечные зерна темноцветных минералов и микроучастки, выполненные вулканическим стеклом и продуктами его выветривания.

При использовании телегрейфера ДГ-1.0 для отбора ДКМ было выполнено шесть успешных спуско-подъемов, сопровождаемых видеорегистрацией как процесса подхода к станции пробоотбора, так и самого пробоотбора.

Большинство мест драгирования располагалось выше 79° с.ш., где наблюдался дрейфующий лед сплоченностью 10 баллов, поэтому большинство драгирований производилось в дрейфе ледокола, когда дрейф льда был направлен ориентировочно перпендикулярно склону от подножия к вершине. Всего было выполнено девять драгирований. Одной из интересных проб, отобранных драгой, явился обломок песчаника на полигоне 9, содержащий окаменелости палеозойского возраста: двух трилобитов, фрагмент панциря древней рыбы и моллюска. На полигоне 3 была отобрана большая масса железо-марганцевых корок (около 500 кг), являющихся следствием подтока вулканических флюидов через поверхность дна.

Гидростатической грунтоотборной трубкой было выполнено шесть отборов, при этом длина отобранных кернов в среднем составляла 8–9 м, но они содержали только рыхлые осадки с включениями мелких частиц твердых пород. Данные частицы выбирались из кернов, после чего осуществлялся анализ их магнитной восприимчивости, что необходимо для дальнейших исследований древнего магнитного поля Земли.

НИПЛ-2 при помощи манипуляторов отобрала четыре образца коренных пород непосредственно из эскарпов общей массой 200 кг, при этом отбор сопровождался видеорегистрацией.

Общее количество обломков ДКМ, полученных в экспедиции «Арктика-2012», составило 21 731 шт., из которых 101 образец имеет размер более 10 см. На полевом этапе было классифицировано более 4420 образцов. Это на 1-2 порядка превышает объемы каменного материала, полученного в предыдущих российских и зарубежных экспедициях по отдельности.

Определения петрографического состава обломков, выполненные на борту ледокола, показали, что в пределах поднятия Менделеева он весьма выдержан: существенно преобладают известняки и доломиты (50–65 %), терригенные породы составляют 20–25 %. Более всего варьируют содержания магматических (5–25 %) и метаморфических (2–12 %) пород. Среди отобранных образцов по степени окатанности были выделены образцы, относящиеся как к ледниковому, так и ледовому разносу.

Выводы по организации экспедиции:

1. Впервые в мире на широте более 77° в Северном Ледовитом океане проведены сейсмические исследования методом ГСЗ с донными станциями.

2. Впервые в России выявление эскарпов для бурения было осуществлено благодаря применению НИПЛ ВМФ, оснащенной высокоразрешающим сейсмоакустическим профилографом, гидролокатором бокового обзора и телевидением.

3. Впервые в России в Северном Ледовитом океане было осуществлено бурение станком донного базирования ГБУ-2 (производства ОАО «Севморгео»).

4. Важным моментом выполнения геологического пробоотбора и бурения являлось подводное координирование местоположения бурового станка и НИПЛ при помощи гидроакустической инерциальной системы GAPS с точностью координирования места на дистанции 3000 ± 8 м.

5. В ходе проведения экспедиции впервые в отечественной практике была применена система высокоскоростной передачи сейсмической информации с одного судна (ДЭЛ «Диксон») на другое (ДЭЛ «Капитан Драницын») при помощи мобильного WiFi, действующего на дистанции до 8 км.

Выводы по камеральной обработке материалов экспедиции:

1. В результате обработки сейсмических материалов (методы МОВ-ОГТ, ГСЗ-МПВ и ГСЗ) установлено:

в пределах поднятия Менделеева глубина залегания границы Мохо составляет 32–34 км, мощность консолидированной коры — 27–28 км, скорости распространения сейсмических волн в ней составляют от 6,1 км/с в кровле и до 7,2 км/с — в подошве;

комплексы осадочного чехла с шельфа Восточно-Сибирского моря непрерывно прослеживаются на поднятие Менделеева.

2. Впервые доказано наличие на поднятии Менделеева коренных обнажений (эскарпов), что зафиксировано их телевизионной съемкой с НИПЛ-2 и с бурового станка, а также результатами съемки многолучевым эхолотом и гидролокатором кругового обзора, установленными на НИПЛ-2.

3. Получены представительные комплексы обломков пород, относящихся, предположительно, к платформенному чехлу Гиперборейской платформы. В центральной части поднятия Менделеева установлено распространение известняков с фауной, характеризующей палеозойский возраст осадочного чехла и соответственно допалеозойский возраст фундамента поднятия Менделеева.

4. Базальты с поднятия Менделеева обнаруживают сходство с внутриконтинентальными платобазальтами CFB (меловые траппы Декана) и заметно отличаются от базальтов океанических островов OIB и базальтов срединно-океанических хребтов N-MORB.

5. Керн, отобранный на полигоне 6 и описанный непосредственно в море как седиментационная брекчия, при лабораторном петрографическом анализе определен как кластолава брекчиевая охристо-желтая с обломками темно-серого базальта. Возраст данного базальта, установленный во ВСЕГЕИ U-Pb радиоизотопным методом по выделенным в нем цирконам, составляет 127 млн. лет, что соответствует раннемеловому периоду мезозоя. Базальты, отобранные при бурении на полигоне 0, определены как трахиандезиты розовато- и зеленовато-серые пироксен-плагиоклаз-порфировые свежие, имеющие возраст 260 млн. лет, что соответствует пермскому периоду верхнего палеозоя.

Все вышеприведенные результаты, с учетом того что возраст возникновения Северного Ледовитого океана оценивается на границе мезозоя и кайонозоя (70–60 млн. лет), позволяют с уверенностью охарактеризовать земную кору поднятия Менделеева как кору континентального типа.

Полученные результаты будут включены в Представление (заявку) по внешней границе континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане для Комиссии ООН по границам континентального шельфа.

Сравнивая результаты бурения, полученные в ходе зарубежной экспедиции «ACEX-302» на хр. Ломоносова в Северном Ледовитом океане и отечественной экспедиции «Арктика-2012» на поднятии Менделеева, можно сделать следующий вывод: хотя зарубежные коллеги пробурили 428 м, но только на последних метрах они достигли пород осадочного чехла с возрастом 80–90 млн. лет (поздний мезозой); в процессе нашей экспедиции, несмотря на то что пробурено лишь около 1 м, отобраны породы с возрастом 260 млн. лет (поздний палеозой), что, безусловно, свидетельствует о приоритете России. Причиной данного успеха явилась грамотная организация экспедиции «Арктика-2012», позволившая осуществить донное бурение станком отечественного производства не «вслепую», а на найденных НИПЛ обнажениях коренных пород — эскарпах.

© Коллектив авторов, 2014

Морозов Андрей Федорович // amorozov@rosnedra.com
Шкатов Михаил Юрьевич // mshkatov@sevmorgeo.com
Корнеев Олег Юрьевич // korneev@sevmorgeo.com
Кашубин Сергей Николаевич // sergey_kashubin@vsegei.ru

УДК 550.41+551.24+553.061

Белявский В.В., Гойдина А.Г. (ЦГЭМИ ИФЗ РАН)

ОТОБРАЖЕНИЕ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ЗОН КУЗНЕЦКО-АЛАТАУСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

Полученная в пределах Кузнецко-Алатауской складчатой области методами обменных волн землетрясений и магнитотеллурического зондирования информация позволила оценить силикатность и флюидонасыщенность проницаемых зон коры. Последняя связана с зонами полиметаллической минерализации медно-вольфрамовой формации Батеневского массива. Области верхней и нижней коры характеризуются пониженной силикатностью. ***Ключевые слова:*** *флюидонасыщенность, магнитотеллурическое зондирование, скорости обменных волн, распределение SiO_2.*

Belyavskiy V.V., Goydina A.G. (CGEMR IPE RAS)

REFLECTION OF METALOGENETIC ZONES KUZNETSK-ALATAU OF FOLDED AREA IN ELECTROMAGNETIC AND SEISMIC FIELDS

Received in Kuznetsk-Alatau of folded area methods of exchange waves of earthquakes and magnetotelluric sounding the information has allowed to estimate distribution SiO_2 and fluid-filled rock nontight zones of a bark. Last is connected to zones of a polymetallic mineralization formations Batenevsk massif, and areas of the top and bottom bark are characterized lowered distribution SiO_2. ***Key words:*** *fluid-filled rock, magnetotelluric sounding, speeds of exchange waves, SiO_2 distribution.*

Электроразведочные методы при поисках гидротермальных месторождений твердых полезных ископаемых наиболее чувствительны к выделению рудных и рудовмещающих формаций, поскольку, с одной стороны, рудные компоненты отлагаются в наиболее проницаемых, пригодных к адсорбции областях, а с другой стороны, рудные метасоматиты обычно представлены сульфидами. Повышенная чувствительность электроразведочных методов к рудным и обводненным породам позволяет их картировать, а в комплексе с сейсмическими методами (обменных волн землетрясений — МОВЗ, и глубинного сейсмического зондирования — ГСЗ) выделять структурные и формационные позиции рудных районов полиметаллических месторождений.

О важной, но недостаточно изученной роли разломов, вдоль которых происходит транспортировка и от-