

УДК 551.465

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНЕ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА

© 2016 г. Г. С. Казанин, И. В. Заяц, Г. И. Иванов, Е. С. Макаров, А. С. Васильев

*Открытое акционерное общество “МАГЭ”, Мурманск, Санкт-Петербург**e-mail: ivanov.gi@mage.ru*

Поступила в редакцию 04.02.2015 г.

DOI: 10.7868/S003015741602009X

В предшествующие годы (2010–2012 гг.) при сотрудничестве с рядом организаций был выполнен значительный объем дополнительных гидрографических и комплексных геофизических работ в районе Северного полюса для обоснования внешних границ континентального шельфа Арктической зоны РФ. Полученные результаты, отраженные в публикациях [1, 2, 5–7], оказались весьма информативными, однако они поставили новые вопросы, которые потребовали проведения дальнейших детальных исследований.

В настоящее время ни одна организация в России не способна выполнить весь объем подобных работ самостоятельно. В связи с этим, был создан альянс квалифицированных организаций-соисполнителей, координация которых была поручена ОАО “МАГЭ”, как головному предприятию, накопившему в ходе выполнения работ в арктических и дальневосточных морях РФ значительный опыт успешного руководства коллективным выполнением комплексных проектов [3].

Главной задачей исследований, отличающей эту экспедицию от всех предыдущих, являлось выполнение комплексных геофизических работ с целью создания геолого-геофизической основы для оценки перспектив нефтегазоносности континентального шельфа Северного Ледовитого океана за пределами 200-мильной экономической зоны.

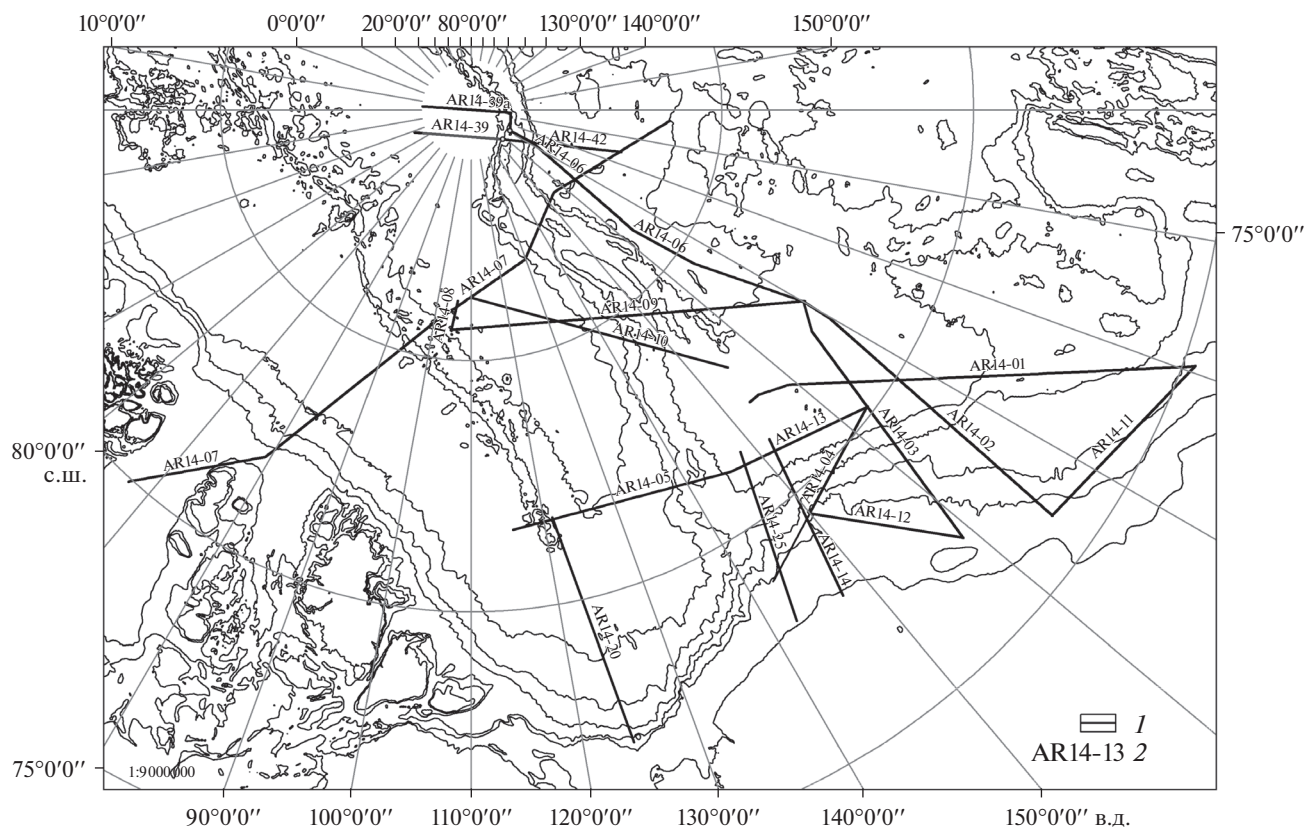
Работы были выполнены в июле–октябре 2014 г. В состав экспедиции входили НЭС “Академик Федоров” и НИС “Николай Трубятчинский” при поддержке атомного ледокола “Ямал”. Судно “Академик Федоров” было специально переоборудовано для выполнения подледной сейсморазведки. Сейсмические работы МОВ ОГТ выполнялись в двух вариантах: с приемным устройством длиной 4500 м и с твердотельной косой 600 м в сочетании с зондированиями МОВ-МПВ. Для регистрации сейсмического сигнала использовалась цифровая 24-битовая коса SerCEL SEAL. Число каналов, в зависимости от длины

косы, изменялось от 48 до 360. В каждой группе было 16 гидрофонов GEOPPOINT EXPORT. Расстояние между пунктами возбуждения колебаний составляло 50 м. Шаг дискретизации был равен 2 мс, а длина записи была 12 секунд. Точность планово-высотной привязки пунктов физических наблюдений была не хуже ± 10 м, 1% от глубины. Глубина буксировки приемного устройства менялась в зависимости от ледовых условий в пределах 10–15 м, местами до 20 м. В качестве источников возбуждения использовались группы пневмоисточников Bolt 1500 и Bolt 1900/Bolt 8500APG объемом 1300 куб. дюйм.

Для определения скоростных характеристик основных границ в осадочном чехле и построения скоростной модели в комплексе с работами МОВ ОГТ были выполнены сейсмические работы МОВ-МПВ. Исследования выполнялись радиотелеметрической системой сбора сейсмических данных VOX, вместе с плавающим модулем телеметрического сейсмического комплекса VOX с гидрофоном MP-24L3 (GeoSpace). Шаг дискретизации составил 4 мс, расстояние между зондированиями – не более 50 км. Длина годографа была равна 15–25 км, при длине записи 8–12 секунд.

Кроме того, был отработан профиль ГСЗ. Для выполнения сейсмических работ ГСЗ использовался модернизированный аппаратный комплекс, состоящий из самовсплывающих автономных донных сейсмических станций с многокомпонентной цифровой регистрацией сейсмического сигнала (АДГС-2М, АДСС-5000), сейсмического низкочастотного пневматического источника СИН-6 и бортовых устройств управления. Подъем на профилях выполнялся по времени каждые 150 секунд. Шаг дискретизации – 8 мс, длина сейсмической записи – 60 с.

На волновых полях зондирований ГСЗ в первых вступлениях выделяются преломленные волны, связанные с границами в осадочном чехле и внутри коры. Зарегистрирована отраженная волна от границы М (PmP), которая начинает про-



Карта фактического материала экспедиции “Арктика-2014”. 1 – профили, 2 – номера профилей.

слеживаться с удалений 40–60 км на протяжении почти всего профиля, достаточно уверенный интервал прослеживания составляет 60–80 км, в отдельных случаях достигая 100–110 км.

Для площадного изучения рельефа дна вдоль профилей был использован многолучевой эхолот EM122 (1 × 2 градуса) Kongsberg Maritime AS, Норвегия и резервный однолучевой эхолот EA 600 12 кГц той же фирмы.

С целью получения дополнительной информации о верхней части разреза и рельефе дна был применен профилограф “TOPAS PS 18” 18 кГц.

Гравиметрическая съемка в рейсе осуществлялась одновременно двумя гравиметрами: гравиметр мобильный “Чекан-АМ” и мобильный гравиметрический комплекс “Шельф-Э”. Перед началом работ были проведены все необходимые подготовительные работы, оба гравиметра были откалиброваны. В г. Наантали (Финляндия) перед началом рейса и по его окончанию были выполнены опорные гравиметрические наблюдения.

В полевых работах принимали участие следующие организации: ОАО “МАГЭ”, ФГУП “Атомфлот”, ФГБУ “ААНИИ”, ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга, ООО “Моргеонац”, ОАО “Севморгео”, ОАО “ГНИНГИ”, “ГидроСи”, ООО “Балтийский Проект”, ЗАО “Авиа-

компания Конверс Авиа”. За организацию, планирование работ, техническое обеспечение, общее руководство полевыми работами и непосредственно проведение сейсморазведочных исследований отвечала компания МАГЭ.

Общий объем комплексной гидрографо-геофизической съемки составил более 10000 км: МОВ ОГТ с 600-метровой косой, в сочетании с зондированиями МОВ-МПВ 3373.2 км; с 4500-метровой косой – 5596.950 км; съемка рельефа дна и гравиметрическая съемка. Дополнительно к этому было выполнено 1165.9 км съемки рельефа дна в комплексе с гравиметрической съемкой. Карта фактического материала представлена на рисунке.

Большая часть работ проходила во льдах сплошностью 9–10 баллов, толщиной до 160 см. На некоторых профилях встречался двухлетний лед толщиной до 240 см и торосы до 4 м. Зачастую ледачок “Ямал” сначала пробивал себе дорогу, а после возвращался и прокладывал дорогу для НЭС “Академик Федоров”.

Контроль качества данных подтверждает пригодность сейсмического материала МОВ ОГТ 2D для решения поставленных геологических задач, поверхность акустического фундамента и отражающие границы в осадочной толще прослежи-

ваются на большей части разрезов уверенно и непрерывно. Уверенно прослеживаются все отражающие горизонты по их классификации, принятой для восточно-арктических морей [4].

В заключении необходимо подчеркнуть, что впервые в районе полюса были выполнены комплексные геофизические исследования, включавшие сейсморазведку МОВОГТ (при работе с 600-метровой косой – в сочетании с зондированиями МОВ-МПВ), съемку рельефа дна и гравиметрическую съемку силами исключительно российских специалистов, на основе разработанного в ОАО “МАГЭ” инновационного геофизического комплекса. Специальное оборудование для подледной сейсморазведки было разработано, изготовлено ОАО “МАГЭ” и установлено на НЭС “Академик Федоров”.

Выполненные в экспедиции в ОАО “МАГЭ” в 2014 г. комплексные геофизические исследования позволили существенно усилить аргументацию Российской Федерации при обосновании внешней границы континентального шельфа. В частности, предварительный анализ временных разрезов МОВ ОГТ позволил увязать стратификацию осадочного чехла мелководных шельфов Восточно-Сибирского и Чукотского морей и стратификацию в глубоководной котловине Подводников. На качественном уровне была принята генеральная концепция новой стратификации, которая будет представлена в Заявке РФ в Комиссию по континентальному шельфу. Впервые были проведены сейсмические исследования МОВ ОГТ по прямолинейным профилям в одном из самых труднодоступных районов Арктики – котловине Макарова. Это позволило подтвердить ранее высказанную идею российских ученых о рифтогенной природе этой котловины. Информация о скоростях сейсмических волн в осадочном чехле, полученная в экспедиции в результате зондирования МОВ-МПВ, позволит корректно построить глубинные разрезы вдоль отработанных профилей.

Авторы благодарят капитанов и членов экипажей атомного ледокола “Ямал”, НЭС “Академик Федоров” и НИС “Николай Грубятчинский” за качественное обеспечение геофизических работ, а также научный состав комплексной экспедиции за отлично выполненные исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев С.П., Зеньков А.Ф., Курсин С.Б., Ставров К.Г.* Батиметрические исследования ОАО “ГНИНГИ” в центральной части Арктики // Навигация и гидрография. 2010. № 30. С. 9–17.
2. *Алексеев С.П., Глумов И.Ф., Ледовских А.А. и др.* Гидрографические исследования в Центральном Арктическом бассейне на надводном судне в интересах обоснования внешней границы континентального шельфа России // Труды Научной конференции XIV Съезда Российского географического общества, 11–14 декабря 2010 г. Санкт-Петербург. СПб.: Изд. РГО, 2010. С. 101–110.
3. *Казанин Г.С., Иванов Г.И.* Инновационные технологии – основа стабильного развития ОАО “МАГЭ” // Разведка и охрана недр. 2014. № 4. С. 3–7.
4. *Казанин Г.С., Заяц И.В., Макаров Е.С. и др.* Геофизические исследования ОАО МАГЭ в Северном Ледовитом океане на хребте Ломоносова // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. Вып. 3. М.: ГЕОС, 2011. С. 19–30.
5. *Ледовских А.А., Глумов И.Ф., Алексеев С.П. и др.* Комплексные исследования для обоснования внешней границы континентального шельфа Российской Федерации на Северном Ледовитом океане // Труды 10-й Международной конференции и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2011. С. 291–297.
6. *Шкатов М.Ю., Иванов Г.И.* Первая российская скважина на дне Северного Ледовитого океана // Океанология. 2013. Т. 53. № 4. С. 569–572.
7. *Glumov I.F., Zenkov A.F., Zhilin D.M.* A challenge in the Arctic. Bathymetric survey for delineation of the extended continental shelf of the Russian Federation // Hydro international. 2012. № 1. P. 27–30.