

По результатам оконтуривания всех высокоамплитудных участков строится сводная карта рисков, на которой цветовая гамма соответствует степени риска при проведении буровых работ. Анализ приведенных выше сейсмических данных позволяет выявить основные геолого-геофизические факторы, определяющие условия проходки верхнего интервала и строительства проектной скважины.

Выделенные зоны амплитудных аномалий имеют разную форму, мощность и распространение. Результаты проведенных за последнее время работ с использованием технологии сеймики высокого разрешения показывают ее высокую эффективность и информативность для детального расчленения верхней части разреза с целью обнаружения газовых линз и залежей газогидратов. Были обследованы лицензионные участки ПАО «Газпром» и ПАО «Роснефть» в Охотском и Карском морях.

По данным высокоразрешающей сейсморазведки наблюдается загазованность разреза, проявляющаяся аномалиями повышенных амплитуд. Выделенные зоны характеризуются рядом признаков, идентифицирующих их с газонасыщенными отложениями, которые, в свою очередь, указывают на вероятность наличия в разрезе зон высоких давлений (АВПД). Таким образом, для более безопасной проходки верхнего ствола скважины рекомендуется при выборе проектных координат расположения буровой платформы исключить участки с разрывными нарушениями, а также минимизировать количество контактов с аномальными зонами повышенных амплитуд по вертикали в точке бурения.

Заключение

ОАО «МАГЭ» за последние несколько лет разработало и внедрило в производство новые технологии при проведении морских геологоразведочных работ, тем самым обозначив новый вектор развития отечественной геофизики. Впервые в мире удалось пересечь северный полюс со всем комплексом геофизических исследований (сеймика МОВ ОГТ, МОВ МПВ, гравика, локация бокового обзора) и получить новые сведения о строении центральной глубоководной части Северного Ледовитого океана, благодаря использованию технологии подледной сейсморазведки, разработанной в компании.

Использование технологии 4С с донными станциями обеспечивает постепенный переход к многоволновой сейсморазведке. Созданный единый технологический кластер сейсморазведочных работ на шельфе, транзитной зоне и на суше с высоким качеством сейсмической записи позволяет выполнять бесшовную съемку наиболее перспективных участков шельфа России.

Использование сеймики высокого и ультравысокого разрешения для детального расчленения верхней части разреза с целью обнаружения газовых «линз» и залежей газогидратов, а также для прогнозирования скоплений мелкозалегающего газа в верхней части разреза обеспечивает надежную и эффективную основу для разработки шельфовых месторождений нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, С.П. Гидрографические исследования в Центральном Арктическом бассейне на надводном судне в интересах обоснования внешней границы континентального шельфа России / С.П. Алексеев, И.Ф. Глузов, А.А. Ледовских и др. // Тр. науч. конф. XIV Съезда Российского географического общества, 11–14 декабря 2010 г. Санкт-Петербург. — СПб.: Изд. РГО, 2010. — С. 101–110.
2. Запорожец, Б.В. Технологии сейсморазведочных работ в зонах мелководья с оборудованием XZone / Б.В. Запорожец, А.Л. Крутов, И.В. Леонтьев // Приборы и системы разведочной геофизики. — 2015. — № 1.
3. Казанин, А.Г. Инновационные технологии при выполнении инженерно-геологических работ на арктическом шельфе России / Г.А. Казанин, Г.С. Казанин, Г.И. Иванов, М.В. Саркисян // Научный журнал Российского газового общества. — 2016. — № 3. — С. 13–18.
4. Казанин, Г.С. Геофизические исследования в районе Северного Полюса / Г.С. Казанин, И.В. Заяц, Г.И. Иванов, Е.С. Макаров, А.С. Васильев // Океанология. — 2016. — Т. 56. — № 2 — С. 333–335.
5. Казанин, Г.С. Инновационные технологии — основа стабильного развития ОАО «МАГЭ» / Г.С. Казанин, Г.И. Иванов // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 4. — С. 3–7.
6. Казанин, Г.С. Инновационные технологии ОАО «МАГЭ» — потенциал для укрепления МСБ арктического шельфа России / Г.С. Казанин, Г.И. Иванов, И.В. Заяц, А.Г. Казанин, Е.С. Макаров, С.И. Шкарубо, С.П. Павлов, С.А. Нечхаев // Разведка и охрана недр. — № 9. — 2016. — С. 56–64.
7. Казанин, Г.С. Комплексная геофизическая экспедиция к северному полюсу — «Арктика-2014» / Г.С. Казанин, Г.И. Иванов, Е.С. Макаров // Научно-технические проблемы освоения Арктики, РАН. — 2015. — С. 162–165.
8. Казанин, Г.С. Инновационная технология подледной сейсморазведки / Г.С. Казанин, А.С. Макаров, А.С. Васильев, А.Н. Прудников, Г.И. Иванов // Нефть. Газ. Новации. — 2015. — № 2. — С. 21–24.
9. Казанин, Г.С. «Геофизик»: новый инженерно-геологический комплекс / Г.С. Казанин, А.С. Макаров, Г.И. Иванов, М.В. Саркисян // Нефть. Газ. Новации. — 2016. — № 1 (183). — С. 60–64.
10. Курносова, О.М. Прогнозирование скоплений мелкозалегающего газа в верхней части разреза на месторождениях Киригинского ЛУ / О.М. Курносова, И.В. Яковлев, С.В. Зиновкин // Освоение ресурсов нефти и газа российского шельфа: Арктика и Дальний Восток (ROOGD-2014): тезисы V междунар. конф., Газпром ВНИИГАЗ. — М., 2014. — С. 34–36.
11. Матвеев, Ю.И. Инновационные технологии проведения геологоразведочных работ на нефть и газ в транзитных зонах / Ю.И. Матвеев, С.А. Нечхаев, Г.И. Иванов, М.Л. Верба // Нефть и газ-2004. Секция 2. Геология — Мурманск, 2004.

© Казанин Г.С., Иванов Г.И., Казанин А.Г., 2017

Казанин Геннадий Семенович // kazaning@mage.ru
Иванов Геннадий Иванович // ivanov.gi@mage.ru
Казанин Алексей Геннадьевич // a.kazanin@mage.ru

УДК 551.35 + 553.98 (985)

**Шкарубо С.И., Журавлев В.А., Радченко М.С.,
Неупокова А.А., Бургутто А.Г., Руденко А.А.,
Прокопина М.В. (ОАО «МАГЭ»)**

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ШЕЛЬФА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ: ИТОГИ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА И ПЕРСПЕКТИВЫ

Рассматривается история становления геологической съемки шельфа и создания комплектов Государственной геологической карты на арктическом шельфе России. В настоящее время на большую часть акватории арктических морей и прилегающей суши составлены листы Государственной геологической карты-1000 третьего поколения, отражающие современное состояние изученности и обновленную оценку

ресурсного потенциала. Особенности современного этапа геологического картографирования шельфа является широкое использование сейсморазведочных материалов. Дальнейшие перспективы развития государственного геологического картографирования континентального шельфа России связаны с созданием на основе изданных листов «бесшовных» карт на крупные регионы, актуализацией полистных комплектов на наиболее важных в ресурсном отношении участках, переход на более крупный масштаб. **Ключевые слова:** геологическая съемка шельфа, Госгеолкарта — 1000/3, арктический шельф, нефть, газ.

Shkarubo S.I., Zhuravlev V.A., Radchenko M.S., Neupokoeva A.A., Burguto A.G., Rudenko A. A., Prokonina M.V. (MAGE) GEOLOGICAL MAPPING OF THE SHELF OF THE RUSSIAN ARCTIC: RESULTS OF THE CURRENT STAGE AND PERSPECTIVES

*Discusses the history of the formation of the geological survey of the shelf and creating sets of the State geological map of the Arctic shelf of Russia. Currently, a large part of the Arctic seas and adjacent sushy is composed of the sheets of state geological map-1000 third generation, reflecting the current state of knowledge and an updated evaluation of resource potential. Features of the present stage of geological mapping of the shelf is the widespread use of seismic materials. The development prospects of the state geological mapping of the continental shelf of Russia are associated with the creation on the basis of published sheets of seamless maps for large regions, updating the tile sets on the most important resource in respect of stations, the transition to a larger scale. **Keywords:** geological mapping of the shelf, Gosgeolkarta — 1000/3, Arctic shelf, oil and gas.*

Концептуальные основы геологической съемки шельфа (ГСШ) были заложены в 1970-е годы учеными ВСЕГЕИ и ВНИИОкеангеологии. Они реализованы в первой «Программе геологического картирования континентального шельфа России на 1978–1990-е годы и далее до 2000 года», на основе которой МАГЭ с 1980 по 1992 г. была проведена ГСШ в масштабе 1:1000 000 в южных районах Баренцева и Карского морей. В задачи ГСШ на этом этапе входило изучение донных и четвертичных отложений на всю их мощность, современного и погребенного рельефа, состава и структуры осадочных и осадочно-вулканогенных покровных комплексов и образований фундамента, залегающих непосредственно под четвертичными отложениями. Перечисленные задачи решались с помощью сейсмического и сейсмоакустического профилирования, эхолотирования, гидромагнитного профилирования, донного опробования, подводного фотографирования с привлечением материалов гравиметрических, аэромагнитных съемок и бурения. В конце 1980-х годов задачи ГСШ были дополнены оценкой экологического состояния геологической среды и донных биоценозов, а комплекс полевых исследований — биологическим драгированием. За 10–12 лет к 1992 г. мелкомасштабной геологической съем-

кой в Баренцевом и Карском морях была покрыта площадь около 450 тыс. км² [4].

Основываясь на материалах ГСШ, в 1987 г. МАГЭ ПГО «Севморгеология» опубликовала первый опытный комплект геологических карт масштаба 1:1 000 000 на Кольский шельф (лист R-37) с объяснительной запиской — прообраз листа Государственной геологической карты. Однако до подготовки Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 (Госгеолкарты-1000) «новой серии» на континентальный шельф оставалось еще несколько лет. Первый лист R-(35)-37 (Мурманск) Госгеолкарты масштаба 1:1 000 000, включающий обширную область Кольского шельфа, был составлен МАГЭ, ЦКГЭ и ВНИИОкеангеологией в период 1993–1996 гг. Подготовленный в виде «бумажного» авторского макета, он был опубликован только в 2000 г.

Продуктами «догеоинформационной эры» прошлого века были также листы S-53-55 (1999 г.), S-50-52 (2001 г.), которые составляли соответственно ВНИИОкеангеология и Аэрогеофизика.

С 1999 по 2005 г. включительно опубликованы материалы по листам «новой серии» S-38-40 — пр. Маточкин Шар; S-(36), 37 — Баренцево море; R-38-40 — о. Колгуев; S-41-43 — о. Белый; T-37-40 — Земля Франца-Иосифа (южные о-ва); T-41-44 — Мыс Желания. Эти листы составлялись уже в ГИС-технологиях, но базировались на материалах 1980–1990-х годов с минимальным объемом дополнительного изучения сейсмоакустическими профилями и станциями донного опробования, не полностью отвечали серийным легендам, находящимся в стадии разработки. Базы данных к этим листам не создавались или были представлены в минимальном виде [1].

Создание полноценных комплектов Госгеолкарты-1000 третьего поколения в Баренцево-Карском регионе фактически началось с постановки работ на листах ряда R, охватывающих смежные области шельфа и материковой суши. Подготовка комплектов ГГК-1000/3 на континентальном шельфе существенно отличается по методике и технологии от аналогичных работ на суше. Различия между третьим поколением карт суши и вторым, а в отдельных районах и первым поколением шельфовых карт значительны. В то время как на суше карты третьего поколения интегрируют материалы съемок масштаба 1:200 000, создание карт на шельфе методологически базируется на совокупности разномасштабных геолого-геофизических исследований.

Особенности геологического картирования шельфа обусловлены неравномерной и в целом меньшей по сравнению с сушей геолого-геофизической изученностью; принадлежностью к закрытым, в основном платформенным областям с многоярусным строением. В этой связи многократно возрастает роль геофизических методов, в особенности современных сейсморазведочных материалов с высоким разрешением и глубиной освещения разреза осадочного чехла.

В 2005–2014 гг. были изданы материалы по листам R-(35),36 — Мурманск; R-37,38 — м. Святой Нос,

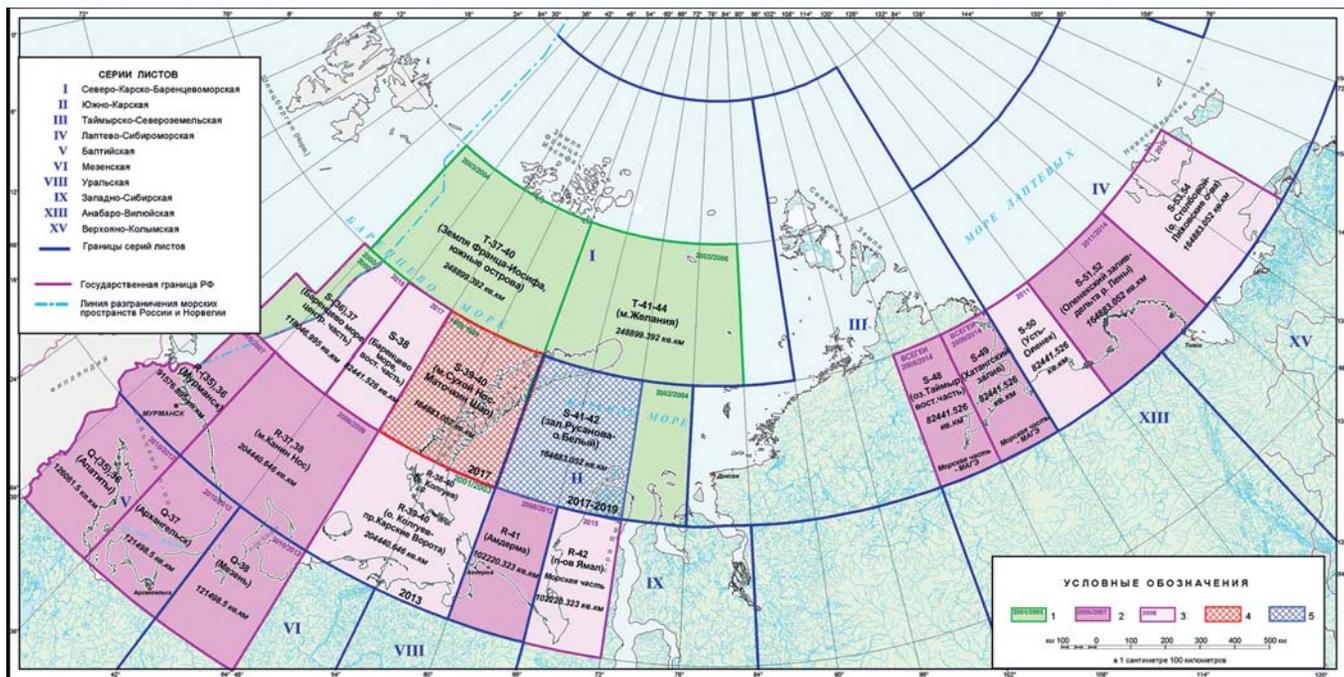


Рис. 1. Схема расположения листов Госгеолкарты-1000, созданных ОАО «МАГЭ» (при участии ВНИИОкеангеология и ВСЕГЕИ). 1–3 — листы Государственной геологической карты РФ масштаба 1:1 000 000 (изданные и утвержденные к изданию): 1 — листы новой серии изданные, год утверждения НРС/год издания, 2 — листы третьего поколения изданные, год утверждения НРС/год издания, 3 — листы третьего поколения, утвержденные к изданию, год утверждения; 4–5 — создание и подготовка к изданию листов государственной геологической карты РФ масштаба 1:1 000 000 (третье поколение): 4 — создание комплекта Госгеолкарты 1000/3 (третий этап), 5 — создание комплекта Госгеолкарты 1000/3 (1–3 этапы)

м. Канин Нос; R-41— Амдерма; Q-(35),36 — Кировск; Q-37 — Архангельск; Q-38 — Мезень, R-39,40 — о. Колгуев — пр. Карские Ворота, S-(36),37 — Баренцево море (зап., центр. часть); S-51,52 — Оленекский зал, дельта р. Лена, (лист S-50 — Усть-Оленек утвержден к изданию, публикация ожидается в 2017 г.), подготовленные МАГЭ совместно с ВСЕГЕИ и ВНИИОкеангеология (рис. 1). В этих комплектах, интегрирующих данные исследований в основном сейсморазведки за прошедшие 10–12 лет, на обновленной геологической основе приведена современная оценка ресурсов полезных ископаемых: на шельфе — нефти, газа и газоконденсата; на прилегающей территории материка и островов — каменного угля, полиметаллов (меди, цинка, свинца), марганца, урана, золота, алмазов, фосфоритов, флюорита и других твердых полезных ископаемых. Тем не менее, содержательный уровень созданных листов Госгеолкарты отдельных районов разительно отличается друг от друга вследствие разной степени изученности шельфа.

За 2015–2016 гг. МАГЭ совместно с ВНИИОкеангеология подготовлены к изданию комплекты карт масштаба 1:1 000 000 третьего поколения по листам S-53-54 — о. Столбовой, Ляховские о-ва; S-38 — Баренцево море (вост. часть).

Новые материалы, полученные в море Лаптевых, позволили более полно охарактеризовать геологическое строение шельфовой части площади листов S-53-54 по сравнению с опубликованными ранее картами «новой серии» (1999 г.). По сейсмическим дан-

ным МОВ ОГТ с использованием полученных ранее региональных профилей построены структурные карты по подошве плитного чехла, кровле меловых отложений и поверхности несогласия в среднем миоцене, которые легли в основу тектонического и нефтегазogeологического районирования и количественной оценки прогнозных ресурсов нефти и газа. Уточнены границы картографируемых подразделений на карте дочетвертичных образований. Сейсмоакустические разрезы позволили выделить ряд комплексов в четвертичных образованиях, а материалы донного опробования — построить литологическую карту поверхности дна изучаемой акватории, которой не было в предыдущем издании. В целом на новом уровне знаний освещены глубинная структура, магматизм, структурно-формационный состав образований, строение четвертичных и современных отложений, экологическое состояние природных сред и ресурсные перспективы изученной территории.

Подтверждена ведущая роль гранитоидов тарского комплекса в формировании оловянного оруденения. Основная промышленная оловоносность связана с крупными полигенными россыпями палеоцен-голоценового возраста, приуроченными к областям устойчивого поднятия и знакопеременных движений. Прогнозируемые месторождения каменного угля приурочены к балыктахской свите в ядре одноименной синклинали. Прогнозные геологические ресурсы нефти и газа составили 1149,75 млн т в нефтяном эквиваленте, извлекаемые — 838,94 млн т НЭ.

По результатам работ по созданию ГК-1000/3 листов S-53-54 можно рекомендовать проведение региональных сейсморазведочных работ МОВ ОГТ в западной, Лаптевоморской части листов, изученной лишь редкой сетью профилей: Омолойской зоне прогибов и Восточно-Лаптевской структурной зоне с целью уточнения строения комплексов мелового-кайнозойского плитного чехла, морфологии и внутренней структуры складчатого основания западного склона Новосибирской системы грабенов и горстов.

Наиболее перспективным районом для постановки поисково-разведочных работ на нефть и газ в пределах листов S-53, 54 является северо-западный участок карты: зона сопряжения северной части Столбовского горста с Бельковско-Святоносским и Западно-Бельковским грабенами, где локализуется крупное сквозное поднятие. Этот участок вплотную примыкает к Анисинско-Новосибирскому лицензионному блоку ОАО «НК «Роснефть» и может представлять интерес для недропользователей.

В восточной части Баренцева моря составлена Государственная геологическая карта листа S-38, существенно обновленная и дополненная первичными

данными по сравнению с предыдущим изданием. По материалам региональных сейсморазведочных работ 2005–2014 гг. построены структурные карты по подошве осадочного чехла и основным отражающим горизонтам, маркирующим каледонское несогласие в позднем силуре, предфранский перерыв, поверхность нижнепермских карбонатных отложений, границу раздела перми-триаса, подошву юры и кровлю верхнеюрско-нижнеберриасских черных глин. Также новые материалы сейсморазведки МОВ ОГТ с высоким разрешением верхней части разреза дали возможность уточнить границы распространения комплексов меловых отложений на площади листа S-38, выявить закономерности строения главных нефтегазоперспективных интервалов разреза — меловых, юрских и триасовых толщ.

На геологической карте дочетвертичных образований, в отличие от ранней версии (Государственная..., 1999) показано, что верхнемеловые отложения распространены шире по площади. Область их развития охватывает, кроме Южно-Баренцевской синеклизы, часть Лудловской перемычки и Северо-Баренцевской синеклизы, что в целом является благоприятным фак-

тором при оценке перспектив нефтегазоносности в особенности мелового перспективного нефтегазового комплекса (ПНГК). На геологических разрезах более детально расчленены триасовые и юрские отложения, в легенде охарактеризованы изменения мощностей сейсмокомплексов в различных структурно-формационных зонах и предполагаемый литологический состав пород. Уточненные черты глубинной структуры земной коры и тектонического строения площади отражены на соответствующих схемах, сопровождаемых серией структурных планов по главным несогласиям в осадочном чехле.

На обновленной геологической и структурной основе уточнено положение границ нефтегазоносных областей (НГО), выделены перспективные зоны нефтегазонакопления (ПЗНГН): Надеждинско-Туломская в Южно-Баренцевской НГО; Медвежинская и Лунинская — в пределах Штокмановско-Лунинской НГО. Проведена оценка прогноз-

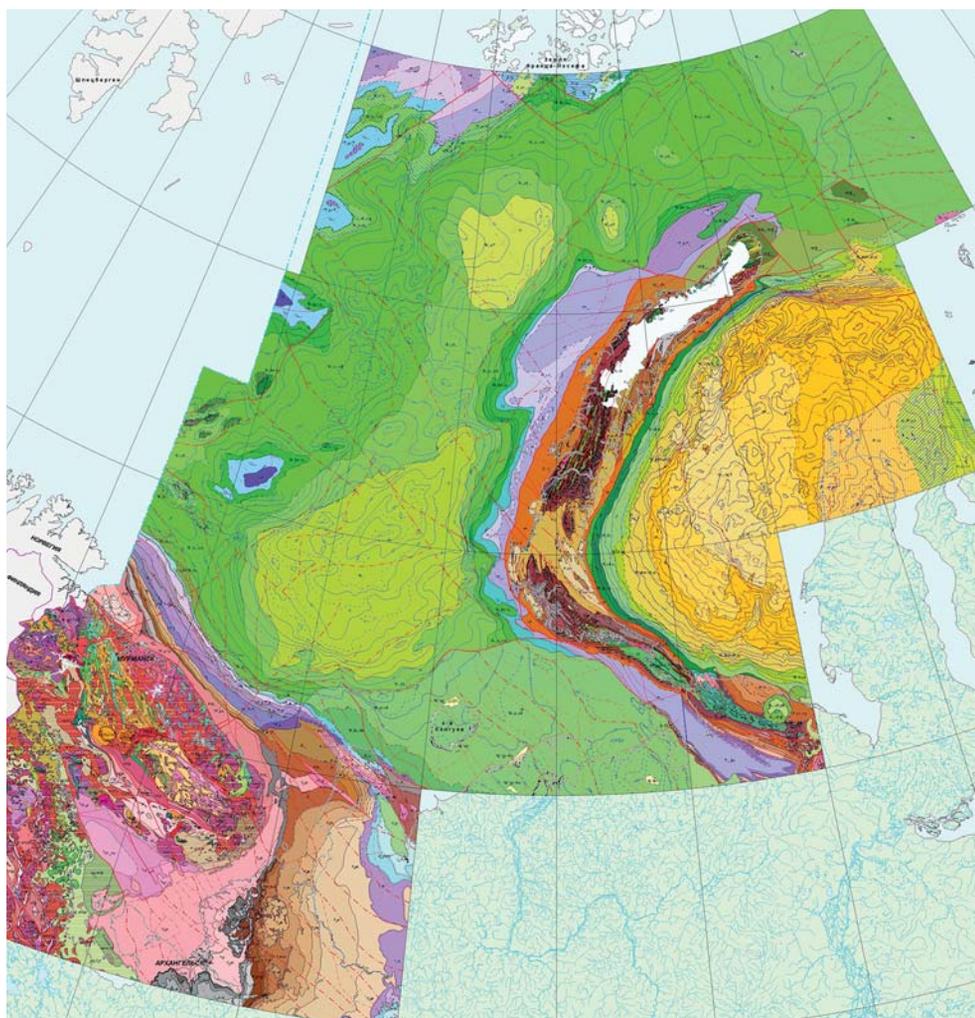


Рис. 2. Геологическая карта Западно-Арктического шельфа России (составлена Н.В. Маркиной в ОАО «МАГЭ» по материалам ГК-1000)

ных ресурсов углеводородов, включая локализованные ресурсы антиклинальных структур, их ранжирование по степени перспективности. Основные перспективы связаны с юрским, триасовым и частично (в Свальбардской перспективной нефтегазоносной области (ПНГО)) с пермским терригенным и верхнедевонско-нижнепермским ПНГК.

Прогнозные ресурсы осадочного чехла в пределах листа S-38 составляют 6997,27 млн т НЭ (геологические). Из них на долю нефти приходится 542,96 млн т, конденсата — 110,13 млн т. Извлекаемые прогнозные ресурсы могут составить 6595,17 млн т НЭ (нефти — 191,01 млн т, конденсата — 88,86 млн т). Локализованные прогнозные ресурсы оценены в сумме 1476,05 млн т НЭ, из них нефти — 88,51; конденсата — 17,7 млн т. Наибольшими прогнозными ресурсами (геол., млн т НЭ) в Штокмановско-Луниной НГО характеризуются поднятия Медвежье (364,8) и Шатского (103,7). В Южно-Баренцевской НГО — Туломская (113,3), Северо-Туломская (120,14) и Южно-Туломская (193,9) структуры; в Свальбардской ПНГО — Ферсмановская структура (в рамках листа находится ее восточная половина).

Начальные суммарные ресурсы листа (НСР), включая запасы месторождений, составляют 15,813 млрд т НЭ.

В 2015–2016 гг. также выполнены морские работы в восточной части Баренцева моря (листы S-39, 40) по дополнительному изучению акватории (сейсмоакустика — 4250 пог. км, сейморазведка МПВ — 347 пог. км, донное опробование — 50 станций). Полученные материалы позволят уточнить глубинное строение и вещественно-генетический состав донных отложений, дать обновленную оценку ресурсов полезных ископаемых на площади листов S-39, 40; завершение работ (авторским комплектом) планируется в 2017 г.

В текущем 2017 г. начаты работы на листах ряда S (41, 42) в Карском море. Неохваченным картами третьего поколения остается лист S-43, работы на котором можно рекомендовать на 2018–2020 гг. На Восточно-Арктическом шельфе задачей геологического картографирования является покрытие листами третьего поколения ряда R в Восточно-Сибирском и Чукот-



Рис. 3. Схема выполненных ОАО «МАГЭ» региональных сейморазведочных работ МОВ ОГТ в комплексе с гравимагнитными наблюдениями на Арктическом шельфе (по заказу Роснедр, 2004–2017 гг.)

ском морях. На морскую часть этих листов карты составлялись без дополнительного изучения (R-56, R-57) или не составлялись вообще (R-58, R-59, R-60). Кроме необходимости составления взаимоувязанных карт суши и моря, это обусловлено высоким ресурсным потенциалом данной зоны: нефти и газа, многих остродефицитных твердых полезных ископаемых.

Таким образом, ожидается, что к 2020 г. практически весь Арктический шельф России будет закартирован в масштабе 1:1 000 000.

Перспективные направления дальнейших работ. Какие возможные направления и перспективы развития государственного геологического картографирования территории России в целом и в частности ее континентального шельфа просматриваются в будущем?

По мнению ученых и специалистов ВСЕГЕИ задача следующего этапа — переход от полистного картографирования фиксированного масштаба, выполнявшегося в рамках временных этапов (поколений карт), к формированию бесшовных полимасштабных геологических карт, которые актуализируются в режиме мониторинга [5].

Подготовленные во ВСЕГЕИ (начиная с 2009 г.) бесшовные фрагменты в масштабе 1:1 000 000 включа-

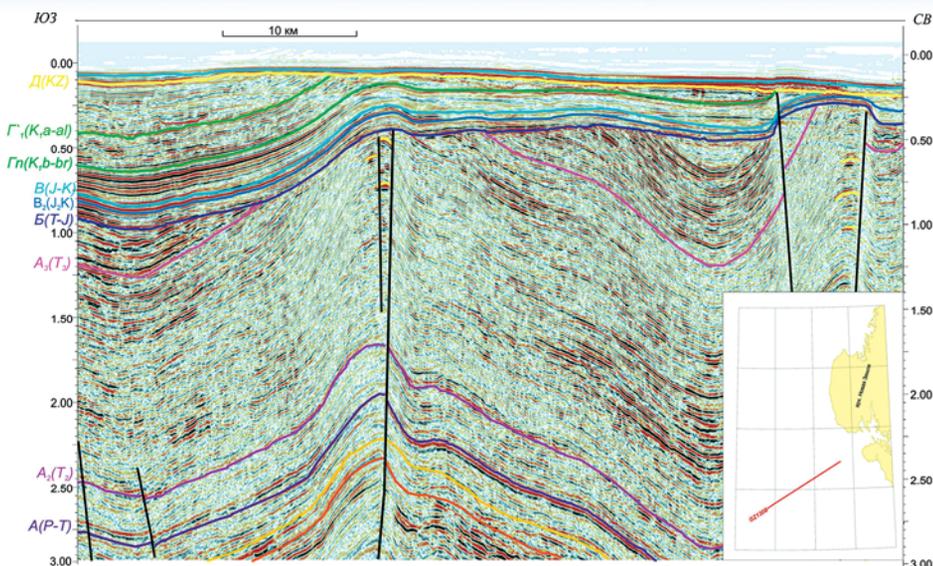


Рис. 4. Фрагмент временного разреза (профиль МОВ ОГТ GZ 1308), иллюстрирующий возможности картирования сейсмических комплексов

ли только геологическую карту и карту полезных ископаемых. На шельфовые области были составлены сводки по Карело-Кольскому региону и Северо-Востоку России. Для платформенных территорий с развитием мощных осадочных бассейнов на примере Сибирской платформы готовятся сеймостратиграфические и структурно-тектонические карты. С 2015 г. создается бесшовная карта по Центральной и Западной Арктике с учетом данных глубинных сейсмических исследований.

Прообраз «бесшовных» карт создавался в МАГЭ с 2000 г. в режиме «оперативных сводок» по мере подготовки очередного листа, благодаря энтузиазму картографа Н.В. Маркиной. Эти «бесшовки» включали практически весь набор карт: геологическую, четвертичных образований, литологическую, полезных ископаемых. Сводный комплект содержал схемы прогноза на нефть и газ, тектоническую, эколого-геологическую, а также серию структурных карт и карт мощностей (четвертичных образований и голоцена). К 2010 г. покрытие охватывало площадь Баренцево-Карского шельфа (в полосе до 80° с. ш.), включая Беломорский регион (рис. 2).

Какие проблемы предстоит решать при создании и обновлении (перманентной актуализации) полноценных бесшовных карт, если рассматривать это направление в качестве продолжения работ на шельфе России после завершения программы подготовки листов третьего поколения?

С учетом собственного опыта и анализа результатов создания фрагментов бесшовных карт представляется следующее. Первое необходимое условие и соответственно направление — создание структурной и сеймостратиграфической основы для крупных обособленных бассейнов, таких как Печоро-Баренцевский, Северо-Карский, Южно-Карский, Лаптевоморский, Восточно-Сибирский. Для этого имеются все необходимые материалы. Общий объем выполненных только

МАГЭ с 2004 г. по заказу Роснедр региональных сейсморазведочных работ МОВ ОГТ в комплексе с гравимагнитными наблюдениями на Западно-Арктическом шельфе, а также в море Лаптевых и Восточно-Сибирском, составил более 120 000 км (рис. 3). В результате проведенных региональных геофизических работ в Баренцевом море в западном секторе моря Лаптевых выявлены десятки локальных поднятий. Крупные структуры площадью более 1000 км² обнаружены в северной части Баренцева моря. Локализованные прогнозные ресурсы в пределах

выявленных поднятий в морях Баренцевом, Карском, Лаптевых составили порядка 2,8 млрд т. в нефтяном эквиваленте [2, 3]. Съёмки в северной части Баренцева и Карского морей были выполнены уже после издания листов Т-37-40, 41-44, которые и являются первоочередными объектами для актуализации.

В методическом аспекте появление сейсморазведочных материалов с высоким разрешением и большой глубиной освещения разреза открывает широкие возможности для геологического картирования шельфа. Если раньше ведущим методом для прослеживания границ выхода на дочетвертичную поверхность картируемых подразделений коренных пород было сейсмоакустическое профилирование, ограниченное глубиной до 600 м, высокоразрешенные разрезы МОВ ОГТ позволяют делать это намного эффективнее (рис. 4). Сейсмические съёмки, проведенные на площадях с достаточной густотой сети, позволяют создавать «объемные модели» строения осадочного чехла, которые дают возможность организации и анализа информации на качественно новом уровне.

Опыт использования площадных сейсмических съёмок уже реализован при геологическом картировании. Это — трассирование зон выклинивания сейсмокомплексов юрско-мелового чехла и связанных с ними потенциальных ловушек УВ неантиклинального типа, построение карты доюрского основания на листе R-41 (рис. 5), создание серии структурных карт Лаптевоморского бассейна, выделение перспективных зон и объектов нефтегазоаккумуляции листов S-50; S-51, 52 [6, 7].

В этой связи можно предусмотреть актуализацию полистных комплектов на отдельных листах. Например, на Западно-Арктическом шельфе целесообразно провести обновление карт ряда Т, изданных как «новая серия», поскольку именно в этих районах появились современные (в первую очередь — сейсморазведочные) и доступные (выполненные по госзаказу) геолого-геофизические материалы.

С 2013 г. значительный объем работ нефтегазового направления на шельфе выполняется по заказу недропользователей (предприятий «Газпром» и «Роснефть»). Эта информация пока является конфиденциальной, но в обозримом будущем она будет также доступна. Однако нужно отдавать себе отчет, что обработка исходных данных, полученных из фондов, весьма трудоемка и стоит не дешево.

Вторая, не менее значимая, проблема при создании бесшовных покрытий на крупные регионы — совершенствование, актуализация и унификация серийных легенд. Определенный опыт в этом направлении мы имеем. При создании комплектов листов на границах Балтийской и Мезенской, Южно-Карской и Западно-Сибирской серий проводилась корректировка и взаимная увязка структурно-формационного районирования и картографируемых подразделений.

Также на основе нашего опыта работ по подготовке комплектов Северо-Карско-Баренцевоморской серии листов становится очевидным необходимость существенного упрощения этой легенды, в особенности применительно к созданию бесшовного покрытия. Так, действующая серийная легенда (2009 г.) отличается неоправданно множественным структурно-формационным расчленением с выделением в каждой зоне различных стратиграфических подразделений. Например, в блоке поднятий западной части Баренцевской плиты выделено девять СФЗ при наличии трех скважин в одной зоне и одной скважины — в другой. Подобная ситуация приводит к тому, что даже при составлении одного листа необходимо рисовать «заборы» как на карте, так и на разрезах при непрерывном прослеживании через все зоны сейсмических горизонтов, которые по определению считаются «квазисинхронными».

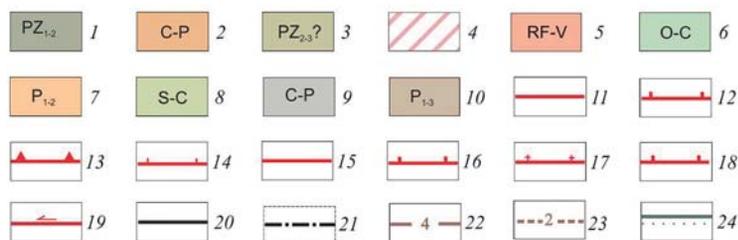
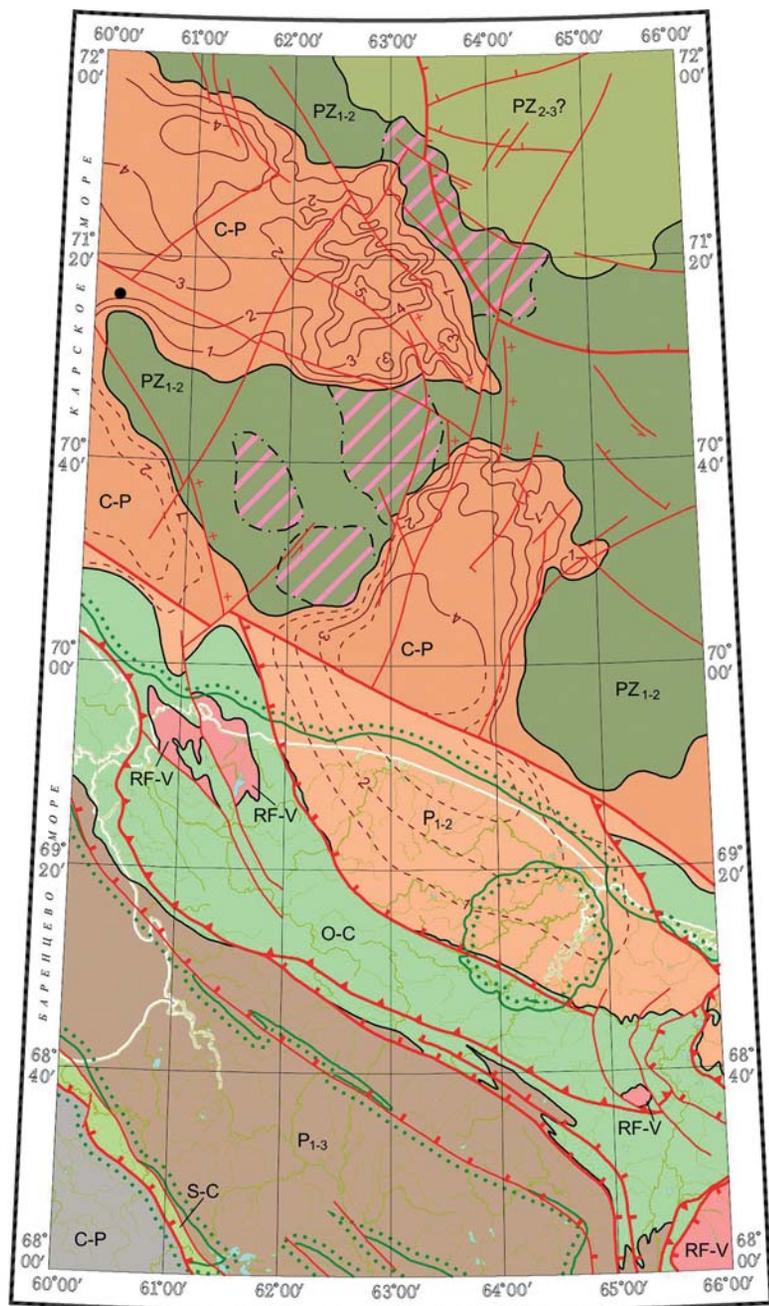


Рис. 5. Схематическая геологическая карта докембрийских образований (лист R-41). 1–10 — структурно-вещественные комплексы: 1–4 — Западно-Сибирская плита: 1 — складчатые комплексы герцинской эпохи тектогенеза; 2 — слабодислоцированные комплексы заполнения флишевых трогов, краевых и межгорных прогибов; 3 — неяснослоистые комплексы, подстилающие триасовые тафрогенные прогибы; 4 — выступы позднепротерозойских комплексов, скрытых под маломощной толщей палеозойских образований; 5–7 — Новоземельско-Уральский складчато-надвиговый пояс: складчатые комплексы позднегерцинской-раннекембрийской эпохи тектогенеза; 5 — позднепротерозойские; 6 — палеозойские; 7 — пермские; 8–10 — Тимано-Печорская плита и Предуральский краевой прогиб: 8 — дислоцированные комплексы зоны надвига; 9 — платформенные комплексы; 10 — комплексы заполнения краевых прогибов; 11–19 — тектонические нарушения: 11–14 — главные: 11 — без разделения по морфокинетическим особенностям; 12 — надвиги; 13 — шарьяжи; 14 — сбросы; 15–19 — второстепенные: 15 — без разделения по морфокинетическим особенностям; 16 — надвиги; 17 — взбросы; 18 — сбросы; 19 — сдвиги левые; 20–24 — прочие обозначения: 20 — границы структурно-вещественных комплексов докембрийских образований; 21 — границы верхнепротерозойских комплексов, скрытых под палеозойскими образованиями; 22–23 — изопахиты каменноугольно-пермской толщи, сечение 1 км: 22 — достоверные, 23 — предполагаемые; 24 — границы распространения мезозойско-кайнозойских комплексов платформенно-го чехла

При составлении многих листов, во избежание этого, мы «протягивали» подразделения через все зоны, прикладывая «Дополнение к легенде».

Третье возможное направление — это подготовка отдельных листов масштаба 1:200 000 в транзитных прибрежных зонах при условии постановки таких работ на суше.

Будем надеяться, что Роснедра и ведущие научные организации страны — ВСЕГЕИ, ВНИИОкеангеология приложат все усилия, чтобы сохранить системный подход к изучению состояния природной среды, геологического строения и закономерностей размещения полезных ископаемых при дальнейшем геологическом картировании континентального шельфа — основного резерва топливно-энергетического комплекса России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казанин, Г.С. Создание геолого-экологической основы рационального природопользования Западно-Арктического шельфа России / Г.С. Казанин, И.В. Заяц, Н.В. Маркина, С.М. Чуранов, С.И. Шкарубо, Б.Г. Лопатин, В.Л. Иванов, Г.Г. Матишов, Г.А. Тарасов, Ю.И. Матвеев // Разведка и охрана недр. — 2007. — № 9. — С. 2–13.
2. Казанин, Г.С. Новые данные о геологическом строении и нефтегазоносности российского шельфа / Г.С. Казанин, И.В. Заяц, С.И. Шкарубо, С.П. Павлов // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 4. — С. 7–13.
3. Казанин, Г.С. Инновационные технологии ОАО «МАГЭ» — потенциал для укрепления МСБ арктического шельфа России / Г.И. Иванов, И.В. Заяц, А.Г. Казанин, Е.С. Макаров, С.И. Шкарубо, С.П. Павлов, С.А. Нечхаев // Разведка и охрана недр. — № 9. — 2016. — С. 56–64.
4. Лопатин, Б.Г. Геологическое картирование континентального шельфа России на современном этапе — 25 лет на арктическом шельфе России / В.Н. Беляев, С.И. Шкарубо. — СПб, 1999. — С. 29–34.
5. Петров, О.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 / О.В. Петров, Б.Г. Лопатин, Т.Н. Зубова, В.Р. Вербицкий // Региональная геология и металлогения. — 2016. — № 67. — С. 19–33.
6. Шпилов, Э.В. Новые данные о структуре комплексов основания Южно-Карского бассейна / Э.В. Шпилов, С.И. Шкарубо. — ДАН, 2011. — Т. 438. — № 1. — С. 95–100.
7. Шкарубо, С.И. Результаты современного этапа изучения Лаптевоморского шельфа: от гипотез к новым фактам и проблемам / С.И. Шкарубо, Г.А. Заварзина, О.Н. Зуйкова // Разведка и охрана недр. — № 4. — 2014. — С. 23–30.

© Коллектив авторов, 2017

Шкарубо Сергей Иванович // sergeysh@mage.ru
Журавлев Виталий Алексеевич // vitalyzh@mage.ru
Радченко Марина Сергеевна // radchenko@mage.ru
Неупокоева Анастасия Александровна // neupokoeva.aa@mage.ru
Бургутто Анна Геннадьевна // burguto.ag@mage.ru
Руденко Анна Александровна // pavlova.aa@mage.ru
Проконина Марина Валерьевна // prokonina@mage.ru

УДК 551.35

Зяц И.В., Макаров Е.С. (ОАО «МАГЭ»)

ОБНОВЛЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ФЛОТ ОАО «МАГЭ» — ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Освещен вопрос, связанный с адаптацией научного флота к текущему спросу рынка геолого-геофизических работ и требованиям нефтегазовых компаний. Рассматривается комплексное переоборудование и переоснащение научно-исследовательских судов с целью расширения

*спектра выполняемых задач и обеспечения высокого качества результатов работ. **Ключевые слова:** морские инженерные изыскания, модернизация научно-исследовательских судов.*

Zayats I.V., Makarov E.S. (MAGE)

THE MODERNIZED RESEARCH FLEET OF JSC «MAGE» IS A BASIS FOR THE INNOVATION DEVELOPMENT

*There has been covered a subject connected with the adaptation of the research fleet to the current demand of geological and geophysical services market and to the requirements of oil and gas companies. Such a theme as the integrated re-equipment and refitting of research vessels aimed at enhancement of performed tasks and high quality of work results is considered. **Keywords:** marine engineering surveys, research vessels modernization.*

С целью непрерывного развития ОАО «МАГЭ» практикует совершенствование системы последовательной модернизации всего производственного процесса и активное использование инновационных технологий [2].

Научно-исследовательское судно «Профессор Курченцов» долгое время было ориентировано на выполнение сейсморазведки 2D в комплексе с магнитометрией и гравиметрией. Из-за снижения спроса на эти работы в 2013 г. была проведена модернизация судна с целью расширения диапазона выполняемых научно-исследовательских работ. В результате проведенных мероприятий стало возможным использование судна при производстве инженерно-геофизических изысканий на акваториях с сохранением возможности выполнения сейсморазведочных исследований 2D. Во время модернизации рабочие места на палубе были доработаны таким образом, чтобы обеспечить возможным одновременную буксировку забортного оборудования нескольких методов. Для выноса забортного оборудования из кильватерной струи судна были удлинены аутригеры обоих бортов.

С целью выполнения непрерывных сейсмоакустических исследований был закуплен и установлен современный комплекс оборудования производства компании Geomarine Systems, включающий в себя источник излучения и регистрирующее оборудование с многоканальной приемной косой. Источник энергии разместили в кондиционируемом контейнере, позволяющем поддерживать оптимальные условия работы оборудования. Источниками сигнала выступают электродинамический (бумер) и электроискровой (спаркер) излучатели, характеризующиеся стабильностью энергетических характеристик. Данные излучатели располагаются на носителях-буксирах, которые оснащены регулируемыми системами поплавков, что позволяет изменять заглубление источника и выбирать оптимальные параметры излучения.

В 2014 г. последовало очередное переоборудование судна. Для получения акустического изображения особенностей морского дна и выявления опасных тех-