

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ

Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга (ВНИИОкеангеология) осуществляет методическое сопровождение региональных геолого-геофизических и геолого-съёмочных работ на континентальном шельфе Российской Федерации. Последние 20 лет институт занимался составлением листов Госгеолкарты-1000/3 по Арктическому шельфу и прилегающей глубоководной части Северного Ледовитого океана. Построены геологические карты Восточно-Арктического шельфа России, а также областей сочленения океанических хребтов Ломоносова, Гаккеля, поднятия Менделеева с евразийской континентальной окраиной. Составлением геологических карт на Арктический шельф занимались также Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Полярная морская геологоразведочная экспедиция (ПМГРЭ) и Морская арктическая геологоразведочная экспедиция (МАГЭ).

Потепление климата последних десятилетий позволило провести экспедиции в высокоширотных районах Арктики, прежде недоступных для исследований из-за тяжелых паковых льдов. Арктика до сих пор труднодоступна и слабо геологически изучена, однако усилия в рамках Международного полярного года 2007/08, а также работы по упорядочению правового статуса Арктики и ее ресурсов приарктическими государствами привели к появлению большого количества новых геолого-геофизических данных. Это дало толчок для обобщения всех имеющихся сведений о геологическом строении и составления Атласа геологических карт циркумполярной Арктики, включающего геофизические карты, геологическую и тектоническую карты. Координатором картосоставительских работ выступила Комиссия по геологической карте мира и ее подкомиссии. Совместными усилиями геологов и геофизиков России, Канады, Норвегии, Дании и США были разработаны легенды, на основе которых потом построены карты Атласа.

Геологическое изучение континентального шельфа, материковой и островной суши, прилегающих океани-

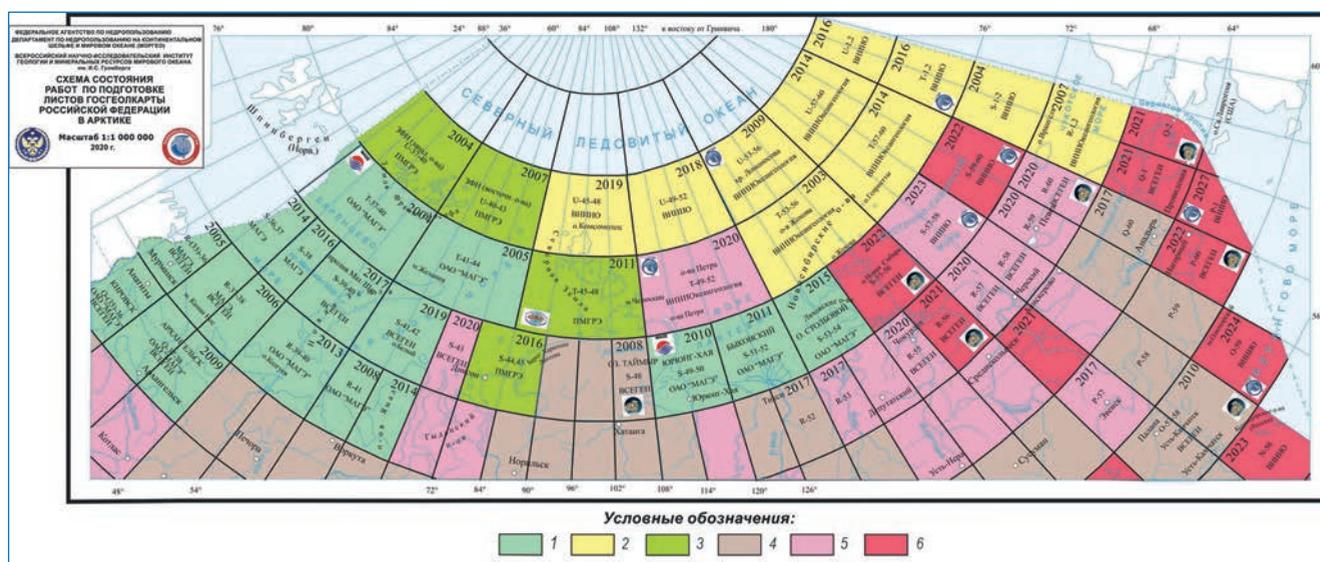
ческих бассейнов Российской Арктики обеспечивалось проведением Государственных геологических и геофизических съёмок масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000, а также специализированными научными исследованиями и международными экспедициями. В комплекс картографических работ, помимо собственно составления и подготовки к изданию листов Госгеолкарты-1000/3, входит создание полистных батиметрических, геофизических и геохимических основ, научно-методическое обеспечение и сопровождение работ, в частности совершенствование серийных легенд и инструктивно-методических документов. Состав, унифицированная структура и формат представления данных цифровых моделей комплектов листов Госгеолкарты-1000/3 подробно регламентированы в соответствующих руководствах и требованиях.

Комплект геологических карт шельфа составляется на основе современных батиметрических карт, с использованием данных потенциальных полей (магнитного и силы тяжести), сейсмических и сейсмоакустических профилей, сведений о современной сейсмичности, результатов изучения материала со станций донного пробоотбора, данных лабораторных исследований. Все эти материалы включаются в банк данных, сопровождающий комплект Госгеолкарты-1000/3. Состояние работ по подготовке листов миллионного масштаба приведено на рисунке.

С развитием новых методов датирования и изучения вещественного состава горных пород и минералов менялись и представления о времени становления тектонических структур и геодинамике Арктики. Полученные результаты позволили существенно пересмотреть представления о стратиграфическом объеме и мощности осадочного чехла и тектонике осадочных бассейнов, а следовательно, и перспективах нефтегазоносности.

Региональный этап геологического исследования большей части российского сектора Баренцева моря практически завершен, в настоящее время ведутся работы по картированию центральной и северной частей Карского моря, а также по Восточно-Арктическому шельфу. Комплект Госгеолкарты-1000 третьего поколения по

Схема разрабки листов масштаба 1:1 000 000 Государственной геологической карты Российской Федерации по Арктическому шельфу. Листы, составленные: 1 – МАГЭ, 2 – ВНИИОкеангеология, 3 – ПМГРЭ, 4 – сухопутными организациями, 5 – в процессе составления, 6 – новые объекты



листам S-39, 40, охватывающим часть Новой Земли и части прилегающего шельфа морей Баренцева и Карского, составлен специалистами ВСЕГЕИ совместно с МАГЭ, при участии специалистов ВНИИОкеангеология на основе анализа и обобщения геолого-геофизических данных, полученных на суше и прилегающем шельфе Баренцева и Карского моря в 2000–2017 годах. В баренцевоморской части листов S-39, 40, в процессе работ по составлению и подготовке к изданию комплекта карт, проводилось дополнительное изучение акватории. В комплекс методов входила сейсморазведка методом преломленных волн, непрерывное сейсмоакустическое профилирование и донный пробоотбор. По материалам региональных сейсморазведочных работ 2005–2013 годов 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 методом отраженных волн общей глубинной точки с высоким разрешением верхней части разреза предоставили возможность уточнить границы распространения комплексов триасовых, юрских и меловых отложений на площади листа, выявить закономерности строения главных нефтегазоперспективных интервалов разреза — меловых, юрских, триасовых и палеозойских комплексов. Результаты донного опробования, в совокупности с сейсмоакустическими данными, позволили создать литологическую карту поверхности дна.

На основе анализа и обобщения геологических и геофизических данных, полученных с 2004 по 2019 год, ВСЕГЕИ совместно с МАГЭ при участии специалистов ВНИИОкеангеология составлен авторский вариант листов S-41, 42 Госгеолкарты-1000 третьего поколения. В картируемую площадь входят центральная часть Карского моря, северная оконечность полуострова Ямал и карское побережье Новой Земли. В последние годы был выполнен большой объем региональных геолого-геофизических работ. Центральную часть листов S-41, 42 пересекают опорные геотраверсы 2-АР и 3-АР. В 2010–2013 годах на данной площади МАГЭ проведены сейсмические работы в комплексе с надводными гравимагнитными и дифференциальными гидромагнитными наблюдениями. В процессе работ по составлению авторского комплекта карт проводилось дополнительное изучение акватории. В комплекс методов входили непре-

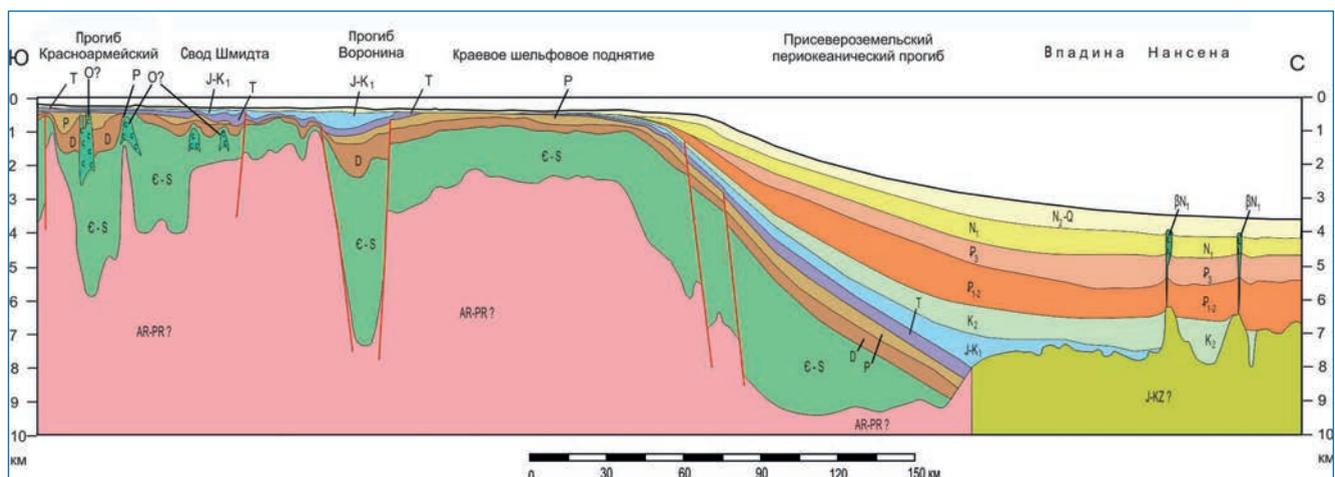
рывное сейсмоакустическое профилирование и донный пробоотбор.

Интерпретация новых (2007–2013 годы) современных материалов МОВ ОГТ с высоким разрешением позволила существенно обновить сейсмостратиграфическую основу акватории и увязать ее со стратиграфическими подразделениями сухопутной части п-ова Ямал, а также уточнить границы распространения комплексов триасовых, юрских и меловых отложений на площади листов, выявить закономерности строения главных нефтегазоперспективных интервалов разреза. Проведена оценка прогнозных ресурсов углеводородов, включая локализованные ресурсы антиклинальных структур и неструктурных ловушек, их ранжирование по степени перспективности. Локализованные ресурсы (геологические) в пределах листа составляют 7,3 млрд т условного топлива.

В пределах северной части Карского моря выделяется недеформированная часть Карской шельфовой плиты. Мощность осадочного чехла палеозойско-мезозойского возраста здесь в среднем составляет 3–4 км, увеличиваясь в прогибах до 5–7 км и сокращаясь на поднятиях и горстах до 1–2 км. Выявлено моноклиналиное залегание осадочных пород палеозоя и мезозоя с постепенным выклиниванием мезозойских комплексов с запада на восток, в сторону Северной Земли. Осадочный чехол плиты, содержащий, по аналогии с разрезом Северной Земли, палеозойские соли, ангидриты и гипсы, нарушен многочисленными соляными диапирами (см. рисунок). В северной части плиты обособливается свод Шмидта, прогиб Воронина, прогиб Красноармейский, а также краевое шельфовое поднятие Ушакова–Шмидта. Наиболее контрастной структурой рифтогенного типа является прогиб Воронина. Протяженность прогиба — более 80 км, ширина — 20 км. Мощность осадочного выполнения — 7–9 км. В пределах флексурно-разломной зоны континентального склона выделяется периокеанический Североземельский прогиб, в который продолжают осадочные комплексы Карского шельфа. Мощность осадков в нем — порядка 7–8 км.

В последние годы по морям Лаптевых и Восточно-Сибирскому были получены новые высококачественные сейсмические материалы МОВ ОГТ, позволившие существенно уточнить и детализировать геологическое строение, расчленение осадочного чехла, закартировать разломную сеть и уточнить оценку перспектив нефтегазоносности. Выявлен ансамбль субмеридиональных рифтогенных прогибов на шельфе Восточно-Сибирско-

Субмеридиональный геологический разрез вдоль линии сейсмического профиля, пересекающего северную часть Карского шельфа



го моря. Новые геолого-геофизические данные, полученные в последнее время, позволяют рассматривать шельфовые структуры Восточно-Арктического шельфа России и структуры Американо-Арктического бассейна Северного Ледовитого океана как единый ансамбль тектонических структур с общей историей геологического развития.

Позднекайнозойские прогибы Восточно-Арктического шельфа России компенсированы коррелятными осадками и не выражены в современной морфологии морского дна. Вертикальные неотектонические движения на островной и материковой суше, сопряженной с Восточно-Арктическим шельфом, выражены не так ярко. Западно-Арктический шельф России, напротив, затронут неотектоникой в значительной степени, в том числе в позднекайнозойском неоплейстоцене–голоцене. На последних этапах развития Арктического шельфа России оформилось главное отличие его западного и восточного секторов, заключающееся в расчлененности рельефа дна Баренцева и Карского морей и выравнивании дна мелководных морей Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского.

Новые геолого-геофизические данные, которые легли в основу геологических построений по океанической области, в основном получены в совместных с ААНИИ высокоширотных экспедициях, на судах Росгидромета «Михаил Сомов», «Академик Федоров», «Академик Трёшников». В рейсах НЭС «Академик Федоров» в 2000 и 2005 годах получены важные сейсмические данные и материалы донного опробования, которые позволили предположить континентальную природу поднятия Менделеева. Эти предположения затем были подтверждены экспедициями «Арктика-2012» и «Арктика-2014». Были произведены фото- и видеофиксация коренных выходов на склонах подводных гор, а также произведен непосредственный отбор образцов горных пород.

Поднятие Менделеева в доокеанический этап представляло собой область с платформенным строением. Возраст складчатого основания древней платформы, возможно, был карельским или байкальским, а может быть, и более молодым — каледонским. Органические остатки, отобранные на поднятии Менделеева, подтверждают присутствие верхнесилурийских (?) — пермских карбонатных отложений в составе платформенного чехла. Широкий спектр фаций включает отложения как зоны мелководного шельфа, так и более глубоководные обстановки.

Последняя комплексная экспедиция, в которой получены новые сведения о верхней части осадочного чехла и распространении донного каменного материала

на Баренцево-Карской континентальной окраине, проведена в рамках проекта «Трансарктика-2019». Пробы осадков получены в 48 геологических станциях с помощью малого боксера и гравитационной прямой трубы. В настоящее время производится петрографический анализ обломков горных пород, переполняющих осадки желоба Франц-Виктория. Результаты этих исследований в северной части Баренцева моря чрезвычайно важны для реконструкции общей эволюции климата в четвертичное время.

Итоги составления комплектов карт Госгеолкарты-1000/3 опубликованы в статьях и монографиях. Сами комплекты карт с объяснительными записками и сопровождающими банками данных опубликованы в твердых копиях и размещены в электронном виде на официальном сайте ВСЕГЕИ. Намечены перспективы геологосъемочных работ в Арктике, связанные с завершением картирования масштаба 1:1 000 000 и локальных геологосъемочных работ масштаба 1:200 000 в прибрежных акваториях у крупных городов и в районах интенсивного промышленного освоения.

Всем ходом фанерозойской эволюции Арктического региона определилась его нынешняя структура, в частности, коренное отличие в строении западного и восточного секторов Российской Арктики. Главным процессом, наложившимся на все ранее образованные структуры, является процесс океанообразования. Рифтогенез и последовавшие за ним процессы погружения океанского дна в котловинах характеризовались своими специфическими чертами. Последние данные свидетельствуют об ограниченности спрединга в Евразийском бассейне Северного Ледовитого океана. К началу четвертичного периода определились основные морфоструктуры океана, шельфа и суши. Влияние тектонических и магматических процессов проявилось с различной степенью в разных районах.

Ансамбль тектонических структур Российской Арктики, сформированный к четвертичному периоду, моделировался в течение плейстоцена–голоцена экзогенными процессами, ведущую роль в которых играли трансгрессии и регрессии Арктического бассейна, развитие и деградация наземного и подземного оледенения и другие процессы, сформировавшие современные полярные ландшафты.

*Е.А. Гусев, В.А. Виноградов, А.А. Крылов,
Д.Е. Артемьева (ВНИИОкеангеология),
П.В. Рекант (ВСЕГЕИ), С.И. Шкарубо (МАГЭ)*