

УДК 55(084.4)(4/5+98)+553.04:911.6(470)

О. В. ПЕТРОВ (ВСЕГЕИ), Ю. Г. ЛЕОНОВ (ГИН РАН), А. Ф. МОРОЗОВ (Роснедра)

МЕЖДУНАРОДНЫЕ АТЛАСЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ЕВРАЗИИ И ЦИРКУМПОЛЯРНОЙ АРКТИКИ – ИННОВАЦИОННАЯ ОСНОВА РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ, ОЦЕНКИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рассмотрены результаты международного сотрудничества Российской Федерации с представителями геологических служб, национальных академий наук и университетов из более чем 30 стран Мира по геологическому изучению крупных блоков земной коры и оценке их минерагенического потенциала под эгидой Комиссии по геологической карте Мира при ЮНЕСКО. Показано, что создание международных атласов карт геологического содержания Евразии и Циркумполярной Арктики является инновационным направлением развития мировой геологической науки, способствующим формированию новых знаний о геологическом строении и минерагеническом потенциале суши, континентального шельфа и материковых окраин этих регионов и обеспечивающим геополитические интересы Российской Федерации.

Ключевые слова: *международное сотрудничество, атласы геологических карт, Евразия, Циркумполярная Арктика, инновационные методы и технологии.*

The results of international cooperation of the Russian Federation with representatives of Geological Surveys, National Academies of Sciences, and Universities from more than 30 countries of the World focused upon geological study of continent-scale blocks of the Earth's crust and carried out under the auspices of the Commission of UNESCO for the Geological Map of the World (CGMW) are discussed in the article. It is indicated that joint compilation of international atlases of geological maps of Eurasia and Arctic is the innovative direction of development of world geological science promoting formation of new knowledge on geological setting and mineral potential of land, continental shelf, and continental margins of these areas and supporting geopolitical interests of the Russian Federation in these regions.

Keywords: *international cooperation, atlases of geological maps, Eurasia, Arctic, new technologies and innovations.*

Введение. Актуальность сводного и обзорного геологического картографирования как одного из главных методов системного геологического изучения земной коры и оценки ее минерагенического потенциала возрастает с каждым годом. Это происходит прежде всего из-за того, что на фоне глобализации научного прогресса реализуются инновационные формы организации международного сотрудничества нашей страны с соседними государствами и осуществляется внедрение инновационных методов и технологий в области геологического изучения недр трансграничных территорий, охватывающих не только континентальные блоки земной коры, но и зоны перехода континент–океан, включая шельфовые и глубоководные океанические окраины Российской Федерации.

Совокупный анализ геологического строения и минерагении этих глобальных структур обуславливает необходимость разработки новых историкоморфологических, геолого-геофизических и литогеодинамических принципов корреляции в единой

легенде континентальных, шельфовых и глубоководных океанических окраин и совершенствования инновационных методов и технологий их геологического и прогнозно-металлогенического картографирования, отвечающих современным запросам геологической науки и практики.

Использование современных инновационных технологий геолого-геофизического и изотопно-геохронологического изучения земной коры дало возможность выделить ряд комплексов-индикаторов геодинамических процессов, что в свою очередь позволило обосновать тесную взаимосвязь между геодинамической позицией осадочных палеобассейнов, механизмами их заполнения разнофациальными осадочными и осадочно-вулканогенными комплексами пород и типами земной коры, слагающими фундамент этих палеобассейнов.

Все это формирует новый надрегиональный уровень геолого-геофизической, изотопно-геохронологической и минерагенической изученно-

сти и способствует развитию интернет-технологий представления результатов международных исследований, отвечающих современным запросам науки и практики. Это создает основу для реализации геополитических интересов нашей страны в рамках международного сотрудничества, в том числе и при рассмотрении в Комиссии ООН вопросов расширения внешних границ континентального шельфа арктических и дальневосточных морей Российской Федерации.

Создание сводных и обзорных геологических, тектонических, геофизических и минерагенических карт Российской Федерации и международных атласов карт геологического содержания Евразии и Циркумполярной Арктики способствует развитию мировой и российской школы геологической картографии, формированию новых знаний о геологическом строении и минерагеническом потенциале суши, континентального шельфа и материковых окраин этих регионов и направлены на обеспечение геополитических интересов Российской Федерации.

По инициативе российской стороны в 2002–2014 гг. разработаны и с успехом апробированы новые принципы трехмерного геолого-геофизического и литогеодинамического картографирования, а также новые инновационные подходы к организации международного сотрудничества между представителями геологических служб, национальных академий наук и университетов из более чем 30 стран Мира.

Это сотрудничество нашло отражение в следующих международных проектах по геологическому изучению недр и оценке их ресурсного потенциала (рис. 1):

- Атлас геологических карт Циркумполярной Арктики масштаб 1 : 5 000 000;
- Атлас геологических карт Северной, Центральной и Восточной Азии и сопредельных территорий масштаб 1 : 2 500 000, Геологическая карта Азии масштаб 1 : 5 000 000 (IGMA);
- Геологическая карта Азии масштаб 1 : 5 000 000 (IGMA);
- Атлас геологических карт России, стран СНГ и сопредельных государств масштаб 1 : 2 500 000.

В ходе реализации этих международных проектов был найден инновационный организационно-финансовый механизм взаимодействия между странами-участницами, когда каждая страна финансирует свою часть работы самостоятельно, а методические, технологические и технические вопросы решаются коллегиально в ходе ежегодных рабочих совещаний и полевых экскурсий.

Организовано более 20 таких рабочих совещаний и семнадцать международных геологических экскурсий, в том числе на Колыму, в Южный Китай, на Новосибирские острова, архипелаг Шпицберген, в Северную и Центральную Монголию, Норильский район, на Камчатку, Тибет, в район озера Байкал, в юго-восточные провинции Китая. В этих экскурсиях приняли участие более 150 геологов из различных стран, включая молодых специалистов и аспирантов.

Международному сотрудничеству в области геологической картографии способствовало предоставление участникам проектов в Комиссии по геологической карте Мира при ЮНЕСКО и в Межправительственном совете стран СНГ по разведке, использованию и охране недр. Остановимся на характеристике этих проектов.

- ГИС-Атлас геологических карт России, стран СНГ и сопредельных государств, масштаб 1:2.5M
- Атлас геологических карт Центральной Азии и сопредельных территорий, масштаб 1:2.5M. Этап I
- Атлас геологических карт Центральной Азии и сопредельных территорий, масштаб 1:2.5M. Этап II
- Атлас геологических карт Циркумполярной Арктики, масштаб 1:5M
- Международная геологическая карта Азии, масштаб 1:5M – IGMA-5000

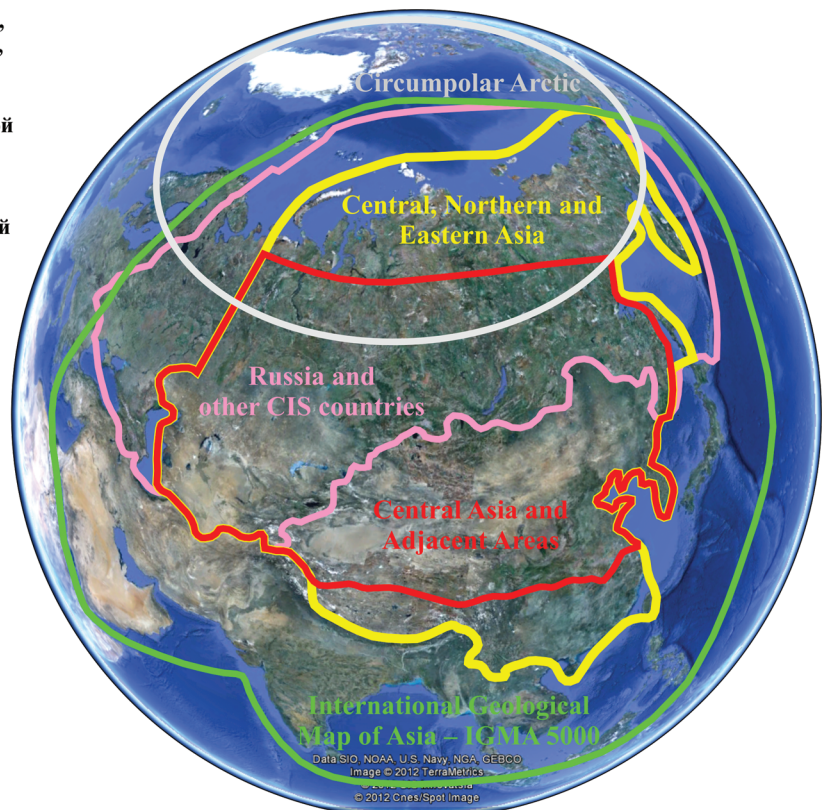


Рис. 1. Международные проекты по геологическому изучению недр и оценке ресурсного потенциала крупных блоков земной коры, в которых принимают участие представители геологических служб, национальных академий наук и университетов из более чем 30 стран Мира

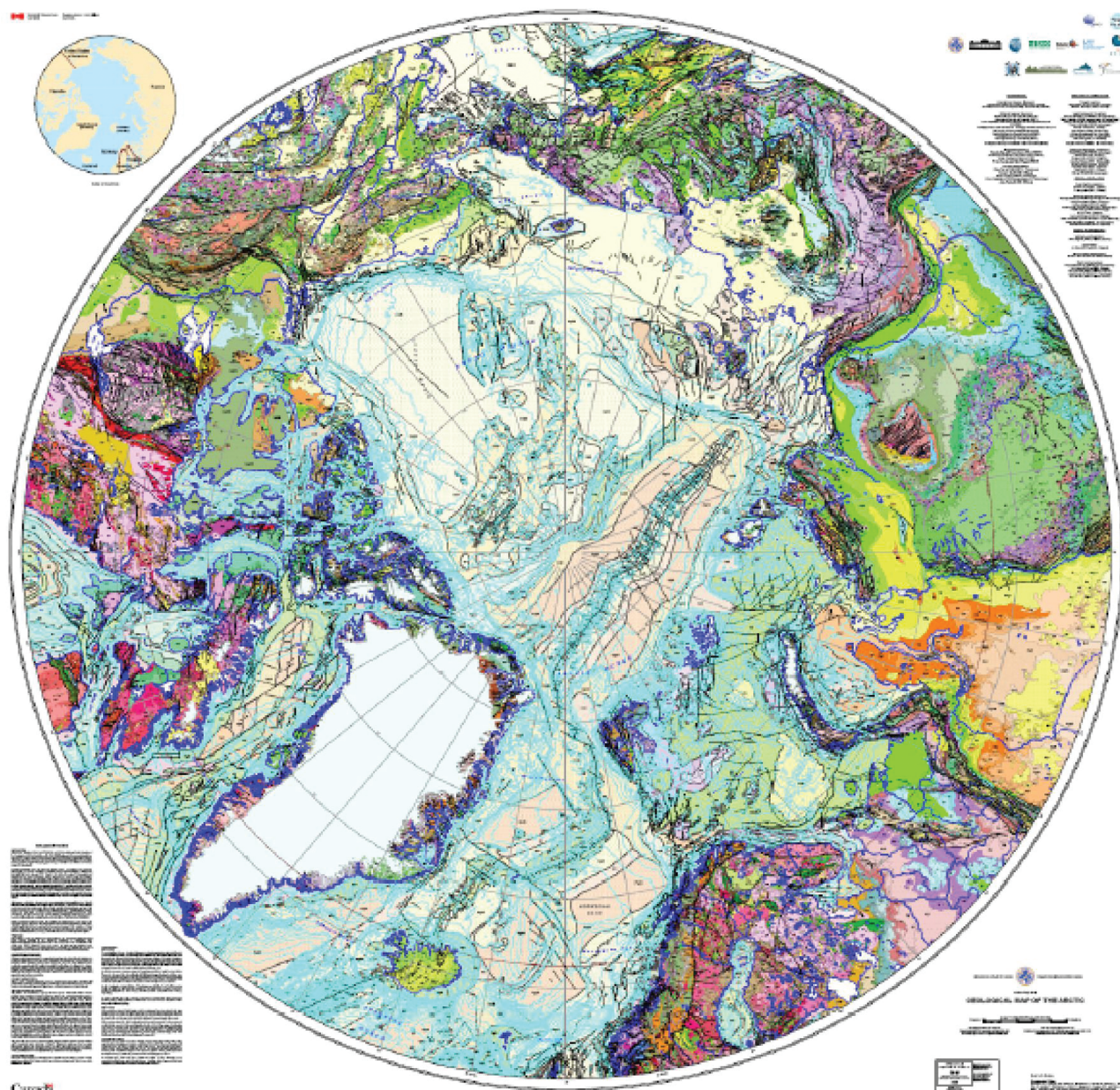


Рис. 2. Геологическая карта Циркумполярной Арктики масштаба 1 : 5 000 000 (Канада, 2008)

Международный проект «Атлас геологических карт Циркумполярной Арктики масштаба 1 : 5 000 000» был начат в 2004 г. и реализуется в настоящее время геологическими службами приарктических государств: России, Канады, США, Норвегии, Дании, Швеции, а также Германии при поддержке Комиссии по Геологической карте Мира при ЮНЕСКО.

Проект является новым этапом картографического обобщения накопленных за последние десятилетия геолого-геофизических и изотопно-геохронологических материалов по территории Арктики.

Геологическая карта, за которую была ответственна Геологическая служба Канады, и карты потенциальных полей, подготовленные под руководством Геологической службы Норвегии, представлены на 33-й сессии Международного геологического конгресса в Осло в 2008 г. (рис. 2, 3).

Макет тектонической карты, за которую отвечает российская сторона, был представлен на 34-й

сессии МГК в Австралии в 2012 г. (рис. 4). На карте показаны тектонические элементы глубоководных частей Арктического бассейна, увязанные со структурами шельфа, и обрамляющей арктической суши, что также потребовало перехода к трехмерному геологическому картированию на основе составления комплекта геофизических карт и разрезов.

В состав Атласа входят карта районирования Циркумполярной области по характеру магнитного и гравитационного полей, карта мощности осадочного чехла, карта мощности земной коры, схематическая карта типов земной коры, дополненная скоростными сейсмическими моделями для конкретных тектонических структур Арктики.

Геотрансект протяженностью более 7600 км отражает структуру земной коры и взаимоотношения между структурами Северного Ледовитого океана и его континентального обрамления.

С целью получения новых фактических материалов в 2012 г. Россия организовала экспедицию

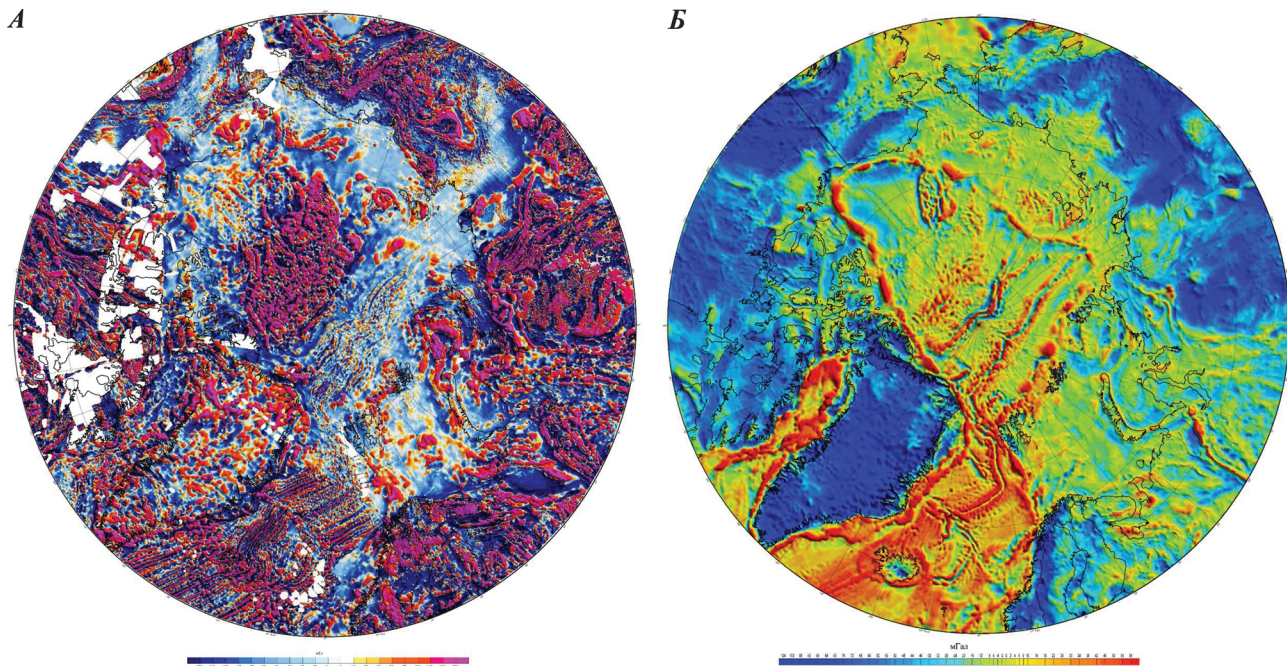


Рис. 3. Карты потенциальных полей Циркумполярной Арктики масштаба 1 : 5 000 000 (Норвегия, 2008)
 А – актуализированная карта магнитных аномалий; Б – актуализированная карта гравитационных аномалий

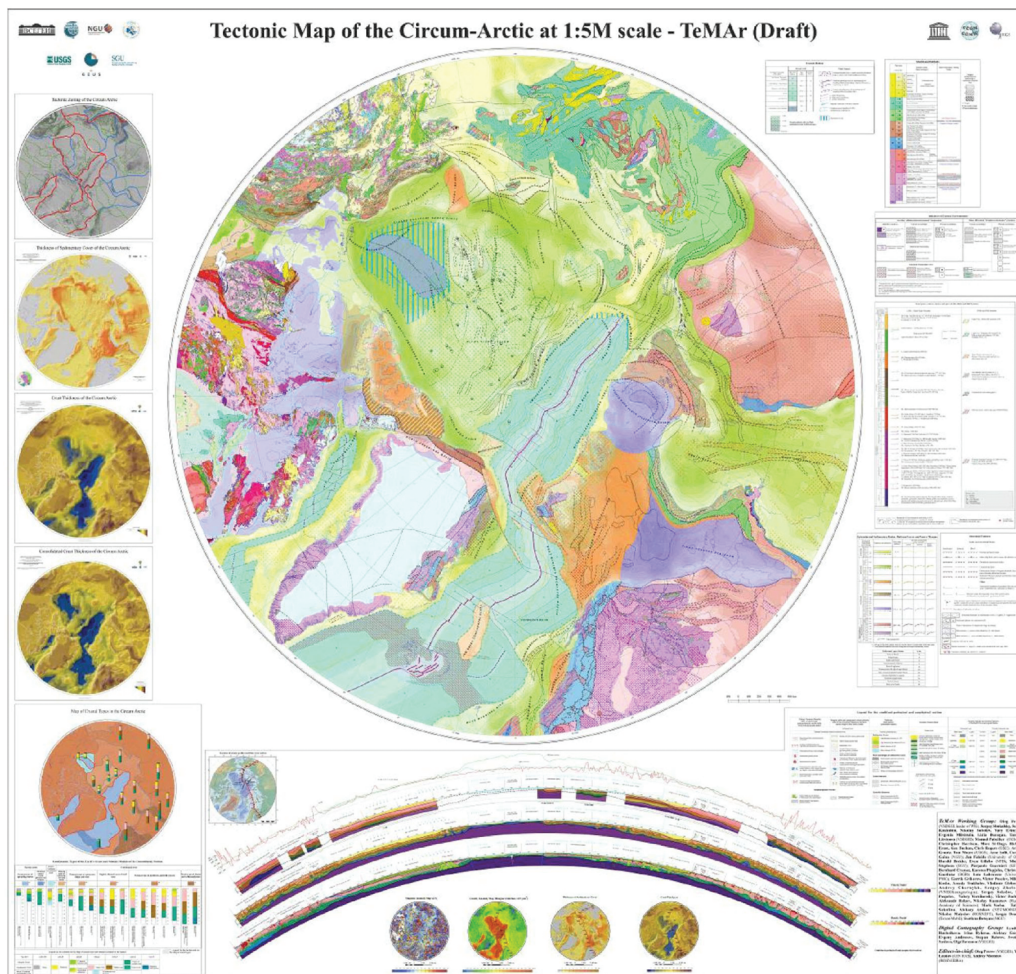


Рис. 4. Тектоническая карта Циркумполярной Арктики масштаба 1 : 5 000 000 (Россия, СПб., 2014)

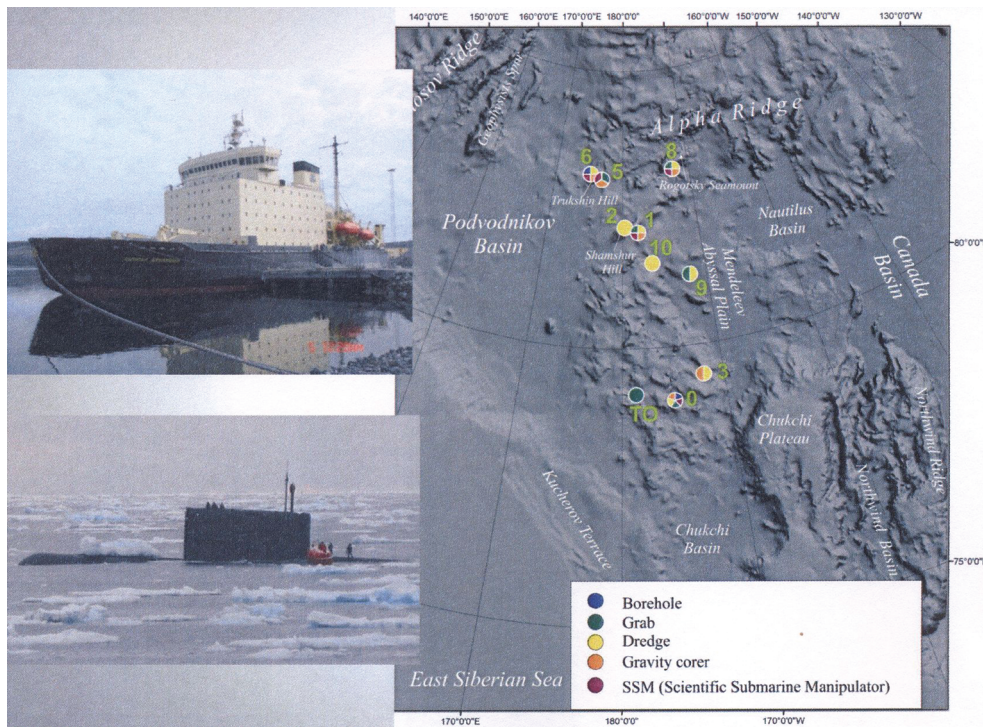


Рис. 5. Высокоширотная научно-исследовательская экспедиция «Арктика-2012». Схема геологического опробования пород дна Северного Ледовитого океана

«Арктика-2012». В ней приняли участие учёные из Севморгео, ВНИИОкеангеологии, ВСЕГЕИ и ИМГРЭ. Были обнаружены и опробованы коренные обнажения на поверхности морского дна поднятия Менделеева. Собранный донно-каменный материал представлен почти пятью тысячами образцов, среди которых резко преобладают осадочные породы (рис. 5).

Новые геологические, геофизические и геохронологические данные, полученные в ходе экспедиции «Арктика-2012», свидетельствуют о том, что поднятие Менделеева, как и хребт Ломоносова, принадлежит к глубокопогружённой материковой окраине Евразии и находятся в тесной связи с прилегающими структурами островной и материковой суши.

В последние годы в рамках этого проекта были организованы международные экспедиции по геологическому изучению ключевых регионов Арктики (Шпицберген, Новосибирские острова, побережья северных морей России). В наименее изученных и спорных регионах Центральной Арктики при выделении разновозрастных геоблоков были дополнительно проведены систематические батиметрические и сейсмические исследования, опробование морского дна и изотопное датирование донно-каменного материала. Организованы полевые международные геологические экскурсии в пределах арктических островов.

Обобщены геофизические данные по потенциальным полям, геотрансектам, создана модель глубинного строения Арктики в виде комплекта цифровых карт. Модель глубинного строения литосферы российской Арктики придала третье, глубинное измерение тектонической карте региона и обеспечила корреляцию геологических комплексов континентальных, шельфовых и глубоководных структур Северной Евразии.

Полученные новые геофизические и аналитические данные, включая результаты опробования океанического дна подводными аппаратами экспедиции «Арктика-2012», позволили подтвердить континентальную природу поднятия Менделеева и котловины Подводников и показать их связь с шельфовыми структурами восточносибирской окраины Евразии.

Российской стороной установлен тесный контакт со специалистами из Норвегии, Дании, Канады и США, которые участвуют в национальных программах по обоснованию внешней границы континентального шельфа в Арктике. Ежегодно проводятся рабочие встречи, на которых специалисты из вышеперечисленных стран обмениваются новыми материалами. Этот проект будет способствовать выработке общей позиции приарктических государств по проблеме делимитации внешней границы континентального шельфа в Арктическом бассейне. Проект активно развивается. Ведутся переговоры о создании карты четвертичных образований и карты нефтегазоносности.

По инициативе Норвежской геологической службы с 2012 г. участниками проекта создается Карта минеральных ресурсов Циркумполярной Арктики масштаба 1 : 5 000 000 с базой данных главных металлических месторождений и месторождений алмазов, расположенных к северу от 60-й параллели.

Как известно, континентальная часть территории Арктики содержит немало важных в промышленном отношении месторождений полезных ископаемых мирового класса, имеющих большое значение для экономического развития этого региона. Среди них Норильская группа уникальных по запасам месторождений никеля, меди и платиноидов, Хибинский апатит-щелочносиенитовый

комплекс на Кольском полуострове, крупнейшее месторождение цинка Ред-Дог на Аляске, железно-апатитовое месторождение Кирунавара в Северной Швеции, алмазоносное месторождение Дайвик в Канаде, гигантские месторождения редкоземельных элементов в Южной Гренландии и др.

Сегодня работы по подготовке Карты минеральных ресурсов и базы данных близятся к завершению. К концу текущего года планируется также закончить объяснительную записку к карте в виде монографии. Презентацию перечисленных материалов предполагается осуществить в рамках 35-й сессии Международного геологического конгресса в Кейптауне в августе 2016 г.

Международный проект «Атлас геологических карт Северной, Центральной и Восточной Азии и сопредельных территорий масштаба 1 : 2 500 000» стартовал в 2002 г. по решению геологических служб пяти стран: России, Китая, Монголии, Казахстана и Республики Корея. В 2012 г. этому проекту исполнилось 10 лет. Данному событию было посвящено юбилейное 10-е ежегодное рабочее совещание в Пекине.

Первый этап сотрудничества по проекту завершился в 2008 г. совместным представлением на 33-й сессии МГК в Осло четырех изданных цифровых карт Атласа Центральной Азии масштаба 1 : 2 500 000: геологической, тектонической, металлогенической и энергетических ресурсов. Две карты — геологическая и энергетических ресурсов — подготовлены к изданию китайской стороной, а две другие — тектоническая и металлогеническая — российскими геологами. Эти карты позволили уточнить геологические особенности строения приграничных территорий Российской Федерации, Монголии, Китая, Казахстана и выделить трансграничные металлогенические пояса, перспективные для обнаружения новых месторождений полезных ископаемых.

На втором этапе исследований по проекту 2009–2012 гг. изучаемая территория была расширена на север, восток и юг с целью большего охвата Арктических бассейнов и рудоносных мезокайнозойских вулканоплутонических поясов Тихоокеанской активной окраины. Были подготовлены макеты сводных цифровых карт (рис. 6–9) — геологической, тектонической, металлогенической и энергетических ресурсов — на расширенную территорию проекта. Осуществлен переход на трехмерное геологическое картографирование. В результате были составлены карта рельефа поверхности Мохо и сейсмотомографическая модель литосферы этой территории масштаба 1 : 5 000 000 (рис. 10). В 2012 г. Атлас геологических карт демонстрировался на 34-й сессии МГК в Брисбене в Австралии.

К 35-й сессии Международного геологического конгресса в 2016 г. в Кейптауне планируется все четыре карты Атласа (геологическая, тектоническая, металлогеническая и карта энергетических ресурсов с базами данных и монографическими записками) представить для демонстрации на выставке Геоэкспо-2016. На 11-м рабочем совещании в Иркутске в августе 2013 г. было принято решение о включении в состав Атласа также карты аккреционно-коллизии структур, карты крупных магматических провинций, геохимической и сейсмологической карт.

Расширение территории проекта за счет шельфовых и глубоководных окраин Азиатского кон-

тинента потребует дальнейшего развития методов трехмерного геологического картографирования. С этой целью предполагается создание комплекта геофизических карт масштаба 1 : 5 000 000 и геотрансектов, пересекающих главнейшие тектонические структуры Северной, Центральной и Восточной Азии. В России эти работы осуществляются в ходе создания государственной сети глубинных геолого-геофизических профилей и параметрического бурения, а в Китае в рамках программы Synprobe.

Эти исследования позволят уточнить границы основных тектонических структур, получить более четкие представления о строении осадочных бассейнов, а также определить типы земной коры в пределах картографируемых тектонических структур и геодинамические обстановки их формирования в Тихоокеанском и Арктическом океанических бассейнах.

Созданный на площадь проекта (более 35 млн км²) комплект геологических карт послужил основой для уточнения геологического строения и минерагении этой огромной территории и позволил значительно уточнить и дополнить государственные геологические карты приграничных территорий Российской Федерации, выделить принципиально новые перспективные территории для обнаружения месторождений новых видов полезных ископаемых.

Международный проект «Геологическая карта Азии масштаба 1 : 5 000 000» (IGMA) стартовал в 2005 г. под эгидой Комиссии по геологической карте Мира при ЮНЕСКО (рис. 11). Работы выполнялись геологическими службами и национальными академиями наук более чем 30 стран Азии (координаторы работ — Китайская академия наук). Российская сторона была ответственна за подготовку Североазиатского фрагмента карты. Комиссией по геологической карте Мира на 34-й сессии МГК в Австралии было принято решение о подготовке в рамках этого международного проекта тектонической карты Азии масштаба 1 : 5 000 000 (координаторы работ — Российская и Китайская академии наук и ВСЕГЕИ).

Дальнейшее развитие этого проекта видится в подготовке в ближайшие годы дополнительно к геологической и тектонической картам еще и минерагенической карты, карты топливно-энергетических ресурсов, карты четвертичных образований и геологических опасностей. Составление подобного атласа карт геологического содержания масштаба 1 : 5 000 000 потребует объединения усилий представителей геологических служб большинства стран Европы, Азии и Америки.

Глубинные исследования в рамках этого и двух вышеперечисленных проектов дали возможность выделить в пределах территории Евразийского континента различные типы земной коры — континентальный, океанический и переходный. Оказалось, что при наличии коры переходного типа в Циркумполярной Арктике широко распространены окраинно-континентальные осадочные бассейны, для которых характерны менее мощная (утоненная), вплоть до полного отсутствия, континентальная кора и свойственная только им последовательность формирования осадочных комплексов.

Практически все основные нефтегазоносные бассейны севера Евразии, включая арктические, являются в разной степени трансформированными и деформированными окраинными бассейнами

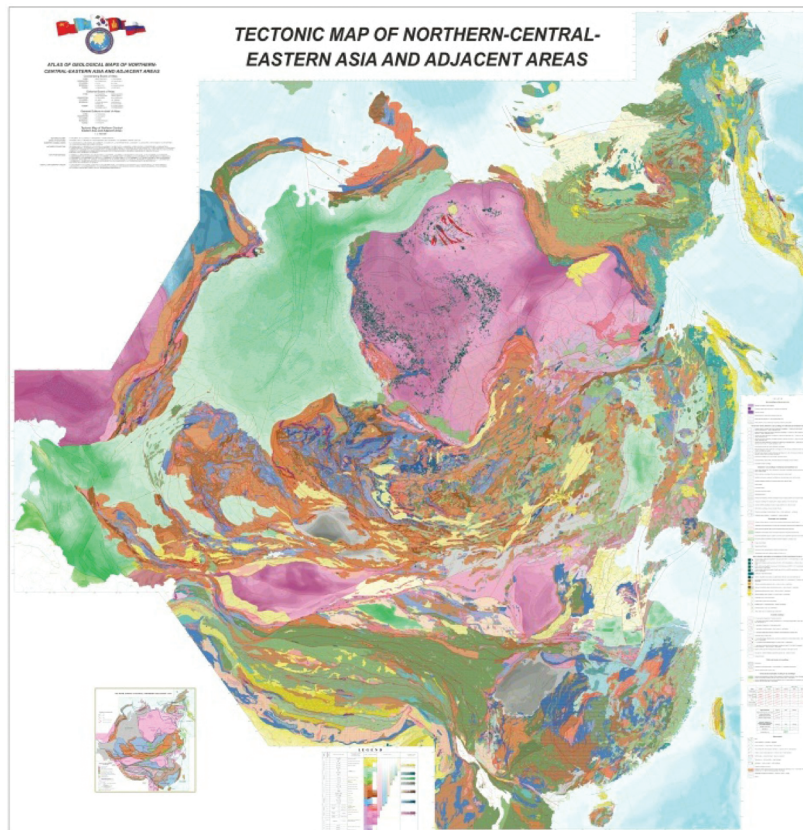


Рис. 6. Тектоническая карта Северной, Центральной и Восточной Азии и сопредельных территорий масштаба 1 : 2 500 000 (Россия, СПб., 2014)

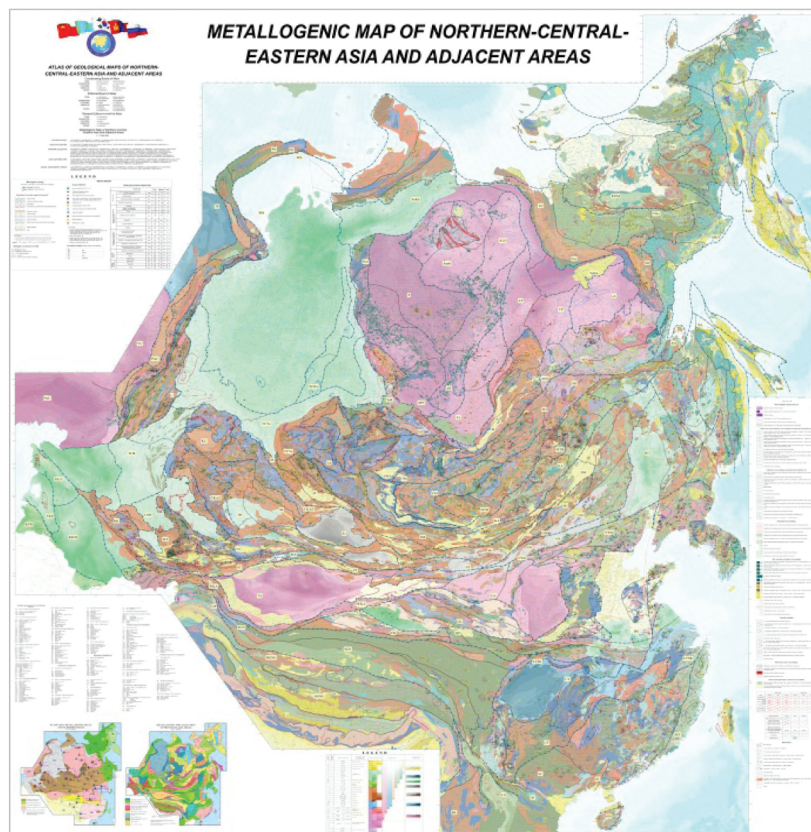


Рис. 7. Металлогеническая карта Северной, Центральной и Восточной Азии и сопредельных территорий масштаба 1 : 2 500 000 (Россия, СПб., 2014)

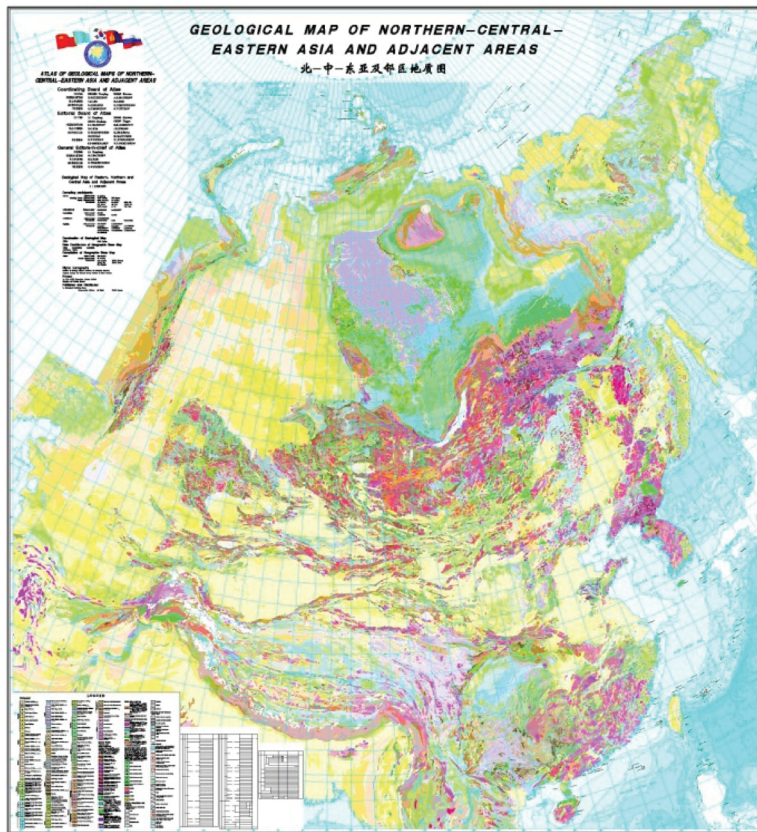


Рис. 8. Геологическая карта Северной, Центральной и Восточной Азии и сопредельных территорий масштаба 1 : 2 500 000 (Китай, Пекин, 2012)



Рис. 9. Минерогеническая карта энергетических ресурсов (нефть, газ и уголь) Северной, Центральной и Восточной Азии и сопредельных территорий масштаба 1 : 2 500 000 (Китай, Пекин, 2012)

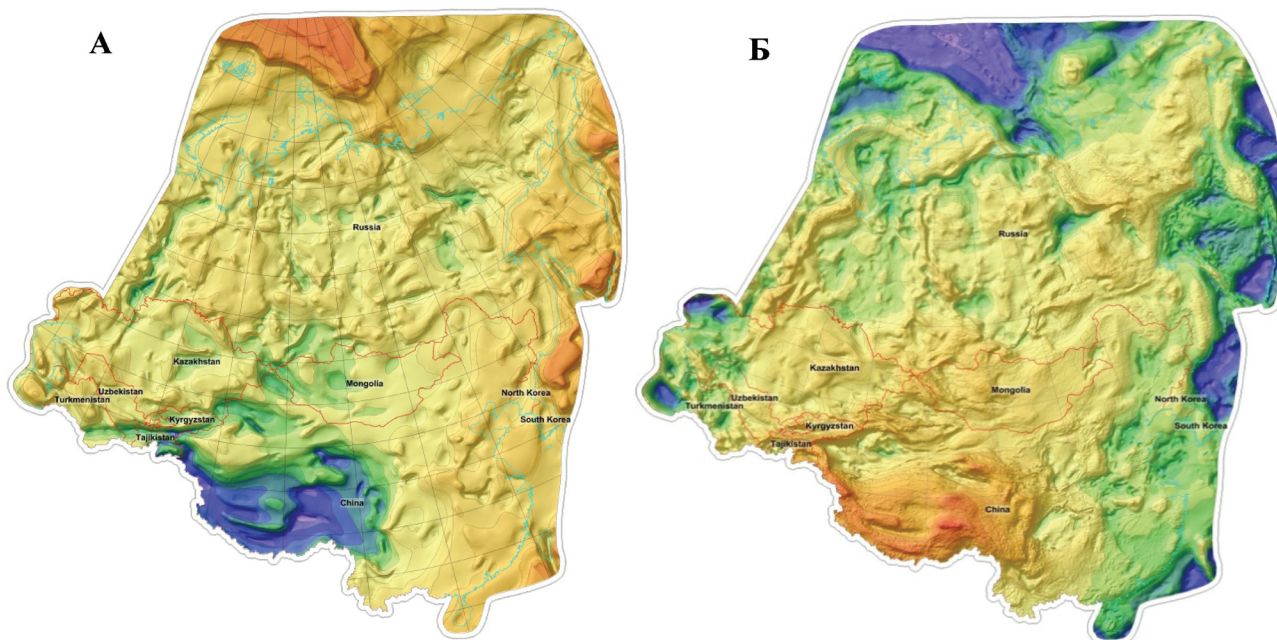


Рис. 10. Карта поверхности Мохо (А) и мощности консолидированной земной коры (Б) Северной, Центральной и Восточной Азии и сопредельных территорий масштаба 1 : 5 000 000 (Россия, СПб., 2013)

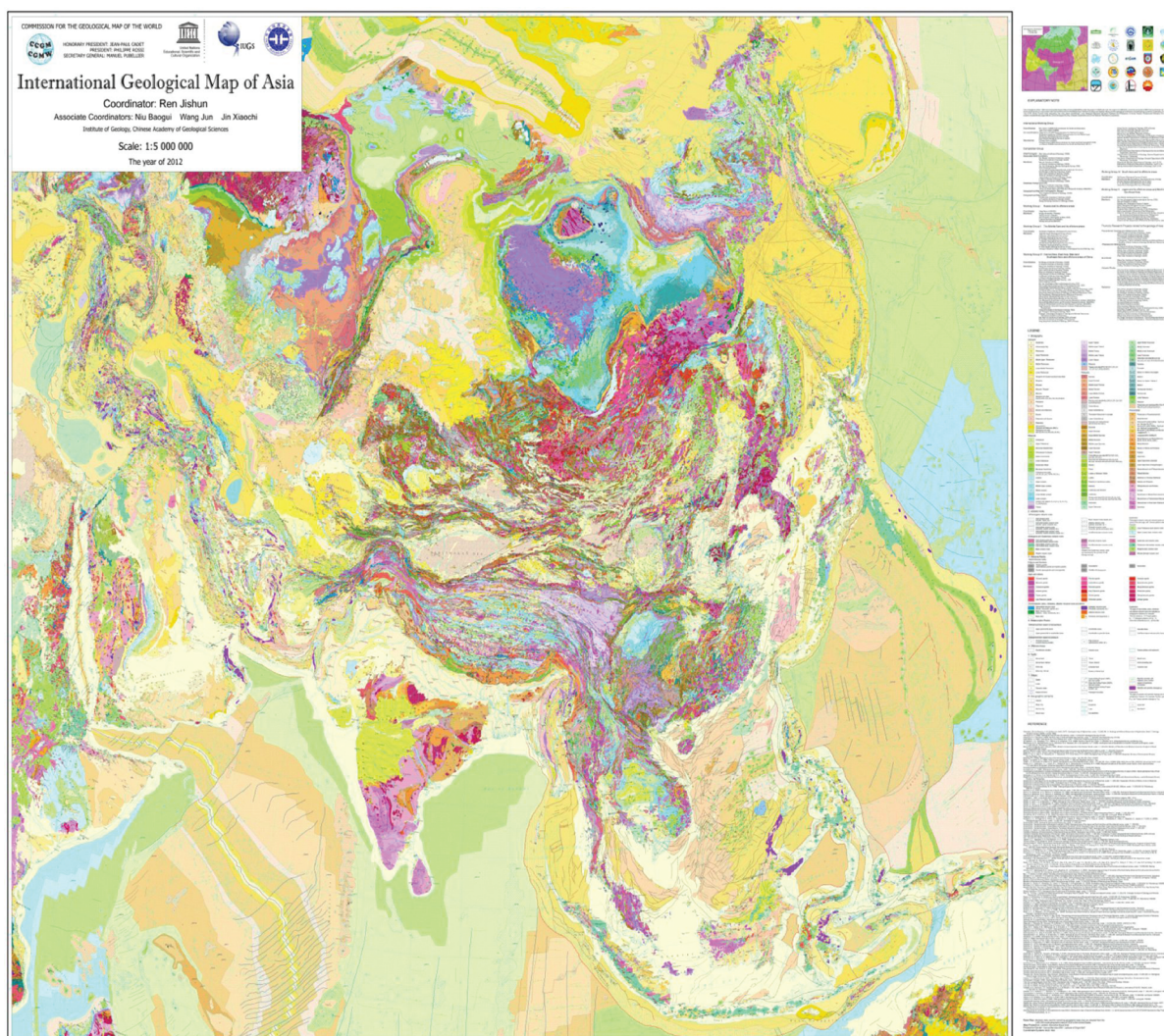


Рис. 11. Международная геологическая карта Азии масштаба 1 : 5 000 000 – IGMA-5000 (Китай, 2012)



Рис. 12. Положение Палеоазиатского океанического бассейна в структурах Евразии (пояснения в тексте)

древних океанов, включая Палеоазиатский океанический бассейн (рис. 12). Этот бассейн образовался в позднем докембрии в связи с распадом палеоконтинента Родиния и перестал существовать в мезокайнозойе при образовании Евразии.

В своем развитии Палеоазиатский океанический бассейн прошел несколько стадий, отразившихся в размещении и эволюции рифовых и других комплексов-индикаторов. Палеозойские рифы, возникнув в кембрии и устойчиво развиваясь вплоть до перми, фиксировали разные стадии эволюции Палеоазиатского океана, в конце перми он исчез при формировании континентальных структур в Западной Сибири и Арктическом регионе.

Изучение различных типов осадочных бассейнов активных и пассивных окраин древних и современных океанов имеет большое практическое значение, поскольку с ними связаны основные нефтегазоносные провинции Мира.

Проведенные исследования привлекли пристальное внимание геологов всего мира в связи с возможностью на принципиально новой геолого-геофизической и литогеохимической основе рассмотреть особенности формирования различных типов осадочных бассейнов. Было

установлено, что эти осадочные бассейны, кроме месторождений углеводородов, вмещают еще и специфические комплексы месторождений твердых полезных ископаемых, были выявлены новые закономерности размещения в их пределах и, что особенно важно, открыты новые типы месторождений.

Международный проект «Атлас геологических карт России, стран СНГ и сопредельных государств масштаба 1 : 2 500 000» начат в 2005 г. В нем приняли участие Республика Казахстан, Украина, Республика Армения, Азербайджанская Республика, Республика Беларусь, Грузия, Республики Таджикистан, Узбекистан; Туркменистан, Кыргызстан и Молдова.

Атлас включает в себя семь сводных цифровых карт масштаба 1 : 2 500 000 (рис. 13): геологическую, тектоническую, прогнозно-минерогеническую на твердые полезные ископаемые, прогнозно-минерогеническую на углеводородное сырье, карты гравитационного и магнитного полей, а также карту «Космический образ территории СНГ». Проект сыграл ключевую роль в сотрудничестве России со странами СНГ под эгидой Межправительственного совета стран СНГ по разведке, использованию и охране недр. Впервые, за последние

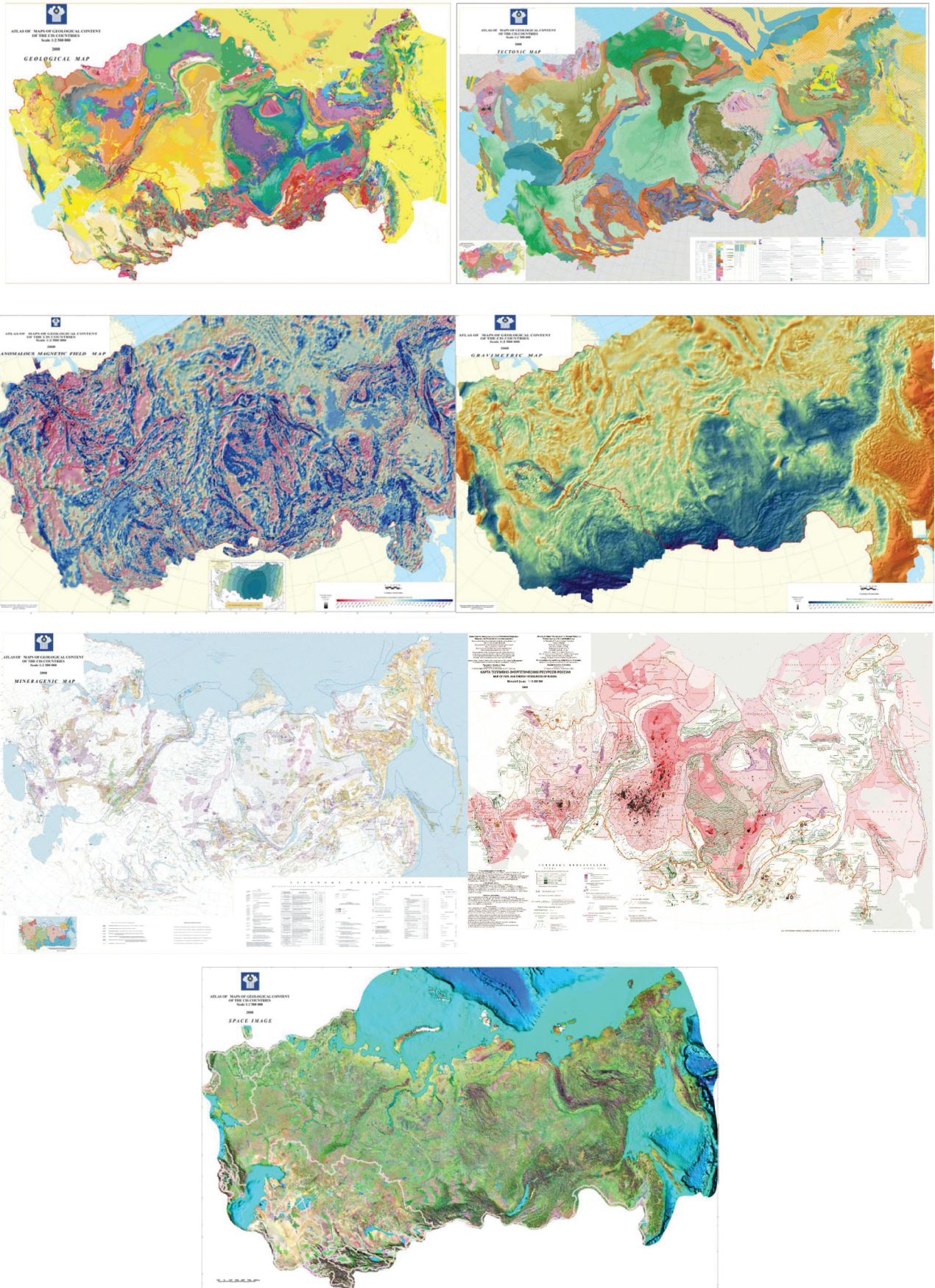


Рис. 13. ГИС Атлас геологических карт России, стран СНГ и сопредельных государств, масштаб 1 : 2 500 000, включающий в себя (сверху вниз и слева направо) геологическую и тектоническую карты, карту аномального магнитного поля, гравиметрическую карту, прогнозно-минерагеническую карту на твердые полезные ископаемые и карту топливно-энергетических ресурсов России, карту «Космический образ стран СНГ» (ФГУП «ВСЕГЕИ», СПб., 2008)

20 лет после распада Советского Союза, была осуществлена корреляция геологических образований в приграничных территориях наших стран, создана новая унифицированная информационная система по геологическому строению и минеральным ресурсам территории стран СНГ масштаба 1 : 2 500 000.

В рамках этого проекта была обеспечена более тесная увязка сводного и обзорного геологического картографирования масштаба 1 : 2 500 000 с традиционными для прикладной геологии масштабными уровнями исследований – 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000.

В сентябре 2011 г. в г. Чолпон-Ата (Кыргызская Республика) на XV сессии Межправительственного совета по разведке, использованию и охране недр стран СНГ было принято решение о создании комплекта геологических карт масштаба 1 : 1 000 000 (новая серия) на территорию стран СНГ в растровом формате с последующей интеграцией в международный проект «OneGeology» в соответствии с его техническими стандартами. Реализация этой задачи была осуществлена ВСЕГЕИ. В августе 2012 г. на 34-й сессии МГК в Австралии геологические карты СНГ масштаба 1 : 1 000 000 были открыты для свободного доступа по сети Интернет через геолого-картографический портал «OneGeology» по адресу: <http://portal.onegeology.org/>.

«OneGeology» – это инновационный международный проект, в котором принимает участие более 120 стран (рис. 14). Он ориентирован на создание бесшовной геологической карты Мира. Проект обеспечивает возможность удаленного доступа к геологическим картам различных стран Мира через Интернет. Тем самым реализуется система удаленного доступа различных категорий пользователей к геологическим картам через сеть Интернет.

Новый этап развития проекта «Атлас геологических карт России, стран СНГ и сопредельных государств масштаба 1 : 2 500 000» получил высокую оценку мировой геологической общественности.

Опубликованные в Интернете на портале «OneGeology» геологические карты по территории стран СНГ играют важную роль для специалистов горнодобывающих и нефтегазовых компаний, природоохранных ведомств, образовательных учреждений, научных организаций, использующих в своей работе региональную геологическую информацию (рис. 15).

По статистике ресурс геологических карт СНГ с момента открытия портала использует большое число специалистов (~ 1 млн) из разных стран мира, что наглядно свидетельствует о востребованности региональной геологической информации.

Учитывая положительный опыт реализации прикладной части проекта «Атлас геологических карт России, стран СНГ и сопредельных государств масштаба 1 : 2 500 000», на очередной сессии Межправительственного совета по разведке, использованию и охране недр стран СНГ в Минске в 2013 г. было принято решение о подготовке и размещении на картографическом портале «OneGeology» геологических карт стран СНГ масштаба 1 : 200 000 первого поколения. Открытие ресурса планируется в сентябре 2016 г. в рамках 35-й сессии Международного геологического конгресса в Кейптауне.

Результаты. Участие в этих проектах позволило нашей стране решить не только задачи, связанные

с уточнением особенностей геологического строения своих приграничных территорий, но и обеспечить представление и использование геологической информации в соответствии с современными международными стандартами.

Подготовленные на основе этих работ международные атласы карт геологического содержания содержат полную и всестороннюю характеристику особенностей глубинного геологического строения регионов, тектонического районирования фундамента и осадочной оболочки, создают основу трехмерного геологического картографирования континентальных, шельфовых и глубоководных океанических областей Северной, Центральной и Восточной Евразии.

Сводные и обзорные геологические карты масштабов 1 : 2 500 000 и 1 : 5 000 000 Северной, Центральной и Восточной Азии и Циркумполярной Арктики – качественно новый **инновационный картографический продукт** трехмерного геологического картирования и оценки минерально-сырьевого потенциала континентальных, шельфовых и океанических областей крупных регионов Мира и трансграничных территорий соседних государств.

В качестве инноваций при создании атласов карт геологического содержания были использованы:

- современные технологии проведения глубинных геолого-геофизических исследований, что позволило подойти к построению структурно-вещественных моделей земной коры и верхней мантии на основе многоволновых сейсмических исследований, создать трехмерные модели земной коры и верхней мантии на основе сети опорных профилей и карт аномального поля силы тяжести, а также осуществить специализированную обработку материалов глубинного МОВ-ОГТ с целью изучения консолидированной части земной коры;

- изотопные нанотехнологии изучения горных пород, руд и минералов, позволяющие получить принципиально новые знания о возрасте геологических формаций и генетических моделях образования месторождений полезных ископаемых. В течение последних пяти лет во ВСЕГЕИ были успешно применены изотопные технологии и осуществлен настоящий прорыв в получении принципиально новой геологической информации о возрасте и генезисе ключевых геологических объектов. Надежно датировано около 10 000 важнейших интрузивных, эффузивных и метаморфических комплексов, что привело к серьезному переосмыслению геологического строения целых регионов. Такого масштаба геохронологических работ не было за всю историю отечественной геологии;

- методики литогеохимического, формационного и бассейнового анализа, которые легли в основу оценки минерально-сырьевого потенциала этой громадной территории, что обеспечило высокие прогностические свойства созданных атласов карт;

- современные ГИС-технологии создания и ведения в мониторинговом режиме карт геологического содержания;

- современные технологии дистанционного зондирования Земли из космоса.

Многолетний опыт совместных работ геологических служб и национальных академий наук России, стран СНГ, Евросоюза, США, Канады, Китая, Монголии и Республики Корея по созданию атласов карт геологического содержания показывает, что в процессе международного

Международный проект OneGeology *Making Geological Map Data for the Earth Accessible*

Проект по созданию цифровой динамической геологической карты Мира масштаба **1:1 000 000** на основе глобального геолого-картографического Интернет-сервиса



Страна-участница проекта OneGeology
Страна-участница проекта, предоставляющая данные по своей территории

Проект направлен на удовлетворение потребностей общества в геологической информации на основе размещения в Интернете геологических карт всех стран-участниц

Доступ к цифровым материалам и их визуализация осуществляются с помощью единого картографического сервиса – портала **OneGeology**

Национальная геологическая цифровая карта остается собственностью страны-участницы проекта

Для обеспечения совместимости цифровых материалов всех стран-участниц используются единые международные стандарты описания и взаимодействия цифровых данных

На сегодняшний день в проекте участвуют **116 стран**, из них **49 стран** предоставляют различные уровни данных

Проект поддержан ЮНЕСКО, Международным Союзом Геологических Наук (IUGS), Международным Объединением Геологических Служб (ICOGS), Ассоциацией Европейских Геологических Служб (EuroGeoSurveys), Комиссией по Геологической Карте Мира (CGMW), Международным Руководящим Комитетом по Глобальному Картированию (ISGGM) и др.



Рис. 14. Международный инновационный проект «OneGeology»



ONE Geology *Providing geoscience data globally* **OneGeology Portal**

Catalogues | Vocabularies | Help | About

Automatically display layers depending on scale and location

Scale: 1 : 47 460 938

SRS : 2D Latitude / Longitude (WGS84)

X : 73.40 Y : 78.70

Рис. 15. Геологические карты стран СНГ масштаба 1 : 1 000 000, опубликованные на портале «OneGeology»

сотрудничества границы между национальными школами геологической картографии фактически стираются. На основе реализации крупных международных проектов, охватывающих не только континентальные блоки земной коры, но и зоны перехода континент—океан, включая шельфовые и глубоководные океанические окраины, происходит интеграция этих школ и формируется *новая научная школа геологической картографии* как ответ на требования времени.

Новая научная школа геологической картографии базируется на глобальном информационном ресурсе разномасштабных геологических карт, созданных многими поколениями геологов, на корреляции и увязке в единой легенде разнообразных геологических структур континентов, зон перехода континент—океан и океанов. Рациональное сочетание современных интернет-технологий сбора, хранения и обработки геологической, геофизической и космогеологической информации придает новое качество созданным геологическим картам.

Опыт международного сотрудничества будет способствовать еще большему сближению национальных научных школ, дальнейшему развитию интеграционных процессов между геологическими службами и национальными академиями наук в рамках крупных международных проектов, широкому обмену молодыми специалистами и усилению роли международных геологических комиссий, координирующих эту работу.

Проведенные исследования дали возможность получить принципиально новые знания о глубинном строении изученных территорий, отразить природу геологических структур дна Северного Ледовитого и Тихого океанов с учетом всех современных методов исследований и использовать международные атласы карт в качестве одного из основных геологических аргументов, учитываемых Комиссией ООН при рассмотрении вопроса о расширении внешних границ континентального шельфа арктических и дальневосточных морей Российской Федерации.

Эти вопросы неоднократно рассматривались на сессиях Межправительственного совета стран СНГ по разведке, использованию и охране недр и на Генеральных ассамблеях Комиссии по геологической карте Мира при ЮНЕСКО в Париже. Работа прошла апробацию на Генеральной ассамблее Европейского геологического союза (EuroGeoSurveys) 1–2 октября 2013 г., а также в головных отраслевых институтах Роснедра и РАН, профильных комитетах Совета Федераций и Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации. Научные достижения этих международных проектов обсуждались на специальных симпозиумах в рамках 31-, 32-, 33- и 34-й сессий Международного геологического конгресса в Бразилии (2000), Италии (2004), Норвегии (2008) и Австралии (2012), где вместе с атласами геологических карт получили всеобщее признание.

Результаты работ послужили основой для принятия важнейших решений в сфере геологического изучения и воспроизводства минерально-сырьевой базы России и были использованы Федеральным агентством по недропользованию (Роснедра) при обосновании главных направлений регионального геологического изучения территории Российской Федерации и её континентального шельфа, нашедших свое отражение в «*Основных направлениях*

развития работ общегеологического и специального назначения по региональному изучению недр суши, континентального шельфа Российской Федерации, Арктики и Антарктики на период до 2020 года» (утверждены приказом Минприроды России от 26.12.2006 № 292), «*Долгосрочной программе изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья»* (утверждена Минприроды России от 16.07.2008, № 151), в «*Стратегии развития геологической отрасли до 2030 г.*», утвержденной Правительством Российской Федерации 21 июня 2010 г., и в Государственной программе «*Воспроизводство и использование природных ресурсов»*, утвержденной Правительством Российской Федерации 26 марта 2013 г.

В статье использованы следующие материалы:

Атлас геологических карт Северной, Центральной и Восточной Азии и сопредельных территорий масштаба 1 : 2 500 000, включающий Тектоническую карту (СПб., 2014), Металлогеническую карту (СПб., 2014), Геологическую карту (Пекин, 2012), Минерогеническую карту энергетических ресурсов — нефть, газ и уголь (Пекин, 2012) и объяснительные записки к ним. **Главные редакторы:** О. В. Петров (Россия), Ли Тингдонг (Китай), О. Томуртоого (Монголия), Ким Бок Чул (Республика Корея), С. З. Даукеев (Республика Казахстан). **Редакционная коллегия:** А. Ф. Морозов, О. В. Петров, Ю. Г. Леонов (Россия), Дон Шувень, Ли Тингдонг (Китай), О. Чулуун, О. Томуртоого (Монголия), Ли Тай Сап, Ким Бок Чул (Республика Корея), Б. С. Ужкенов, А. К. Мазуров (Республика Казахстан). Атлас издан на английском языке. **Atlas of Geological Maps of Northern-Central-Eastern Asia and Adjacent Areas, 1 : 2 500 000 scale** including Tectonic Map (St. Petersburg, 2014), Metallogenic Map (St. Petersburg, 2014), Geological Map (Beijing, 2012), Mineragenic Map of Energy Resources (Oil, Gas and Coal) (Beijing, 2012) and Explanatory Notes to them. **General Editors-in-Chief of Atlas** O. V. Petrov (Russia), Li Tingdong (China), O. Tomurtogoo (Mongolia), Kim Bok Chul (Republic of Korea), S. Z. Daukeev (Kazakhstan). **Coordinating Board of Atlas:** A. F. Morozov, O. V. Petrov, Yu. G. Leonov (Russia), Dong Shuwen, Li Tingdong (China), O. Chuluun, O. Tomurtogoo (Mongolia), Lee Tai Sup, Kim Bok Chul (Republic of Korea), B. S. Uzhkenov, A. K. Mazurov (Republic of Kazakhstan).

Атлас геологических карт Циркумполярной Арктики масштаба 1 : 5 000 000, включающий Тектоническую карту (СПб., 2014), Геологическую карту (Канада, 2008), Карту аномального магнитного поля (Норвегия, 2008), Гравиметрическую карту (Норвегия, 2008).

Атлас издан на английском языке. **Atlas of Geological Maps of Arctic, 1 : 5 000 000 scale** including Tectonic map (St. Petersburg, 2014), Geological map (GSC, 2008), Map of anomalous magnetic field (NGU, 2008), Gravimetric map (NGU, 2008). Authors: C. Gaina and S. C. Werner (GSC), S. Aaro (SGU), D. Damaske (BGR), R. Forsberg (DNCS), V. Glebovsky (VNIIOkeangeologiya, St. Petersburg), K. Johnson (USGS), J. Jonberger (SGU), J. Korhonen (GTK), S. Maus (NGDC), G. Oakey (NRCAN), O. Olesen (NGU), O. Petrov, T. Litvinova, and T. Koren (VSEGEI, St. Petersburg), M. Pilkington (NRCAN), T. Rasmussen

(GEUS), R. Saltus (USGS), B. Schreckenberger (BGR), and M. Smelror (NGU).

Международная геологическая карта Азии масштаба 1 : 5 000 000 (IGMA).

Атлас геологических карт России, стран СНГ и сопредельных государств масштаба 1 : 2 500 000 (СПб., 2008), включающий Геологическую карту (главные редакторы: О. В. Петров, А. Ф. Морозов, С. И. Стрельников), Тектоническую карту (главные редакторы: О. В. Петров, Ю. Г. Леонов, А. Ф. Морозов, С. П. Шокальский), Карту аномального магнитного поля (главные редакторы:

О. В. Петров, А. Ф. Морозов, Ю. М. Эринчек, Т. П. Литвинова), Гравиметрическую карту (главные редакторы: О. В. Петров, А. Ф. Морозов, Ю. М. Эринчек, Т. П. Литвинова), Космогеологическую карту (главные редакторы: О. В. Петров, А. А. Кирсанов), Прогнозно-минерагеническую карту на твердые полезные ископаемые (главные редакторы: О. В. Петров, А. Ф. Морозов, В. П. Феоктистов, В. В. Шатов) и Прогнозно-минерагеническую карту на углеводородное сырье (главные редакторы: О. В. Петров, К. А. Клещев, А. И. Ларичев, М. И. Лоджевская).

Петров Олег Владимирович – доктор геол.-минер. наук, доктор экон. наук, ген. директор, ВСЕГЕИ. <OPetrov@vsegei.ru>.

Леонов Юрий Георгиевич – доктор геол.-минер. наук, академик РАН, член Президиума РАН, директор, ГИН РАН. <leonov.yu@gmail.com>.

Морозов Андрей Федорович – канд. геол.-минер. наук, заместитель Руководителя Федерального агентства по недропользованию (Роснедра). <amorozov@rosnedra.gov.ru>.