

О. В. ПЕТРОВ (ВСЕГЕИ), А. Ф. МОРОЗОВ (Роснедра),
Т. Н. ЗУБОВА, М. А. ШИШКИН, С. Н. КАШУБИН, С. П. ШОКАЛЬСКИЙ,
В. В. ШАТОВ, Т. Ю. ТОЛМАЧЕВА (ВСЕГЕИ),
Ю. Г. ЛЕОНОВ, М. А. ФЕДОНКИН (ГИН РАН), А. И. ХАНЧУК (ДВГИ ДВО РАН)

**Российская научная школа геологической картографии
в создании нового поколения государственных геологических карт
территории Российской Федерации, её континентального шельфа
и глубоководных океанических окраин Евразии и Циркумполярной Арктики**

Обсуждаются инновационные формы организации государственного геологического картографирования территории Российской Федерации и ее континентального шельфа на основе тесного сотрудничества предприятий Роснедра с институтами Российской академии наук и геологическими службами соседних с Россией государств и использования современных геофизических, геохимических, космогеологических, минералого-петрографических и изотопно-аналитических методов исследований, что способствовало дальнейшему развитию российской научной школы геологической картографии, воспроизводству минерально-сырьевой базы и обеспечило геополитические интересы России на международной арене.

Ключевые слова: *российская научная школа геологической картографии, атласы карт геологического содержания, Россия, Евразия, Циркумполярная Арктика.*

O. V. PETROV (VSEGEI), A. F. MOROZOV (Rosnedra),
T. N. ZUBOVA, M. A. SHISHKIN, S. N. KASHUBIN, S. P. SHOKALSKY,
V. V. SHATOV, T. YU. TOLMACHEVA (VSEGEI),
YU. G. LEONOV, M. A. FEDONKIN (GIN RAS), A. I. KHANCHUK (FEGI FEB RAS)

**Russian scientific school of geological cartography
in compiling new generation of the state geological maps
of the Russian Federation, its continental shelf
and abyssal oceanic margins of Eurasia and Circumpolar Arctic**

The innovative organization approaches of the state geological mapping of the Russian Federation based on close cooperation between enterprises of Rosnedra with institutions of Russian Academy of Sciences (RAS) and Geological Surveys of neighboring countries, and utilizing up-to-date geophysical, geochemical, remote sensing, mineralogical, petrographic, and isotopic methods of investigations are discussed in the article. These results made it possible to promote further development of Russian scientific school of geological cartography, reproduction of raw materials base and supporting geopolitical interest of Russia on the international arena.

Keywords: *Russian scientific school of geological cartography, atlases of geological maps, Russia, Eurasia, Circumpolar Arctic.*

Введение. В настоящее время государственное геологическое картографирование является основным и фактически единственным системным направлением геологических исследований, которое формирует банк фундаментальной информации о геологическом строении и минерагеническом потенциале территории Российской Федерации. В наукоёмком процессе картографирования объединяются современные инновационные методики и подходы, а также новые технологии сбора, обработки и хранения геологической, геофизической и геохимической информации, что способствует формированию российской научной школы геологической картографии. Развитие этой научной школы определяется общностью объектов и целей научного геологического исследования, единым,

достаточно большим коллективом специалистов, задействованных на всех этапах геологического картографирования.

Большое значение для формирования научной школы геологической картографии имеет преемственность многих поколений геологов, создавших глобальный информационный ресурс разномасштабных геологических карт. Формированию единой и целостной понятийной базы картографирования в нашей стране способствовала подготовка в разные годы нескольких редакций «Геологического словаря», Петрографического и Стратиграфического кодексов России, составленных и изданных во ВСЕГЕИ в тесном сотрудничестве с РАН.

Российская научная школа геологической картографии реализуется на следующих масштабных

уровнях: сводное и обзорное картографирование масштабов 1 : 2 500 000 — 1 : 5 000 000, Государственное геологическое картографирование масштаба 1 : 1 000 000 третьего поколения (ГГК-1000/3) и Государственное геологическое картографирование масштаба 1 : 200 000 второго поколения (ГГК-200/2).

Сводное и обзорное геологическое картографирование является многоплановым, комплексным научным обобщением огромного массива геологических данных, которые в мониторинговом режиме интегрируются в единую картографическую модель геологического строения территории России. Это направление реализуется также и в виде научных трудов и монографий, обобщающих результаты геологосъемочных работ. Среди них нельзя не отметить такие многотомные монографические издания, как «Геология СССР», шеститомная монография «Геология и полезные ископаемые России» (2000–2016), «Рифовые, соленосные и черносланцевые формации России» (2015) и др.

Следующие уровни картографирования — это геологосъемочные работы масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000, нацеленные на решение конкретных геологических задач и оценку минерагенического потенциала отдельных территорий.

Таким образом, в рамках развития научной школы картографии создаются комплекты Государственных геологических карт различного масштаба, обеспечивающие уровень геологической изученности, необходимый и достаточный для поддержания конкурентных преимуществ Государства в экономике, развитии и освоении минерально-сырьевой базы. Эти работы способствуют реализации геополитических интересов и обороноспособности страны, а также используются в промышленном и гражданском строительстве, в освоении территорий

и обеспечении безопасности государства и общества от воздействия опасных геологических процессов.

Научная и организационная деятельность, реализованная в последние годы ВСЕГЕИ в содружестве с институтами Российской академии наук (РАН), позволила обеспечить государство геологическими картами нового поколения, базирующимися на современных научных данных по космическим и глубинным геофизическим исследованиям, изотопному определению источников корового и мантийного вещества и новым цифровым технологиям геологического картографирования. Это предопределило переход к трехмерному геологическому картографированию территории суши, шельфовых и глубоководных океанических окраин Российской Федерации и дальнейшему развитию российской научной школы геологической картографии.

Сводное и обзорное геологическое картографирование. Актуальность сводного и обзорного геологического картографирования масштабов 1 : 2 500 000 — 1 : 5 000 000 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 осуществляются реализация и 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.

Геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 2 500 000 (рис. 1), созданная с использованием современных ГИС технологий на основе

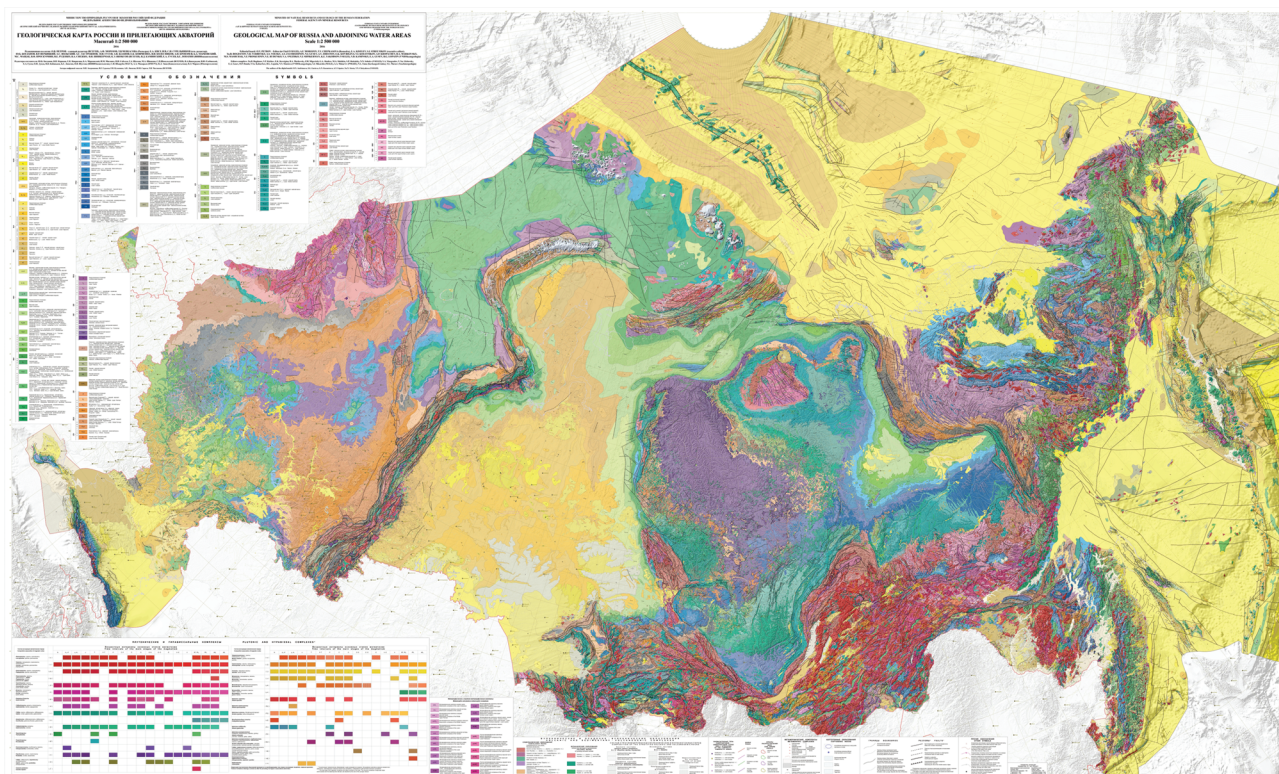


Рис. 1. Геологическая карта России и прилегающих акваторий масштаба 1 : 2 500 000 (ФГБУ «ВСЕГЕИ», Роснедра, 2016. Редакторы: О.В. Петров, А.Ф. Морозов, Т.В. Чепкасова, Е.А. Киселев, С.И. Стрельников и др.).

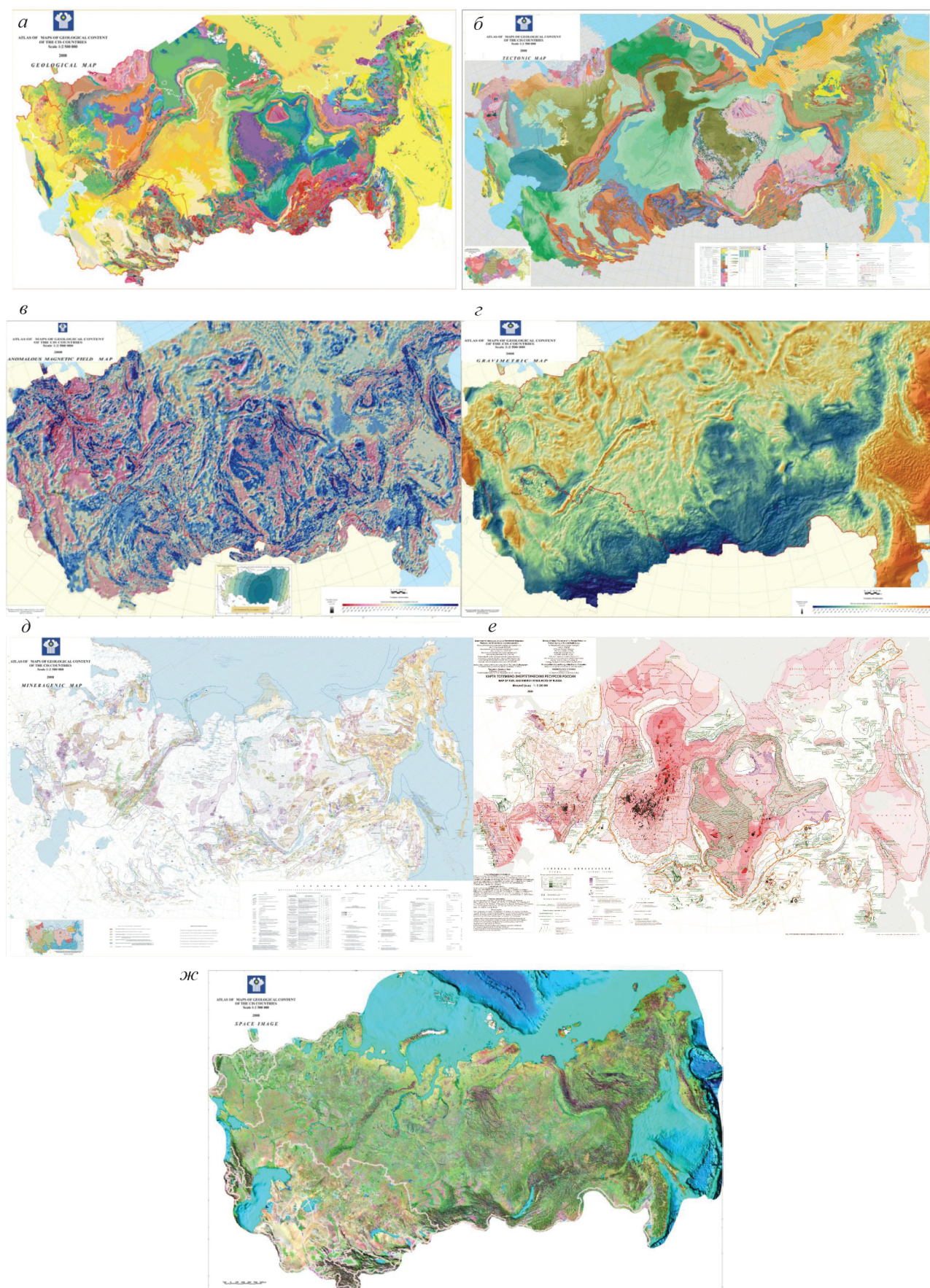


Рис. 2. ГИС-Атлас карт геологического содержания России и сопредельных государств масштаба 1 : 5 000 000 (ФГБУ «ВСЕГЕИ», Роснедра, 2012. Редакторы: О.В. Петров, А.Ф. Морозов, Е.А. Киселев, С.И. Стрельников, В.В. Шатов, В.И. Колесников, С.П. Шокальский, В.Р. Вербицкий и др.) <http://www.vsegei.ru/ru/info/georesource/>

Состав атласа: геологическая карта (а), тектоническая карта (б), карта аномального магнитного поля (в), гравиметрическая карта (г), прогнозно-минерагеническая карта на твердые полезные ископаемые (д), карта топливно-энергетических ресурсов (е), карта «Космический образ России и стран СНГ» (ж)

обобщения материалов геологического картографирования масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000, составляет «ядро» государственной геолого-картографической информационной системы.

На протяжении последних 16 лет эта карта постоянно обновляется в мониторинговом режиме и раз в четыре года издается к началу проведения очередной сессии Международного геологического конгресса. В этом году актуализированная версия карты демонстрировалась на 35-й сессии Международного геологического конгресса, который проходил с 28 августа по 4 сентября в Кейптауне (ЮАР). Этой карте была присуждена премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники за 2011 г. [5].

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 2 500 000 представляет собой современный ГИС-проект, включающий в себя в виде тематических «слоев» следующие карты геологического содержания: тектоническую, аномального магнитного поля, гравиметрическую, космогеологическую, четвертичных образований, геологических опасностей, геолого-экономическую, полезных ископаемых, прогнозно-минерагеническую на твердые полезные ископаемые и углеводородное сырье с банками данных по месторождениям полезных ископаемых и кадастром перспективных участков недр с оцененными прогнозами ресурсами.

Главная тенденция сводного и обзорного геологического картографирования заключается в переходе к трехмерному геологическому картографированию, что обеспечивается составлением ГИС-атласов карт геологического содержания, включающих карты потенциальных геофизических полей, мощности осадочного чехла, мощности земной коры, типов земной коры, поверхности Мохо и другие карты, отображающие глубинное строение изучаемых территорий и особенности их металлогении.

В последние годы, главным образом усилиями специалистов ВСЕГЕИ и других предприятий Роснедра и РАН, в ходе международного сотрудничества были подготовлены Атласы геологических карт нового поколения масштабов 1 : 2 500 000 и 1 : 5 000 000 Циркумполярной Арктики, Северной, Центральной и Восточной Азии и стран СНГ, что обеспечило успешную интеграцию нашей страны в международную систему цифровой геологической картографии.

Это сотрудничество нашло отражение в следующих международных проектах по геологическому изучению недр и оценке их ресурсного потенциала [6, 7, 12, 13]:

Международный проект «Атлас геологических карт России, стран СНГ и сопредельных государств масштаба 1 : 2 500 000» представляет собой современный ГИС-проект, включающий в себя в виде тематических «слоев» семь сводных карт масштаба 1 : 2 500 000: геологическую, тектоническую, аномального магнитного поля, гравиметрическую, прогнозно-минерагеническую на твердые полезные ископаемые, топливно-энергетических ресурсов и карту «Космический образ России и стран СНГ» (рис. 2).

Этот 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 25 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. 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 с последующей их интеграцией в проект «OneGeology» в соответствии с международными техническими стандартами.

«OneGeology» — это инновационный международный проект, в котором принимают участие более 125 стран. Геологические карты СНГ масштаба 1 : 1 000 000 открыты для свободного доступа в Интернете через геолого-картографический портал «OneGeology» в августе 2012 г. на 34-й сессии МГК в Австралии (рис. 3), а геологические карты масштаба 1 : 200 000 — в сентябре 2016 г. на 35-й сессии МГК в Кейптауне (ЮАР).

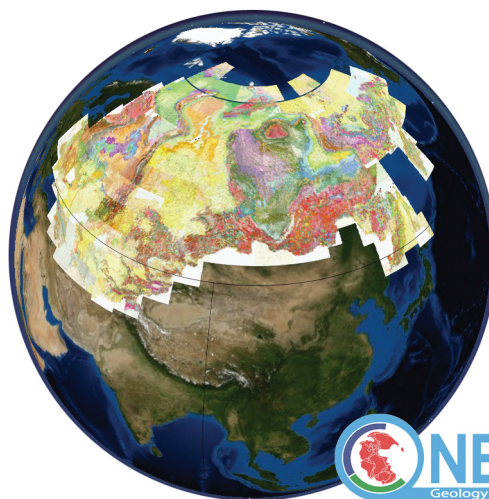


Рис. 3. Геологические карты стран СНГ масштаба 1 : 1 000 000, опубликованные на портале «OneGeology»

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.

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 (рис. 4) [12]. В ходе многолетних исследований по проекту были подготовлены макеты сводных цифровых карт — геологической, тектонической, металлогенической и энергетических ресурсов масштаба 1 : 2 500 000. Все четыре карты Атласа с базами данных и монографическими записками демонстрировались на выставке Геоэкспо-2016 в рамках 35-й сессии МГК в Кейптауне (ЮАР).

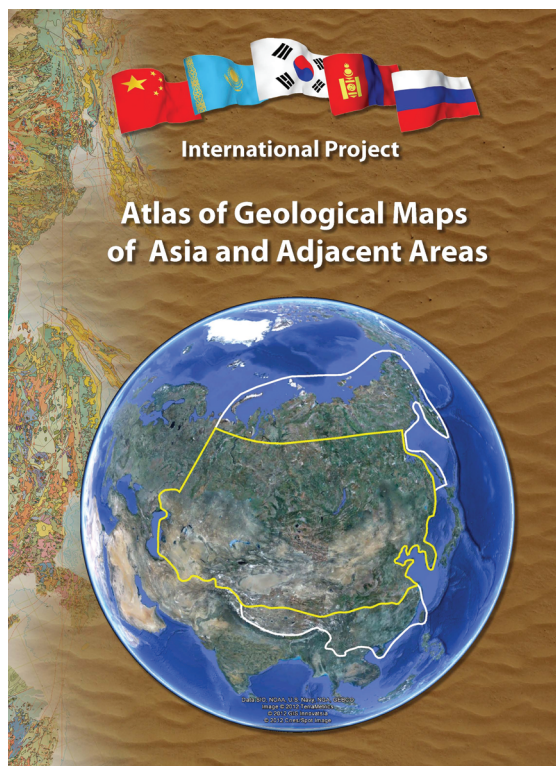


Рис. 4. Международный проект «Атлас геологических карт Северной, Центральной и Восточной Азии и сопредельных территорий масштаба 1 : 2 500 000»

Расширение территории проекта за счет шельфовых и глубоководных окраин Азиатского континента потребовало дальнейшего развития методов трехмерного геологического картирования. 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 Synorogbe. Эти исследования позволяют 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 пределах Тихоокеанского и Арктического океанических бассейнов. 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. В работе принимали участие геологические службы и национальные академии наук более 30 стран Азии. Координатором работ по проекту была Китайская академия наук.

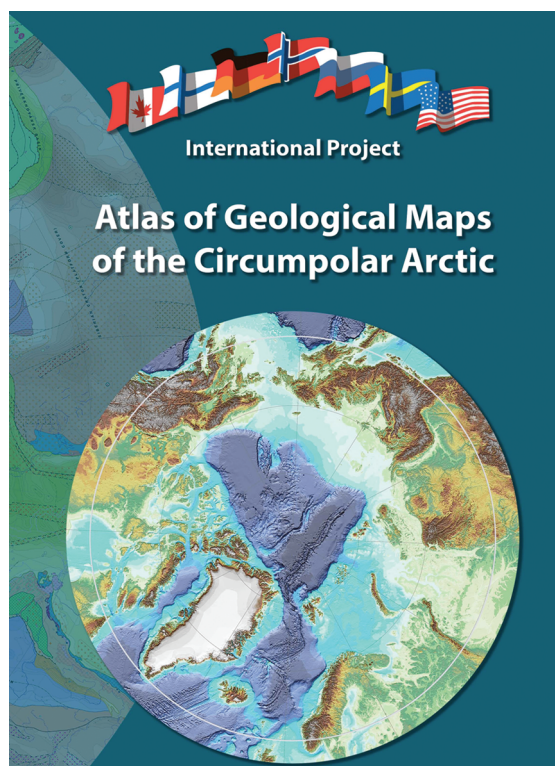


Рис. 5. Международный проект «Атлас геологических карт Циркумполярной Арктики масштаба 1 : 5 000 000»

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, координаторами работ будут 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 прогнозно-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 [7].

Международный проект «Атлас геологических карт Циркумполярной Арктики масштаба 1 : 5 000 000» был начат в 2004 г. и реализуется геологическими службами Приарктических государств: России, Канады, США, Норвегии, Дании, Швеции, а также Германии при поддержке Комиссии по геологической карте Мира при ЮНЕСКО (рис. 5) [6, 13]. Проект является новым этапом картографического обобщения накопленных за последние десятилетия геолого-геофизических и изотопно-геохронологических материалов по территории Арктики. В Атлас вошли геологическая карта, геофизические карты потенциальных полей, тектоническая карта, карта минеральных ресурсов, а также модель глубинного строения Арктики в виде комплекта цифровых карт мощности земной коры, типов земной коры, мощности осадочного чехла, тектонического районирования фундамента и районирования

Циркумполярной области по характеру магнитного и гравитационного полей. 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 Восточно-Сибирской окраины Евразии [1–4, 11, 13]. Эти материалы вошли в Заявку Российской Федерации, представленную министром природных ресурсов и экологии на 40-й сессии Комиссии ООН по границам континентального шельфа в Нью-Йорке в феврале 2016 г.

Вышеперечисленные проекты реализуются Роснедра в содружестве с геологическими службами, национальными академиями наук и университетами более чем 30 стран при поддержке Международного союза геологических наук (IUGS), Ассоциации геологических служб Европы (EGS), Комиссии по геологической карте Мира при ЮНЕСКО, Межправительственного совета стран СНГ по разведке, использованию и охране недр и других международных комиссий, фондов и организаций [8].

Переход к трехмерному геологическому картографированию в рамках этих международных проектов позволил внести существенные дополнения в теорию тектоники плит и выделить в пределах Евразийского континента и его океанического обрамления различные типы земной коры – континентальный, океанический и переходный. Оказалось, что с корой переходного типа в Евразии и Циркумполярной Арктике связаны и широко распространены окраинно-континентальные осадочные бассейны. Для этих бассейнов характерна менее мощная (утоненная) континентальная кора, вплоть до ее локального отсутствия, и свойственная только им последовательность формирования осадочных комплексов [2, 3, 11].

Картографические работы в рамках этих проектов послужили также основой для решения актуальных научных проблем литогеодинимики и минерализации осадочных бассейнов. Проведенные исследования позволили на принципиально новой геолого-геофизической и литогеодинимической основе рассмотреть особенности формирования различных типов осадочных бассейнов и выявить характерные литологические индикаторы тектонических режимов геологического прошлого. В ходе этих работ было показано, что практически все основные нефтегазоносные бассейны севера Евразии являются в разной степени трансформированными и деформированными окраинными бассейнами древних океанов, включая Палеоазиатский океанический бассейн [9].

Участие нашей страны в международных проектах способствует развитию геологической науки, росту взаимопонимания геологов разных стран и различных геологических школ при выработке общей позиции по наиболее сложным регионам планеты, таким как Арктика, стимулирует обмен информацией и технологиями между геологическими службами и национальными академиями наук. Такая организация работ обеспечивает высокий

международный уровень доверия к полученным результатам при решении сложных научных и геополитических проблем, в том числе в связи с делимитацией внешней границы континентального шельфа в рамках Комиссии ООН.

Подготовленные на основе этих работ всероссийские и международные атласы карт геологического содержания и научные монографии включают в себя полную и всестороннюю характеристику особенностей глубинного геологического строения континентальных, шельфовых и глубоководных океанических областей территории Российской Федерации, Арктики, Северной, Центральной и Восточной Евразии.

Это 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 основу их создания были положены глубинные сейсмические и батиметрические материалы, результаты бурения сверхглубоких параметрических скважин, новые аналитические и изотопно-геохронологические данные глубинного донного опробования и специализированные полевые исследования. Их высокие прогностические свойства обеспечили методики литогеодинимического, формационного и бассейнового анализа, которые легли в основу оценки минерально-сырьевого потенциала этих громадных территорий.

Многолетний опыт совместных работ геологических служб и национальных академий наук России, Китая, стран СНГ, Евросоюза, США, Канады, Монголии и Республики Корея по созданию государственных геологических карт и международных атласов карт геологического содержания показывает, что в процессе международного 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 [6].

Эта 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 и технологиям, обеспечивающим быстрое внедрение результатов исследований и их широкую доступность.

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.

Основные тенденции развития *новой научной школы геологической картографии*, охарактеризованные выше на примере крупных международных проектов, охватывают теперь все масштабные уровни Государственного геологического картографирования территории Российской Федерации и ее континентального шельфа, включая Госгеолкарты-1000 третьего поколения и Госгеолкарты-200 второго поколения.

Государственная геологическая карта масштаба 1 : 1 000 000. Сегодня карты данного масштабного уровня составлены практически на все горно-складчатые области страны (рис. 6). Начиная с 2015 г. работы ведутся на закрытых слабоизученных территориях, а также в пределах шельфовых зон акваторий арктических и дальневосточных морей. Уже к 2025 г. планируется полностью закрыть всю территорию страны картами этого масштабного уровня. Создание карт масштаба 1 : 1 000 000 включает подготовку геофизических, геохимических и дистанционных основ, что позволяет существенно повысить их информационную емкость и прогностические свойства.

С 2009 г. в Роснедра приступили к подготовке бесшовных геологических карт масштаба 1 : 1 000 000, что предполагает также трехмерное геологическое изучение и картографирование крупных региональных геологических структур на основе использования результатов работ по созданию Государственной сети опорных геолого-геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин (рис. 7).

Уже созданы бесшовные трехмерные геологические карты масштаба 1 : 1 000 000 на северо-восточную часть территории России, при составлении которых были использованы сейсмические и другие геофизические материалы по суше и акваториям этого региона. Началась подготовка бесшовной карты на северо-западные и центральные акватории российского сектора Арктики, где будут учтены все данные глубинных сейсмических исследований. По материалам ГГК-1000/3 составлена карта фундамента Западно-Сибирской плиты и структур ее обрамления.

Тем самым закладываются основы решения крупной государственной задачи по переходу от полистных геологических съемок масштаба 1 : 1 000 000 к режиму мониторинга геолого-картографической информации в виде бесшовных карт — геологических, тектонических, потенциальных геофизических полей, дистанционных и прогнозно-минерогенических — по крупным складчато-надвиговым сооружениям и нефтегазоносным осадочным бассейнам.

Становится актуальным рассмотрение вопроса о создании на основе бесшовных карт миллионного масштаба государственных карт геологического содержания масштаба 1 : 500 000 в административных границах субъектов Федерации. В прошлые годы востребованность таких карт со стороны органов регионального управления, муниципальных учреждений и других категорий потребителей была достаточно высокой, и уже сегодня в адрес Роснедра и ВСЕГЕИ поступают из регионов заявки на продукцию этого масштабного уровня.

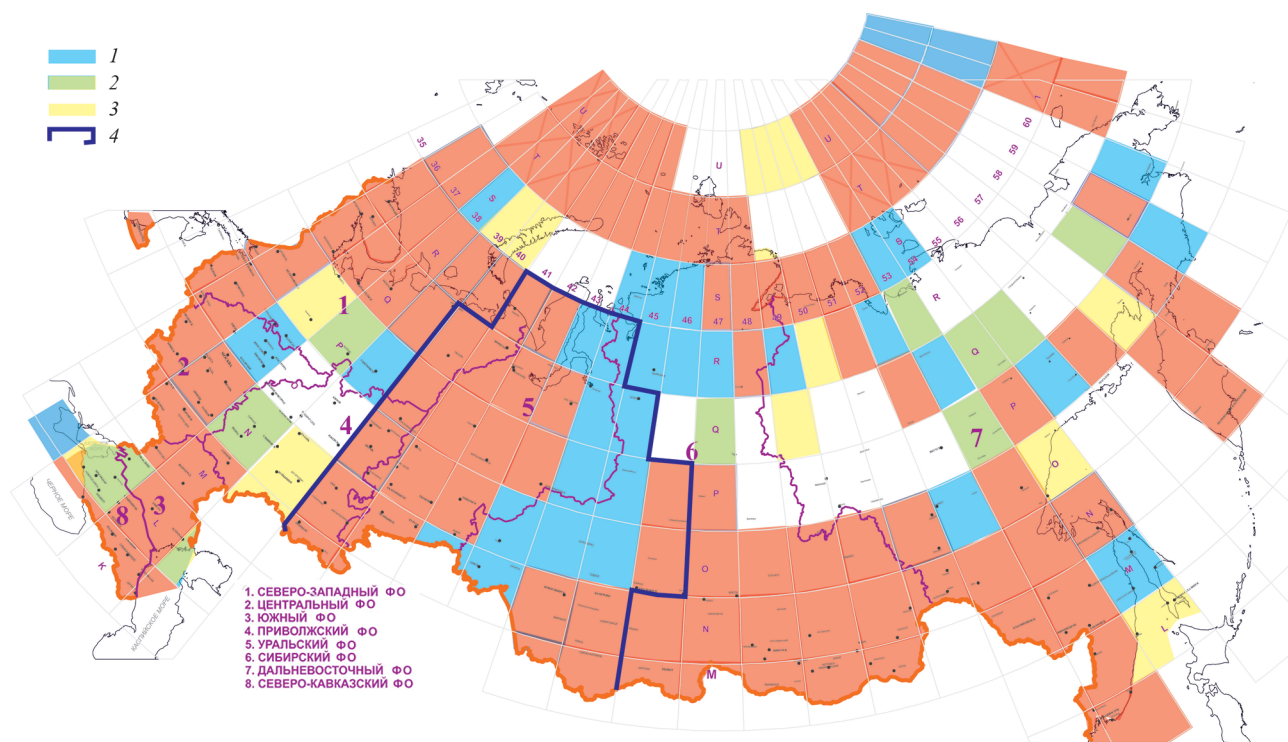


Рис. 6. Геологическая изученность территории Российской Федерации и ее континентального шельфа геологосъемочными работами масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение) по состоянию на 01.01.2015

Листы ГГК-1000/3: 1 — находящиеся в работе по созданию и подготовке к изданию комплектов ГГК-1000/3 (переходящие объекты); 2 — предлагаемые к составлению и подготовке к изданию после этапа оценки изученности (новые объекты); 3 — предлагаемые к составлению авторских вариантов (новые объекты); 4 — создание карты фундамента Западно-Сибирской плиты масштаба 1 : 2 500 000

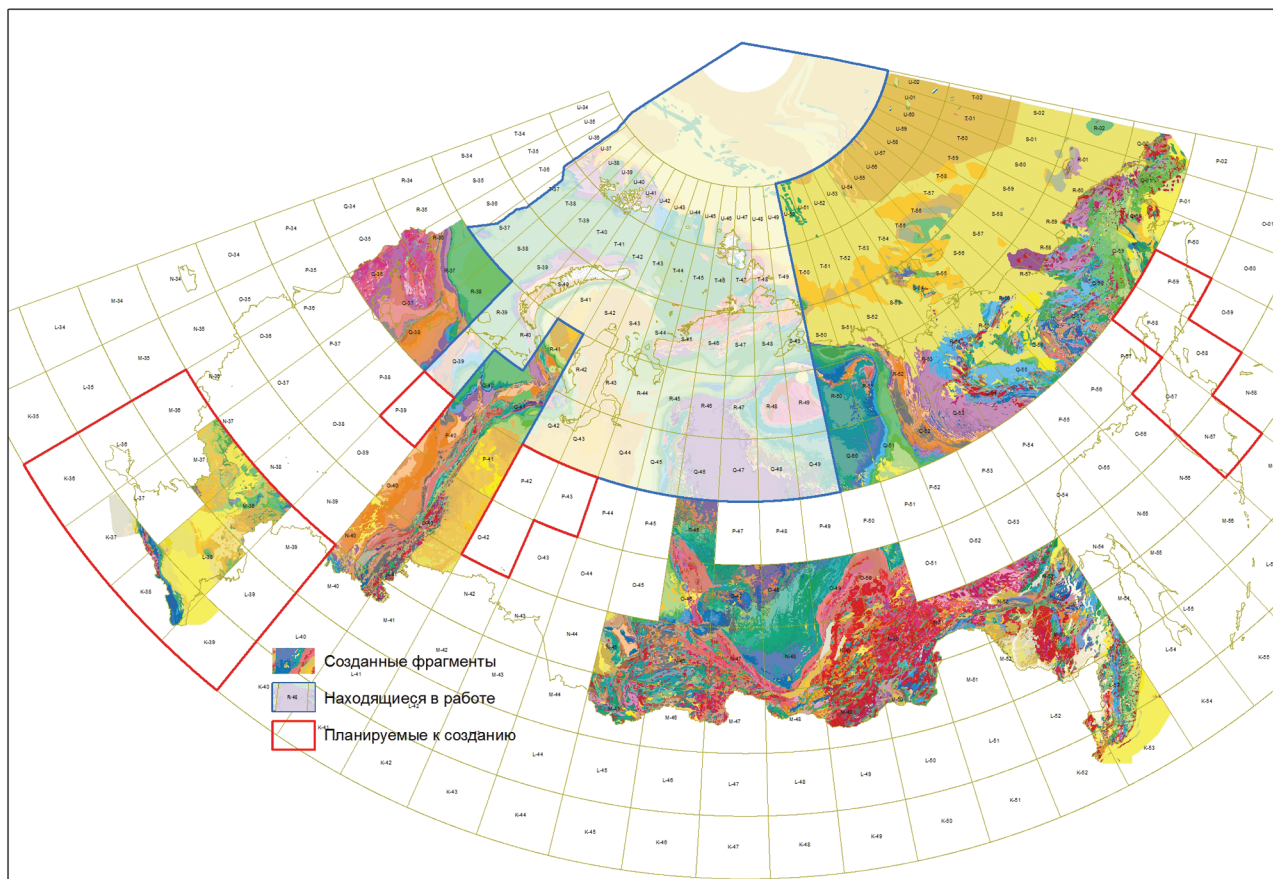


Рис. 7. Бесшовные геологические карты масштаба 1 : 1 000 000 территории Российской Федерации и ее континентального шельфа



Следующий шаг — подготовка бесшовных карт прогнозно-минерагенического содержания масштаба 1 : 1 000 000, которые создали бы дополнительные возможности для глубокого металлогенического анализа изучаемых территорий. Увязка металлогенических таксонов различных рангов на огромных территориях складчато-надвиговых областей позволит провести более объективную, чем на отдельных листах, разбраковку выявленных перспективных площадей, более точно типизировать рудные объекты и в необходимых случаях выполнить их переоценку.

Прогнозно-минерагеническая составляющая геологосъемочных работ масштаба 1 : 1 000 000 должна быть усилена как за счет широкого применения современных региональных геофизических, геохимических и дистанционных методов исследования, так и за счет использования прецизионных лабораторно-аналитических, минералого-петрографических и изотопно-геохронологических методов исследований.

Как показывает пример с открытием Малмыжского золото-медно-порфирового месторождения в Хабаровском крае, резерв прогнозно-поисковой эффективности современных региональных геологосъемочных работ масштаба 1 : 1 000 000 еще

Рис. 8. Схема размещения объектов с прогнозируемым золото-медно-порфировым оруденением по результатам региональных геологосъемочных работ

1 — контуры перспективных объектов с прогнозируемым медно-порфировым оруденением; 2 — месторождения медно-порфировых руд

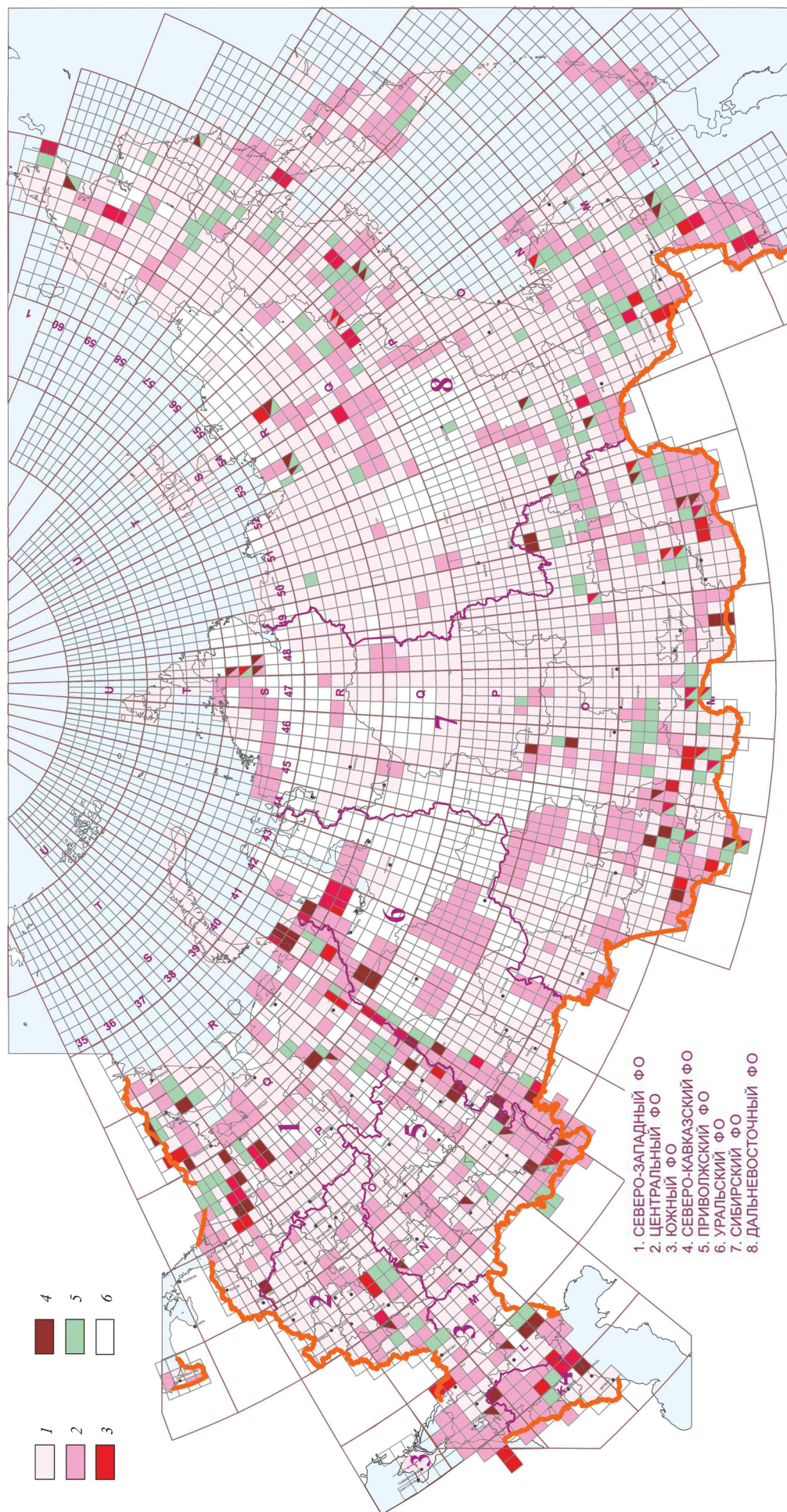


Рис. 9. Геологическая изученность территории Российской Федерации и ее континентального шельфа геологосъемочными работами масштаба 1 : 200 000 (второе поколение) по состоянию на 01.01.2016

1, 2 — годы утверждения листов Гостеолкарты-200 в НРС Роснедра: 1 — 1979–1995, 2 — 1996–2014; 3–6 — листы ГДП-200: 3 — находящиеся в работе и завершённые в 2015 г., 4 — планируемые к постановке в 2015 г., 5 — планируемые к постановке в 2016–2020 гг., 6 — не создавались

до конца не исчерпан (рис. 8). Эти виды региональных исследований при рациональной организации работ могут стать важнейшим инструментом прогноза новых, нетрадиционных для изучаемых регионов страны геолого-промышленных типов месторождений [7].

Государственная геологическая карта масштаба 1 : 200 000. Необходимо подчеркнуть, что геологосъемочные работы масштаба 1 : 200 000 остаются и сегодня наиболее эффективным в прогнозно-поисковом отношении видом региональных исследований. В отличие от карт масштаба 1 : 1 000 000, Роснедра не ставит перед собой задачи полностью «закрыть» территорию России среднимасштабными геологическими съемками, на что при современных темпах работ потребовалось бы более 100 лет (рис. 9).

Основным итогом ГСР-200 является комплект Государственной геологической карты масштаба 1 : 200 000, включающий геологическую карту, карту полезных ископаемых и закономерностей их размещения и карту четвертичных образований, которые выступают в качестве основного источника информации для локального прогноза на определенный геолого-промышленный тип оруденения с выделением перспективных площадей в ранге рудных районов и узлов с геолого-экономической оценкой прогнозных ресурсов категорий P_3 и P_2 .

Наличие в составе комплектов ГДП-200 карты закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых — важное преимущество современных геологических карт масштаба 1 : 200 000 второго

поколения, позволяющее перейти от простого фиксирования проявлений и признаков полезных ископаемых к проведению полноценного металлогенического анализа с выявлением закономерностей размещения полезных ископаемых и научно обоснованным прогнозом оруденения.

Одной из основных задач геологосъемочных работ масштаба 1 : 200 000 является выделение перспективных участков недр. По заданию Роснедра во ВСЕГЕИ создана система учета и мониторинга перспективных участков недр с оцененным металлогеническим потенциалом и прогнозными ресурсами категорий P_3 и P_2 территории России и ее континентального шельфа на основе региональных геолого-геофизических и геохимических работ.

В настоящее время на все вновь выявленные перспективные участки в результате ГСР-200 и работ по ГК-1000/3 составляются паспорта учета с оценкой прогнозных ресурсов по кат. P_3 . По состоянию на 1 декабря 2015 г. всего по результатам региональных геологосъемочных работ выделено 2250 перспективных объектов. Из них на учет поставлено 850 наиболее обоснованных объектов, из которых 410 по работам, выполненным до 2003 г., и 440 участков выделено с 2003 по 2015 г. Итоговые результаты по выявленным перспективным участкам недр сведены в информационную систему, которая открыта для недропользователей на сайте ФГБУ «ВСЕГЕИ» и Роснедра (рис. 10).

В соответствии с показателями Госпрограммы ВИПР до 2020 г. в ходе региональных геологических исследований планируется обосновать и выделить

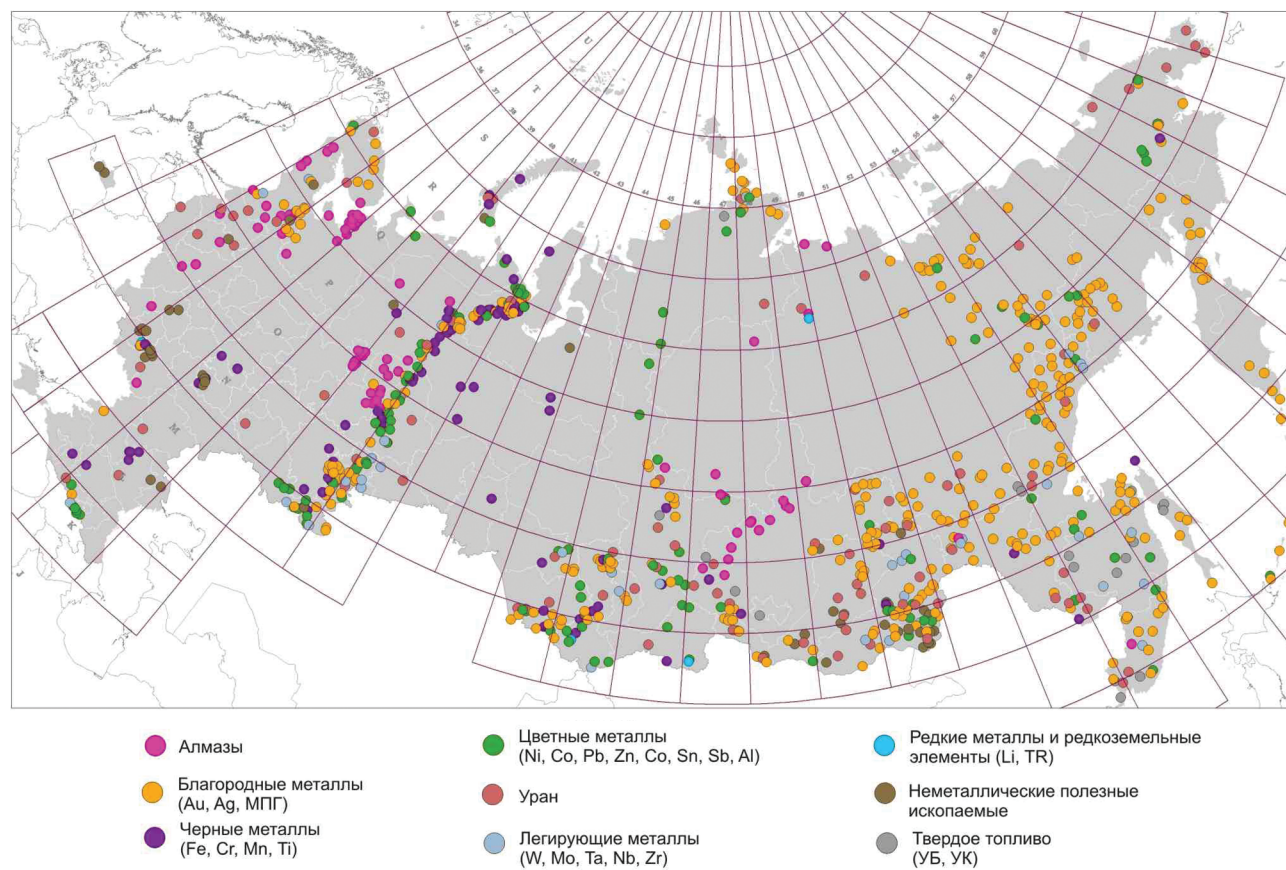


Рис. 10. Схема размещения перспективных участков недр, обоснованных по результатам региональных геологосъемочных работ, прошедших процедуру паспортизации и поставленных на учет по состоянию на 01.12.2015

еще более 240 перспективных объектов. В ближайшие годы предполагается сосредоточить практически все новые объекты ГДП-200 в пределах минерогенических зон, перспективных на обнаружение месторождений дефицитных и высоколиквидных полезных ископаемых. А это прежде всего наименее изученные восточные районы Российской Федерации – Восточная Сибирь, Дальний Восток, Северо-Восток с высокими прогнозными ресурсами золота, платиноидов, меди, молибдена, олова, полиметаллов, редких металлов, в пределах которых могут быть выявлены крупные и средние по запасам месторождения.

Вопрос поисковой эффективности среднемасштабных работ непрерывно дискутируется вот уже на протяжении последних двух десятилетий. Сегодня по сравнению с советским периодом существенно уменьшилось количество перспективных объектов, выявляемых при среднемасштабных работах. Причем это связано не только с исчерпанием лимита легко открываемых с поверхности месторождений полезных ископаемых, уменьшением объемов работ и хроническим недофинансированием этого вида исследований, но и с недостаточным использованием скрытых резервов в общей организации и планировании работ этого масштабного уровня.

Производство ГДП-200 проводится по групповой геологической съемке, подразумевающей выделение ключевых участков, в пределах которых происходит концентрация прогнозно-поисковых работ с использованием современных геохимических, геофизических, дистанционных и изотопно-геохронологических методов исследований. Уровень изученности таких участков может отвечать масштабам 1 : 50 000 и крупнее, что позволяет производить оценку их прогнозных ресурсов по категориям P_3 и P_2 , а также решать принципиальные вопросы геологии и металлогении, прослеживая установленные закономерности с помощью дистанционных и геофизических методов по всей территории листа.

Заключение. Создание Государственных геологических карт Российской Федерации масштабов 1 : 2 500 000, 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000 и международных атласов карт как комплексной цифровой геологической основы нового поколения позволило в период с 2000 по 2016 г. решить важнейшие научно-практические задачи:

- дальнейшее развитие российской научной школы геологической картографии, способствующее прогрессу в науках о Земле, повышению экологической безопасности и сохранению здоровья нации, отвечающих современным мировым научно-технологическим требованиям;

- создание современной геологической основы недропользования в стране в виде единой информационно-картографической системы России для принятия управленческих решений в области геологического изучения недр и недропользования, обеспечивающих развитие лицензионной деятельности Государства (с начала действия закона РФ «О недрах» было выдано более 180 000 лицензий);

- рост востребованности изданных государственных геологических карт различными категориями пользователей, в том числе недропользователями, организациями РАН, высшими учебными заведениями, различными министерствами и ведомствами Российской Федерации, а также зарубежными

компаниями, государственными службами, университетами и национальными академиями наук;

- подготовка современной геологической основы для развития под эгидой ЮНЕСКО и Межправсовета стран СНГ новых форм организации международного сотрудничества России с соседними странами в области геологического изучения недр и оценки минерогенического потенциала трансграничных территорий с целью обеспечения геополитических интересов Российской Федерации при делимитации внешней границы континентального шельфа в Арктическом и Тихоокеанском бассейнах;

- проведение прогнозно-минерогенического анализа территории страны и ее континентального шельфа с количественной оценкой прогнозных ресурсов и созданием фонда перспективных участков недр (выделено более 2250 участков), большая часть которых уже вовлечена в процесс лицензирования, что способствует привлечению инвестиций в геологоразведочную отрасль нашей страны;

- проведение геолого-экономического анализа и оценки состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы (МСБ) России с обоснованием новых минерально-сырьевых центров экономического развития (ЦЭР) как важнейших элементов структурирования МСБ нового типа и геолого-экономического районирования территории России.

Необходимо отметить, что государственные геологические карты и международные атласы карт, подготовленные в последние годы, широко внедряются в практику работ отечественных горно- и нефтегазодобывающих компаний самых различных форм собственности. Они стали основой Государственной системы лицензирования Федерального агентства по недропользованию Минприроды России, широко используются в институтах Российской академии наук, а также в учебном процессе в российских высших учебных заведениях. Их часто можно видеть в кабинетах и офисах самых различных организаций, министерств и ведомств как нашей страны, так и за рубежом.

Результаты работ по развитию российской научной школы геологической картографии безусловно имеют огромное значение для отечественной и мировой науки, оказывая большое влияние на развитие минерально-сырьевой базы Российской Федерации, геологическое образование в нашей стране и способствуя научно-техническому прогрессу в экономике России. Они прошли апробацию в рецензируемых отечественных и зарубежных изданиях, а также в центральных, региональных и территориальных органах Роснедра, субъектах РФ, федеральных округах, головных отраслевых институтах Роснедра и РАН, профильных комитетах Совета Федераций и Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации, 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 и ООН в Нью-Йорке.

Научные достижения российской научной школы геологической картографии обсуждались на специальных научных симпозиумах в рамках 31, 32, 33, 34 и 35-й сессий Международного геологического конгресса (МГК) в Бразилии (2000), Италии (2004), Норвегии (2008), Австралии (2012) и ЮАР (2016), где получили всеобщее признание.

1. Кашубин С.Н., Петров О.В., Андросов Е.А. и др. Карта мощности земной коры Циркумполярной Арктики // Регион. геология и металлогения. 2011. № 46. — С. 5–13.

2. Кашубин С.Н. Типы земной коры Циркумполярной Арктики / С.Н. Кашубин, Н.И. Павленкова, О.В. Петров, Е.Д. Мильштейн, С.П. Шокальский, Ю.М. Эринчек // Регион. геология и металлогения. 2013. № 55. — С. 5–20.

3. Кашубин С.Н. Глубинное строение земной коры и верхней мантии поднятия Менделеева по профилю ГСЗ Арктика-2012 / С.Н. Кашубин, О.В. Петров, И.М. Артемьева, А.Ф. Морозов, Д.В. Вяткина, Ю.С. Голышева, Т.В. Кашубина, Е.Д. Мильштейн, А.В. Рыбалка, Ю.М. Эринчек, Т.С. Сакулина, Н.А. Крупнова // Регион. геология и металлогения. 2016. № 65. — С. 16–36.

4. Морозов А.Ф. Новые геологические данные, обосновывающие континентальную природу области центрально-арктических поднятий / А.Ф. Морозов, О.В. Петров, С.П. Шокальский, С.Н. Кашубин, А.А. Кременецкий, М.Ю. Шкатов, В.Д. Каминский, Е.А. Гусев, Г.Э. Грикуров, П.В. Рекант, С.С. Шевченко, В.В. Шатов // Регион. геология и металлогения. 2013. № 53. — С. 34–55.

5. Петров О.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации / О.В. Петров, А.Ф. Морозов, Е.А. Киселев, Т.В. Чепкасова, А.Ф. Карпузов, В.Д. Каминский, В.В. Шатов, В.И. Колесников, С.И. Стрельников, С.П. Шокальский // Разведка и охрана недр. 2012. № 9. — С. 43–48.

6. Петров О.В., Леонов Ю.Г., Морозов А.Ф. Международные атласы геологических карт Евразии и Циркумполярной Арктики — инновационная основа развития геологической науки, оценки минерально-сырьевого потенциала и обеспечения геополитических интересов Российской Федерации // Регион. геология и металлогения. 2015. № 62. — С. 5–19.

7. Петров О.В. Государственное геологическое картирование — эффективный путь к открытию месторождений-лидеров / О.В. Петров, Е.А. Киселев, А.Ф. Морозов, В.И. Шпикерман, Т.Н. Зубова, В.В. Шатов, Ю.П. Змиевский // Регион. геология и металлогения. 2015. № 64. — С. 5–10.

8. Петров О.В. 60 лет участия России в Комиссии по геологической карте мира — КГКМ (CGMW) / О.В. Петров, С.П. Шокальский, И.И. Поспелов, Г.Э. Грикуров, Г.Л. Лейченко // Регион. геология и металлогения. 2016. № 65. — С. 6–15.

9. Рифовые, соленосные и черносланцевые формации России / отв. ред. Г.А. Беленицкая, О.В. Петров, Н.Н. Соболев. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2015. — 624 с. (Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. Т. 355).

10. Petrov O.V., Shokalsky S.P. Atlases of geological maps for the World's largest regions as a basis for a new international scientific school of geological cartography // *Region. geology and metallogeny*. 2012. No 51. P. 6–18.

11. Petrov O., Morozov A., Shokalsky S., Kashubin S., Artemieva I., Sobolev N., Petrov E., Ernst R., Sergeev S., Smelror M. Crustal structure and tectonic model of the Arctic region // *Earth Sci. Rev.* 2016. Vol. 154. P. 29–71.

12. Petrov O.V., Dong Shuwen, Kiselev E.A., Morozov A.F. (Eds.) International project. Atlas of geological maps of Asia and adjacent areas. St. Petersburg: VSEGEI Publishing House. 2016. 48 p.

13. Petrov O.V., Smelror M., Morozov A.F. (Eds.) International project. Atlas of geological maps of the Circumpolar Arctic. St. Petersburg: VSEGEI Publishing House. 2016. 64 p.

1. Kashubin S.N., Petrov O.V., Androsov E.A. et al. Power map of the Earth's crust of Circumpolar Arctic. *Region. geology i metallogeniya*. 2011. No 46, pp. 5–13. (In Russian).

2. Kashubin S.N., Pavlenkova N.I., Petrov O.V., Milshtein E.D., Shokalsky S.P., Erinchek Yu.M. Types of Earth crust of the Circumpolar Arctic. *Region. geologiya i metallogeniya*. 2013. No 55, pp. 5–20. (In Russian).

3. Kashubin S.N., Petrov O.V., Artemieva I.M., Morozov A.F., Vyatkina D.V., Golyseva Yu.S., Kashubina T.V., Milshtein E.D., Rybalka A.V., Erinchek Yu.M., Sakulina T.S., Krepnova N.A. Deep structure of crust and the upper mantle of the Mendeleev Rise on the Arctic-2012 DSS profile. *Region. geologiya i metallogeniya*. 2016. No 65, pp. 16–36. (In Russian).

4. Morozov A.F., Petrov O.V., Shokalsky S.P., Kashubin S.N., Kremenetsky A.A., Shkatov M.Yu., Kaminsky V.D., Gusev E.A., Griukov G.E., Rekant P.V., Shevchenko S.S., Shatov V.V. New geological data grounding continental nature of Central Arctic Rises areas. *Region. geologiya i metallogeniya*. 2013. No 53, pp. 34–55. (In Russian).

5. Petrov O.V., Morozov A.F., Kiselev E.A., Chepkasova T.V., Karpuzov A.F., Kaminsky V.D., Shatov V.V., Kolesnikov V.I., Strelnikov S.I., Shokalsky S.P. State geological map of the Russian Federation. *Razvedka i okhrana neдр*. 2012. No 9, pp. 43–48. (In Russian).

6. Petrov O.V., Leonov Yu.G., Morozov A.F. International atlases of geological maps as an innovative basis of development of geological sciences, assessment of mineral potential and support of geopolitical interests of the Russian Federation. *Region. geologiya i metallogeniya*. 2015. No 62, pp. 5–19. (In Russian).

7. Petrov O.V., Kiselev E.A., Morozov A.F., Shpikerman V.I., Zubova T.N., Shatov V.V. State geological mapping as an effective trend for discovery of ore deposits-leaders. *Region. geologiya i metallogeniya*. 2015. No 64, pp. 5–10. (In Russian).

8. Petrov O.V., Shokalsky S.P., Pospelov I.I., Griukov G.E., Leichenko G.L. 60 years of Russia's participation in the Commission for the Geological Map of the World (CGMW). *Region. geologiya i metallogeniya*. 2016. No 65, pp. 6–15. (In Russian).

9. Reef, salt-bearing, and black-shale formations of Russia. Ed by G.A. Belenitskaya, O.V. Petrov, N.N. Sobolev. *VSEGEI Proceedings. New series. Vol. 355*. St. Petersburg: VSEGEI Press. 2015. 624 p. (In Russian).

10. Petrov, O.V., Shokalsky, S.P. 2012: Atlases of geological maps for the World's largest regions as a basis for a new international scientific school of geological cartography. *Region. geologiya i metallogeniya*. 51, 6–18.

11. Petrov, O., Morozov, A., Shokalsky, S., Kashubin, S., Artemieva, I., Sobolev, N., Petrov, E., Ernst, R., Sergeev, S., Smelror, M. 2016: Crustal structure and tectonic model of the Arctic region. *Earth-Science Reviews*, vol. 154, 29–71.

12. Petrov, O.V., Dong Shuwen, Kiselev, E.A., Morozov, A.F. (Eds.) 2016: International project. Atlas of geological maps of Asia and adjacent areas. St. Petersburg: VSEGEI Publishing House, 48.

13. Petrov, O.V., Smelror, M., Morozov, A.F. (Eds.) 2016: International project. Atlas of geological maps of the Circumpolar Arctic. St. Petersburg: VSEGEI Publishing House, 64.

Петров Олег Владимирович — доктор геол.-минер. наук, доктор экон. наук, ген. директор, ВСЕГЕИ¹. <vsegei@vsegei.ru>
Морозов Андрей Федорович — канд. геол.-минер. наук, заместитель руководителя, Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра). Ул. Б. Грузинская, 4/6, Москва, 125993, Россия. <amorozov@rosnedra.gov.ru>

Зубова Татьяна Николаевна — директор Центра государственного геологического картографирования, зам. ген. директора ВСЕГЕИ¹. <tatiana_zubova@vsegei.ru>

Шишкин Михаил Александрович — канд. геол.-минер. наук, зам. ген. директора, ВСЕГЕИ¹. <mikhail_shishkin@vsegei.ru>

Кашубин Сергей Николаевич – доктор геол.-минер. наук, директор Центра глубинной геофизики, ВСЕГЕИ¹. <sergey_kashubin@vsegei.ru>

Шокальский Сергей Павлович – канд. геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ¹. <sergey_shokalsky@vsegei.ru>

Шатов Виталий Витальевич – канд. геол.-минер. наук, зам. ген. директора, ВСЕГЕИ¹. <vitally_shatov@vsegei.ru>

Толмачева Татьяна Юрьевна – доктор геол.-минер. наук, ученый секретарь, ВСЕГЕИ¹. <tatiana_tolmacheva@vsegei.ru>

Леонов Юрий Георгиевич – доктор геол.-минер. наук, профессор, академик РАН, гл. науч. сотрудник, ГИН РАН². <leonov.yu@gmail.com>

Федонкин Михаил Александрович – доктор биол. наук, профессор, академик РАН, директор, ГИН РАН². <fedonkin@ginras.ru>

Ханчук Александр Иванович – доктор геол.-минер. наук, профессор, академик РАН, директор, Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук (ДВГИ ДВО РАН). Проспект 100-летия Владивостоку, 159, Владивосток, 690022, Россия. <khanchuk@fegi.ru>

Petrov Oleg Vladimirovich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Doctor of Economical Sciences, Director General, VSEGEI¹. <vsegei@vsegei.ru>

Morozov Andrey Fedorovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Head, Federal Agency of Mineral Resources (Rosnedra). 4/6 Bol. Gruziskaya Str., Moscow, 125993, Russia. <amorozov@rosnedra.gov.ru>

Zubova Tatiana Nikolaevna – Director of State Geological Cartography Centre, Deputy General Director, VSEGEI¹. <tatiana_zubova@vsegei.ru>

Shishkin Mikhail Alexandrovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy General Director, VSEGEI¹. <mikhail_shishkin@vsegei.ru>

Kashubin Sergey Nikolaevich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Director of Deep Geophysics Centre, VSEGEI¹. <sergey_kashubin@vsegei.ru>

Shokalsky Sergey Pavlovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Composite and General Geological Mapping Department, VSEGEI¹. <sergey_shokalsky@vsegei.ru>

Shatov Vitaly Vitalievich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Director, VSEGEI¹. <vitally_shatov@vsegei.ru>

Tolmacheva Tatiana Yurievna – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Academic Secretary, VSEGEI¹. <tatiana_tolmacheva@vsegei.ru>

Leonov Yuri Georgievich – Academician of RAS, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher, Professor, GIN RAS². <leonov.yu@gmail.com>

Fedonkin Mikhail Alexandrovich – Academician of RAS, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director, GIN RAS². <fedonkin@ginras.ru>

Khanchuk Alexander Ivanovich – Academician of RAS, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Director, Far Eastern Geological Institute of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences (FEGI FEB RAS). 159 Prospect 100-letiya Vladivostoku, Vladivostok, 690022, Russia. <khanchuk@fegi.ru>

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия.

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, 199106, Russia.

² Геологический институт Российской академии наук (ГИН РАН). Пыжевский пер, 7, Москва, 119017, Россия. Geological Institute of Russian Academy of Sciences (GIN RAS). 7 Pyzhevsky Pereulok, Moscow, 119017, Russia.