

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕКТОНИКИ, ПАЛЕОГЕОГРАФИИ, ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ И МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОКРАИН РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

В.А. Верниковский^{1,2}, В.С. Шацкий^{2,3}

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1, Россия

³ Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

Настоящий специальный выпуск посвящен проблемам тектоники, палеогеографии, геодинамической эволюции и минеральных ресурсов континентальных окраин Российской Арктики. Эта тематика является актуальной, так как знания о геологическом строении Северного Ледовитого океана, его образовании и эволюции могут позволить решить многие глобальные проблемы геологии, а также важные региональные проблемы, включая формирование нефтегазоносных осадочных бассейнов, поиска и освоения алмазов, цветных, благородных, редкоземельных и других месторождений полезных ископаемых. В предыдущих выпусках журнала «Геология и геофизика» значительное внимание уделялось проблемам геологии и нефтегазоносности Арктики. В настоящем специальном выпуске особое внимание уделено проблемам тектоники, стратиграфии, палеогеографии, петрологии арктических континентальных окраин России, разработке тектонических и геодинамических моделей для ключевых структур, алмазоносности и металлогении арктических зон Сибирской платформы, Чукотки и Кольского полуострова.

Тектоника, геодинамика, субдукция, коллизия, плюмы, палеогеография, стратиграфия, магматическая и метаморфическая петрология, алмазы, металлогения, Арктика

CURRENT ISSUES OF TECTONICS, PALEO GEOGRAPHY, GEODYNAMIC EVOLUTION, AND MINERAL RESOURCES OF THE CONTINENTAL MARGINS OF THE RUSSIAN ARCTIC

V.A. Vernikovsky, V.S. Shatsky

The special issue is focused on the problems of tectonics, paleogeography, geodynamic evolution, and mineral resources of the continental margins of the Russian Arctic. This topic is relevant, since the knowledge of the geologic structure of the Arctic Ocean and its formation and evolution can solve many global problems of geology and important regional problems, including the formation of oil- and gas-bearing sedimentary basins as well as prospecting for and development of diamonds and deposits of nonferrous, noble, rare-earth, and other minerals. In previous issues of Russian Geology and Geophysics, considerable attention was paid to the geology and oil and gas potential of the Arctic. In this special issue, emphasis is placed on the tectonics, stratigraphy, paleogeography, and petrology of the Arctic continental margins of Russia, the development of tectonic and geodynamic models for key structures, and diamond content and metallogeny of Arctic zones of the Siberian Platform, Chukotka, and the Kola Peninsula.

Tectonics, geodynamics, subduction, collision, plumes, paleogeography, stratigraphy, magmatic and metamorphic petrology, diamonds, metallogeny, Arctic

Самый молодой океан на планете — Северный Ледовитый — и его континентальные окраины представляют большой интерес с научной и практической точки зрения. Как показывают исследования российских и зарубежных авторов, знания о геологическом строении Северного Ледовитого океана, его образовании и эволюции могут позволить решить многие глобальные проблемы геологии, а также важные региональные проблемы, включая формирование нефтегазоносных осадочных бассейнов, поиска и освоения алмазов, цветных, благородных, редкоземельных и других месторождений полезных ископаемых [Добрецов, Конторович, 2013; Соболев, Фридовский, 2018]. Эти знания позволяют также понять соотношение континентальных окраин, включая шельфы, с различными структурами, характеризующимися континентальным строением земной коры, но находящимися в настоящее время на значительном удалении от континентов, что, безусловно, необходимо при решении задачи установления внешней границы континентального шельфа для России и других арктических государств [Лаверов и др., 2013].

© В.А. Верниковский✉, В.С. Шацкий, 2022

✉e-mail: VernikovskyVA@ipgg.sbras.ru

DOI: 10.15372/GiG2021183

В предыдущих выпусках журнала «Геология и геофизика» значительное внимание уделялось проблемам геологии и нефтегазоносности Арктики. Так, в специальных выпусках последних лет были рассмотрены различные аспекты геологии нефти и газа Арктических бассейнов, включая историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря [Конторович и др., 2013], начальные геологические ресурсы углеводородов шельфа моря Лаптевых [Сафронов и др., 2013], биомаркеры в органическом веществе докембрийских и фанерозойских отложений в нефтях Оленекского поднятия и побережья моря Лаптевых [Каширцев и др., 2013] и многие другие. В настоящем специальном выпуске журнала особое внимание уделено проблемам тектоники, стратиграфии, палеогеографии, петрологии арктических континентальных окраин России, разработке тектонических и геодинамических моделей для ключевых структур, алмазности и металлогении арктических зон Сибирской платформы, Чукотки и Кольского полуострова.

В первом разделе «Тектоника и геодинамика» представлены новые геодинамические и термотектонические модели. Раздел открывает статья «Тектоника и геодинамика Восточной Арктики в мезозое» [Соколов и др., 2022]. Представлены модели тектонической эволюции арктических окраин Чукотки и Северной Аляски в позднеюрско-раннемеловое время. Актуальность этой проблемы связана с продолжающейся дискуссией в отношении происхождения Амеразийского бассейна и в связи с этим с прохождением Заявки Российской Федерации в Комиссию ООН на установление внешней границы континентального шельфа в Арктике. Существуют самые разные точки зрения на эту проблему [Lawver, Scotese, 1990; Grantz et al., 2011; Miller et al., 2017; Nikishin et al., 2021; и др.]. Авторами разработана субдукционно-конвективная геодинамическая модель формирования Амеразийского бассейна с циркуляцией вещества в горизонтально вытянутой конвективной ячейке, в которую вовлечена субдуцирующая тихоокеанская литосфера. Эта модель позволяет объяснить отрыв системы блоков Аляски и Чукотки от Канадской арктической окраины и формирование Канадской котловины с океанской корой.

В статье Д.В. Метелкина с соавторами [2022] представлены новые палеомагнитные и геохронологические данные для пород архипелага Земля Франца-Иосифа в приложении к вопросам мезозойской тектоники Арктики. В частности, полученные оценки возраста свидетельствуют о кратком эпизоде плюмового магматизма в раннем мелу, на рубеже баррема—апта. Палеомагнитные данные указывают на то, что проявления внутриплитной магматической активности в Высокоширотной Арктике, одним из ареалов которой являются траппы архипелага Земля Франца-Иосифа, не что иное, как след миграции литосферных плит этого региона над Исландским плюмом, сохранившим свое стационарное географическое положение минимум последние 125 млн лет.

Третья статья первого раздела раскрывает позднепалеозойский синколлизонный этап формирования Карского орогена на Северном Таймыре — ключевой структуре Центральной Арктики [Верниковский и др., 2022]. Авторами впервые разработана термотектоническая численная модель и предложен механизм образования гранитоидных комплексов Карского орогена за счет теплогенерации от радиоактивных элементов (K, U и Th) в утолщенной коре орогена без значимого вклада мантийных источников тепла. Работа, кроме регионального, имеет общетеоретическое значение, так как показывает, что между началом скупивания (утолщения) коры и основным импульсом гранитоидного магматизма в коллизонных орогенах существует временной интервал длительностью около 25 млн лет, необходимый для разогрева коры до температур формирования гранитных расплавов.

Во втором разделе выпуска «Стратиграфия, литология и палеогеография» представлены статьи Б.Л. Никитенко с соавторами [2022] и А.Г. Константинова и др. [2022], в которых детально описаны разрезы триаса архипелага Новосибирские острова, показано его положение в структуре осадочного чехла лаптевоморского шельфа, что позволило усовершенствовать зональные шкалы по разным группам фауны и палиноморфам, детализировать биостратиграфическое расчленение триаса Новосибирских островов, охарактеризовать отдельные горизонты как наземными, так и морскими палиноморфами. Эти работы весьма актуальны и имеют большое значение для расчленения и корреляции триасовых толщ восточной части шельфа моря Лаптевых и смежных регионов Северо-Востока России.

Третья статья этого раздела ставит вопрос о необходимости использования литологических индикаторов проявлений геологических событий при палеогеографических реконструкциях. Авторы статьи «Литологические индикаторы проявлений раннекаменноугольных геологических событий на северо-восточной окраине Сибирской платформы (Западное Приверхоанье)» [Сенников и др., 2022] обсуждают предпологаемые источники сноса грубообломочного карбонатного материала в визейский бассейн Северного Хараулаха. В статье подняты дискуссионные вопросы сложной геологической истории арктических районов моря Лаптевых и соседних прибрежных районов Сибирского кратона и Северного Хараулаха, что, безусловно, вызовет интерес у читателей.

Заключительный раздел специального выпуска «Тектоника, петрология и металлогения» открывает статья Н.С. Бортникова и др. [2022] «Эпитермальные Au-Ag-Te-Se месторождения Чукотки (арктическая зона России): металлогения, минеральные парагенезисы, флюидный режим». Статья опирается

на огромный материал изучения эпитермальных Au-Ag месторождений и рудопроявлений в пределах мезозойских окраинно-континентального Охотско-Чукотского и островодужного Олойского вулканических поясов. В ней на основе обобщения металлогенических, минералогических и термобарогеохимических характеристик эпитермальной Au-Ag минерализации рассмотрены причины разнообразия месторождений и уточнены их генетические модели.

В статье С.А. Граханова с соавторами [2022] представлен обзор имеющихся данных о проявлениях алмазов в вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных триасовых отложениях на севере Сибирской платформы. Приводится детальное описание петрографии этих отложений. Особое внимание уделено характеристике индикаторных минералов кимберлитов (гранат, хромит, ильменит), которые часто встречаются в этих отложениях, в том числе совместно с алмазами. Выполненные исследования будут способствовать определению направлений поиска и разведки этого стратегического сырья в арктической зоне Восточной Сибири.

Актуальность работы В.Ю. Фридовского и др. [2022] «Геодинамические условия и возраст образования гранитоидов комплекса малых интрузий западной части Яно-Колымского золотоносного пояса (северо-восток Азии)» не вызывает сомнения. Авторы выполнили комплексные геологические, минералого-петрографические, геохимические, изотопно-геохимические и геохронологические исследования интрузивных пород кислого и среднего состава массивов комплекса малых интрузий, локализованных в западной части Яно-Колымского золотоносного пояса (северо-восток Азии). Для них впервые установлен U-Pb возраст по цирконам и показано, что магматические и постмагматические события, связанные с комплексами малых интрузий, происходившие в позднеюрско-нижнемеловой период, играли важную роль в процессах локализации золота западной части Яно-Колымского золотоносного пояса. Читателям, безусловно, будет интересна и авторская геодинамическая позиция рассматриваемых гранитоидов.

Две заключительные статьи раздела посвящены орогенным структурам западного сектора Российской Арктики. В статье Е.А. Ниткиной и др., [2022] на основе детальных исследований в области метаморфической петрологии показана эволюция Корватундровской структуры северо-востока Фенноскандинавского щита и Лапландского гранулитового пояса в палеопротерозое. Авторы установили единую «обратную метаморфическую зональность», характерную для палеосубдукционных обстановок, что существенно дополняет представления о характере геодинамической эволюции Лапландско-Кольского орогена в палеопротерозое.

В статье В.В. Чашина и В.Н. Иванченко [2022] также рассматриваются структуры Лапландско-Кольского палеопротерозойского орогена северной части Балтийского щита, а именно зоны сочленения Беломорского и Кольско-Норвежского террейнов. Авторами показано, что в этих структурах локализованы расслоенные интрузивы — Мончегорский и Мончетундровский, в связи с которыми выявлены новые сульфидные ЭПГ-Cu-Ni и малосульфидные Pt-Pd месторождения и проявления. Для всех руд установлена ярко выраженная палладиевая специализация, а также разнообразие минералов платиновой группы с преобладанием сульфидов и висмутотеллуридов, отражая сложный и длительный характер платинометалльного рудогенеза, происходившего в широком диапазоне температур.

Представленные в специальном выпуске статьи, конечно, не охватывают многие фундаментальные и прикладные актуальные проблемы геологии и минеральных ресурсов Российской Арктики. Вместе с тем специальный выпуск показывает совершенно новые результаты исследований последних лет, ставит дискуссионные вопросы и определяет дальнейшие пути и направления научно-исследовательских работ в труднодоступных регионах Арктики.

Работа выполнена при поддержке программы РФФИ «Ресурсы Арктики» (проекты 18-05-70001, 18-05-70012, 18-05-70035, 18-05-70061).

ЛИТЕРАТУРА

Бортников Н.С., Волков А.В., Савва Н.Е., Прокофьев В.Ю., Колова Е.Е., Долманова-Тополь А.А., Мурашов К.Ю. Эпитермальные Au-Ag-Te-Se месторождения Чукотки (арктическая зона России): металлогения, минеральные парагенезисы, флюидный режим // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 522—549.

Верниковский В.А., Полянский О.П., Бабичев А.В., Верниковская А.Е., Проскурнин В.Ф., Матушкин Н.Ю. Тектонотермальная модель для позднепалеозойского синколлизонного этапа формирования Карского орогена (Северный Таймыр, Центральная Арктика) // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 440—457.

Граханов С.А., Проскурнин В.Ф., Петров О.В., Соболев Н.В. Алмазоносные туфогенно-осадочные породы арктической зоны Сибирской платформы // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 550—578.

Добрецов Н.Л., Конторович А.Э. Проблемы геологии и нефтегазоносности Арктики (вместо предисловия) // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (8), с. 967—971.

Каширцев В.А., Нестеров И.И., Меленевский В.Н., Фурсенко Е.А., Казаков М.О., Лавренов А.В. Биомаркеры и адамантаны в нефтях из сеноманских отложений севера Западной Сибири // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (8), с. 1227—1235.

Константинов А.Г., Соболев Е.С., Ядренкин А.В., Никитенко Б.Л., Пешевицкая Е.Б., Лебедева Н.К., Горячева А.А., Девятков В.П. Детальная биостратиграфия триаса о. Котельный (архипелаг Новосибирские острова, Арктическая Сибирь) // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 476—497.

Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Малышев Н.А., Сафронов П.И., Гуськов С.А., Ершов С.В., Казаненков В.А., Ким Н.С., Конторович В.А., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., Лившиц В.Р., Поляков А.А., Скворцов М.Б. Историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря (бассейновое моделирование) // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (8), с. 1179—1226.

Лаверов Н.П., Лобковский Л.И., Кононов М.В., Добрецов Н.Л., Верниковский В.А., Соколов С.Д., Шпилов Э.В. Геодинамическая модель тектонического развития Арктики в мезозое и кайнозое и проблема внешней границы континентального шельфа России // Геотектоника, 2013, № 1, с. 3—35.

Метелкин Д.В., Абашев В.В., Верниковский В.А., Михальцов Н.Э. Палеомагнетизм архипелага Земля Франца-Иосифа: приложение к мезозойской тектонике Баренцевоморской континентальной окраины // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 410—439.

Никитенко Б.Л., Девятков В.П., Константинов А.Г., Ядренкин А.В., Соболев Е.С., Пешевицкая Е.Б., Лебедева Н.К., Горячева А.А. Триас архипелага Новосибирские острова в структуре осадочного чехла Лаптевоморского шельфа // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 458—475.

Ниткина Е.А., Беляев О.А., Доливо-Добровольский Д.В., Козлов Н.Е., Каулина Т.В., Козлова Н.Е. Метаморфизм Корватундровской структуры Лапландско-Кольского орогена (арктическая зона Фенноскандинавского щита) // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 603—621.

Сафронов А.Ф., Сивцев А.И., Чалая О.Н., Зуева И.Н., Соколов А.Н., Фрадкин Г.С. Начальные геологические ресурсы углеводородов шельфа моря Лаптевых // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (8), с. 1275—1279.

Сенников Н.В., Хабибулина Р.А., Обут О.Т., Гонта Т.В. Литологические индикаторы проявлений раннекаменноугольных геологических событий на северо-восточной окраине Сибирской платформы (Западное Верхоянье) // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 498—521.

Соболев Н.В., Фридовский В.Ю. Новые данные о геологическом строении, магматизме и полезных ископаемых Сибирского кратона и Верхояно-Колымской складчатой области // Геология и геофизика, 2018, т. 59 (10), с. 1499—1502.

Соколов С.Д., Лобковский Л.И., Верниковский В.А., Сорохтин Н.О., Кононов М.В. Тектоника и геодинамика Восточной Арктики в мезозое // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 389—409.

Фридовский В.Ю., Верниковская А.Е., Яковлева К.Ю., Родионов В.Н., Травин А.В., Матушкин Н.Ю., Кадильников П.И. Геодинамические условия и возраст образования гранитоидов комплекса малых интрузий западной части Яно-Колымского золотоносного пояса (северо-восток Азии) // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 579—602.

Чащин В.В., Иванченко В.Н. Сульфидные ЭПГ-Cu-Ni и малосульфидные Pt-Pd руды Мончегорского рудного района (западный сектор Арктики): геологическая характеристика, минералого-геохимические и генетические особенности // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (4), с. 622—650.

Grantz A., Hart P.E., Childers V.A. Geology and tectonic development of the Amerasia and Canada Basins, Arctic Ocean / Eds. A.M. Spencer, A.F. Embry, D.L. Gautier, A.V. Stoupakova, K. Sørensen // Arctic petroleum geology. Geol. Soc. London, 2011, v. 35, p. 771—799.

Lawver L.A., Scotese C.R. A review of tectonic models for the evolution of the Canada Basin / Eds. A. Grantz, G.L. Johnson, J.F. Sweeney // The Arctic Ocean region. The geology of North America. Boulder, Colorado, Geol. Soc. Am., 1990, v. L, p. 593—618.

Miller E.L., Meisling K.E., Akinin V.V., Brumley K., Coakley B.J., Gottlieb E.S., Hoiland C.W., O'Brien T.M., Soboleva A., Toro J. Circum-Arctic Lithosphere Evolution (CALE) Transect C: displacement of the Arctic Alaska-Chukotka microplate towards the Pacific during opening of the Amerasia Basin of the Arctic / Eds. V. Pease, B. Coakley // Circum-Arctic lithosphere evolution. Geol. Soc. London, Spec. Publ., 2017, v. 460, p. 57—120.

Nikishin A.V., Petrov E.I., Cloetingh S., Freiman S.I., Malyshev N.A., Morozov A.F., Posamentier H.W., Verzhbitsky V.E., Zhukov N.N., Startseva K. Arctic Ocean Mega Project: Paper 3 — Mesozoic to Cenozoic geological evolution // Earth Sci. Rev., 2021, v. 217, 103034.

*Поступила в редакцию 30 ноября 2021 г.,
принята в печать 1 декабря 2021 г.*