

Проблемы алмазности краевых частей древних платформ и сопряженных складчатых областей

Д. А. Зедгенизов

Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, 620110, г. Екатеринбург,
ул. Академика Вонсовского, 15, e-mail: zedgenizov@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 25.08.2023 г., принята к печати 28.08.2023 г.

Аннотация. В последнее время появляется все больше данных о погружении пород океанической литосферы на горизонты переходной зоны и нижней мантии Земли. Высокометаморфизованные породы нередко встречаются в составе офиолитовых комплексов складчатых областей, которые, по данным некоторых исследователей, также могут быть алмазными. Всестороннее изучение всех возможных источников информации об условиях формирования и эволюции контрастных коровых протолитов открывает новые перспективы определения подобных сложных геологических процессов. Актуальность таких исследований, кроме того, определяется тем, что они позволяют выявить новые минералогические и геохимические маркеры алмазообразующих процессов и на основании этого определить возможность их практического использования при совершенствовании методов прогнозирования, поиска и оценки алмазных месторождений. Рассмотрению данных вопросов посвящен этот выпуск журнала.

Ключевые слова: алмаз, древние платформы, мантия Земли, складчатые области, субдукция, литосфера, кимберлит, россыпи

Diamond potential of the marginal parts of ancient platforms and associated folded areas

Dmitry A. Zedgenizov

A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, UB RAS, 15 Academician Vonsovsky st.,
Ekaterinburg 620110, Russia, e-mail: zedgenizov@igg.uran.ru

Received 25.08.2023, accepted 28.08.2023

Annotation. In recent years, more and more information has become available on the subsidence of the oceanic lithosphere into the horizons of the transition zone and the lower mantle of the Earth. Highly metamorphosed rocks are often found in ophiolite complexes of folded areas, which, according to some researchers, can also have significant diamond content. A comprehensive study of all possible sources of information about the formation conditions and evolution of contrasting crustal protoliths opens up new prospects for determining such complex geological processes. These studies are also important in the context of identification of new mineralogical and geochemical markers of diamond-forming processes and, on their basis, determination of the possibility of their practical use in improving methods for predicting, prospecting and evaluating diamond deposits. The current issue of our Journal is devoted to these relevant problems.

Keywords: diamond, ancient platforms, Earth's mantle, folded areas, subduction, lithosphere, kimberlite, placers

Acknowledgements

This thematic issue is dedicated to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences and the 10th anniversary of science and technology in Russia. We extend our gratitude to the authors of research papers present in this issue, as well as to the organizations that provided financial support for the research. The Guest Editor would like to thank the lead editors and reviewers for their constructive comments and suggestions.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении многих лет природные алмазы и реликты мантийных пород являются объек-

том интенсивных исследований, так как они несут важную информацию о составе и термодинамических условиях их формирования в глубинных зонах нашей планеты. Многолетние иссле-

Для цитирования: Зедгенизов Д.А. (2023) Проблемы алмазности краевых частей древних платформ и сопряженных складчатых областей. *Литосфера*, 23(4), 471–475. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-471-475>

For citation: Zedgenizov D.A. (2023) Diamond potential of the marginal parts of ancient platforms and associated folded areas. *Lithosphere (Russia)*, 23(4), 471–475. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-471-475>

дования показали, что литосферная мантия древних платформ существенно неоднородна и одной из причин этого является взаимодействие мантийных пород с веществом, поступающим в мантию в результате субдукции коровых пород. Формирование эклогитовых субстратов в мантии многие исследователи традиционно связывают с преобразованием и захоронением глубоко субдуцированных пород океанической литосферы. Преобладание алмазов эклогитового парагенезиса в россыпях краевых частей Восточно-Европейской и Сибирской платформ свидетельствует о специфическом строении мантии соответствующих регионов. Несмотря на большой объем геолого-разведочных и научно-исследовательских работ в этих районах, проблема поиска коренных источников алмазов из россыпей по-прежнему остается нерешенной.

В настоящем специальном выпуске журнала “Литосфера” собраны оригинальные статьи, которые посвящены вопросам алмазоносности краевых частей древних платформ и сопряженных складчатых областей.

ОБЗОР ВЫПУСКА

Открывает выпуск статья В.Н. Пучкова и Д.А. Зедгенизова, в которой рассмотрена взаимосвязь процессов формирования алмазов и мантийной конвекции (Пучков, Зедгенизов, 2023). В работе подчеркивается, что в современной геодинамической теории доминируют представления о том, что в мантии Земли существует термохимическая конвекция различных уровней, в которой центробежные ветви представлены плюмами, а центростремительные – зонами субдукции. Обобщение многочисленных опубликованных материалов, характеризующих минеральные включения в алмазах, позволяет существенно конкретизировать общую картину конвекции в мантии Земли в разные эпохи и в разных регионах.

В работе В.М. Сониной с соавторами представлены экспериментальные данные по взаимодействию CaCO_3 с металлическим Fe в присутствии оливина и серпентина в сравнении с системой $\text{CaCO}_3\text{--Fe}$ при высоких $P\text{--}T$ параметрах (Сонин и др., 2023). Результаты проведенных исследований позволили выявить новые особенности реакции декарбонатизации CaCO_3 в окружении ультрабазитовой ассоциации минералов в среде, в том числе содержащей воду, моделирующей глубинный цикл корового карбонатного вещества при субдукции в восставленную мантию Земли.

В статье А.В. Корсакова с соавторами приведены результаты исследования твердофазных включений в кристаллах калийсодержащих турмалинов Кумды-Кольского месторождения микроалмазов (Кокчетавский массив, северный Казахстан) (Корсаков и др., 2023). В работе впервые описаны вклю-

чения кристаллов алмаза в турмалинах с содержанием K_2O от значений ниже предела обнаружения до 1.6 мас. %. Таким образом, предполагается, что главным фактором, контролирующим появление высоко-К турмалина, скорее всего, являются особенности химического состава флюида, из которого он кристаллизовался.

В работе А.М. Дымшиц с соавторами по данным изучения ксенокристаллов клинопироксена и мономинеральной термобарометрии рассмотрены особенности термального состояния мантии в пределах Куойкского поля (Якутская алмазоносная провинция) (Дымшиц и др., 2023). Полученные результаты указывают на то, что в мезозойское время кимберлитового магматизма мощность литосферы соответствующего региона составляла около 200 км. Предполагается, что отсутствие алмазов в большинстве исследованных трубках может быть связано с интенсивным метасоматическим преобразованием пород основания литосферной мантии краевой части Сибирского кратона.

Спектроскопические характеристики минералов мантийных перидотитов были исследованы А.Д. Калугиной с соавторами в целях разработки неразрушающей методики экспрессной оценки химического состава минеральных включений в природных алмазах перидотитового парагенезиса с использованием рамановской спектроскопии (Калугина и др., 2023). Исследования позволили выявить значимые корреляции, которые были использованы авторами для количественного определения содержания главных компонентов в гранатах и клинопироксенах перидотитового парагенезиса. Предложенная методика может быть перспективна при разделении *in situ* минеральных включений разных мантийных парагенезисов.

Е.А. Васильевым с соавторами были охарактеризованы морфологические и структурно-химические особенности алмазов из пород кратерной и жерловой фаций верхней части кимберлитовой трубки им. В. Гриба (Архангельская алмазоносная провинция) (Васильев и др., 2023). Выявленные особенности указывают на специфические условия кристаллизации изученных алмазов, которые, вероятно, отличаются для алмазов из других кимберлитовых тел Восточно-Европейской платформы и россыпей Урала. Высокая доля низкоазотных кристаллов и индивидов с примесью Ni может указывать на наличие в трубке крупных кристаллов типа CLIPPIR (Cullinan-like, large, inclusion-poor, relatively-pure, irregularly-shaped and resorbed).

В работе М.И. Рахмановой с соавторами были исследованы типоморфные особенности коричневых алмазов из россыпей Урала по данным инфракрасной спектроскопии и низкотемпературной фотOLUMИнесценции (Рахманова и др., 2023). Традиционно коричневая окраска природных алмазов связывается с процессами пластической деформации

ции при высоких P - T параметрах. Полученные результаты позволили по характерным центрам люминесценции выявить несколько популяций коричневых алмазов, образовавшихся при разных температурных условиях в контрастных по составу мантийных субстратах.

М.Д. Томшин и С.С. Гоголева исследовали разрезы трапповых силлов вблизи кимберлитов Далдыно-Алаkitского алмазоносного района Западной Якутии для того, чтобы установить причину влияния вмещающих кимберлитовые диатремы осадочных пород на характер внедрения базитовой магмы (Томшин, Гоголева, 2023). Показано, что при формировании кимберлитовых диатрем, сопровождаемых пульсационными, смещающимися кверху взрывами, происходит существенное уплотнение вмещающих кимберлиты осадочных пород, в которых возникают поля термоупругих напряжений. Выявленные особенности траппов, по мнению авторов, могут быть использованы как один из косвенных методов поиска кимберлитов, в частности при площадном разбуривании перспективных территорий, перекрытых сплошными трапповыми полями.

В работе Я.Н. Нугумановой с соавторами приводятся результаты изучения минералов группы апатита из ультраосновных лампрофиров зиминского щелочно-ультраосновного карбонатитового комплекса (Урикско-Ийский грабен, Восточное Присаянье) (Нугуманова и др., 2023). Установлено, что по содержанию редких элементов исследованные апатиты схожи с таковым из кимберлитов и айликигов. Эти различия позволяют использовать минералы группы апатита в качестве индикаторного минерала для классификации кимберлитов и родственных пород.

В статье Е.В. Агашевой представлены первые LA-ICP-MS данные по составу U-Pb изотопной системы детритовых цирконов из песчаников магматических объектов Архангельской алмазоносной провинции (высокоалмазоносной кимберлитовой трубки им. В. Гриба и магматического объекта KL-01) (Агашева, 2023). Полученные данные были использованы для возрастных оценок источников их сноса и корреляции с известными тектонотермальными событиями в континентальной коре региона. Таким образом, установлено, что U-Pb возраста для изученных цирконов в целом коррелируют с выявленными ранее этапами тектонотермальных событий в континентальной коре северных территорий Восточно-Европейской платформы, за исключением мезопротерозойского периода 1.7–1.4 и 1.3–1.0 млрд лет назад, которому соответствует преобладающая часть U-Pb возрастных значений изученных цирконов.

Е.О. Барабаш и Е.В. Агашева исследовали морфологические особенности гранатов из кратерной (песчаники) и диатремовой (кимберлит) фа-

ций кимберлитовой трубки им. В. Гриба (Архангельская алмазоносная провинция) для того, чтобы реконструировать основные этапы их эндогенного и экзогенного морфогенеза (Барабаш, Агашева, 2023). Результаты исследования позволили выявить специфические особенности изученных гранатов, которые указывают на необходимость ревизии шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений по типоморфным особенностям минералов-индикаторов кимберлитов применительно к условиям севера Восточно-Европейской платформы.

В работу В.А. Душина с соавторами включены результаты собственных исследований пород сылвенского комплекса, который находится в области сочленения Западно-Уральской надвиговой мегазоны (истоки р. Сылва) и восточного крыла Юрюзано-Сылвенской депрессии Предуральского прогиба (Душин и др., 2023). По мнению авторов, полученные результаты (в т. ч. специфические минералогические особенности, включая акцессорные минералы-индикаторы алмазоносности) указывают на флюидно-магматический генезис исследованных пород. Согласно полученным новым данным, сделан вывод о возможном проявлении в указанном районе раннемезозойского фреатического вулканизма, повлекшего перенос флюидолитами сылвенского комплекса алмаза и его минералов-спутников.

М.Н. Голобурдина с соавторами исследовали особенности петрографического состава алмазоносных пород основания карнийского яруса верхнего триаса, приуроченные к западному крылу Булкурской антиклинали на северо-востоке Сибирской платформы (Голобурдина и др., 2023). Установлено, что алмазоносность пород положительно коррелирует с содержанием пироповых гранатов и степенью насыщенности вулканокластическим материалом. Отмечается также, что исследованные алмазоносные образования имеют значительную мощность и высокую продуктивность, что позволяет рассчитывать на существенное увеличение прогнозного потенциала алмазов в арктической зоне Российской Федерации.

С.В. Вяткин с соавторами в статье приводят описание минералогических и спектроскопических характеристик алмазов из россыпного месторождения р. Моргогор (северо-восток Сибирской платформы) (Вяткин и др., 2023). На основе полученных данных авторы утверждают, что статистически значимые выборки алмазов разных россыпей различаются по соотношению долей генетических групп, что отражает особенности палеогидрографии данного региона, с поправкой на направления сноса в процессах формирования и переотложения россыпей. Полученные данные могут быть использованы для выявления первичных источников и направлений сноса.

В статье Ю.Г. Пактовского и А.Г. Попова обобщены результаты по изучению такатинской свиты эмского яруса нижнего девона (D_{1tk}), которая, как предполагается, представляет первичный осадочный коллектор алмазов на Урале (Пактовский, Попов, 2023). Для такатинской свиты выделяются три фацциальных типа разреза: континентальный, прибрежно-морской и морской. Установлено, что алмазоносность связана с континентальными и прибрежно-морскими осадками свиты. При этом источниками сноса могли служить породы докембрия, ордовика и силура.

В.А. Чуйко с коллегами приводят характеристики геологического строения и состава Сюезевской россыпи алмазов, которая выявлена ими в Чикман-Нярской депрессии, расположенной в пограничной зоне Западно-Уральской внешней зоны складчатости и Центрально-Уральского поднятия (Чуйко и др., 2023). Это месторождение рассматривается авторами как новый тип глубокозалегающих алмазоносных россыпей зон тектонических уступов. На месторождении отработана новая технологическая схема поисков и разведки глубокозалегающих россыпей алмазов в пределах эрозионно-карстовых и тектонически обусловленных депрессий. Запасы месторождения утверждены протоколом ГКЗ Роснедра в 430.5 тыс. карат по категориям C1 + C2 и в перспективе могут быть увеличены. Таким образом, открытие этого месторождения, несомненно, открывает новый этап изучения алмазоносности Западного Урала.

Благодарности

Настоящий специальный выпуск посвящен 300-летию Российской академии наук и проходящему в России 10-летию науки и технологий. Большое спасибо авторам статей, включенных в этот специальный выпуск, организациям, которые оказали финансовую поддержку проведенных исследований. Приглашенный редактор благодарит ведущих редакторов и рецензентов за конструктивные комментарии и предложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агашева Е.В. (2023) U-Pb (LA-ICP-MS) возраст детритовых цирконов из песчаников кратерной части кимберлитовой трубки им. В. Гриба и магматического объекта KL-01, Архангельская алмазоносная провинция (север Восточно-Европейской платформы). *Литосфера*, **23**(4), 603-621. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-603-621>
- Барабаш Е.О., Агашева Е.В. (2023) Типоморфные особенности гранатов из кратерной и диатремовой фаций кимберлитовой трубки им. В. Гриба (Архангельская алмазоносная провинция): применение при прогнозно-поисковых работах на алмазы на севере Восточно-Европейской платформы. *Литосфера*, **23**(4), 622-636. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-622-636>
- Васильев Е.А., Устинов В.Н., Лешуков С.И., Пенделяк Р.Н., Николаева Э.В. (2023) Кристаллы алмаза кимберлитовой трубки им. В. Гриба: морфология и структурно-химические особенности. *Литосфера*, **23**(4), 549-563. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-549-563>
- Вяткин С.В., Криулина Г.Ю., Бардухинов Л.Д., Гарагин В.К. (2023) Алмазы россыпного месторождения реки Моргогор (Анабар, Якутия). *Литосфера*, **23**(4), 672-682. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-672-682>
- Голобурдина М.Н., Граханов С.А., Проскурнин В.Ф. (2023) Особенности петрографического состава алмазоносных карнийских образований Булкурской антиклинали северо-востока Сибирской платформы. *Литосфера*, **23**(4), 654-671. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-654-671>
- Душин В.А., Суставов С.Г., Прокопчук Д.И., Волчек Е.Н. (2023) Алмазоносные флюидолиты области сочленения Восточно-Европейской платформы и Уральской складчатой области. *Литосфера*, **23**(4), 637-653. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-637-653>
- Дымшиц А.М., Муравьева Е.А., Тычков Н.С., Костровицкий С.И., Шарыгин И.С., Головин А.В., Олейников О.Б. (2023) Термальное состояние краевой части Сибирского кратона в мезозойскую эру кимберлитового магматизма Куойкского поля (Якутская алмазоносная провинция). *Литосфера*, **23**(4), 515-530. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-515-530>
- Калугина А.Д., Зедгенизов Д.А., Логвинова А.М. (2023) Использование рамановской спектроскопии для характеристики состава минеральных включений перидотитового парагенезиса в алмазах. *Литосфера*, **23**(4), 531-548. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-531-548>
- Корсаков А.В., Мусияченко К.А., Михайленко Д.С., Демин С.П. (2023) Условия образования калийсодержащих турмалинов Кумды-Кольского месторождения (Кокчетавский массив, Северный Казахстан): по данным изучения твердофазных включений. *Литосфера*, **23**(4), 500-514. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-500-514>
- Нугуманова Я.Н., Калугина А.Д., Старикова А.Е., Дорошкевич А.Г., Прокопьев И.Р. (2023) Минералы группы апатита из ультраосновных лампрофиров зиминского щелочно-ультраосновного карбонатитового комплекса (Урикско-Ийский грабен, Восточное Присяянье). *Литосфера*, **23**(4), 589-602. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-589-602>
- Пактовский Ю.Г., Попов А.Г. (2023) Девонский коллектор алмазов Урала. *Литосфера*, **23**(4), 683-700. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-683-700>
- Пучков В.Н., Зедгенизов Д.А. (2023) Мантийная конвекция и алмазы. *Литосфера*, **23**(4), 476-490. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-476-490>
- Рахманова М.И., Юрьева О.П., Зедгенизов Д.А., Губанов Н.В. (2023) Спектроскопические особенности коричневых алмазов из россыпей Урала. *Литосфера*, **23**(4), 564-578. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-564-578>
- Сонин В.М., Жимулев Е.И., Чепуров А.А., Туркин А.И., Чепуров А.И. (2023) Особенности проникновения Fe в матрицу из $\text{CaCO}_3 \pm$ оливин \pm серпентин при давлении 4 ГПа и температуре 1400–1500°C (экспе-

- риментальные данные). *Литосфера*, **23**(4), 491-499. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-491-499>
- Томшин М.Д., Гоголева С.С. (2023) Морфология трапповых силлов вблизи кимберлитов. *Литосфера*, **23**(4), 579-588. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-579-588>
- Чуйко В.А., Синкин В.А., Наумов В.А., Плюснин И.А., Калинин К.П. (2023) Сюэ́вское месторождение россыпных алмазов: новый этап изучения алмазоносности Западного Урала. *Литосфера*, **23**(4), 701-713. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-701-713>
- REFERENCES
- Agasheva E.V. (2023) U-Pb (LA-ICP-MS) age of detrital zircons from sandstones of the crater part of the V. Grib kimberlite pipe and KL-01 magmatic object, Arkhangelsk diamondiferous province (north of the East European Platform). *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 603-621. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-603-621>
- Barabash E.O., Agasheva E.V. (2023) Typomorphic features of garnet xenocrysts from the crater and diatreme parts of the high diamondiferous V. Grib kimberlite pipe (Arkhangelsk diamondiferous province): application in prospecting and exploration for diamonds in the north of the East European platform. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 622-636. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-622-636>
- Chuiko V.A., Sinkin V.A., Naumov V.A., Plyusnin I.A., Kalinin K.P. (2023) Syuzevskoye diamond placer: A new stage in studying the diamond potential of Western Urals. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 701-713. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-701-713>
- Dushin V.A., Sustavov S.G., Prokopchuk D.I., Volchek E.N. (2023) Diamond-bearing fluidolites in the junction area of East European Platform and Urals fold region. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 637-653. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-637-653>
- Dymshits A.M., Muraveva E.A., Tychkov N.S., Kostrovitsky S.I., Sharygin I.S., Golovin A.V., Oleinikov O.B. (2023) Thermal state of the Siberian craton marginal zone at the time of Mesozoic kimberlitic magmatism within the Kuoika field (Yakutian diamondiferous province). *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 515-530. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-515-530>
- Goloburdina M.N., Grakhanov S.A., Proskurnin V.F. (2023) Petrographic composition of diamond-bearing Carnian formations of the Bulkur anticline the north-eastern Siberian Platform. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 654-671. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-654-671>
- Kalugina A.D., Zedgenizov D.A., Logvinova A.M. (2023) Raman Spectroscopy for Characterization of Peridotite Paragenesis Mineral Inclusions in Diamonds. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 531-548. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-531-548>
- Korsakov A.V., Musiyachenko K.A., Mikhailenko D.S., Demin S.P. (2023) Origin of potassium-bearing tourmalines of the Kumdy-Kolsky deposit (Kokchetav massif, Northern Kazakhstan): Study of Mineral inclusions. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 500-514. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-500-514>
- Nugumanova Ya.N., Kalugina A.D., Starikov A.E., Doroshkevich A.G., Prokopyev I.R. (2023) Minerals of the apatite group from ultramafic lamprophyres of the Zima alkaline-ultramafic carbonate complex (Urik-Iya graben, Eastern Sayan region). *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 589-602. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-589-602>
- Paktovskiy Yu.G., Popov A.G. (2023) Collector of Devonian diamonds of the Urals. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 683-700. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-683-700>
- Puchkov V.N., Zedgenizov D.A. (2023) Mantle convection and diamonds. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 476-490. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-476-490>
- Rakhmanova M.I., Yuryeva O.P., Zedgenizov D.A., Gubanov N.V. (2023) Spectroscopic features of brown diamonds from Ural placers. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 564-578. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-564-578>
- Sonin V.M., Zhimulev E.I., Chepurov A.A., Turkin A.I., Chepurov A.I. (2023) Peculiarities of Fe penetration into the matrix of $\text{CaCO}_3 \pm \text{olivine} \pm \text{serpentine}$ at a pressure of 4 GPa and temperature of 1400–1500°C (experimental data). *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 491-499. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-491-499>
- Tomshin M.D., Gogoleva S.S. (2023) Morphology of trap sills near kimberlites. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 579-588. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-579-588>
- Vasilev E.A., Ustinov V.N., Leshukov S.I., Pendeliak R.N., Nikolaeva E.V. (2023) Diamonds from V. Grib kimberlite pipe: Morphology and spectroscopic features. *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 549-563. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-549-563>
- Vyatkin S.V., Kriulina G.Y., Bardukhinov L.D., Garanin V.K. (2023) Diamonds of the Morgogor placer (Anabar, Yakutia). *Lithosphere (Russia)*, **23**(4), 672-682. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-4-672-682>