

УДК 550.81:553.81.044(571.56)
DOI: 10.52349/0869-7892_2024_99_34-43

Ю. К. Голубев, Н. А. Прусакова (ЦНИГРИ)

РОЛЬ ПРОГНОЗНО-РЕВИЗИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))

В 2024 г. отмечается два юбилея, связанных с открытием алмазных месторождений в Российской Федерации: в 1949 г. был найден первый алмаз в Якутии на косе Соколина на р. Вилуй, спустя всего 5 лет (в 1954 г.) была открыта первая кимберлитовая трубка Зарница. В короткие сроки после этих событий были открыты практически все значимые месторождения алмазов в Якутии. Последнее открытие датируется серединой 1990-х годов. В настоящее время объектов под разведку нет. С целью выявления новых месторождений предлагается использовать подходы, обозначенные в разработанных ФГБУ «ЦНИГРИ» Методических рекомендациях по поискам алмазных месторождений. В качестве примера рассматривается территория Оленёкского поднятия Сибирской платформы, где в ходе прогнозно-решивонных работ намечены площади для постановки геолого-разведочных работ на алмазы.

Ключевые слова: месторождения алмазов, Якутия, поиски алмазов, прогнозно-решивонные работы

Yu. K. Golubev, N. A. Prusakova (TsNIGRI)

THE ROLE OF FORECASTING AND REVISION STUDIES AT THE INITIAL STAGE OF DIAMOND PROSPECTING (REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA))

The year of 2024 marks two anniversaries associated with the discovery of diamond deposits in the Russian Federation: the first diamond was found in Yakutia on the Sokolinaya spit on the Vilyuy River in 1949, and just 5 years later (in 1954) the first Zarnitsa kimberlite pipe was discovered. In a short time after these events, there were discovered almost all significant diamond deposits in Yakutia. The last discovery dates back to the mid-1990s. There are currently no objects for exploration. In order to identify new deposits, the authors propose to use the approaches outlined in the Methodological Recommendations for Diamond Deposits Prospecting developed by TsNIGRI. An example refers to the territory of the Olenek uplift of the Siberian platform where areas for geological exploration for diamonds are planned during forecasting and revision work.

Keywords: diamond deposits, Yakutia, diamond prospecting, forecasting and revision work

Для цитирования: Голубев Ю. К., Прусакова Н. А. Роль прогнозно-решивонных исследований на начальной стадии алмазопоскововых работ (Республика Саха (Якутия)) // Региональная геология и металлогения. – 2024. – № 99. – С. 34–43. DOI: 10.52349/0869-7892_2024_99_34-43

Возможность обнаружения алмазных месторождений на территории Сибирской платформы была предсказана еще в 1939–1941 гг. независимо друг от друга геологами Г. Г. Моором, В. С. Соболевым, А. П. Буровым и М. М. Одинцовым. Данный прогноз был подтвержден в дальнейшем: в течение весьма короткого промежутка времени были открыты крупнейшие уникальные месторождения алмазов – трубки Мир, Удачная, Комсомольская и многие другие. Трубка Мир открыта через год после трубки Зарница; трубка Удачная была обнаружена сразу после трубки Мир; трубки Айхал – в 1960 г., Интернациональная – в 1969 г., Комсомольская – в 1974 г., Юбилейная – в 1975 г. Долгое время данные месторождения составляли основу

минерально-сырьевой базы алмазов (МСБ) СССР. Следующее открытие крупного месторождения произошло уже только в 1994 г., когда Ботуобинская геологоразведочная экспедиция в Нюрбинском улусе открыла кимберлитовую трубку, названную в честь экспедиции Ботуобинская. В январе 1996 г. была обнаружена еще одна кимберлитовая трубка – Нюрбинская. После этого значимых открытий новых месторождений алмазов не было. Исключением является Верхнемунское месторождение, алмазность трубок которых была известна еще в советское время.

Следует отметить, что в основе открытия всех месторождений лежали имеющиеся в то время представления об условиях локализации

кимберлитового магматизма и минералогическое опробование. При этом минералогическое опробование показывало свою эффективность при проведении поисков в обстановках, где кимберлитовые трубки практически выходили на дневную поверхность. После того как поиски распространились на так называемые закрытые территории, где срез кимберлитовмещающих пород перекрыт разнотипными осадочными образованиями, результативность поисковых работ на алмазы резко упала.

Проблемы открытия новых месторождений алмазов привели к существенным изменениям в состоянии МСБ алмазов РФ. Данные проблемы неоднократно обсуждались на различных конференциях и совещаниях, а также были отражены в публикациях [2; 3]. В этих публикациях и выступлениях отмечено, что за последние 10 лет погашение запасов алмазов в недрах (добыча) составило 389 млн кар при их приросте за счет геолого-разведочных работ (ГРП) 155 млн кар, т. е. воспроизводство запасов алмазов за счет ГРП меньше, чем наполовину (40%) покрывает их добычу. В 2022 г. ситуацию слегка улучшил прирост запасов 40 млн кар за счет разведки глубоких горизонтов трубки Мир. Анализ МСБ алмазов РФ показывает, что практически при любом варианте развития ситуации в ближайшие годы будет происходить спад добычи алмазов. При этом максимально быстрый спад добычи с 40–42 млн кар/год до 24–26 млн кар/год будет происходить в период с 2026 по 2032 г. После этого поддержание уровня добычи в объеме 34 млн кар будет возможно за счет ввода в эксплуатацию известных в настоящее время месторождений, рентабельность отработки которых сегодня неочевидна. Увеличение добычи выше 30 млн кар/год после 2030 г. будет возможно только при условии открытия и ввода в эксплуатацию новых месторождений. Таким образом, для поддержания текущего уровня алмазодобычи требуется в ближайшие годы открыть месторождение (месторождения) алмазов с суммарными запасами не менее 300–400 млн кар.

К сожалению, надеяться на то, что для решения данной задачи будет выделено существенное финансирование, как это бывало во времена СССР, нельзя. Следовательно, те финансовые ресурсы, которые могут быть выделены, следует использовать максимально эффективно. Подобный подход может быть осуществлен только при тех условиях, когда поисковые работы будут ставиться на площадях, в пределах которых с максимальной степенью вероятности можно будет ожидать открытие промышленно значимых коренных месторождений алмазов. К сожалению, опыт рецензирования обоснований на постановку поисковых работ на алмазы, представляемых на рассмотрение НТС Роснедр, показывает существенное ухудшение их качества. Согласно приводимым в них данным, перспективность на обнаружение месторождений алмазов, предлагаемых под поиски площадей, далеко не однозначна. В итоге наблюдается существенный дефицит алмазописковых пло-

щадей с достаточно обоснованными перспективами на коренную алмазоносность. В связи с этим актуальной задачей в настоящее время является выявление таких площадей.

Исследования, проводимые для решения данной задачи, выполняются ФГБУ «ЦНИГРИ» на протяжении последних лет в рамках работ по Госзаданию. В процессе этих исследований с использованием ретроспективных (из отчетов различных организаций, публикаций) геолого-геофизических материалов проводятся анализ и ревизионная оценка перспектив на коренную алмазоносность территорий Сибирской и севера Восточно-Европейской (ее российской части) платформ, которые могут представлять максимальный интерес с точки зрения возможностей постановки дальнейших поисковых работ на коренные месторождения алмазов.

Результаты выполненных к настоящему времени исследований показали, что на Сибирской платформе максимальной степенью перспективности на обнаружение богатых месторождений алмазов с ресурсами не менее 300–400 млн кар обладает территория Лено-Анабарского междуречья (Арктическая зона Якутии) [3].

В пределах данной территории известны многочисленные россыпи и россыпепроявления алмазов, коренные источники которых не известны. Данное обстоятельство позволяет рассчитывать на возможность обнаружения здесь коренных месторождений алмазов. Тем не менее проведенные в различные годы поисковые работы не дали положительных результатов. В связи с этим ФГБУ «ЦНИГРИ» поставили перед собой задачу обосновать и предложить площади, перспективные на обнаружение коренных месторождений алмазов.

При решении данной задачи основная роль отводится прогнозно-ревизионным исследованиям, которые выполняются камеральным путем. В их основе лежит анализ ретроспективных геолого-геофизических материалов, находящихся в широком доступе. По результатам этих исследований делается вывод о перспективности или бесперспективности изучаемой территории на коренную алмазоносность. В случае положительной оценки на коренную алмазоносность выполняется выделение разноранговых алмазоперспективных площадей и делается заключение о возможности постановки на этих площадях дальнейших ГРП: либо поисковых работ, либо их доизучения с рекомендациями, какие виды работ необходимо провести.

При проведении прогнозно-ревизионных исследований используются методические подходы, разработанные ФГБУ «ЦНИГРИ» и изложенные в Методических рекомендациях по поискам коренных месторождений алмазов на «закрытых» территориях, согласованных с Роснедра в 2023 г. [6].

Согласно этим подходам, при проведении на территории северо-востока Сибирской платформы прогнозно-ревизионных исследований на **первом их этапе** был задействован комплекс

глубинных геофизических индикационных предпосылок. Данные предпосылки разрабатывались ФГБУ «ЦНИГРИ» на протяжении ряда лет при изучении закономерностей размещения известных разновозрастных и в различной степени алмазодносных полей кимберлитового и родственного ему магматизма, расположенных на древних платформах Мира (Сибирской, Восточно-Европейской, Африканской, Австралийской, Северо-Американской) [6; 8]. В методическом плане локализация на территории северо-востока Сибирской платформы алмазопромышленных площадей с использованием разработанного комплекса глубинных геофизических индикационных предпосылок проводилась пошагово методом последовательного приближения: от больших по размерам (рангу) перспективных площадей к меньшим, приближаясь к размерам (рангу) выделяемого объекта – площади для проведения алмазопромышленных работ. При этом на каждом шагу с использованием геолого-геофизических материалов (фондовых, опубликованных) выделялись и задействовались глубинные геофизические предпосылки-индикаторы алмазопромышленных площадей соответствующего ранга (масштаба). На начальной стадии работ первого этапа был выделен и задействован комплекс региональных глубинных геофизических предпосылок. К основным из них относятся области (размером до сотен тыс. км²) с повышенными мощностями литосферы (более 140–150 км) и кристаллической коры (более 38–40 км), с относительно пониженными значениями поверхностного теплового потока (менее 40–45 мВт/м²), а также меньшие по размерам области с относительно повышенными значениями гравитационного поля от кристаллической земной коры. Важно отметить, что региональные глубинные геофизические предпосылки имеют «универсальный» характер, т. к. в большинстве случаев в различных регионах мира участвуют в контроле позиции алмазодносных и, главное, *промышленно алмазодносных полей* независимо от их тектонической позиции и возраста проявленного алмазодносного магматизма [6; 8]. С этой позиции они наилучшим образом адаптированы к условиям северо-востока Сибирской платформы: изученности и обеспеченности материалами глубинных геофизических съемок, неопределенности типа и возраста коренных источников россыпей алмазов, структурно-тектоническим особенностям. Их использование при оценке перспектив на коренную алмазодносность рассматриваемого региона с выделением здесь алмазопромышленных площадей, с нашей точки зрения, явилось весьма целесообразным. Выполняемые при этом камеральные работы включали: сбор, обобщение, анализ и комплексную интерпретацию мелко-среднемасштабных геолого-геофизических материалов с построением соответствующих промежуточных карт, схем разрезов; геолого-структурное и глубинное геофизическое районирование изучаемой территории масштаба 1 : 1 000 000 с выделением в картографическом (полигональном) виде обозначенных региональных индикационных пред-

посылок; комплексирование (компьютерное суммирование) выделенных в картографическом виде региональных предпосылок.

По результатам комплексирования рассмотренных региональных предпосылок (их областями максимального совмещения на плоскости) на изучаемой территории северо-востока Сибирской платформы были локализованы три региональные площади: Виллюй-Мархинская (порядка 180 тыс. км², в пределах рассматриваемой территории расположена его северная периферийная часть), Анабарская (порядка 40 тыс. км²) и Оленёкская (порядка 84 тыс. км²) [3]. Следует подчеркнуть, что среди глубинных характеристик этих региональных площадей отмечаются такие как мощная и холодная литосфера, кристаллическая кора повышенной мощности. Как показали результаты изучения закономерностей локализации алмазодносных полей в различных регионах мира, большинство алмазодносных полей, включая, что особенно важно, *промышленно алмазодносные поля*, независимо от их тектонической позиции и возраста проявленного алмазодносного магматизма, расположены в пределах региональных площадей с подобными глубинными характеристиками. Исходя из этого, нами было сделано предположение, что выделенные по комплексу региональных глубинных геофизических предпосылок упомянутые выше региональные площади могут рассматриваться в качестве перспективных на коренную алмазодносность площадей, в пределах которых *с наибольшей вероятностью можно ожидать проявления именно промышленно алмазодносного магматизма*. Они определяются нами как алмазопромышленные области – Виллюй-Мархинская, Анабарская и Оленёкская.

При определении возможных направлений дальнейших работ по выявлению коренных месторождений алмазов, как это уже отмечалось в более ранних наших публикациях [3], в пределах выделенных на территории северо-востока Сибирской платформы алмазопромышленных областей, для каждой из них было выполнено следующее: рассмотрена позиция по отношению к россыпям с преобладанием алмазов различных морфологических типов; проанализированы прогнозные построения, выполненные предшественниками; проведена оценка степени геолого-геофизической изученности. В результате было установлено, что в пределах выделенных алмазопромышленных областей требуется проведение дополнительных, более детальных исследований, направленных на локализацию площадей под поиски коренных месторождений алмазов.

Для более детальных исследований нами была выбрана Оленёкская алмазопромышленная область (рис. 1).

Оленёкская алмазопромышленная область расположена в пределах Оленёкской тектонической провинции (в ее северо-восточной краевой части), выделяемой в структуре Сибирского кратона [10]. Здесь она охватывает центральную и восточную части одноименного поднятия и приурочена

к узлу пересечения Далдыно-Оленёкской и Молодо-Поппигайской кимберлитоконтролирующих зон. На крайнем юге алмазоперспективной области и южнее ее расположены Нижнеоленёкский, Молодо и Моторчунский россыпные промышленно алмазоносные районы. Коренные источники этих промышленных россыпей не выявлены. В преде-

лах самой Оленёкской алмазоперспективной области имеются многочисленные прямые признаки алмазоносности в виде ореолов минералов-индикаторов кимберлитов (МИК), россыпепроявлений алмазов. Здесь же расположены пять известных убогалмазоносных и неалмазоносных кимберлитовых полей среднепалеозойского и мезозойского

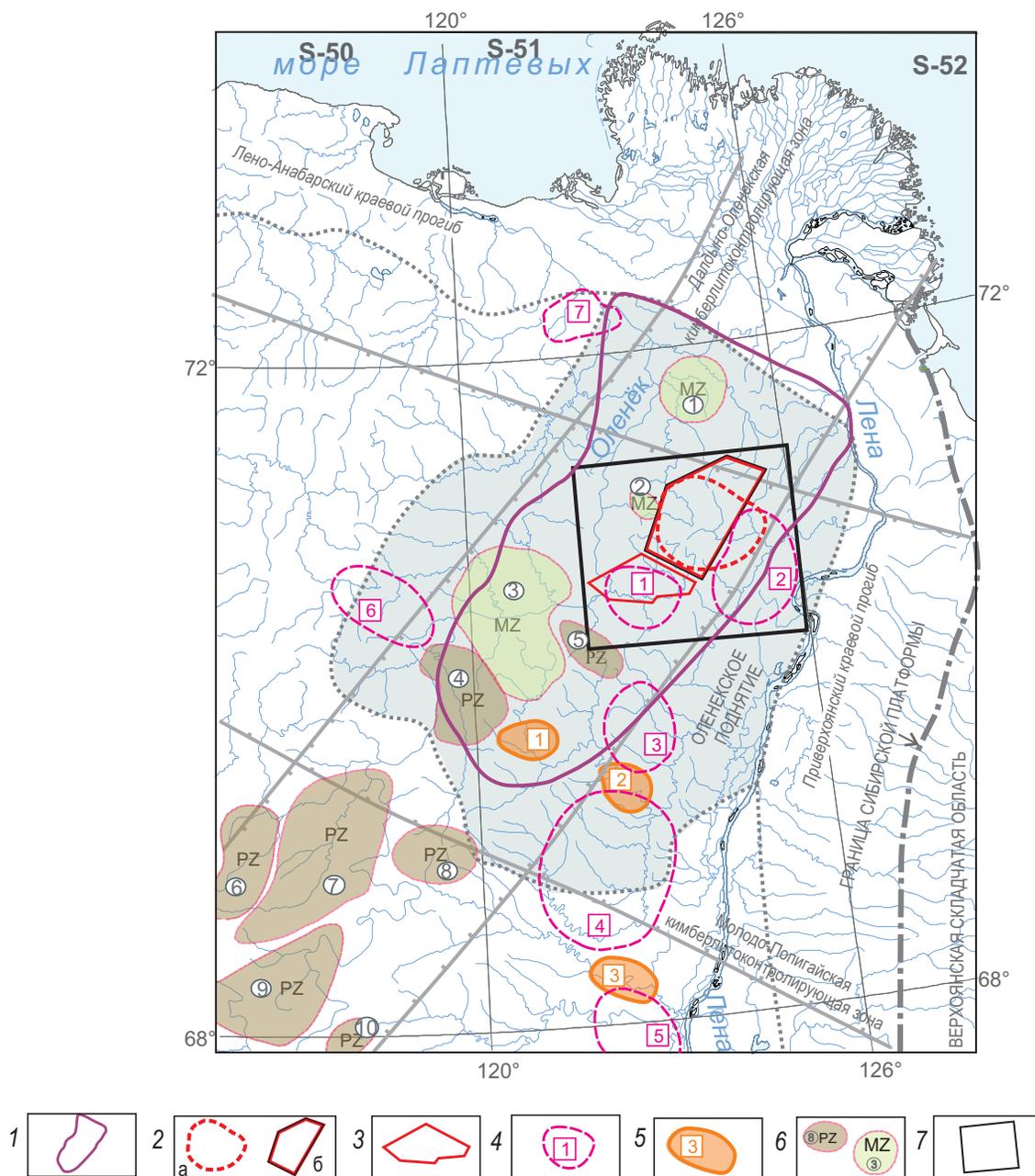


Рис. 1. Позиция Оленёкской алмазоперспективной области на территории северо-востока Сибирской платформы

1–3 – границы: 1 – Оленёкской алмазоперспективной области, выделенной по комплексу региональных глубинных геофизических предпосылок; 2 – Сололийской алмазоперспективной площади: а – выделенной по геолого-геофизическим предпосылкам, б – рекомендованной для постановки ПМР; 3 – Восточнооленёкской площади, включенной в Перечень Роснедр для постановки поисковых работ на месторождения алмазов; 4 – известные убогалмазоносные и неалмазоносные кимберлитовые поля и их возраст: 1 – Келимижское, 2 – Хорбусонское, 3 – Куойско-Молодинское, 4 – Мерчимденское, 5 – Толуопское, 6 – Западно-Укуитское, 7 – Восточно-Укуитское, 8 – Верхнемоторчунское, 9 – Чомурдахское, 10 – Севернзймское; 5 – россыпные районы с промышленной алмазоносностью: 1 – Нижнеоленёкский, 2 – Молодо; 3 – Моторчунский; 6 – площади с оцененными и апробированными прогнозными ресурсами алмазов категории P₃, выделенные ранее: 1 – Кютингинская (P₃ 28,5 млн кар), 2 – Эекитская (P₃ 31,0 млн кар), 3 – Муогданская (P₃ 30,0 млн кар), 4 – Сюнгюдинская (P₃ 90,0 млн кар), 5 – Нижнемунская (P₃ 30,0 млн кар), 6 – Верхне-Уджинская (P₃ 31,0 млн кар); 7 – рамка площади, приведенной на рис. 2

возрастов – Хорбусонское, Куойско-Молодинское (большая его часть), Толуопское, Мерчимденское и Келимярское. В контур алмазоперспективной области попадают три выделенные ранее перспективные на коренную алмазоносность площади (Кютюнгинская полностью, Эекитская и Муогданская частично), для которых проведена оценка прогнозных ресурсов алмазов категорий P_3 (рис. 1) По данным, приведенным в отчетах АК «АЛРОСА» (ПАО) (Н. И. Горев и др., 2009 г.) и ОАО «НИЖНЕ-ЛЕНСКОЕ» (С. А. Граханова и др., 2010 г.), рассматриваемая алмазоперспективная область характеризуется относительно мощной литосферой (140–160 км), характерной для краевых частей кратонов, и попадает в область значений теплового потока порядка 40–45 мВт/м². Литосфера Оленёкской тектонической провинции, к которой приурочена выделенная нами Оленёкская алмазоперспективная область, отличается от алмазоносной литосферы центральных частей Якутии (с промышленной алмазоносностью). Она имеет протерозойский возраст, была активизирована и, возможно, частично переработана в процессе эволюционирования фанерозойских магматических очагов [10; 13]. Данная обстановка (по существующим представлениям) является исключением из так называемого правила Клиффорда. Однако рядом специалистов [4; 10; 12] допускается, что и в такой обстановке могли быть сохранены не переработанные реликтовые участки мощной литосферы (так называемые литосферные или кратонные корни) с сохранившимся алмазоносным потенциалом в ее основании. Подтверждением этому в какой-то мере являются данные исследований мантийных ксенолитов из вскрытых на рассматриваемой территории кимберлитовых труб, приведенные в вышеупомянутых публикациях и отчетах. Следует отметить, что данное предположение послужило для нас еще одним положительным аргументом для обоснования целесообразности постановки в пределах выделенной нами Оленёкской алмазоперспективной области дальнейших детализационных работ, нацеленных на локализацию площадей ранга прогнозируемого кимберлитового поля для постановки поисковых работ на коренные месторождения алмазов.

При проведении в пределах Оленёкской алмазоперспективной области детализационных исследований был задействован комплекс более локальных глубинных геофизических предпосылок, определяющих позицию непосредственно самой прогнозируемой алмазопроисковой площади. Данные локальные предпосылки являются менее «универсальными». Хотя и среди них отмечаются отдельные, наиболее устойчивые (отмечаемые для большинства алмазоносных полей) элементы, такие как, например, приуроченность к прогибам или перегибам (градиентным зонам) в рельефе поверхности Мохоровичича, наличие внутрикоровых разуплотнений и т. д. [9].

Согласно Методическим рекомендациям [6], в минерагеническом плане алмазопроисковая площадь сопоставляется с алмазоносным полем, под

которым понимается естественная группировка пространственно-сближенных кимберлитовых тел, связанных происхождением с развитием единой вертикальной «стволовой» зоны повышенной проницаемости (флюидно-магматической колонны) [1; 7]. Исходя из этого определения, можно сделать вывод, что локальные предпосылки в общем виде по сути являются отражением в различных геофизических материалах области преобразования мантийно-коровой толщи, обусловленной развитием здесь отмеченной вертикальной зоны повышенной проницаемости. Благоприятной обстановкой для формирования такой области является тектонический узел, образованный пересечением дизъюнктивных элементов, выделяемых в составе кимберлитоконтролирующих зон или одной минерагенической зоны с секущими зонами тектоно-магматической активизации [9]. Таким образом, рассматриваемые предпосылки нами подразделяются на площадные – индикаторы глубинной трансформации неоднородности, связанной с возникновением в земную кору флюидно-магматических расплавов кимберлитобразующей системы, и линейные – индикаторы линейных тектонических зон и отдельных разрывных нарушений глубинного заложения, проявленные в кристаллическом фундаменте и в осадочном чехле.

Выделение локальных геолого-геофизических предпосылок (площадных линейных) индикаторов алмазопроисковых площадей проводилось в процессе и по результатам обработки и интерпретации (включая геолого-геофизическое моделирование глубинного строения земной коры) потенциальных (гравитационного масштаба 1 : 200 000, магнитный масштабов 1 : 50 000–1 : 25 000) геофизических полей, анализа особенностей сейсмических разрезов вдоль фрагментов региональных сейсмических профилей ГСЗ «Горизонт» (Воркута–Тикси) и «Шпат» (реки Кеть–Тикси), пересекающих территорию Оленёкского поднятия и его обрамления.

В результате в пределах Оленёкской алмазоперспективной области с использованием локальных геолого-геофизических предпосылок были выделены две площади – Восточнооленёкская (1726 км²) и Сололийская (4,5 тыс. км²) (рис. 2).

Восточнооленёкская площадь приурочена к северо-восточному борту Кютюнгинского рифтогенного грабена. Здесь ее позицию контролирует тектонический узел, образованный пересечением отмеченного борта рифтогенного грабена с поперечной дизъюнктивной зоной северо-восточного простирания, выделенной по геофизическим данным в составе Далдыно-Оленёкской кимберлитоконтролирующей зоны. По результатам интерпретации аномальных особенностей поля силы тяжести (редукция Буге) в районе данного тектонического узла в плотных и немагнитных породах средней–верхней части земной коры (на глубинах 10–15 км) выделяется локализованная область их разуплотнения. Важно отметить, что рассматриваемая Восточнооленёкская площадь в определенной степени наследует выделенное

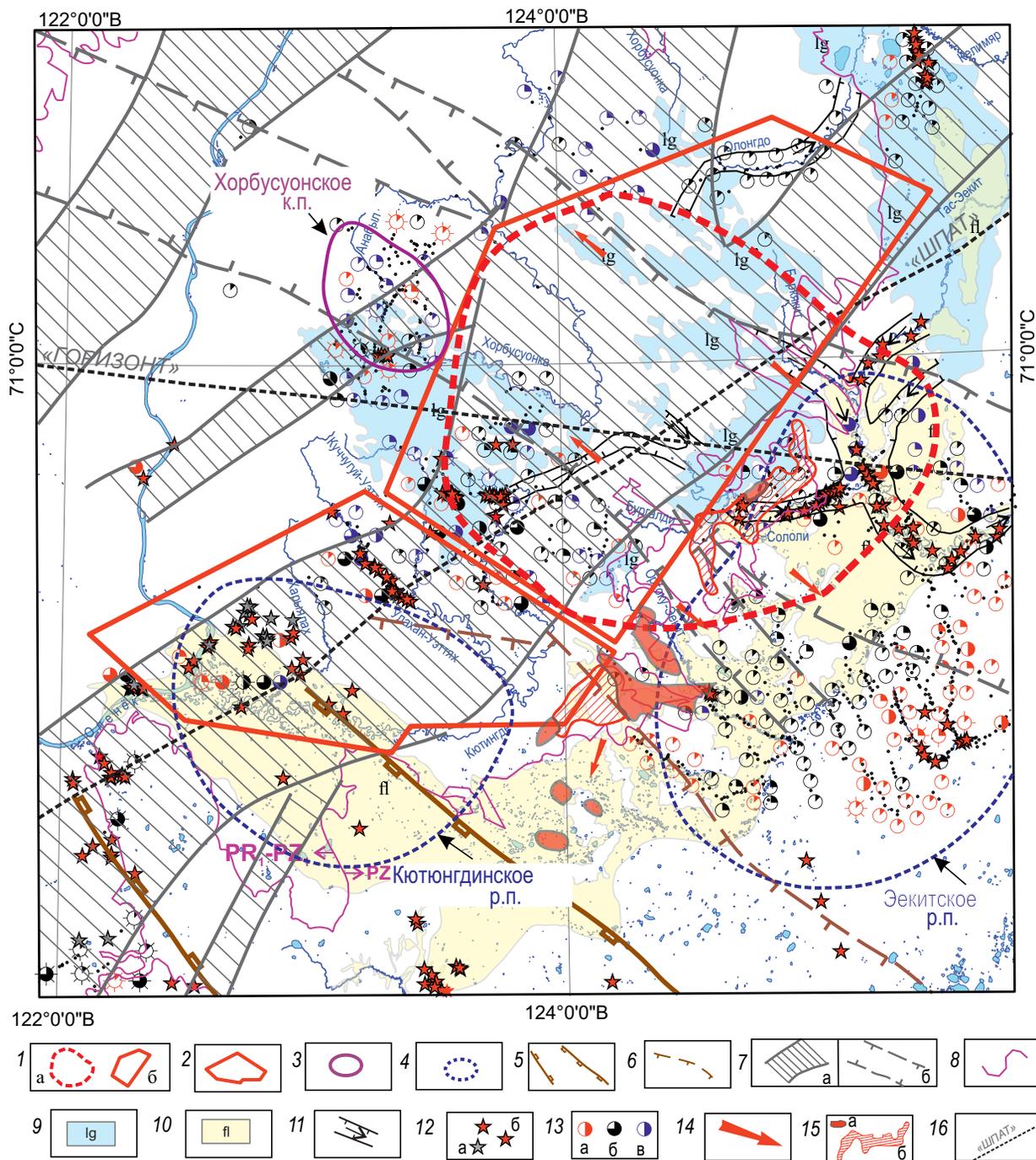


Рис. 2. Положение в пределах Оленюкской алмазоперспективной области площадей, рекомендованных для постановки алмазопромысловых работ различных стадий

1, 2 – границы: 1 – Сололийской алмазоперспективной площади; а – выделенной по геолого-геофизическим предпосылкам, б – рекомендованной для постановки ПМР; 2 – Восточнооленюкской площади, включенной в Перечень Роснедр для постановки поисковых работ на месторождения алмазов; 3 – Хорбусуонское неалмазоносное кимберлитовое поле мезозойского возраста; 4 – площади с оцененными и апробированными прогнозными ресурсами алмазов категории Р₃ и их названия, выделенные ранее; 5 – Кютюнгинский рифтогенный грабен; 6 – северо-восточный борт Кютюнгинского рифтогенного грабена; 7 – зоны разрывных дислокаций, выделенные по геофизическим данным в составе Далдыно-Оленюкской (а) и Молодо-Попигайской (б) кимберлитоконтролирующих зон; 8 – граница распространения отложений верхнего палеозоя и мезозоя; 9 – озерно-ледниковые отложения четвертичного возраста, развитые на водораздельных пространствах Сололийской площади; 10 – область развития верхнелейстоценовых зырянских тонкодисперсных осадков (флювиогляциальные зандры); 11 – долины катастрофических спусков временных ледниковых озер с направлением перемещения обломочного материала; 12 – находки алмазов в составе осадков долин рек; 13 – ореолы рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов в составе современного аллювия рек: пироп (а), пикроильменит (б), хромшпинелид (в); 14 – направления разноса обломочного материала на начальных этапах дегляциации территории; 15 – выходы на подчетвертичную поверхность интрузий гранитов (а) и метаморфических пород (б); 16 – линии региональных сейсмических профилей ГСЗ «Горизонт» (Воркута–Тикси) и «Шпат» (реки Кеть–Тикси)

ранее Кютингинское рудное поле (р. п.) с оцененными прогнозными ресурсами алмазов категории P_2 в количестве 28,5 млн кар. Выполненный нами анализ особенностей формирования ореолов рассеяния МИК, а также распределение россыпей проявлений алмазов позволил сделать заключение о том, что его прогнозные ресурсы недооценены. Геолого-геофизическая изученность Кютингинского р. п., анализ и интерпретация геолого-геофизических материалов из работ предшественников позволила нам в ходе рассматриваемых камеральных работ уточнить положение данной площади с ее переименованием в Восточнооленёкскую. В настоящее время Восточнооленёкская площадь включена в Перечень Роснедра на постановку поисковых работ на коренные источники алмазов.

Сололийская площадь расположена в пределах одноименного поднятия Оленёкского свода Сибирской платформы. Здесь ее позиция определяется тектоническим узлом пересечения зон разрывных дислокаций северо-восточного и северо-западного простираний, выделяемых по геофизическим данным в составе Далдыно-Оленёкской и Молодо-Попигайской кимберлитоконтролирующих зон. В районе данного тектонического узла по результатам интерпретации аномальных особенностей гравитационного и магнитного полей, анализа сейсмических разрезов вдоль фрагментов профилей ГСЗ «Горизонт» (Воркута–Тикси) и «Шпат» (реки Кеть–Тикси) в разрезе земной коры была выделена интегрированная трансоровая неоднородность с аномальными (по отношению к вмещающей толще) сейсмическими и петрофизическими (плотностными и магнитными) параметрами [9]. Результаты сопоставления полученных характеристик с глубинными особенностями и земной коры площадей с промышленно алмазоносными кимберлитовыми полями других регионов (в том числе и Якутии) позволили предварительно отнести выделенную нами Сололийскую площадь в разряд алмазоперспективных.

На **втором этапе** прогнозно-ревизионных исследований территории северо-востока Сибирской платформы нами проводился анализ имеющихся минералогических данных, которые являются прямыми признаками алмазоносности для площадей, выделенных с использованием глубинных геолого-геофизических предпосылок. К подобным признакам относятся ореолы рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов (МИК), однозначно связанные с выделенной площадью, а также россыпи и россыпей проявления алмазов. Анализировались ретроспективные данные по результатам опробования рек, а также терригенных осадочных толщ, перекрывающих срез кимберлитовмещающих пород среднепалеозойского возраста, т. е. возраста продуктивного алмазоносного магматизма Сибирской платформы. В ходе данных исследований анализировались особенности литологического состава дочетвертичных терригенных толщ, четвертичных осадков, современного аллювия, в составе которого известны богатейшие рос-

сыпи алмазов. Особое внимание было уделено особенностям геоморфологии долин рек.

В ходе данных исследований нам пришлось столкнуться с тем, что традиционные представления о механизмах формирования россыпей алмазов данного региона могут быть кардинально пересмотрены. Кроме того, многие геологические данные указывают на то, что часть аллювиальных россыпей алмазов Лено-Анабарского междуречья может быть связана с алмазоносными кимберлитами мезозойского возраста.

Рассмотрим, как высказанные соображения реализуются на примере геологической ситуации на Сололийской площади. Большая часть данной площади относится к так называемым открытым территориям, т. е. территориям, где потенциально кимберлитовмещающие породы перекрыты тонким плащом четвертичных осадков. При этом на подчетвертичную поверхность могут выходить кимберлитовые тела всех известных в Сибири возрастов. К востоку площади в сторону долины р. Лена последовательно известны выходы отложений перми, триаса, юры, которые к юго-востоку от Сололийской площади перекрыты четвертичными зырянскими гравийно-песчано-галечными отложениями.

Материалы для анализа собирались из отчетов по геологической съемке масштаба 1 : 50 000: авторы С. А. Тихогласов, А. А. Тамбовцев, Ю. М. Сибирцев. Съемка проводилась на рубеже 1980–1990 гг., а также из отчетов по поискам алмазных месторождений: Отчет о ревизионных работах по оценке перспектив алмазоносности слабо изученных площадей северной части Якутской алмазоносной провинции за 1981–1985 гг. (Ю. П. Белик, 1985 г.); Отчет о результатах поисково-оценочных работ на коренные и россыпные месторождения алмазов в бассейне реки Экикт в 2015–2018 гг. (М. Г. Мухамедьяров, 2020 г.); Отчет о результатах прогнозно-поисковых работ на коренные месторождения алмазов в пределах Оленёкского поднятия (Республика Саха (Якутия) в 2007–2010 гг. (С. А. Граханов, 2010 г.).

Основные ореолы рассеяния МИК и находки алмазов известны в юго-восточной части Сололийской площади, а также в направлении на юго-восток за ее пределами. На большей части территории площади известны лишь единичные находки алмазов, контрастные ореолы рассеяния МИК отсутствуют. С северо-запада к Сололийской площади примыкает Хорбусонское кимберлитовое поле с кимберлитами мезозойского возраста, с юго-востока расположено Экиктское р. п. с оцененными прогнозными ресурсами категории P_3 в количестве 31 млн кар, выделенное ранее. Следует заметить, что 50% Экиктского р. п. в его северной части входит в состав Сололийской площади.

Основные находки МИК в пределах Экиктской площади были обнаружены в современном русловом аллювии. При этом выявленные МИК практически во всех пробах имеют III, IV класс износа. МИК крупных размеров практически не известны. Все это позволяет рассматривать их как ореолы

рассеяния дальнего сноса. Кроме того, в составе тяжелой фракции присутствуют минералы, связанные с метаморфическими породами: дистен, силлиманит. При этом выходы этих пород известны за несколько десятков км от мест обнаружения ореолов МИК.

В связи с этим нами была предпринята попытка решения вопроса о направлениях и потенциальной дальности переноса МИК и алмазов при формировании осадков долинных комплексов рек.

Представления об особенностях формирования осадков долин рек изложены в отчетах по геологической съемке масштаба 1 : 50 000: авторы С. А. Тихогласов, А. А. Тамбовцев, Ю. М. Сибирцев. Все исследователи отмечали двучленное строение отложений, выполняющих долины рек: нижние части сложены галечниками, верхние – тонкодисперсными осадками. С. А. Тихогласов относил эти отложения к средне-верхнечетвертичному возрасту, при этом отмечал, что этот тип отложений плащом покрывает Сололийскую возвышенность, а также плащом выполняет долины речных систем. А. А. Тамбовцев рассматривал эти отложения как флювиогляциальные. Ю. М. Сибирцев связывал галечники с неогеном и относил их к осадкам пра-Лены.

Все упомянутые исследователи отмечали, что алмазы в составе аллювиальных отложений появляются в местах, где происходит размыв этих галечников. С. А. Тихогласов отмечал, что состав галечников и современного аллювия идентичен. В связи с этим можно утверждать, что ключ к пониманию особенностей формирования аллювиальных россыпей лежит в решении задачи об особенностях перемещения алмазоносного материала в процессе формирования данных галечников.

Нами полностью разделяется точка зрения А. А. Тамбовцева, что эти галечники являются флювиогляциальными. Гранулометрический состав данных галечников, представленных гравийно-галечной смесью с валунами на песчано-глинистом заполнителе, свойственен образованиям селевого типа, точнее гляциоселевого. Долины рек, в которых известны россыпи и россыпепроявления алмазов, характеризуются трапецевидной формой. Подобная форма характерна для долин стока талых ледниковых вод, а также для долин, сформированных при катастрофических спусках временных ледниковых озер. Формирование трапецевидной долины при сбросе селевого потока с ледника Шпицберге на наблюдал и описал Ю. А. Лаврушин [5].

Аналогичная форма речных долин, сформированных при процессах катастрофических спусков временных ледниковых озер, описана американскими геологами на примере района оз. Агассиз в Северной Америке [11]. Согласно их данным, грубообломочный материал переносится подобными потоками на десятки и сотни километров от его возможной мобилизации. Аналогичным образом могут переноситься алмазы и МИК от участков их потенциальной мобилизации.

В пределах Сололийской площади имеются все признаки похожих процессов, описанных аме-

риканскими геологами. Так, по данным А. А. Тамбовцева на водораздельных пространствах Сололийской площади имеются палеоозерные осадки. Данные осадки хорошо диагностируются на спектрозональных космоснимках, где они выделяются своей светло-зеленой окраской. Долины рек имеют достаточно четко выраженную трапецевидную форму. Для осадков, выполняющих долины рек, характерен неслоистый гравийно-галечный материал с валунами на песчано-глинистом заполнителе. Подобный гранулометрический состав характерен для водно-грязевых потоков селевого типа. Приведенные факты могут быть объяснены процессами, происходящими в период дегляциации территории, во время которых формировались внутриледниковые озерные бассейны. Разрушение стенок этих бассейнов при прогрессирующем таянии приводило к их катастрофическим спускам.

Основной сброс воды происходил по понижению рельефа в сторону долины р. Лена. В связи с этим основные ореолы рассеяния МИК, обнаруженные в пределах Экеитского р. п., снесены с Сололийской площади.

Распределение ореолов рассеяния МИК по терригенным осадочным толщам позволяет сделать следующие предварительные выводы. В терригенных отложениях перми, развитых в восточной части Сололийской площади, отсутствуют алмазы, МИК присутствуют в виде единичных находок. Данное обстоятельство не позволяет прогнозировать наличие в пределах площади алмазоносных объектов среднепалеозойского возраста. В то же время наблюдается явный снос алмазов в состав осадков, выполняющих долины рек с этой территории. В связи с этим можно предполагать, что здесь имеются алмазоносные источники более молодого возраста (мезозойского), чем пермские осадки.

Данное заключение имеет предварительный характер и должно быть уточнено в ходе последующих работ.

Заключение. Таким образом, нами на примере прогнозно-ревизионных работ, выполненных для условий Оленёкского поднятия Сибирской платформы, показана возможность выделения площадей для проведения ГРП на алмазы различных стадий. Для Сололийской площади предложена принципиально новая интерпретация особенностей формирования ореолов рассеяния МИК и россыпепроявлений алмазов. Предложенный подход позволил обосновать перспективы данной площади на возможность обнаружения в ее пределах коренных месторождений алмазов, несмотря на тот факт, что ранее данная территория по результатам выполненных работ не была отнесена к перспективным на выявление промышленно значимых алмазоносных тел. В результате данная площадь была рекомендована на постановку прогнозно-минерагенических работ (ПМР) (рис. 2). Контур данной площади был скорректирован исходя из наличия в данном районе действующих лицензий. Целевым назначением этих работ является локализация площади под постановку

поисковых работ на коренные месторождения алмазов с оценкой прогнозных ресурсов категории P_3 . Задачи, которые при этом следует решить, перечислены ниже.

1. Локализация прогнозируемых алмазонасных кимберлитовых полей под постановку поисковых работ на коренные источники алмазов на основе комплекса геолого-геофизических предпосылок, разработанных ФГБУ «ЦНИГРИ» и изложенных в Методических рекомендациях по поискам коренных месторождений алмазов на «закрытых» территориях [6].

2. Выявление признаков наличия алмазонасных кимберлитов в пределах выделенных площадей на основе шлихо-минералогического, мелко-объемного и крупнообъемного опробования современного аллювия и четвертичных водно-ледниковых осадков с определением участков мобилизации алмазов и МИК.

3. Разработка прогнозно-поискового комплекса (ППК), учитывающего особенности геологического строения площадей, рекомендованных для постановки поисковых работ.

4. Оценка (переоценка) прогнозных ресурсов алмазов категории P_3 для площадей, выделенных для постановки поисковых работ на коренные месторождения алмазов.

Опыт ФГБУ «ЦНИГРИ», полученный в ходе проведения прогнозно-ревизионных работ по Госзаданию, показывает, что данные виды работ позволяют в достаточно короткие сроки подготовить и обосновать площади под постановку алмазопроисковых работ различных стадий, что позволит:

- восполнить имеющийся дефицит поисковых площадей;
- проводить поисковые работы на наиболее перспективных площадях, что повысит экономическую эффективность проводимых работ;
- изложенный подход позволит с максимальной степенью эффективности решить проблемы с исчерпанием запасов алмазов в РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ваганов В. И. Алмазные месторождения России и мира (основы прогнозирования). – М. : ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – 371 с.
2. Голубев Ю. К. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы алмазов России / Ю. К. Голубев, К. В. Гаранин, Д. А. Кошкарёв, Ю. Ю. Голубева, Н. К. Шахурдина // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2020. – № 6. – С. 3–11.
3. Голубев Ю. К., Прусакова Н. А., Голубева Ю. Ю. Проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы алмазов Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2022. – № 2. – С. 27–34.
4. Дучков А. Д., Соколова Л. С. Тепловой поток кимберлитовых провинций в прошлом и настоящем // Эволюция континентальной литосферы, происхождение алмазов и их месторождений: Тезисы докл. Междунар. симпозиума, посвящ. 70-летию акад. Соболева Н. В., Новосибирск, 3–5 июня 2005 г. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, Филиал «Гео», 2005. – 34 с.
5. Лаврушин Ю. А. Особенности динамики высокоскоростного осадконакопления водокаменных селевых

потоков горных долин и склонов // Бюлл. Комиссии по изучению четв. периода. – 2018. – № 76. – С. 110–134.

6. Методические рекомендации по поискам коренных месторождений алмазов на «закрытых» территориях / Ю. К. Голубев, Н. А. Прусакова, И. И. Микоев и др. – М. : ЦНИГРИ, 2024. – 82 с.

7. Прусакова Н. А. Геолого-геофизическая прогнозно-поисковая модель Зимнебережного кимберлитового поля // Автореф. дисс. канд. геол.-минерал. наук. – М., 2004. – С. 24.

8. Прусакова Н. А., Громцев К. В., Лаптев М. М. Геолого-геофизические предпосылки выделения перспективных площадей для постановки поисковых работ на коренные месторождения алмазов // Руды и металлы. – 2021. – № 3. – С. 22–45.

9. Прусакова Н. А., Громцев К. В., Нумалов А. С. Локализация алмазоперспективных площадей с использованием геолого-геофизических предпосылок на примере северо-востока Сибирской платформы // Сборник тезисов докладов XIII Международной научно-практической конференции «Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов» (10–12 апреля 2024 г., Москва, ФГБУ «ЦНИГРИ»). – М. : ЦНИГРИ, 2024. – С. 320–322.

10. Розен О. М., Манаков А. В., Зинчук Н. Н. Сибирский кратон: формирование, алмазонасность. – М. : Научный мир, 2006. – 212 с.

11. Clarke G. K. C. Paleohydraulics of the last outburst flood from glacial Lake Agassiz and the 8200 BP cold event / G. K. C. Clarke, D. W. Leverington, J. T. Teller, A. S. Dyke // Quaternary Science Reviews. – 2004. – Vol. 23. – Pp. 579–591.

12. Griffin W. L. The Siberian lithosphere traverse: mantle terranes and the assembly of the Siberian Craton / W. L. Griffin, C. G. Ryan, F. V. Kaminsky, S. Y. O'Reilly, L. M. Natapov, T. T. Win, P. D. Kinny, P. Ilupin // Tectonophysics. – 1999. – Vol. 310. – Pp. 1–35.

13. Pokhilenko N. P. Peculiarities of distribution of pyroxenite paragenesis garnets in Yakutian kimberlites and some aspects of the evolution of the Siberian Craton lithospheric mantle / N. P. Pokhilenko, N. V. Sobolev, S. S. Kuligin, N. Shimizu // Proceedings of the 7th Kimberlite conf. – Cape Town, 1999. – Vol. 2. – Pp. 689–698.

REFERENCES

1. Vaganov V. I. Almaznye mestorozhdeniya Rossii i mira (osnovy prognozirovaniya) [Diamond deposits of Russia and the World (forecasting principles)]. Moscow, ZAO «Geoinformark», 2000, 371 p.
2. Golubev Yu. K., Garanin K. V., Koshkarev D. A., Golubeva Yu. Yu., Shakhurdina N. K. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evoy bazy almazov Rossii [State and prospects for the development of the mineral resource base of diamonds in Russia]. *Mineral Resources of Russia. Economics and Management*, 2020, no. 6, pp. 3–11.
3. Golubev Yu. K., Prusakova N. A., Golubeva Yu. Yu. Problemy vosproizvodstva mineral'no-syr'evoy bazy almazov Rossiyskoy Federatsii [Problems of reproduction of the mineral resource base of diamonds of the Russian Federation]. *Mineral resources of Russia. Economics and management*, 2022, no. 2, pp. 27–34.
4. Duchkov A. D., Sokolova L. S. Teplovoy potok kimberlitovykh provintsiy v proshlom i nastoyashchem [Heat flow of kimberlite provinces in the past and present]. *Evolution of the continental lithosphere, origin of diamonds and their deposits, theses*. Novosibirsk, Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences «Geo», 2005, 34 p.
5. Lavrushin Yu. A. Osobennosti dinamiki vysokoskorostnogo osadkonakopleniya vodokamennykh selevykh potokov gornykh dolin i sklonov [Features of the dynamics

of high-speed sedimentation of water-rock mudflows of mountain valleys and slopes]. *Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary Period*, 2018, no. 76, pp. 110–134.

6. Golubev Yu. K., Prusakova N. A., Mikoev I. I. et al. Metodicheskie rekomendatsii po poiskam korennykh mestorozhdeniy almazov na «zakrytykh» territoriyakh [Methodological recommendations for searching for primary diamond deposits in «closed» territories]. Moscow, TsNIGRI, 2024, 82 p.

7. Prusakova N. A. Geologo-geofizicheskaya prognozno-poiskovaya model' Zimnerezhnogo kimberlitovogo polya [Geological and geophysical forecast and exploration model of the Zimnerezhny kimberlite field]. Abstract of a dissertation for the degree of Candidate of Geological and Mineral Sciences. Moscow, 2004, pp. 24.

8. Prusakova N. A., Gromtsev K. V., Laptev M. M. Geologo-geofizicheskie predposylki vydeleniya perspektivnykh ploshchadey dlya postanovki poiskovykh rabot na korennyye mestorozhdeniya almazov [Geological and geophysical prerequisites for the allocation of promising areas for exploration work on primary diamond deposits]. *Ores and Metals*, 2021, no. 3, pp. 22–45.

9. Prusakova N. A., Gromtsev K. V., Numalov A. S. Lokalizatsiya almazoperspektivnykh ploshchadey s ispol'zovaniem geologo-geofizicheskikh predposylok na primere severo-vostoka Sibirskoy platformy [Localization of

diamond-promising areas using geological and geophysical prerequisites on the example of the north-east of the Siberian platform]. Collection of abstracts of reports of the XIII International scientific and practical conference «Scientific and methodological foundations for forecasting, prospecting, and evaluation of deposits of diamonds, precious and non-ferrous metals» (April 10–12, 2024, Moscow, FSBI «TsNIGRI»). Moscow, TsNIGRI, 2024, pp. 320–322.

10. Rozen O. M., Manakov A. V., Zinchuk N. N. Sibirskiy kraton: formirovaniye, almazonosnost' [Siberian craton: formation, diamond content]. Moscow, Scientific World, 2006, 212 p.

11. Clarke G. K. C., Leverington D. W., Teller J. T., Dyke A. S. Paleohydraulics of the last outburst flood from glacial Lake Agassiz and the 8200 BP cold event. *Quaternary Science Reviews*, 2004, vol. 23, pp. 579–591.

12. Griffin W. L., Ryan C. G., Kaminsky F. V., O'Reilly S. Y., Natapov L. M., Win T. T., Kinny P. D., Ilupin P. The Siberian lithosphere traverse: mantle terranes and the assembly of the Siberian Craton. *Tectonophysics*, 1999, vol. 310, pp. 1–35.

13. Pokhilenko N. P., Sobolev N. V., Kuligin S. S., Shimizu N. Peculiarities of distribution of pyroxenite paragenesis garnets in Yakutian kimberlites and some aspects of the evolution of the Siberian Craton lithospheric mantle. *Proceedings of the 7th Kimberlite conf.* Cape Town, 1999, vol. 2, pp. 689–698.

Голубев Юрий Конкордьевич – канд. геол.-минерал. наук, начальник отдела алмазов. <diamond@tsnigri.ru>

Прусакова Наталья Александровна – канд. геол.-минерал. наук, зав. лабораторией отдела алмазов. <prusakova@tsnigri.ru>

Golubev Yuriy Konkordiyevich – PhD (Geology and Mineralogy), Head of the Diamonds Department. <diamond@tsnigri.ru>

Prusakova Natalya Aleksandrovna – PhD (Geology and Mineralogy), Head of the Laboratory of the Diamonds Department. <prusakova@tsnigri.ru>

Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ЦНИГРИ). Варшавское шоссе, 129, корп. 1, Москва, Россия, 117545.

Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals (TsNIGRI). 129/1 Varshavskoe sh., Moscow, Russia, 117545.