

МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ,  
ОЦЕНКИ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 549.211 : 549.553

## Алмазы из древних осадочных толщ и их поставщики (на примере Якутской кимберлитовой провинции)

### Diamonds in old sedimentary rocks and their source (on the basis of Yakutia kimberlite province)

Бардухинов Л. Д., Зинчук Н. Н.

Barduchinov L. D., Zinchuk N. N.

Приведены типоморфные особенности алмазов перспективных территорий Сибирской платформы (СП), показана возможность их использования при прогнозировании коренных и россыпных месторождений на стадиях региональных и среднемасштабных исследований, а также при локальном прогнозе. По результатам изучения типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых тел с убогой продуктивностью отдельных полей СП установлено, что для них характерно высокое содержание типичных округлых выделений минерала уральского (бразильского) типа с шагренью и полосами пластической деформации. Это отличает их по данному критерию от аналогичных тел с алмазоносностью и позволяет прогнозировать уровень продуктивности пород уже по первым сотням добытых кристаллов на начальных стадиях геолого-поисковых и разведочных работ. Показаны примеры использования типоморфных особенностей алмазов при прогнозировании высокоалмазоносных кимберлитов и россыпей в пределах Центрально-Сибирской (Малоботуобинский, Далдыно-Алакитский, Моркокинский, Среднемархинский районы), Лено-Анабарской (Кюютунгинский район) и Тунгусской (Байкитский район) субпровинций СП.

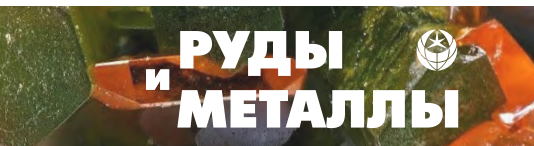
Ключевые слова: типоморфизм алмазов, Сибирская платформа, региональный и локальный прогнозы, высокоалмазоносные кимберлиты и россыпи.

This study provides the results of a complex investigation of a number of kimberlite bodies with half-industrial diamond content in several regions of the Siberian platform. This allowed us to establish the typomorphic features of the mineral. Diamonds from half-industrial diatremes of Daldyn-Alakitsky and Verkhne-Munsky diamondiferous regions are characterized by the prevalence of crystals with rhombic dodecahedral habit at high content of typical rounded diamonds, being an unfavorable factor of high diamond content. Differences in diamond features between individual kimberlite bodies are less pronounced than between diamondiferous regions, confirming the upper mantle heterogeneity in various parts of the platform. Prevalence of laminar crystals of octahedral, rhombic dodecahedral and transitive between them habits in pipes of the peripheral part of the Siberian platform (pipe Malo-Kuonapuskaya) is indicative of the absence of horizontal zonation in alteration of typomorphic features within the investigated territory. Examples of using typomorphic features of diamonds are shown for forecasting kimberlite with high-diamond content within Central-Siberian sub-provinces (Malobotuobinsky, Daldyn-Alakitsky, Morkoka and Sredne-Markhinsky regions, Lena-Anabar (Kyutyungdinsky region) and Tunguska (Baikitsky region)).

Keywords: typomorphism of diamonds, Siberian platform, regional and local forecast, high-diamondiferous kimberlites.

Для цитирования: Бардухинов Л. Д., Зинчук Н. Н. Алмазы из древних осадочных толщ и их поставщики (на примере Якутской кимберлитовой провинции). Руды и металлы. 2022. № 2. С. 65–86. DOI: 10.47765/0869-5997-2022-10011.

For citation: Barduchinov L. D., Zinchuk N. N. Diamonds in old sedimentary rocks and their source (on the basis of Yakutia kimberlite province). Ores and metals, 2022, № 2, pp. 65–86. DOI: 10.47765/0869-5997-2022-10011.



Алмаз – минерал с широким комплексом физико-химических и кристалломорфологических особенностей, отражающих своеобразие термодинамических и геохимических условий его образования, которые могут быть использованы в качестве типоморфных [1–10]. Проведёнными комплексными исследованиями установлено, что алмазы из отдельных кимберлитовых тел (а нередко и из различных минералого-петрографических разновидностей кимберлита в отдельном месторождении) существенно отличаются по ряду типоморфных особенностей. Зная свойства алмазов из кимберлитовых тел, можно с большой долей уверенности решить вопрос о коренных источниках изучаемой россыпи или группы россыпей [11–16].

Современные методы исследований алмазов [1–5, 17–19] дают возможность получить большой объём информации об условиях их образования, последующего существования и изменения, что важно для прогнозирования, поиска и оценки алмазных месторождений. Из широкого спектра этих особенностей наиболее информативны и относительно легко диагностируемы морфология, фотолюминесценция, распределение оптически активных азотных и водородных центров, электронный парамагнитный резонанс, химический состав твёрдых включений в алмазах и др. При этом главнейшая из них – установить принадлежность алмазов к определённой минералогической разновидности по комплексу взаимосвязанных признаков и свойств.

В результате многолетних исследований алмазов из россыпей и кимберлитовых тел Сибирской платформы (СП) с применением минералогической классификации, предложенной Ю. Л. Орловым [20] и имеющей хорошее физическое обоснование [21–25], по которой выделяется 11 генетических разновидностей алмазов (с дополнительным разделением кристаллов отдельных разновидностей по габитусу и морфологическим типам кристаллов), накоплен громадный фактический материал по типоморфным особенностям минерала из кимберлитовых диатрем, современных отложений и разновозрастных вторич-

ных коллекторов с выделением типов их первоисточников.

В работе использованы доступные материалы исследований специалистов, проводимых в различные годы под руководством известных алмазников: К. П. Аргунова, В. П. Афанасьева, З. В. Бартошинского, С. Н. Бекеша, Ю. М. Биленко, А. П. Бобриевича, А. И. Боткунова, М. Д. Братуся, М. А. Гневушева, Э. С. Ефимовой, В. Р. Захаровой, В. И. Коптиля, В. Н. Квасницы, А. И. Махина, В. П. Мирнова, А. Д. Харькива, Г. К. Хачатрян и др.

Изучение типоморфных особенностей алмазов из россыпей и россыпей проявлений СП позволило определить [10–12], что формирование этих продуктивных толщ происходило за счёт размыва четырёх типов первоисточников:

1-й тип первоисточника, характерный для богатых кимберлитовых тел с преобладанием алмазов, представленных ламинарными кристаллами октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними габитусов и образующих непрерывный ряд, а также присутствием алмазов с оболочкой IV разновидности, серых кубов III разновидности, поликристаллических агрегатов VIII, IX разновидностей и в некоторых трубках (например, Юбилейная) равномерно окрашенных в жёлтый цвет кубоидов II разновидности.

По соотношению габитусов, морфологических типов кристаллов и разновидностей среди алмазов этого типа первоисточника различается ряд ассоциаций кристаллов, выделяемых по названию районов или отдельных фаз кимберлитового магматизма в их пределах (мирнинская, далдыно-алакитская, верхнемунская, кютюнгинская и др.).

2-й тип первоисточника – алмазы также кимберлитового генезиса, характерные для тел с низкой алмазоносностью и жил, в которых преобладают додекаэдрониды с шагренью и полосами пластической деформации «жильного» типа, типичные округлые алмазы уральского (бразильского) типа и бесцветные кубоиды I разновидности.

3-й тип первоисточника – алмазы невыясненного генезиса, характерные для россы-



пей северо-востока СП, где их коренные источники до настоящего времени не обнаружены. Представлены графитизированными ромбододекаэдрами V разновидности, сложными двойниками и сростками додекаэдровидов VII разновидности с лёгким ( $\delta^{13}\text{C} = -23,60 \text{ ‰}$ ) изотопным составом углерода [13–17] и равномерно окрашенными кубоидами II разновидности с изотопным составом углерода промежуточного состава, образующими ассоциацию эбеляхского (нижнеленского) типа.

4-й тип взрывных кольцевых структур компактного генезиса, алмазы которого сложены поликристаллами типа карбонадо с примесью гексагональной модификации углерода – лонсдейлита (якутит).

Следует отметить, что алмазы 1-го типа первоисточника резко преобладают (рис. 1) в кимберлитовых диатремах и россыпях Центрально-Сибирской алмазоносной субпровинции (ЦСАСП) как современного, так и более древнего (пермского и юрского) возраста. В пределах Анабаро-Оленёкской алмазоносной области алмазы 1-го типа первоисточника преобладают (рис. 2) в нижне- и верхнекаменноугольных, нижнепермских и пространственно связанных с ними современных отложениях Кютюндинского и Молодо-Далдынского полей россыпной алмазоносности, а также в россыпи р. Улаах-Муна, ниже известных кимберлитовых тел Верхнемунского поля с близкой к промышленной алмазоносностью. Необходимо также отметить преобладание алмазов 1-го типа первоисточника в нижнекаменноугольных отложениях тычанского коллектора Красноярского края (запад Тунгусской синеклизы – Байкитская область), для которых предполагается множественность коренных источников, что может свидетельствовать [17–19] о присутствии в данном регионе продуктивных кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста.

Значительный практический интерес представляют результаты исследования типоморфизма алмазов из известных кимберлитовых тел СП, что позволяет проводить районирование коренной алмазоносности. Очень важны выводы по алмазам из кимберлитовых

тел северо-востока СП, на которых в последние годы в ходе ревизионно-опробовательских работ добыто представительное количество алмазов и получены принципиально новые данные по их алмазоносности [2–5].

В свою очередь, данные изучения типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых тел Верхнемунского (трубки Заполярная, Новинка, Комсомольская-Магнитная, Поисковая), Куранахского (Малокуонапская, Университетская и др.), Омонос-Укукитского (Русловая, Ленинград, Лорик, Светлана), Куойского (Дьянга), Верхнемоторчунского (Аэрогеологическая), Лучаканского (Лыхчан, Отрицательная, Двойная, Дама) и Чомурдахского (Ан. 21/73) полей свидетельствуют об их сильном отличии от кристаллов большинства россыпей северо-востока СП с невыявленными коренными источниками.

Во-первых, в этих кимберлитовых телах полностью отсутствуют алмазы II, V и VII разновидностей (3-й тип первоисточника), представляющие основной тип первоисточника (50–70 % от общей алмазоносности) для разновозрастных россыпей Эбеляхской алмазоносной площади и среднетриасовых отложений Нижнеленского алмазоносного поля.

Во-вторых, следует отметить преобладание ламинарных кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов (особенно в мелком классе – +0,5-1 мм) в известных кимберлитовых телах упомянутых полей, что говорит об отсутствии зональности коренной алмазоносности СП по типоморфным особенностям алмазов [8]. Полученные данные свидетельствуют о принципиальной возможности выявления на северо-востоке СП отдельных кимберлитовых тел или рудных столбов в трубках сложного геологического строения с близкой к промышленной алмазоносностью, с преобладанием кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов. В связи со своеобразием минералого-петрографического состава кимберлитов трубки Малокуонапская [10–12] и отсутствием в них пиропов с высоким содержанием кноррин-



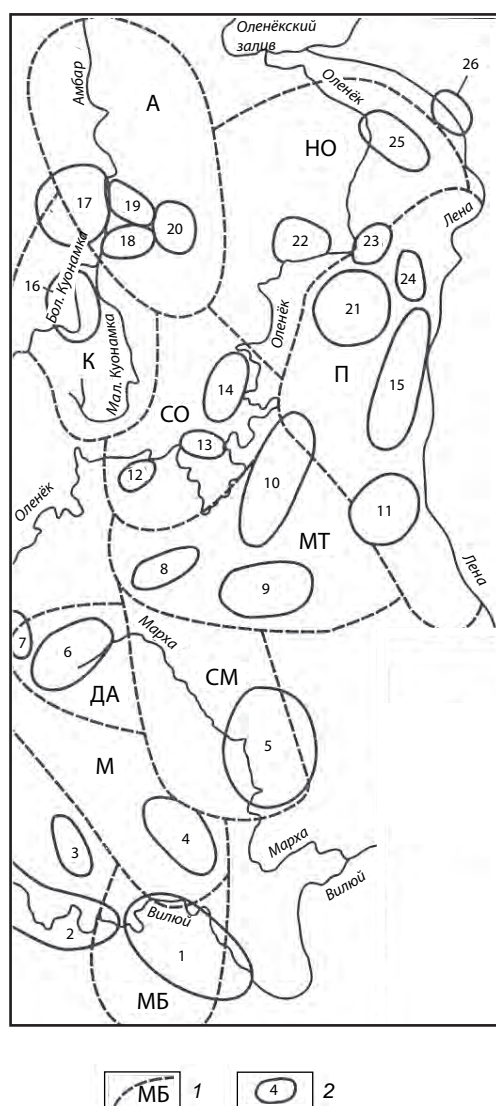
**Рис. 1. Схема районирования по алмазам Сибирской алмазоносной провинции:**

1–3 – границы: 1 – Сибирской алмазоносной провинции, 2 – субпровинций (ЦС – Центрально-Сибирской, ЛА – Лено-Анабарской, Т – Тунгуской, А – Алданской), 3 – областей (а – Саяно-Тунгуской, b – Байкитской, с – Анабаро-Оленёвской, d – Кюотунгинской); 4 – алмазоносные районы: I – Котуй-Меймечинский, II – Куонапский, III – Среднеолёнский, IV – Нижнеолёнский, V – Верхнемунский, VI – Далдыно-Алакитский, VII – Среднемархинский, VIII – Малоботубинский, IX – Моркоинский, X – Анабарский; 5 – кимберлитовые поля: 1 – Котуй-Меймечинское, 2 – Орто-Бларгинское, 3 – Старореченское, 4 – Ары-Мастахское, 5 – Дьюкенское, 6 – Луча-канское, 7 – Куранахское, 8 – Чомурдахское, 9 – Огонер-Юряхское, 10 – Западно-Укуитское, 11 – Восточно-Укуитское, 12 – Верхне-моторунское, 13 – Мерчимденское, 14 – Верхнемолодинское, 15 – Куйское, 16 – Верхнемунское, 17 – Далдынское, 18 – Алакит-Мархинское, 19 – Накынское, 20 – Мирнинское, 21 – Чадобецкое, 22, 23 – Инташинское, 24 – Верхнеалданское, 25 – Ингилийское



**Fig. 1. Scheme of zoning of diamonds of the Siberian diamondiferous province:**

1–3 – borders: 1 – Siberian diamond province, 2 – sub-provinces (CS – Central Siberian, LA – Lena-Anabar, T – Tunguska, A – Aldan), 3 – regions (a – Sayano-Tunguska, b – Baikit, c – Anabar-Olenokskaya, d – Kuytungdinskaya); 4 – diamond-bearing regions: 1 – Kotui-Meimichinsky, II – Kuonapsky, III – Sredneolenskyy, IV – Nizhneolenskyy, V – Verkhnemunsky, VI – Daldino-Alakitsky, VII – Srednemarkhinsky, VIII – Malobotuobinsky; IX – Morkokinsky, X – Anabarsky; 5 – kimberlite fields: 1 – Kotui-Meymetchinskoye, 2 – Orto-Yarginskoye, 3 – Starorechenskoye, 4 – Ary-Mastakhskoye, 5 – Dyukenskoye, 6 – Luchakanskoye, 7 – Kuranakhskoye, 8 – Chomurdakhskoye, 9 – Ogoner-Yuryakhskoye, 10 – West-Ukukitskoye, 11 – East-Ukukitskoye, 12 – Upper Motorchunskoye, 13 – Merchimdenskoye, 14 – Upper Molodinskoye, 15 – Kuoykskoye, 16 – Upper Munsokoye, 17 – Daldynskoye, 18 – Alakit-Markhinskoye, 19 – Nakynskoye, 20 – Mirninskoye, 21 – Chadobetskoye, 22, 23 – Ingashinskoye, 24 – Verkhnealdanskoye, 25 – Ingiliyskoye



**Рис. 2. Схема районирования Центрально-Сибирской и Лено-Анабарской субпровинций:**

1 – границы алмазоносных районов (МБ – Малоботуобинский, М – Моркокинский, СМ – Среднемархинский, ДА – Далдино-Алакитский, МТ – Муно-Тюнгский, СО – Среднеолёнёкский, К – Куонапский, А – Анабарский, П – Приленский, НО – Нижнеолёнёкский); 2 – границы полей россыпной алмазности (1 – Ботуобинско-Вилуйское, 2 – Верхневилуйское, 3 – Аламджахское, 4 – Ыгыаттинское, 5 – Среднемархинское, 6 – Верхнемархинское, 7 – Алакитское, 8 – Верхнемунское, 9 – Верхнетюнгское, 10 – Муно-Моторчунское, 11 – Хахчанское, 12 – Силигирское, 13 – Сопкинское, 14 – Укукитское, 15 – Лено-Сюнгюдинское, 16 – Куонапское, 17 – Анабаро-Попигайское, 18 – Нижнезбеляхское, 19 – Майат-Уджинское, 20 – Верхнеуджинское, 21 – Молодо-Далдынское, 22 – Беенчима-Куойкское, 23 – Кютюнгдинское, 24 – Усункинское, 25 – Келимерское, 26 – Нижнеленское)

**Fig. 2. Scheme of zoning of the Central Siberian and Lena-Anabar sub-provinces:**

1 – boundaries of diamond-bearing regions (MB – Malobotuobinsky, M – Morkokinsky, SM – Srednemarkhinsky, DA – Daldyno-Alakitsky, MT – Muno-Tyungsky, SO – Sredneoleneksky, K – Kuonapsky, A – Anabarsky, P – Prilensky, NO – Nizhneoleneksky); 2 – boundaries of alluvial diamond fields (1 – Botuobinsko-Vilyuiskoye, 2 – Verkhnevilyuiskoye, 3 – Alamdzhakhskoye, 4 – Ygyatta, 5 – Middle Markhinskoye, 6 – Upper Markhinskoye, 7 – Alakitskoye, 8 – Upper Munsokoye, 9 – Verkhnetyungskoye, 10 – Muno-Motorchunskoye, 11 – Khakhchanskoye, 12 – Siligirskoye, 13 – Sopkinskoye, 14 – Ukukitskoye, 15 – Leno-Syungyudinskoye, 16 – Kuonapskoye, 17 – Anabaro-Popigayskoye, 18 – Nizhneebelyakhskoye, 19 – Mayat-Udzhinskoye, 20 – Verkhneudzhinskoye, 21 – Molodo-Daldynskoye, 22 – Beenchime-Kuoykskoye, 23 – Kyutyungdinskoye, 24 – Usunkinskoye, 25 – Kelimerskoye, 26 – Nizhnelenskoye)

гитового компонента [1–4] необходима разработка критериев обнаружения высокопродуктивных кимберлитовых тел в пределах северо-востока СП.

В-третьих, впервые для северо-востока СП установлена [7, 9] близкая к промышленной алмазность северного рудного столба трубки Малокуонапская (Куранахское поле). Здесь преобладают характерные для богатых кимберлитовых тел кристаллы октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбо-

додекаэдрическому габитусов и отмечаются низкие (менее 10 %) содержания типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа, подчеркивающих отрицательный фактор алмазности [13]. Для южного рудного столба трубки характерна более низкая (практически на порядок) алмазность при одновременно резком увеличении (почти в восемь раз) содержания типичных округлых алмазов, что сближает данное тело с диатромой Сытыканская (Алакит-Мархинское поле).

Предлагается существенно изменить подход к технологии разномасштабного районирования алмазоперспективных территорий. Так, нами [8–12, 15–19] было проведено *региональное минералогическое районирование* территорий (см. рис. 1), при котором в СП выделены четыре алмазоносные субпровинции: Центрально-Сибирская (ЦСАСП), Лено-Анабарская (ЛААСП), Тунгусская (ТАСП) и Алданская (ААСП). Первая из них охватывает центральную часть СП, располагающуюся южнее Маакской излучины р. Оленёк, и характеризуется проявлением продуктивной россыпной алмазоносности и высокоалмазоносного кимберлитового магматизма среднепалеозойского возраста. Алмазы 1-го типа первоисточника резко преобладают в россыпях данной субпровинции (Малоботуобинский, Далдыно-Алакитский, Верхнемунский, Моркокинский, Среднемархинский алмазоносные районы) как современного, так и более древнего возраста. Эта субпровинция характеризуется наличием россыпей разной дальности сноса, для которых в отдельных алмазоносных районах существуют местные коренные источники. Наиболее широкие масштабы россыпной алмазоносности установлены в Малоботуобинском (МБАР) и Среднемархинском (СМАР) районах.

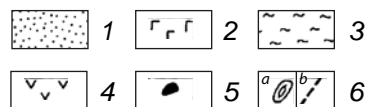
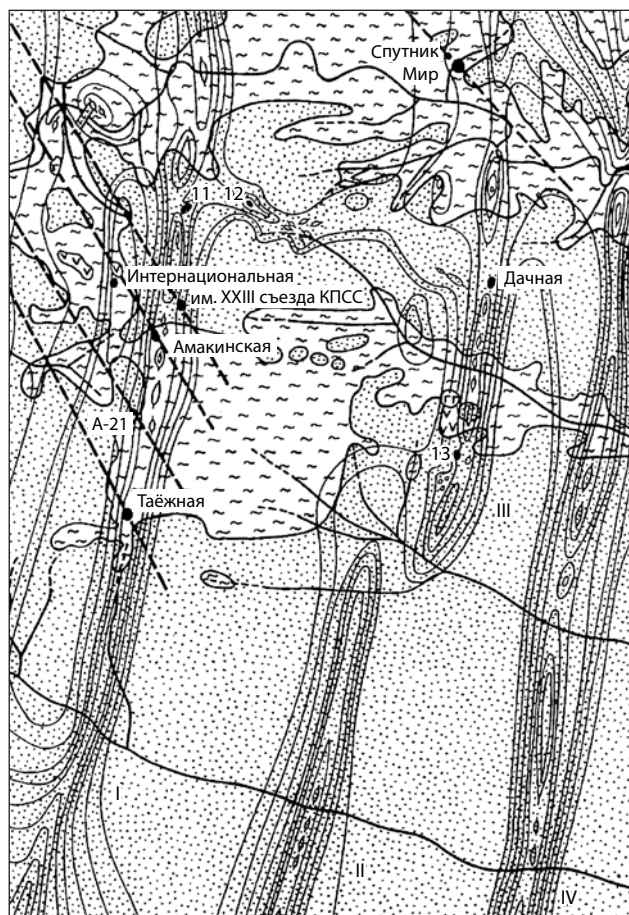
В пределах *Мирнинского кимберлитового поля* (МКП), входящего в МБАР, выявлены (рис. 3) семь кимберлитовых трубок (пять из которых представляют промышленный интерес) и одна не связанная с трубками дайка А-21. Размеры тел от десятков до сотен метров, форма трубчатая. Возраст кимберлитов среднепалеозойский. Известные в МКП кимберлитовые трубки и дайки приурочены к трём разломам. В зоне Западного разлома локализованы трубки Таёжная, Амакинская, им. XXIII съезда КПСС, дайка А-21, а также серии даек, сочленяющихся с этими трубками. Диатрема Интернациональная с системой даек расположена в 3 км от осевой линии Западного разлома и связана с Кюэляхским разломом [6, 9]. В зоне Параллельного разлома расположены трубки Мир, Спутник и Дачная, а также дайки, сопровождающие эти диатремы.

Кимберлитовые трубки Мир, Спутник и Амакинская отпрепарированы эрозией и выходят непосредственно на дневную поверхность. В отличие от них кимберлитовые трубки им. XXIII съезда КПСС, Интернациональная и Дачная полностью перекрыты кластическими отложениями ранней юры мощностью от первых метров до 12–19 м, а тр. Таёжная – частично. В МКП выделяются три группы кимберлитовых тел, резко различающихся по типоморфным особенностям алмазов, связанные [7, 8] с тремя разделёнными во времени фазами кимберлитового магматизма: первая фаза – жила А-21, вторая – трубки Таёжная и Амакинская, третья – трубки Мир, Интернациональная, им. XXIII съезда КПСС, Дачная, Спутник.

Для первой (наиболее ранней) группы тел характерны низкое содержание октаэдров с преобладанием индивидов ромбододекаэдрического габитуса, представленных в основном окрашенными в дымчато-коричневые цвета додекаэдроиды с шагренью и полосами пластической деформации жильного типа, и преобладание алмазов с сине-голубым и зелёным свечением в ультрафиолетовых лучах. Во второй группе тел отмечается (рис. 4) примерно равное соотношение кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов при сравнительно низком (первые проценты) содержании типичных округлых алмазов и превалировании алмазов с сине-голубой фотолюминесценцией. Третья, наиболее высокопродуктивная, группа кимберлитовых тел (см. рис. 4) характеризуется резким преобладанием (рис. 5, а) груболаминарных кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов при низком (менее 10 %) содержании индивидов ромбододекаэдрического габитуса, практическом отсутствии типичных округлых алмазов, низком количестве двойников и сростков, преобладании кристаллов с розово-сиреневой фотолюминесценцией и без признаков видимого свечения при низком содержании кристаллов с сине-голубым свечением.

В МБАР на протяжении уже более 30 лет алмазодобывающей промышленностью раз-





**Рис. 3. Геолого-структурная схема центральной части МБАР:**

1 – континентальные отложения ранней юры; 2 – туфогенные породы раннего триаса; 3 – терригенно-карбонатные породы раннего палеозоя; 4 – траппы; 5 – трубки кимберлитов (имеют свои названия) и траппов (с цифровыми обозначениями) пород; 6 – разломы: *a* – региональные, проявленные в магнитном поле (I – Западный, II – Центральный, III – Параллельный, IV – Восточный), *b* – оперяющие

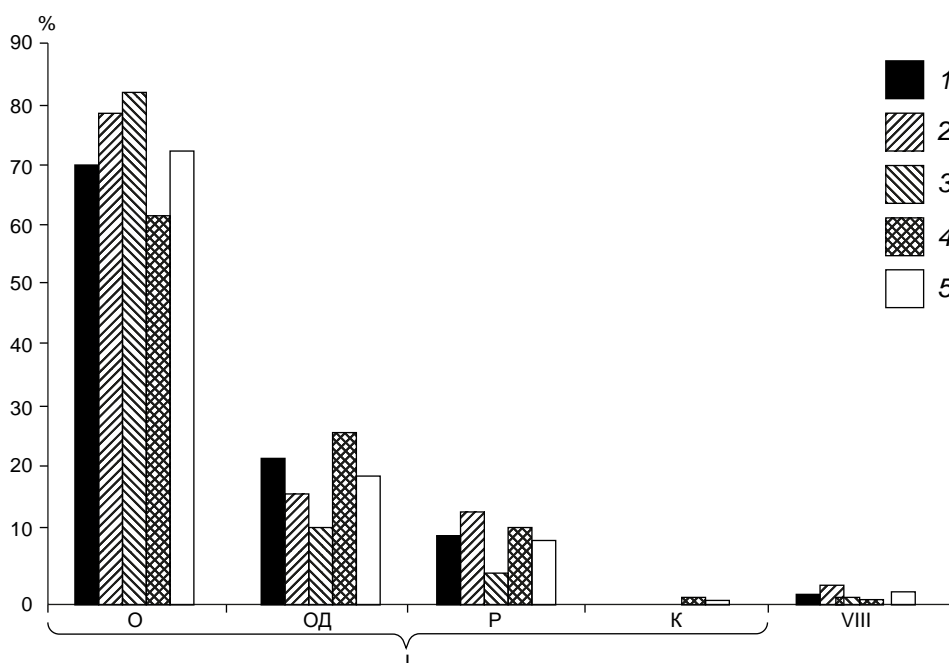
**Fig. 3. Geological and structural scheme of the central part of the Malobotuobinsky diamondiferous region (MBDR):**

1 – Lower Jurassic continental deposits; 2 – tuffaceous rocks of the Lower Triassic; 3 – terrigenous-carbonate rocks of the Lower Paleozoic; 4 – traps; 5 – pipes of kimberlites (they have their own names) and traps (with numerical designations) of rocks; 6 – faults: *a* – regional, manifested in a magnetic field (I – Western, II – Central, III – Parallel, IV – Eastern), *b* – branch faults

рабатываются богатые россыпи алмазов юрского и современного возрастов, а в начале 1980-х гг. здесь также открыты россыпи позднепалеозойского возраста. Проведённое районирование разновозрастных россыпей МБАР [7–11] с учётом возраста и местоположения свидетельствует об их полигенности и существовании смешанных ореолов. Значимых отличий алмазов из верхнепалеозойских и мезозойских отложений района в пределах одних и тех же участков не обнаружено (россыпи Солур, Восточная). Несмотря на преобладание (рис. 6) в россыпях алмазов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов I разновидности (первая и вторая группы кимберлитовых тел), в ряде россыпей содержание алмазов с сине-голубой фотолюминесценцией достига-

ет 30–40 %, что характерно для трубок Мир и Интернациональная, но присуще и второй группе трубок. В целом морфологические спектры алмазов из россыпей МБАР близки между собой (см. рис. 5), но вместе с тем несколько отличаются от кристаллов из известных кимберлитовых диатрем.

Суммарное содержание кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов в большинстве россыпей района примерно на 10 % ниже, чем в кимберлитовых диатремах первой и второй групп тел (трубки Мир, Интернациональная, Дачная, им. XXIII съезда КПСС, Спутник), и одновременно несколько выше количество ламинарных ромбододекаэдров. В россыпях отмечено немного больше плоскогранных октаэдров, чем в тр. Интернацио-



**Рис. 4. Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел Мирнинского поля:**

трубки: 1 – Интернациональная, 2 – Дачная, 3 – им. XXIII съезда КПСС, 4 – Мир; 5 – среднее содержание по полю; I, VIII – разновидности алмазов, по Ю. Л. Орлову (O – октаэдры, OD – переходные формы, P – ламинарные ромбододекаэдры, K – кубы)

**Fig. 4. Typomorphic features of diamonds from kimberlite bodies of the Mirny field:**

I–4 – pipes: 1 – International, 2 – Dachnaya, 3 – named after XXIII Congress of the CPSU, 4 – Mir; 5 – field average; I, VIII – varieties of diamonds according to Yu. L. Orlov (O – octahedrons, OD – transitional forms, P – laminar rhombic dodecahedrons, K – cubes)

нальная, и меньше, чем в тр. Мир. Алмазы из современных россыпей резко отличаются по своим типоморфным особенностям от кристаллов из кимберлитовых трубок Таёжная, Амакинская, жилы А-21. В алмазах из некоторых россыпей (Восточная и др.) присутствует в отличие от коренных месторождений так называемая леденцовая скульптура и отсутствует мелкий класс, что обычно характерно для россыпей ближнего сноса. По таким россыпям также установлено повышенное содержание включений в алмазах сульфидных минералов (чаще всего трещины заполняет кубооктаэдрической формы пирит), быстрее всего распространяются новообразования эпигенетического происхождения. Во многих рос-

сыпях (участки Тымтайдахский, Дачный, Искра и др.) выявлено [8] высокое содержание низкоазотных и безазотных кристаллов, практически отсутствующих в близко расположенных трубках Мир и Интернациональная. Общая особенность кристаллов с пониженным содержанием азота – зелёная, реже жёлто-зелёная фотолюминесценция.

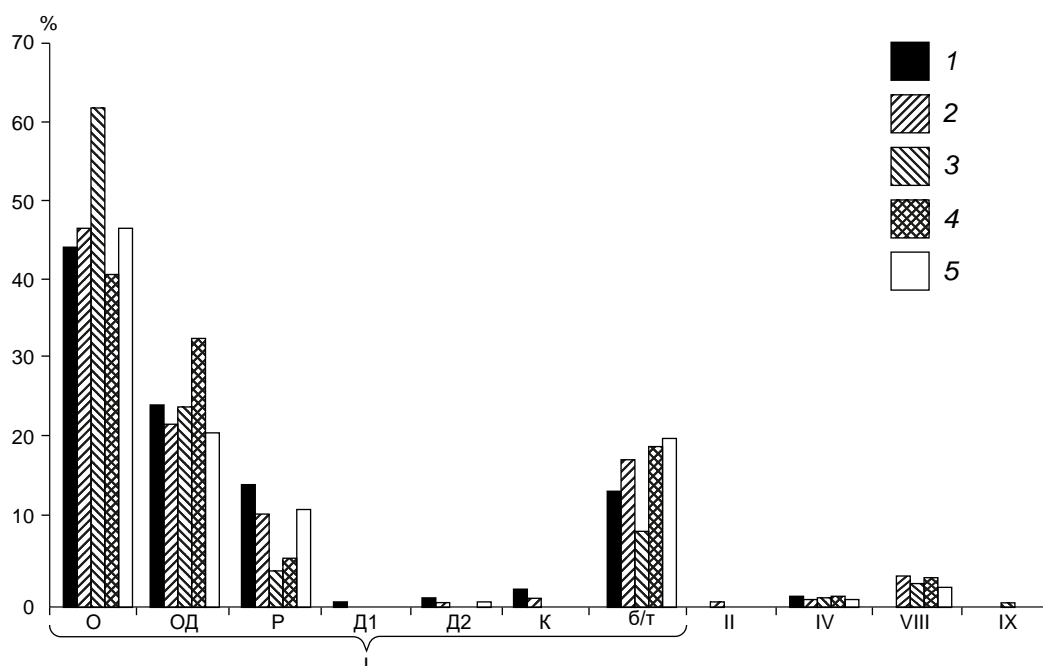
*Моркокинский алмазоносный район* (МАР) охватывает левобережье среднего течения р. Виллюй и бассейна р. Моркока. В структурном плане он находится в пределах Сюгджерской седловины. Здесь развиты продуктивные на алмазы терригенные отложения позднего палеозоя, мезозоя и современные четвертичные образования. Россыпи и кимберлитовые





**Рис. 5. Фото алмазов из кимберлитов трубок им. XXIII съезда КПСС (a), Сытыканская (b), Нюрбинская (c), нижнего течения р. Эбелях Нижнеэбеляхского поля (d), россыпи Улахан-Юэттех Приленского района (e), нижнекаменноугольных отложений участка Угус-Юрюе Кютюнгдинского грабена Приленского района (f)**

**Fig. 5. Photos of diamonds from kimberlites of the pipe named after the XXIII Congress of the CPSU (a), Sytykansкая (b), Nyurbinskaya (c), the lower reaches of the river Ebelyakh of the Nizhneebelyakh field (d), Ulakhan-Yuettekh placers of the Prilensky region (e), Lower Carboniferous deposits of the Ugyus-Yuryue section of the Kyutyungda graben of the Prilensky region (f)**



**Рис. 6. Типоморфные особенности алмазов из россыпей МБАР:**

участки: 1 – Улахан-Еленгский, 2 – Глубокий, 3 – Солур, 4 – Куранахский, 5 – Таборный; I, II, IV, VIII, IX – разновидности, по Ю. Л. Орлову (О – октаэдры, ОД – переходные формы, Р – ламинарные ромбододекаэдры, Д1 – додекаэдры скрытослоистые, Д2 – додекаэдры с шагренью, К – кубы, б/т – осколки)

**Fig. 6. Typomorphic features of diamonds from MBDR placers:**

1–5 – sections: 1 – Ulakhan-Elengsky, 2 – Deep, 3 – Solur, 4 – Kuranakhsky, 5 – Taborny; I, II, IV, VIII, IX – varieties according to Yu. L. Orlov (O – octahedrons, OD – transitional forms, P – laminar rhombic dodecahedrons, Д1 – hidden layered dodecahedrons, Д2 – dodecahedrons with shagreen, K – cubes, б/т – fragments)

тела промышленного значения пока не установлены, за исключением слабоалмазонной тр. Моркока. На этой территории описаны [4, 7] алмазы пяти пространственно разобщённых ореолов: Дьюкунахского, Хатырыкского, Ыгыаттинского, Чагдалинского и Нижнеморкокинского. Сделаны выводы, что каждый из ореолов обладает комплексом типоморфных особенностей алмазов, характерных для богатых кимберлитовых тел фанерозойского возраста СП. Однако один из ореолов (Дьюкунахский) имеет сложную историю формирования и поэтому характеризуется преобладанием однозернистых мелких (0,8 мм) обломков алмаза октаэдрического габитуса (средний размер 1–2 мм) ассоциации мир-

нинского типа без трещин и включений. Но в отличие от алмазов тр. Мир среди них практически отсутствуют октаэдры с полицентрически растущими гранями и выше доля кристаллов с жёлтой фотолюминесценцией при низком содержании типичных округлых алмазов. Среди них преобладают кристаллы I разновидности со сноповидной штриховкой, реже отмечаются округло-ступенчатые и с блоковой скульптурой при единичных находках алмазов IV и VIII разновидностей. По кристалломорфологическим особенностям алмазы россыпей Дьюкунах и Лиственичная не имеют никаких признаков сходства с кристаллами из кимберлитовых тел близко расположенного Далдыно-Алакитского алмазо-



носного района (ДААР). Содержание двойников и сростков очень низкое и не превышает первых процентов от общего количества кристаллов. Среди алмазов преобладают бесцветные камни высокой степени прозрачности при очень низком содержании окрашенных в лилово-коричневый цвет кристаллов и отсутствии индивидов других цветов. Характерно также низкое содержание дефектных трещиноватых камней и кристаллов с включениями.

В Далдыно-Алакитском алмазоносном районе обнаружены как многочисленные кимберлитовые диатремы (в том числе и высокопродуктивные), так и россыпные проявления алмазов ближнего сноса, непосредственно примыкающие к трубкам. Территориально ДААР находится в бассейнах верхнего течения рек Марха и Алакит, а в структурном плане – на юго-западном склоне Анабарской антеклизы, на который наложилось северо-восточное крыло Тунгусской позднепалеозойской синеклизы. Здесь широко развиты терригенные отложения позднего палеозоя, сложно интродуцированные телами траппов (Алакит-Мархинское кимберлитовое поле), и карбонатные отложения раннего палеозоя (Далдынское кимберлитовое поле), а также установлено около 200 кимберлитовых тел.

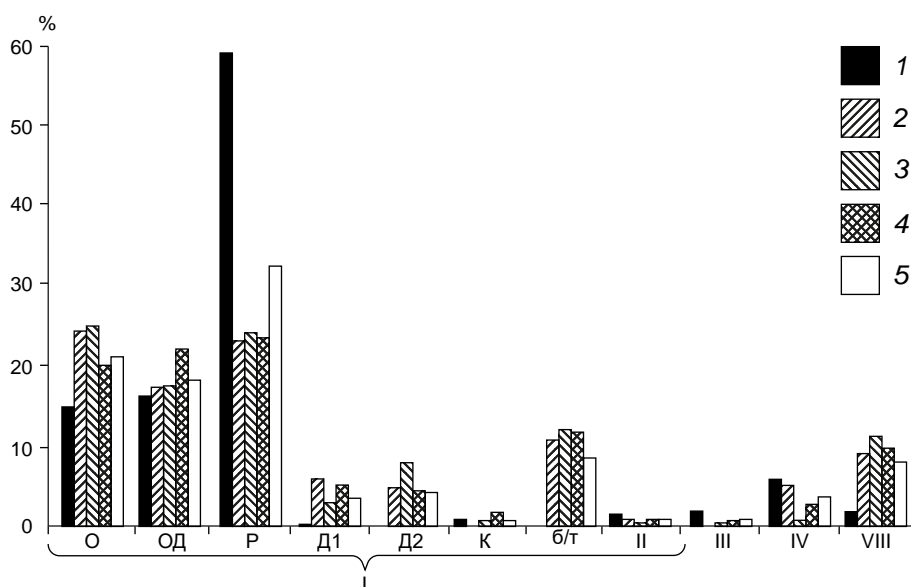
Алакит-Мархинское кимберлитовое поле (АМКП) находится в юго-западной части ДААР. В его пределах открыто более 70 кимберлитовых тел, большинство из них трубчатой формы. Многие кимберлитовые диатремы сопровождаются дайками, обычно сочленяющимися с трубками. Из множества открытых в АМКП диатрем повышенным содержанием алмазов характеризуются трубки Айхал, Сытыканская, Юбилейная, Комсомольская, Краснопресненская. В целом каждая из диатрем имеет специфическое геолого-петрографическое строение и характерные ассоциации алмазов (рис. 7), однако все они обычно узнаваемы и получили название «алмазы алакитского типа». Здесь обычно повышенное количество окрашенных кристаллов II, III и IV разновидностей, по Ю. Л. Орлову [20], с нормальным тангенциальным и волокнистым

механизмами роста, преобладанием ламинарных ромбододекаэдров, а также окрашенных комбинационных многогранников IV разновидности, высокое содержание двойников и сростков, кристаллов с признаками природного травления и др. Нередко (трубки Айхал, Сытыканская, Юбилейная и др.) отмечается существенное различие в соотношениях различных кристалломорфологических форм алмаза в зависимости от фаз внедрения кимберлитов. Так, в автолитовой кимберлитовой брекчии (АКБ) центрального рудного столба тр. Сытыканская содержание алмазов без трещин редко превышает 25 %, в то время как количество целых кристаллов увеличивается в порфириновом кимберлите (ПК) северо-восточного рудного столба (см. рис. 5, б).

Далдынское кимберлитовое поле (ДКП) расположено в северо-восточной части ДААР, включает около 60 трубчатых тел и семь даек. Кимберлитовые трубки локализуются в ДКП сравнительно кучно в пределах Далдыно-Оленёвской кимберлитоконтролирующей зоны. Лидеры ДКП – успешно эксплуатируемая на протяжении нескольких десятилетий тр. Удачная и первая открытая на СП тр. Зарница, существенно различающиеся по типоморфным свойствам алмазов. Для кимберлитов первой характерны повышенное содержание кубов II и III разновидностей, близких по своим особенностям к алмазам из глубинных включений эклогитов, относительно высокая роль сингенетических включений, повышенное содержание обломков и бесформенных осколков, а также камней с жёлтой фотолюминесценцией. Для тр. Зарница характерно преобладание кристаллов ромбододекаэдрического габитуса I разновидности при максимальном для ДААР содержании типичных округлых алмазов, что согласуется с её высокой алмазоносностью.

Далдыно-Алакитский алмазоносный район характеризуется незначительными масштабами россыпной алмазоносности, несмотря на наличие в районе высокоалмазоносных кимберлитовых диатрем, из которых только некоторые (Удачная и Айхал) образуют промышленные россыпи ближнего сноса (ручьи





**Рис. 7. Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел Алакит-Мархинского поля:**

трубки: 1 – Айхал, 2 – Юбилейная, 3 – Сытыканская, 4 – Комсомольская; 5 – среднее содержание по полю; I–IV, VIII – разновидности алмазов, по Ю. Л. Орлову (О – октаэдры, OD – переходные формы, P – ламинарные ромбододекаэдры, Д1 – додекаэдры скрытослоистые, Д2 – додекаэдры с шагренью, К – кубы, б/т – осколки)

**Fig. 7. Typomorphic features of diamonds from kimberlite bodies of the Alakit-Markha field:**

pipes: 1 – Aihal, 2 – Jubileynaya, 3 – Sytykanskaya, 4 – Komsomolskaya; 5 – field average; I–IV, VIII – varieties of diamonds according to Yu. L. Orlov (O – octahedrons, OD – transitional forms, P – laminar rhombic dodecahedrons, Д1 – hidden layered dodecahedrons, Д2 – dodecahedrons with shagreen, К – cubes, б/т – fragments)

Пироповый и Мелкоильменитовый). Отмечаются низкие концентрации алмазов в современном аллювии в различных участках рек Марха, Далдын, Сохолоох и др.

В Среднемархинском алмазоносном районе (СМАР) коренные месторождения кимберлитового типа – трубки Ботубинская и Нюрбинская вместе с телом Майским – открытые к настоящему времени продуктивные образования Накынского кимберлитового поля (НКП). Типоморфной особенностью алмазов кимберлитов СМАР является [8] преобладание кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов I разновидности при сравнительно высоком содержании

бесформенных осколков (особенно в мелких классах крупности) и практически полном отсутствии типичных округлых алмазов (см. рис. 5, с). Содержание кристаллов октаэдрического габитуса резко увеличивается с ростом крупности минерала и повышением роли плоскогранных осторёберных кристаллов мирнинского типа. Для кристаллов из диаметра района характерно также существенное значение окрашенных алмазов с оболочкой IV разновидности.

В СМАР установлены россыпи алмазов в юрских, современных и палеоген-неогеновых отложениях, часть из которых связана с недавно открытыми кимберлитовыми трубками Накынского поля – Нюрбинской и Ботубин-



ской. Алмазы из россыпей СМАР обладают комплексом типоморфных особенностей, позволяющих отличать их от индивидов других регионов. К ним, в первую очередь, относится высокое содержание кристаллов октаэдрического, переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов, а также ламинарных ромбододекаэдров при низком (не более 10 %) количестве округлых алмазов уральского (бразильского) типа, являющихся неблагоприятным фактором алмазности. Среди алмазов из россыпей НКП в количестве до 5 % присутствуют псевдоромбодоэдра мархинского типа без преломления по гранному шву, полностью отсутствующие в кимберлитовых телах ДААР, но обнаруженные в трубках НКП.

*Вернемунское кимберлитовое поле* (ВМКП) выделено в пределах Муно-Тюнгского алмазносного района, где открыты 16 трубок и четыре дайки, сгруппированные в две цепочки северо-западного простирания. Трубки перекрываются маломощными рыхлыми осадками четвертичного возраста. Выделяется несколько морфологических групп кимберлитовых тел: изометрические почти округлые (трубки Зимняя, Лёгкая, 325 лет Якутии, Верхняя, Малая); удлинённые (Комсомольская-Магнитная, Поисковая); сложной конфигурации (Новинка, Заполярная). По кристалломорфологическим особенностям среди алмазов ВМКП резко преобладают бесцветные, а также окрашенные в дымчато-коричневые цвета различной интенсивности кристаллы I разновидности различной морфологии при заметном (до 6 %) содержании поликристаллических сростков VIII и низком количестве алмазов с окрашенной оболочкой IV разновидности, серых кубов III разновидности. В ВМКП находится россыпь р. Улаха-Муна, тяготеющая к ореолам эрозионного выноса алмазов из известных здесь девяти кимберлитовых трубок [12–15]. Кроме встреченных в современных отложениях, кристаллы здесь также найдены и в юрских железистых галечниках. Типоморфизм алмазов в пределах алмазносных районов и участков

ЦСАП – один из критериев для постановки работ по поискам кимберлитовых тел, среди которых наиболее высока вероятность открытия высокоалмазносных объектов по сравнению с другими регионами СП. Особенностью алмазов (1-й тип первоисточника) отдельных территорий субпровинции является различное соотношение кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов при низком (не более 10 %) содержании округлых алмазов и кубоидов. Алмазы 3-го типа первоисточника, характерные для россыпей северо-востока СП, в россыпях этой субпровинции не встречены.

*Лено-Анабарская алмазносная субпровинция* (ЛААСП) охватывает (см. рис. 2) северо-восточную часть СП и совпадает с полем развития докембрийских, главным образом нижнепалеозойских, пород Анабарской антеклизы и Оленёкского поднятия, обрамлённых выходами пермских, триасовых, юрских и меловых отложений. Здесь находятся современные богатые россыпи алмазов Анабарского района, которые уже разрабатываются. Алмазы субпровинции характеризуются (см. рис. 5, d) резким преобладанием индивидов 3-го типа первоисточника в основном невыясненного генезиса (ассоциация эбеляхского типа) с превалированием кристаллов кубического и тетрагексаэдрического габитусов, полуокруглых октаэдровидов, а также округлых алмазов во всех возрастных и генетических типах отложений, начиная с меловых. Масштабы проявления россыпной алмазности более значительные по сравнению с таковыми в других районах провинции. Россыпи с алмазами 1-го типа первоисточника практически отсутствуют. Детальное изучение типоморфных особенностей алмазов из каменноугольных, нижнепермских и пространственно связанных с ними современных отложений субпровинции позволило среди огромного по площади россыпного поля северо-востока СП, характеризующегося в основном полигенной ассоциацией алмазов, выделить площадь эллипсоидной формы размером 40 × 85 км (с севера контуры её

ограничиваются восточным бортом Кютюндинского грабена с простираем на юго-запад до междуречья Молодо – Далдын), в россыпях которой преобладают алмазы 1-го типа. Всё это дало возможность разделить ЛААСП на две алмазоносные области – Кютюндинскую и Анабаро-Оленёкскую, заметно различающиеся как по истории геологического развития, так и по типоморфным особенностям кристаллов.

Своеобразие типоморфных особенностей алмазов из нижнекаменноугольных отложений *Кютюндинской области* заключается в преобладании (до 90 %) кристаллов кимберлитового генезиса (1-й тип) и присутствии (около 10 %) округлых алмазов при полном отсутствии характерных для россыпей северо-востока СП кристаллов 3-го типа. Исходя из такой корреляции между морфологией алмазов и их содержанием в кимберлитах можно предположить наличие в данном районе богатых кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста. По результатам комплексных исследований здесь была выделена ассоциация алмазов кютюндинского типа. Доминируют в ней кристаллы октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов (более 50 %) при заметном содержании полуокруглых ромбододекаэдров с блоковой скульптурой, а также алмазов с оболочкой. Округлые алмазы уральского типа встречаются в незначительном количестве, а кристаллы 3-го типа и карбонадо с примесью лонсдейлита импактного типа (якутиты) не выявлены в этой области вовсе.

*Анабаро-Оленёкская область* состоит из трёх алмазоносных районов: Анабарского, Средне- и Нижнеолёкского. Здесь установлены тысячи пунктов с находками алмазов, группирующихся в ряд россыпных полей: Нижнеэбеляхское, Майат-Уджинское, Верхнеуджинское, Анабаро-Попигайское, Куонапское (Анабарское), Беенчимэ-Куойское и др. Общее для них – низкое (10–15 %) суммарное содержание кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов при переменных значениях округ-

лых алмазов, серых ромбододекаэдров и близких к ним сложных двойников додекаэдров, а также жёлто-оранжевых кубоидов и поликристаллов типа карбонадо (якутитов). Их различное соотношение образует несколько минералогических ассоциаций: эбеляхскую, майат-верхнебиляхскую, куонапскую, укукитскую и др. Алмазы из россыпей Анабаро-Оленёкской области сравнительно однообразны и близки к кристаллам из окаймляющих с востока и севера Анабарскую антеклизу вторичных коллекторов среднетриасового и ранневожского возрастов (кряжи Чекановского и Прончищева, хребет Хараулах и др.). Для них характерно низкое (10–15 %) содержание алмазов 1-го типа первоисточника при несколько различном в отдалённых районах соотношении округлых индивидов уральского типа октаэдров, сложно деформированных двойников и сростков додекаэдров с облегчённым изотопным составом углерода, жёлто-оранжевых кубоидов с промежуточным изотопным составом углерода, отсутствующих в известных коренных месторождениях провинции.

В ряде регионов рассматриваемой области присутствуют поликристаллы типа карбонадо [8]. Общим для алмазов области является повышенный механический износ, увеличивающийся от краевых частей Анабарской антеклизы в сторону Анабарского кристаллического массива, что совпадает с направлением трансгрессии при формировании алмазоносных отложений. Алмазы из разновозрастных вторичных коллекторов раннемелового и неоген-четвертичного возрастов карстовых впадин в пределах Анабарского района практически не отличаются от таковых из современных отложений данного региона (при сопоставлении кристаллов одной и той же крупности).

Крупность алмазов современных россыпей северо-востока СП заметно уменьшается от областей поднятий к краевым частям Анабарской антеклизы, что также следует рассматривать как результат неоднократного перемыва и переотложения во вторичных кол-





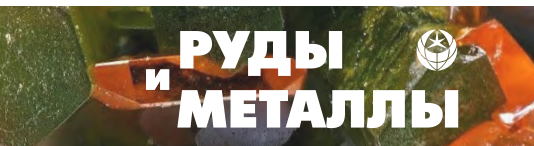
лекторах различного возраста на пути от коренных источников к местам их современного захоронения. Алмазы из известных трубок северо-востока СП (Верхнемоторчунское, Куойское, Чомурдахское, Лучаканское, Куранахское и другие кимберлитовые поля) по типоморфным особенностям резко отличаются от кристаллов из россыпей данного региона, а их присутствие в значительном количестве в аллювии обнаруживается только в редких случаях на расстоянии первых километров от размываемой трубки. Очень специфические алмазы характерны для многочисленных россыпей Приленского алмазоносного района (см. рис. 5, е), в котором выделены и исследованы [8, 9, 11] Нижнеприленское (Усункинское), Среднеприленское (Лено-Сюнгюдинское), Верхнеприленское (Хахчанское), Кютюнгдинское и Молодо-Далдынское поля со своими типоморфными особенностями кристаллов (см. рис. 5, ф).

В пределах *Тунгусской алмазоносной субпровинции* (ТАСП) по типоморфным особенностям алмазов можно выделить две заметно различающиеся области [8]: Байкитскую (северная часть Енисейского кряжа и Байкитская антеклиза) и Саяно-Тунгусскую. В пределах Байкитской области установлено преобладание октаэдров (Большепитский, Северо-Енисейский и Нижневельминский алмазоносные районы). Позже площадь с превалированием октаэдрических кристаллов была расширена на юго-восток, в направлении простирания Ковино-Кординской и Тарыдакской зон глубинных разломов. Здесь наблюдается заметное развитие индивидов из современных и каменноугольных отложений в бассейне р. Тычана, что свидетельствует о множественности коренных источников в данном регионе. Алмазы из современных образований характеризуются повышенной крупностью. Среди них преобладают (до 75 %) кристаллы класса  $-2+1$  мм при высоком (более 25 %) содержании алмазов класса  $-4+2$  мм и единичных находках мелких индивидов класса  $-1+0,5$  мм. Об их повышенной крупности свидетельствует и распределение по массе. Так, на долю алмазов массой до 10 мг приходится

лишь 25 %. Большинство кристаллов ламинарные ряда октаэдр – ромбододекаэдр (преимущественно октаэдры) при заметном (более 25 %) количестве округлых индивидов в основном с шагренью и полосами пластической деформации.

Для каменноугольных отложений *Тычанской площади* характерно преобладание индивидов из кимберлитового первоисточника мирнинского типа (более 50 %), представленных кристаллами октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов. Присутствуют также ромбододекаэдры далдыно-алакитского типа с занозистой штриховкой, додекаэдровиды уральского типа (близкие к ингашинским), встречены своеобразные равномерно окрашенные октаэдровиды, аналогичные этой группе алмазов Дьюкунахского участка ЦСАСП. По комплексу типоморфных признаков и спектру кристаллов отдельных морфологических групп (разновидности, габитус, морфологические типы) алмазы каменноугольного коллектора Тычанской площади и Байкитской области в целом не имеют аналогов среди известных кимберлитовых тел и россыпей СП, что позволяет предполагать наличие собственных продуктивных коренных источников среднепалеозойского возраста. Установлена множественность первоисточников этих алмазов, которые могут охватывать несколько кимберлитовых полей двух эпох магматизма (среднепалеозойской и докембрийской) с различными особенностями кристаллов.

Алмазы *Саяно-Тунгусской области* характеризуются сравнительно небольшой крупностью (5–10, в среднем 9,4 мг). По количеству резко преобладают кристаллы класса  $-2+1$  мм при сравнительно небольших, примерно равных количествах классов  $-4+2$  и  $-1+0,5$  мм (по 5–10 %) и единичных находках более крупных индивидов класса  $-8+4$  мм. Превалируют округлые алмазы уральского типа (более 50 %) при заметном содержании поликристаллических образований типа баллас (до 10 %). На долю кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов приходится около 25 %. Про-



ведённый нами анализ типоморфных особенностей алмазов Байкитской и Саяно-Тунгусской областей ТАСП подтверждает различную роль коренных источников отдельных эпох кимберлитового магматизма в формировании алмазоносных отложений. В этом плане более благоприятна для поисков богатых коренных источников алмазов среднего палеозоя территория Байкитской области. Наибольшее влияние на формирование россыпей алмазов Саяно-Тунгусской области оказывают кимберлиты докембрия в Присаянье и других подобных структурах южного обрамления СП, откуда эти кристаллы сносились в Иркутский амфитеатр, а возможные коренные источники среднего палеозоя и мезозоя были убогоалмазоносны и существенно не повлияли на формирование здесь россыпей. Всё это свидетельствует [7] о приуроченности областей распространения округлых алмазов к полям развития докембрийских алмазоносных формаций мира.

В пределах *Алданской алмазоносной субпровинции* (ААСП) известны единичные находки алмазов, представляющие минералогический интерес. Несмотря на небольшие объёмы проведённых здесь геолого-поисковых работ на алмазы, можно утверждать, что по типоморфным особенностям эти кристаллы близки к аналогичным выделениям из докембрийских алмазоносных терригенных формаций платформы и её складчатого обрамления, коренные источники которых до настоящего времени не установлены. Исходя из этого на этапе ранних стадий региональных поисковых тематических и научно-исследовательских работ сначала необходимо исследовать типоморфные особенности всех обнаруженных алмазов на изученной территории, выделить их крупную ассоциацию и сравнить с уже имеющимися. Все эти данные затем нужно проанализировать совместно с материалами структурно-формационного строения изученной территории.

При *среднемасштабном районировании* также используются структурно-тектонические и минералогические критерии (выделение ассоциаций алмазов). В основу этого райо-

нирования положены минералогические признаки, поскольку алмаз является полигенным минералом с характерным комплексом типоморфных кристаллов I–IX и XI разновидностей, по Ю. Л. Орлову [20], свидетельствующих о своеобразии термодинамических и геохимических условий его образования. Результаты комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов из россыпей позволяют выделять [8] алмазоносные субпровинции, области, районы и поля, для которых можно прогнозировать тип первоисточников, уровень их потенциальной алмазоносности и качество алмазного сырья.

По этим материалам с привлечением данных детального изучения твёрдых включений и изотопного состава углерода впервые в пределах северо-востока СП чётко оконтурен [7] локальный район *Кютюнгдинского грабена* и прилегающих к нему с юго-запада территорий Молодо-Далдыно-Толуопского междуречья общей площадью 350 км<sup>2</sup>, перспективный на открытие богатых кимберлитовых тел с алмазами кютюнгдинского типа, имеющими в качестве ИМК классические пиропы алмазной ассоциации с высоким содержанием кноррингитового компонента. В МБАР на этапе среднемасштабного районирования все россыпные проявления и россыпи алмазов сгруппированы [5, 7, 9] в три россыпных поля: Ирелях-Маччобинское (с разделением на Центральный и Юго-Западный ореолы), Чуоналыр-Курунг-Юряхское (с разделением на Северо-Западный и Лапчанский ореолы) и Бахчинское, а также, отдельно, современные россыпи по р. Малая Ботубобия. В целом комплекс особенностей алмазов по морфологии, окраске, твёрдым включениям, внутреннему строению, фотолюминесцентным особенностям, а также примесному составу свидетельствует о множественности первоисточников алмазов из россыпей и наличии в пределах района новых, ещё не открытых кимберлитовых тел, что согласуется с мнением других исследователей. Среди этих тел могут быть месторождения с высоким содержанием алмазов, поскольку среди кристаллов из россыпей исключительно редко встречаются округлые



алмазы уральского (бразильского), а также жильного типов, являющихся [7] по морфологическому критерию отрицательным фактором алмазоносности.

Результаты сравнительного изучения алмазов междуречья Моркока и Вилюй свидетельствуют о большой перспективности этой территории на поиски высокоалмазоносных кимберлитовых тел фанерозойского возраста, приуроченных к Вилюйско-Мархинской зоне глубинных разломов. Однако прямой поиск коренных источников здесь затруднён из-за сложного геологического строения территории, ограничивающего применение как шлихоминералогического, так и геофизических методов поисков.

Анализ типоморфных особенностей алмазов *Среднемархинского района* указывает на полигенность их россыпных ореолов, коренной источник которых – высокоалмазоносные (по морфологическому критерию алмазоносности) кимберлитовые тела среднепалеозойского возраста. Можно предположить, что в СМАР по аналогии с МБАР существует не менее двух групп или кустов трубок, резко различающихся по типоморфным особенностям алмазов. Среди них также высока вероятность повышенной частоты встречаемости высокоалмазоносных кимберлитовых тел (не менее половины от общего количества трубок). Причём практическое значение будут иметь трубки относительно небольшого размера. Эти данные следует учитывать при выборе методики поисков погребённых кимберлитовых тел с мощностями перекрывающих терригенных отложений мезозойского возраста не более 200 м (предела глубины экономической целесообразности), что значительно сужает район первоочерёдных геолого-поисковых работ до довольно узкой полосы северо-восточного простираения по северо-западному обрамлению Вилюйской синеклизы (южнее р. Накын, где сравнительно недавно открыто новое Накынское кимберлитовое поле). Результаты исследования типоморфных особенностей алмазов из наиболее изученных кимберлитовых тел говорят о неоднородностях в строении

верхней мантии даже в пределах ЦСАСП, особенно в отношении распределения достаточно редких окрашенных разновидностей кристаллов (II, III, IV) предположительно эклогитового генезиса, связанных с глубинными алмазоносными ксенолитами различного состава [7]. Эти разновидности алмазов редко встречаются в кимберлитах, однако даже их единичные находки в россыпях могут служить основанием для локализации территории поиска новых коренных источников.

В основу локального районирования нами положен анализ соотношения отдельных морфологических групп алмазов в разных фациях пород, что позволяет по их типоморфным особенностям выделять ограниченные участки россыпей и рудные столбы кимберлитовых тел или сами тела с резко специфическими характеристиками. На этой основе уверенно прогнозируются новые коренные источники в различных частях исследованной территории. Например, изученные кристаллы алмаза из пермских пролювиально-аллювиальных отложений локального участка Хатырыкский Моркокинского района отличаются от находок минерала в бассейновых образованиях позднего палеозоя и современных аллювиальных осадках Ыгыаттинской площади, к которой территориально тяготеет этот участок. Всё это позволило сделать вывод [14–16] о локальном характере алмазов участка Хатырыкский, не имеющего аналогов в близлежащих районах россыпной и коренной алмазоносности (Малоботубинский, Среднемархинский, собственно Моркокинский).

По индивидуальным типоморфным особенностям алмазов также выделяются отдельные трубки или их рудные столбы. Так, кимберлитовая трубка Ботубобинская (Накынское поле) характеризуется комплексом типоморфных особенностей, присущим богатым кимберлитовым телам, преобладанием кристаллов октаэдрического, переходного и ромбододекаэдрического габитусов (соотношение 1 : 1 : 1) при отсутствии типичных округлых алмазов. Но в то же время она отличается от других богатых трубок заметным (около



5 %) содержанием кристаллов псевдоромбодекаэдрического габитуса, сложенных тригональными слоями роста (мархинский тип), присутствием в небольшом количестве алмазов IV разновидности с тонкой окрашенной оболочкой, а также поликристаллических агрегатов и превалярованием индивидов с синеголубой фотолуминесценцией. В свою очередь, в тр. Дьянга (Куойское поле) резко доминируют додекаэдриды с шагренью, полосами пластической деформации. Однако в отличие от других бедных по содержанию алмазов трубок в ней отмечаются кристаллы со сплошными кавернами и с резко преобладающей эклогитовой ассоциацией (оранжевый гранат + омфациит) твёрдых включений.

В тр. Малокуонапская (Куранахское поле) выделены два рудных столба с заметно различающейся алмазоносностью. В порфирировых кимберлитах северного рудного столба с повышенной алмазоносностью доминируют кристаллы октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов во всех классах крупности. Их содержание повышается [9, 11, 12–14] с увеличением крупности камней, а кристаллы с размерами -4+2 и -8+4 мм представлены исключительно октаэдрами при полном отсутствии типичных округлых алмазов уральского типа. Для кимберлитовой брекчии южного рудного столба с пониженной алмазоносностью характерно повышенное содержание округлых алмазов, которое заметно увеличивается с уменьшением крупности кристаллов.

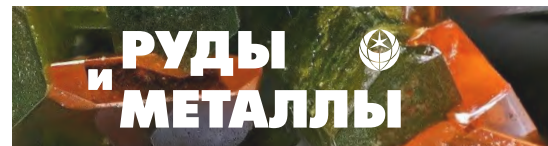
Таким образом, многолетний опыт комплексного изучения алмазов подтверждает следующее.

- Детальные минералогические исследования алмазов комплексом современных методов с геологической привязкой находок в трёх направлениях необходимы и очень актуальны. Во-первых, это фундаментальные комплексные исследования минералогии, кристаллографии и физических свойств алмазов, а также твёрдых включений в них для выяснения условий генезиса. Во-вторых, это использование информации, полученной разными методами при комплексном изучении

алмазов, для решения прикладных вопросов, непосредственно связанных с практикой геологоразведочных работ. К ним относятся установленные связи вещественно-индикационных параметров кимберлитового магматизма различной алмазоносности и геолого-структурного положения кимберлитовых тел, что позволяет выявить как региональные, так и локальные типоморфные особенности, а также выяснить вопрос о коренных источниках алмазов россыпей. В-третьих, это минералогические исследования, развивающиеся на стыке минералогии и технологии минерального сырья, – разработка рекомендаций, направленных на создание наиболее рациональных схем переработки руды и обеспечивающих кристаллосберегающие технологии, уточнение областей применения алмазов с учётом их реальной структуры и физических особенностей, выявление объектов с повышенным качеством алмазного сырья.

- Использование типоморфных особенностей алмазов имеет важное значение для геологоразведочных работ, в частности прогнозирования типов первоисточников, уровня их потенциальной алмазоносности и качества минерального сырья, а также для восстановления экзогенной истории алмазов на пути от коренных источников до мест современного нахождения, палеогеографических реконструкций распространения древних алмазоносных отложений и направлений сноса материала. Минералогическое районирование коренной и россыпной алмазоносности древних платформ мира по типоморфным особенностям алмазов даст возможность локализовать перспективные площади и осуществлять поиск кимберлитов по самим алмазам, являющимся значительно более устойчивыми в экзогенных условиях, чем их минералы-спутники.

- Выполнение комплекса минералогических исследований алмаза и минералогического районирования территорий по алмазам необходимо как для рационального определения направления геологоразведочных работ, так и для повышения их качества и эффективности, что будет способствовать открытию



новых месторождений алмазов и приросту запасов сырья.

Проведённое разномасштабное районирование СП на основе результатов комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов позволяет выделять наиболее перспективные площади и участки для поисков на разных стадиях работ (от региональных до локальных). Так, первоочерёдные объекты для поисков высокоалмазоносных кимберлитовых трубок на СП – перспективные участки в пределах Среднемархинского, Малоботуобинского, Далдыно-Алакитского и Моркокинского районов (ЦСАСП), Кютюнгинской (ЛААСП) и Байкитской (ТАСП) областей, в россыпях которых преобладают алмазы октаэдрического габитуса, характерные для богатых первоисточников кимберлитового типа.

Предложенный методологический подход использования типоморфных особенностей алмазов от общего к частному позволяет применять данные комплексного минералогического исследования алмазов для решения задач на разных стадиях геологоразведочных работ, а также для локализации и поисков коренных источников по самим алмазам, значительно более устойчивым в экзогенных условиях по сравнению с их минералами-спутниками. Полученные в результате анализа многочисленного фактического материала по комплексному изучению алмазов СП принципы классификации и районирования территорий успешно могут быть использованы и при решении аналогичных или близких задач по другим алмазоносным платформам мира.

## Список литературы

1. Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н. Основные литодинамические типы ореолов индикаторных минералов кимберлитов и обстановки их формирования // Геология рудных месторождений. – 1999. – Т. 41, № 3. – С. 281–288.
2. Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Полигенез алмазов в связи с проблемой коренных россыпей северо-востока Сибирской платформы // Доклады Академии наук. – 1998. – Т. 361, № 3. – С. 366–369.
3. Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Логинова А. М. Особенности распределения россыпных алмазов, связанных с докембрийскими источниками // Записки Российского минералогического общества. – 2009. – Т. 138, № 2. – С. 1–13.
4. Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Тычков С. А. Проблема алмазоносности Сибирской платформы // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2002. – № 1. – С. 19–36.
5. Василенко В. Б., Зинчук Н. Н., Кузнецова Л. Г. Геодинамический контроль размещения кимберлитовых полей центральной и северной частей Якутской кимберлитовой провинции (петрохимический аспект) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2000. – № 3 (9). – С. 37–55.
6. Егоров К. Н., Зинчук Н. Н., Мишенин С. Г., Серов В. П., Секерин А. П., Галенко В. П., Денисенко Е. П., Барышев А. С., Меньшагин Ю. В., Кошкарёв Д. А. Перспективы коренной и россыпной алмазоносности юго-западной части Сибирской платформы // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы АК «АЛРОСА»: современное состояние, перспективы, решения. Дополнительные материалы по итогам региональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы геологической отрасли АК «АЛРОСА» и научно-методическое обеспечение их решений», посвящённой 35-летию ЯНИГП ЦНИГРИ АК «АЛРОСА». – Мирный : МГТ, 2003. – С. 50–84.
7. Зинчук Н. Н. Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформы // Геология и геофизика. – 1992. – № 7. – С. 99–109.
8. Зинчук Н. Н., Борис Е. И., Яныгин Ю. Т. Особенности минерации алмаза в древних осадочных толщах (на примере верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы). – М. : МГТ, 2004. – 172 с.
9. Зинчук Н. Н., Зуев В. М., Коптиль В. И., Чёрный С. Д. Стратегия ведения и результаты алмазопроисковых работ // Горный вестник. – 1997. – № 3. – С. 53–57.

10. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Об особенностях алмазов из кимберлитов и древних осадочных толщ (на примере Центрально-Сибирской алмазонасной субпровинции) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2018. – № 4. – С. 28–38.
11. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И., Борис Е. И., Липашиова А. Н. Типоморфизм алмазов из россыпей Сибирской платформы как основа поисков алмазных месторождений // Руды и металлы. – 1999. – № 3. – С. 18–31.
12. Зинчук Н. Н., Мельник Ю. М., Серенко В. П. Апокимберлитовые породы // Геология и геофизика. – 1987. – № 10. – С. 66–72.
13. Зинчук Н. Н., Савко А. Д., Крайнов А. В. Кимберлиты в истории Земли. Труды НИИ геологии ВГУ. Учебное пособие. – Воронеж : ВГУ, 2013. – Вып. 68. – 100 с.
14. Зинчук Н. Н., Савко А. Д., Шевырев Л. Т. Историческая минерагения в 3 т.  
Т. 1. Введение в историческую минерагению. – Воронеж : ВГУ, 2005. – 590 с.  
Т. 2. Историческая минерагения древних платформ. – Воронеж : ВГУ, 2007. – 570 с.  
Т. 3. Историческая минерагения подвижных суперпоясов. – Воронеж : ВГУ, 2008. – 622 с.
15. Зинчук Н. Н., Спеццус Э. В., Зуенко В. В., Зуев В. М. Кимберлитовая трубка Удачная. Вещественный состав и условия формирования. – Новосибирск : НГУ, 1993. – 147 с.
16. Квасница В. Н., Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Типоморфизм микрокристаллов алмаза. – М. : Недра, 1999. – 224 с.
17. Котельников Д. Д., Домбровская Ж. В., Зинчук Н. Н. Основные закономерности выветривания силикатных пород различного химического и минералогического типа // Литология и полезные ископаемые. – 1995. – № 6. – С. 594–601.
18. Котельников Д. Д., Зинчук Н. Н. Типоморфные особенности и палеогеографическое значение слюдястых минералов // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 1996. – № 1. – С. 53–61.
19. Мацюк С. С., Зинчук Н. Н. Оптическая спектроскопия минералов верхней мантии. – М. : Недра, 2001. – 428 с.
20. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза. – 2-е изд. – М. : Наука, 1984. – 264 с.
21. Харьков А. Д., Зуенко В. В., Зинчук Н. Н., Крючков А. И., Уханов А. В., Богатых М. М. Петрохимия кимберлитов. – М. : Недра, 1991. – 304 с.
22. Хитров В. Г., Зинчук Н. Н., Котельников Д. Д. Применение кластер-анализа для выяснения закономерностей выветривания пород различного состава // Доклады Академии наук СССР. – 1987. – Т. 296, № 5. – С. 1228–1233.
23. Vasilenko V. B., Kuznetsova L. G., Volkova N. I., Zinchuk N. N., Krasavchikov V. O. Diamond potential estimation based on Kimberlite major element chemistry // Journal of Geochemical Exploration. – 2002. – V. 76, № 2. – P. 93–112.
24. Grachanov S. A., Zinchuk N. N., Sobolev N. V. The age of Predictable primary diamond sources in the Northeastern Siberian platform // Doklady Earth Sciences. – 2015. – V. 465, № 2. – P. 1297–1301.
25. Serov I. V., Garanin V. K., Zinchuk N. N., Rotman A. Ya. Mantle Sources of the kimberlite Volcanism of the Siberian Platform // Petrology. – 2001. – V. 9, № 6. – P. 576–588.

## References

1. Afanas'ev V. P., Zinchuk N. N. Osnovnye litodinamicheskie tipy oreolov indikatornykh mineralov kimberlitov i obstanovki ikh formirovaniya [The main lithodynamic types of halos of indicator minerals of kimberlites and the conditions of their formation], *Geologiya rudnykh mestorozhdenii* [Geology of Ore Deposits], 1999, V. 41, No 3, pp. 281–288. (In Russ.).
2. Afanas'ev V. P., Zinchuk N. N., Koptil' V. I. Poligenez almazov v svyazi s problemoi korennykh rossypei severo-vostoka Sibirskoi platformy [Polygenesis of diamonds in connection with the problem of primary placers of the Northeast Siberian platform], *Doklady Akademii nauk* [Reports of the Academy of Sciences], 1998, V. 361, No 3, pp. 366–369. (In Russ.).
3. Afanas'ev V. P., Zinchuk N. N., Loginova A. M. Osobennosti raspredeleniya rossypnykh almazov, svyazannykh s dokembriiskimi istochnikami [Features of the distribution of placer diamonds associated with Precambrian sources], *Zapiski Rossi-*





- skogo mineralogicheskogo obshchestva [Notes of the Russian Mineralogical Society], 2009, V. 138, No 2, pp. 1–13. (In Russ.).*
4. Afanas'ev V. P., Zinchuk N. N., Tychkov S. A. Problema almazonosnosti Sibirskoi platformy [The problem of diamond bearing of the Siberian platform], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya [Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology]*, 2002, No 1, pp. 19–36. (In Russ.).
  5. Vasilenko V. B., Zinchuk N. N., Kuznetsova L. G. Geodinamicheskii kontrol' razmeshcheniya kimberlitovykh polei tsentral'noi i severnoi chastei Yakutskoi kimberlitovoi provintsii (petrokhimicheskii aspekt) [Geodynamic control of the placement of kimberlite fields in the central and northern parts of the Yakut kimberlite province (petrochemical aspect)], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya [Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology]*, 2000, No 3 (9), pp. 37–55. (In Russ.).
  6. Egorov K. N., Zinchuk N. N., Mishenin S. G., Serov V. P., Sekerin A. P., Galenko V. P., Denisenko E. P., Baryshev A. S., Men'shagin Yu. V., Koshkarev D. A. Perspektivy korennoi i rossypnoi almazonosnosti yugo-zapadnoi chasti Sibirskoi platformy [Prospects of indigenous and placer diamond bearing in the Southwestern part of the Siberian platform], *Geologicheskie aspekty mineral'no-syr'evoi bazy AK "ALROSA": sovremennoe sostoyanie, perspektivy, resheniya. Dopolnitel'nye materialy po itogam regional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Aktual'nye problemy geologicheskoi otrasli AK "ALROSA" i nauchno-metodicheskoe obespechenie ikh reshenii" posvyashchennoi 35-letiyu YaNIGP TsNIGRI AK "ALROSA"* [Geological aspects of mineral ALROSA's raw material base: current state, prospects, solutions. Additional materials on the results of the regional scientific and practical conference "Actual problems of the geological branch of ALROSA and scientific and methodological support of their solutions", dedicated to the 35th anniversary of the YANIGP TSNIGRI of ALROSA], Mirnyi, MGT Publ., 2003, pp. 50–84.
  7. Zinchuk N. N. Sravnitel'naya kharakteristika veshchestvennogo sostava kory vyvetrivaniya kimberlitovykh porod Sibirskoi i Vostochno-Evropeiskoi platformy [Comparative characteristics of the material composition of the weathering crust of kimberlite rocks of the Siberian and East European platforms], *Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]*, 1992, No 7, pp. 99–109. (In Russ.).
  8. Zinchuk N. N., Boris E. I., Yanygin Yu. T. Osobennosti mineragenii almaza v drevnikh osadochnykh tolshchakh (na primere verkhnepaleozoiskikh otlozhenii Sibirskoi platformy) [Features of diamond minerageny in ancient sedimentary strata (on the example of Upper Paleozoic deposits of the Siberian platform)], Moscow, MGT Publ., 2004, 172 p.
  9. Zinchuk N. N., Zuev V. M., Koptil' V. I., Chernyi S. D. Strategiya vedeniya i rezul'taty almazoposkovykh rabot [Strategy of conducting and results of diamond prospecting operations], *Gornyi vestnik [Mountain Messenger]*, 1997, No 3, pp. 53–57. (In Russ.).
  10. Zinchuk N. N., Koptil' V. I. Ob osobennostyakh almazov iz kimberlitov i drevnikh osadochnykh tolshch (na primere Tsentral'no-Sibirskoi almazonosnoi subprovintsii) [About the features of diamonds from kimberlites and ancient sedimentary strata (on the example of the Central Siberian diamond-bearing subprovincia)], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya [Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology]*, 2018, No 4, pp. 28–38. (In Russ.).
  11. Zinchuk N. N., Koptil' V. I., Boris E. I., Lipashova A. N. Tipomorfizm almazov iz rossypei Sibirskoi platformy kak osnova poiskov almaznykh mestorozhdenii [Typomorphism of diamonds from placers of the Siberian platform as a basis for searching for diamond deposits], *Rudy i metally [Ores and Metals]*, 1999, No 3, pp. 18–31. (In Russ.).
  12. Zinchuk N. N., Mel'nik Yu. M., Serenko V. P. Apokimberlitovye porody [Apokimberlite rocks], *Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]*, 1987, No 10, pp. 66–72. (In Russ.).
  13. Zinchuk N. N., Savko A. D., Krainov A. V. Kimberlity v istorii Zemli. Trudy NII geologii VGU [Kimberlites in the history of the Earth. Proceedings of the VSU Geology Research Institute], Voronezh, VGU Publ., 2013, V. 68, 100 p.
  14. Zinchuk N. N., Savko A. D., Shevyrev L. T. Istoricheskaya minerageniya v 3 t. [Historical minerogeny in 3 vols].  
T. 1. Vvedenie v istoricheskuyu minerageniyu [V. 1. Introduction to historical minerogeny], Voronezh, VGU Publ., 2005, 590 p.  
T. 2. Istoricheskaya minerageniya drevnikh platform [V. 2. Historical mineralogy of ancient platforms], Voronezh, VGU Publ., 2007, 570 p.

- T. 3. Istoricheskaya minerageniya podvizhnykh superpoyasov [V. 3. Historical mineralogy of mobile super-belts], Voronezh, VGU Publ., 2008, 622 p.
15. Zinchuk N. N., Spetsius Z. V., Zuenko V. V., Zuev V. M. Kimberlitovaya trubka Udachnaya. Veshchestvennyi sostav i usloviya formirovaniya [Udachnaya kimberlite pipe. Material composition and conditions of formation], Novosibirsk, NGU Publ., 1993, 147 p.
16. Kvasnitsa V. N., Zinchuk N. N., Koptil' V. I. Tipomorfizm mikrokristallov almaza [Typomorphism of diamond microcrystals], Moscow, Nedra Publ., 1999, 224 p.
17. Kotel'nikov D. D., Dombrovskaya Zh. V., Zinchuk N. N. Osnovnye zakonomernosti vyvetrivaniya silikatnykh porod razlichnogo khimicheskogo i mineralogicheskogo tipa [Basic rules of weathering of silicate rocks of various chemical and mineralogical types], *Litologiya i poleznye iskopaemye [Lithology and Mineral Resources]*, 1995, No 6, pp. 594–601. (In Russ.).
18. Kotel'nikov D. D., Zinchuk N. N. Tipomorfnye osobennosti i paleogeograficheskoe znachenie slyudistykh mineralov [Typomorphic features and paleogeographic significance of micaceous minerals], *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geologiya i razvedka [Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration]*, 1996, No 1, pp. 53–61. (In Russ.).
19. Matsyuk S. S., Zinchuk N. N. Opticheskaya spektroskopiya mineralov verkhnei mantii [Optical spectroscopy of upper mantle minerals], Moscow, Nedra Publ., 2001, 428 p.
20. Orlov Yu. L. Mineralogiya almaza [Mineralogy of diamond], Moscow, Nauka Publ., 1984, 264 p.
21. Khar'kiv A. D., Zuenko V. V., Zinchuk N. N., Kryuchkov A. I., Ukhanov A. V., Bogatykh M. M. Petrokhimiya kimberlitov [Petrochemistry of kimberlites], Moscow, Nedra Publ., 1991, 304 p.
22. Khitrov V. G., Zinchuk N. N., Kotel'nikov D. D. Primenenie klaster-analiza dlya vyyasneniya zakonornosti vyvetrivaniya porod razlichnogo sostava [Application of cluster analysis to clarify the patterns of weathering of rocks of different composition], *Doklady Akademii nauk SSSR [Reports of the USSR Academy of Sciences]*, 1987, V. 296, No 5, pp. 1228–1233. (In Russ.).
23. Vasilenko V. B., Kuznetsova L. G., Volkova N. I., Zinchuk N. N., Krasavchikov V. O. Diamond potential estimation based on Kimberlite major element chemistry, *Journal of Geochemical Exploration*, 2002, V. 76, No 2, pp. 93–112.
24. Grachanov S. A., Zinchuk N. N., Sobolev N. V. The age of Predictable primary diamond sources in the Northeastern Siberian platform, *Doklady Earth Sciences*, 2015, V. 465, No 2, pp. 1297–1301.
25. Serov I. V., Garanin V. K., Zinchuk N. N., Rotman A. Ya. Mantle Sources of the kimberlite Volcanism of the Siberian Platform, *Petrology*, 2001, V. 9, No 6, pp. 576–588.

## Авторы

### Бардухинов Леонид Даниилович

кандидат геолого-минералогических наук  
заведующий лабораторией  
комплексного изучения алмазов ЦАЛ ВГРЭ  
BardukhinovLD@alrosa.ru

### Зинчук Николай Николаевич

доктор геолого-минералогических наук  
профессор, академик АН РС (Я)  
председатель ЗЯНЦ  
nnzinchuk@rambler.ru

Западно-Якутский научный центр (ЗЯНЦ) АН РС (Я),  
г. Мирный, Россия

## Authors

### Leonid D. Barduchinov

PhD  
Head of the Laboratory for the Comprehensive Study  
of Diamonds, Central Laboratory of the VGRE  
BardukhinovLD@alrosa.ru

### Nikolai N. Zinchuk

PhD  
Professor, Academician of the Academy of Sciences  
of the Republic of Sakha (Yakutia)  
Chairman  
nnzinchuk@rambler.ru

West Yakutsk Scientific Center of the Academy of Sciences  
of the Republic of Sakha (Yakutia), Mirny, Russia