

УДК 549.211:553.81

Н. Н. ЗИНЧУК, д-р геол.-минерал. наук, проф., акад. АН РС(Я), председатель Западно-Якутского научного центра Академии наук Республики Саха (Якутия), Мирный

# ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОИСКОВ АЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВ (НА ПРИМЕРЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ)

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

По результатам проведённых исследований с использованием большого фактического и аналитического материала сделаны выводы о необходимости более углубленного комплексного изучения эпох мощного корообразования и алмазоносного магматизма, на которые раньше не обращалось особое внимание. Имеющиеся ныне неравноценно и неравномерно распределённые материалы позволяют различать два мегаэтапа в формировании алмазоносности Сибирской платформы. Ранний охватывает время от архея до рифея включительно, т. е. от появления собственно алмаза в недрах до первого его поступления в приповерхностные обстановки. Для мегаэтапа характерны полицентризм, тяготение к периферическим частям платформы, а также разнообразие транспортеров. Второй мегаэтап (ранний палеозой-эоцен) отличается от первого пространственным расположением проявлений, моноцентризмом, преобладанием диатрем кимберлитов. При планировании и проведении прогнозно-поисковых работ на алмазы на перспективных территориях платформы надо ставить задачу вскрытия не только среднепалеозойских продуктивных коллекторов, но и более древних (докембрийских и нижнепалеозойских) и молодых (мезозойских) толщ, проводя при этом детальное комплексное изучение вещественного состава пород (особенно опорных разрезов и базальных горизонтов).

**Ключевые слова:** Сибирская платформа, эпохи мощного корообразования, алмазоносность, кимберлитовые минералы, полигенезис алмазов.

**N. N. Zinchuk. WAYS OF INCREASING EFFICIENCY OF DIAMONDIFEROUS KIMBERLITES PROSPECTING (ON THE EXAMPLE OF THE SIBERIAN PLATFORM)**

Carried out analysis of the material on diamondiferousness of the Siberian platform allows affirming that in spite of the large volume of the obtained for more than half a century period actual material there is a number of problem issues decision of which would promote increasing efficiency of diamondiferous kimberlites prospecting. In order to really solve practical forecast-prospecting tasks within the platform, besides the search for Middle Paleozoic kimberlites, one should focus on other epochs of massive crust formation and diamondiferous magmatism: Early Proterozoic, Riphean, Early Paleozoic, Caledonian, Early Hercynian, Late Hercynian, and Cimmerian stages. All reasons are available for developing new and perfecting already applied geologic-geophysical methods for clarifying or refining of deep structures and clearing-up the nature of geophysical anomalies. Efficiency of stratigraphic modeling on perspective territories greatly depends on details of construction and revealing thicknesses in a section, enriched by material from local sources of drift (including kimberlite pipes). Studying polygenesis of diamonds from the point of view of the type and age of their primary sources is the most important trend for increasing efficiency of prospecting works. Ontogenic and typomorphic study of kimberlite primary minerals, combined with other investigation methods, is an important aspect of perfecting forecast-prospecting works on diamondiferous kimberlites.

**Keywords:** Siberian platform, epochs of massive crust formation, diamondiferousness, kimberlite minerals, polygenesis of diamonds.

В настоящее время в мире известно более 2000 кимберлитовых тел, из которых алмазы установлены более чем в 300 трубках и дайках [1–2, 4–6, 9–16, 18, 19, 21, 22, 27, 30–33, 36], однако промышленные концентрации выявлены только в нескольких десятках диатрем, а в эксплуатации находились или находятся около 25 кимберлитовых трубок и одна лампроитовая. Ранее нами [33] в одном ключе обобщен и систематизирован огромный фактический материал более чем по 50 алмазоносным трубкам различных древних платформ мира (Сибирской, Африканской, Восточно-Европейской, Китайской, Индийской, Австралийской, Северо-Американской и др.). Некоторые из них отработаны до экономически выгодного порога (трубки Кимберли, Ягерсфонтейн, Де-Бирс, имени XXIII съезда КПСС, Дачная и др.). Разработка трубок Весселтон, Бултфонтейн, Дютойтспен и др. близится к завершению. В связи с переходом на подземную добычу происходит реконструкция рудников Интернациональный, Айхал, Мир, Удачный и др. В России первоочередными объектами, где наращивается добыча алмазов, являются диатремы нового Накынского кимберлитового поля (Нюрбин-

ская, Ботуобинская и тело Майское) на Сибирской платформе (СП), а также алмазоносные диатремы Архангельской кимберлитовой провинции (месторождение Ломоносовское, объединяющее несколько диатрем, кимберлитовая трубка им. Владимира Гриба).

На СП в 25 полях известны более тысячи кимберлитовых трубок, даек и жил, из которых только в Лено-Анабарской субпровинции открыто более 700. В более 150 трубках платформы установлены алмазы, а кимберлитовые диатремы Мир, Удачная, Юбилейная, Интернациональная, Айхал, Сытыканская, Ботуобинская, Нюрбинская, Зарница, Комсомольская и др. разрабатываются, в трубках имени XIII съезда КПСС и Дачная добычу завершили. Ряд диатрем в различной степени готовы к эксплуатации (трубки Краснопресненская, Дальняя, Иреляхская, Заполярная, Новинка, Поисковая, Комсомольская-Магнитная и др.). Это подчеркивает важность и приоритетность минерально-сырьевой базы в коренных месторождениях алмазов России, исходя из того, что в мире в эксплуатации находится немного более 20 кимберлитовых месторождений, включая и упомянутые на СП. Несмотря на длительность исследования алмазоносности СП, многие аспекты остаются до настоящего времени

неясными. Это касается проблемы коренных источников алмазов на красноярских и иркутских перспективных площадях, алмазов “эбеляхского” типа, причин разной продуктивности кимберлитовых полей Лено-Анабарской и Вилюйской субпровинций, связанных, как утверждают некоторые исследователи [6, 17, 23, 35], с единым протолитом. Требуют также геологического осмысления обширные материалы, касающиеся радиологического датирования алмазоносных и потенциально алмазоносных магматитов, роли разломов, авлакогенов, геофизических характеристик разных по продуктивности площадей, причины разной продуктивности кимберлитовых полей основных провинций. Требуют дополнительного исследования установившиеся представления об эпохах становления кимберлитов СП, из которых практически значимыми признаются [8, 9, 29, 34] только среднепалеозойская и, с большими оговорками, триасовая [7, 25]. При этом отмечается общее падение продуктивности кимберлитов от центра провинции к периферии, объясняемое различными причинами [4, 12, 18, 23].

Ранее проведенными исследованиями показано [14–16], что разные части Сибирской алмазоносной провинции в разные временные интервалы оказываются в различных историко-минерагенических провинциях (ИМП). Их пространственное совмещение отражает миграцию кимберлитообразования в пространстве и времени с той детальностью, которую позволяет современный уровень наших знаний. Под историко-минерагеническими провинциями мы [16] принимаем площади континентов и океанических бассейнов Земли с массовыми проявлениями аккумуляций рудного и нерудного вещества, сформировавшихся в определенном историко-минерагеническом этапе. Это отличается от традиционного определения минерагенических мегапровинций, под которыми обычно понимаются [15] геологические структуры первого порядка площадью несколько миллионов квадратных километров, расположенных на платформах или океанических бассейнах и сформировавшихся в течение нескольких геологических эр. Кроме того, минерагенические мегапровинции рассматриваются как изометрические участки земной коры крупных размеров (десятки тысяч квадратных километров) определенного периода и типа тектонического и металлогенического развития с характерными для него геологическими и рудными (одной-двумя) формациями и ассоциациями месторождений полезных ископаемых. Эволюцию во времени историко-минерагенических провинций можно рассмотреть по выделяемым нами ранее [14–16] основным эпохам мощного корообразования и кимберлитового магматизма. Роль процессов, происходивших в раннем и позднем докембри и оказавших влияние на общую алмазоносность СП, вероятно велика [2, 3, 20, 26], что подтверждается и древностью самих алмазов. Так, Re-Os модельный возраст для сульфидных включений в алмазах кимберлитовой трубки Удачная достигает 3,1–3,5 млрд лет, хотя мантийные ксенолиты этой диатремы формировались только 120 млн лет назад, серпентинизированные перидотиты – 741–863 млн лет, а кимберлиты – 304 млн лет [15]. Можно предположить, что первая экспозиция (выход на поверхность) алмазоносных магматитов произошла в раннем протерозое по периферии платформы как минимум в трех историко-минерагенических провинциях: Алданской, Усть-Ленской и Приенисейской. Связано это было с начавшимся процессом обособления мегаблока Восточно-Сибирской протоплатформы от соседних активизированных областей.

Именно тогда формировалась система глубинных разломов, параллельная краевым ограничениям, входящая в планетарную регматическую (в плане мегатрещиноватости) сеть. Выдающийся из них Таймыро-Байкальский разлом, вдоль которого проводят западную границу области влияния Тихоокеанского подвижного пояса. Присутствие даже единичных зёрен алмаза в высокометаморфизованных породах раннего докембри имеет большое и принципиальное значение. Поэтому большой научный интерес представляет обнаружение [15] в нижнекембрийских образованиях борно-магнетитового месторождения Таёжное (между пос. Чульман и г. Алдан) Алданского щита уплощенного октаэдра алмаза (размером около 150 мкм). Обнаружен он был в десилицированном включении доломита с борной минерализацией, что позволило авторам предполагать перидотитовый состав исходных пород. При метаморфизме алмаз был предохранён от разрушения кристаллом кальцита и тем обстоятельством, что температура не превышала 550 °С (пониженное содержание в кальците магнезии). На Алданском щите известны такие потенциально алмазоносные породы, как нижнепротерозойские лампроиты, изученные И. Л. Махотко, который выделил в пределах щита одноименную лампроитовую провинцию. По времени проявления лампроитового магматизма она им разделена на субпровинции: Чаро-Алданскую раннепротерозойскую и Лено-Алданскую позднемезозойскую. Чаро-Алданская раннепротерозойская субпровинция занимает небольшую часть бассейна р. Хани в её верховьях, на юго-западе щита. Лено-Алданская позднемезозойская субпровинция имеет более широкое распространение. Существуют некоторые признаки наличия на северо-востоке платформы в раннем протерозое Усть-Ленской ИМП с алмазоносным магматизмом коренных источников на акватории моря Лаптевых и в низовьях Лены, между устьями рек Булкур и Элиэтибийс. С последними могут быть связаны необычные алмазы “эбеляхского типа”, которые образуют широкий ореол неокатанных кристаллов к северо-востоку от Анабарского щита (Нижнеленская и Прончищевская группы россыпей). В ассоциации “эбеляхского” типа резко преобладают [7, 12] графитизированные ромбододекаэдры V разновидности, сложные двойники, сростки, додекаэдры VII разновидности, а также округлые алмазы “уральского” (“бразильского”) типа. Кристаллы имеют выраженные протоматические сколы, средний вес и гранулометрический состав, характерные для россыпей ближнего сноса. Самый древний коллектор, в котором они наблюдались (карнийские конгломераты), содержат “плохо транспортабельные” кимберлитовые минералы, а также в грубообломочной части гальки андезитов и липарито-дацитов, для которых пока не установлены области размыва. Доля “глубинных” пиропов дунит-гарцбургитовых парагенезисов алмазной ассоциации [24, 28] здесь ничтожно мала, что не согласуется с высокой алмазоносностью. При многочисленных перебивах подобные пиропы, будь они в коренном источнике, должны только накапливаться в россыпях по причине их наибольшей устойчивости. На описываемой территории спрогнозированы [7, 12] две площади вероятного нахождения коренных источников – Булкурская (на левобережье в низовьях Лены между устьями рек Бултур и Элиэтибийе) и Лаптевская (в акватории моря Лаптевых). Анализ первичных минералогических и геохимических материалов, касающихся россыпных месторождений алмазов “древнего облика” в Анабарской субпровинции, позволил отдельным исследователям [3,

7, 16] высказать мнение о докембрийском, не кимберлитовом и не лампроитовом источнике полезного компонента. Одно из мнений о причине сохранности высокой продуктивности древнего коренного источника “эбеляхского типа” видится [15, 16] в чрезвычайной пассивности северо-восточной окраины СП, удалённости от негативных влияний подвижных поясов и зон тектоно-термальной активности, что сильно повлияло на продуктивность потенциально алмазоносных магматитов запада и юга платформы. Выделение *Приенисейской ИМП* сделано [16] только на косвенных сопоставлениях. Немало специалистов [8, 15, 16, 25] полагают, что в дорифейское время СП сливалась с Китайской и далеко простиралась к востоку за нынешнюю р. Лена. В отличие от этого, западное ограничение, которое во всех реконструкциях проводят по долине Енисея, является наиболее выраженным, стабильным уже в течение около 2 млрд лет. Именно к нему тяготеют поля алмазоносных рифейских отложений и рифейских коренных источников, что характерно и для Алданской ИМП. Присутствие в последней раннепротерозойских алмазоносных перидотитов и неалмазоносных лампроитов позволяет предположить [16] подобные образования и на юго-западе платформы.

Вклад *рифейского этапа* и его авлакогенеза в алмазоносность СП являлся определяющим, так как это было время формирования алмазоносных протолитов в центральных районах и поступления алмазоносного материала в верхние горизонты земной коры в периферических районах [4, 3, 7, 15, 25]. В связи с этим во многих работах указывается [2, 8, 15, 33], что для трубки Удачная возраст мантийных ксенолитов составляет 1 203 млн лет ( $R_2$ ), серпентинизированных перидотитов – 741–863 млн лет ( $R_3$ ), кимберлитов – 304 млн лет. Для рифея выделяются [16] *Анабаро-Оленекская, Ангаро-Тунгусская и Алдано-Становая ИМП*. Наиболее древними рифейскими диатремами, выявленными в *Анабарско-Оленекском* регионе, являются [30, 33] тела вулканических брекчий в бассейне рек Большая Куонамка и Хорбусуонка. На Куонамской площади (восток Анабарского щита) известна трубка Халахстахская с условным позднепротерозойским возрастом. В ней много магнезии (9–13 %) и  $K_2O$  (3,67–10,24 %) при соотношении  $K_2O/Na_2O > 25$ . По химизму породы относят [6, 34] к “санидиновым лампроитам”, так как именно санидин ответственен за высокое содержание окиси калия в породе. В бассейне р. Хорбусуонка аналогичные древние тела считаются позднерифейскими [33]. Рифей в регионе отмечен не только внедрением кимберлитов, но и ознаменовался формированием массивов и прочих глубинных щелочных пород, среди которых минерагенические надежды связывают с лампроитами и карбонатитами. В рифее произошло формирование лампроитов Таймыра и Енисейского кряжа. На северо-востоке СП “древние” алмазы попадают в аллювий рек из рифейских толщ восточного склона Анабарского щита, Уджинского и Оленекского поднятий. Рифейские терригенно-карбонатные образования (мощностью до 2 км) здесь построены ритмично. Выделено [20] несколько эпох формирования рифейских алмазоносных россыпей, связанных с породами: а – серий мукунской (Анабарский щит, 1 550 млн лет) и солоолийской (сыгынахтахская свита, 1 480–1 514 млн лет); б – базального горизонта верхнебиляхской толщи Анабарского щита (около 1 000 млн лет); в – базальных горизонтов свит старореченской Анабара (674–670 млн лет), томторской Уджинского (700–750 млн лет), маастахской Оленекского поднятий. Часть алмазов из аллювия

современных рек этих районов схожа с древними алмазами Урала. Для них характерны [3, 7, 20] округлые формы, сопровождение устойчивыми минералами (цирконом) и особой разновидностью кианита. Для окраины Сибирской платформы характерно также широкое развитие верхнепротерозойских карбонатитов и связанных с ними рудных месторождений. Рудные массивы известны в Селигдаре, в провинциях Анабаро-Унжинской (массив Томтор с апатит-магнетит-флогопит-редкометалльно-редкоземельным оруденением, Орто-Ырыгахская карбонатитовая трубка и др.) и Учурской (рифейские массивы Арбарастахский, Ингилийский, апатит-редкоземельная специализация). Становление основных рудоносных массивов рифейского заложения (Томтор и Арбарастахский) было длительным. Для того, чтобы приобрести современный облик, массиву Томтор понадобилось [4, 15, 31] почти полмиллиарда лет (интервал 0,8–0,32 млрд лет), Арбарастахскому – четверть миллиарда (0,7–0,54 млрд лет). Оно было многоэтапным – внедрение новых порций магматического материала разделяли десятки миллионов лет покоя. По форме, размеру, внутреннему строению, геохимическим и минералогическим особенностям Томторский массив типичный нефелин-калишпатовый – из 300 км<sup>2</sup> его площади собственно карбонатиты занимают только 12 км<sup>2</sup>. Иногда [4] пикриты считают генетически связанными с кальцитовыми, доломитовыми, кальцит-доломитовыми карбонатитами, датированными 440–370 млн лет (ранний силур-средний девон).

В лампроитовой провинции Енисейского кряжа в литературе [9, 15, 23] описаны четыре позднекембрийские ассоциации щелочных магматитов: верхнерифейская трахибазальт-щелочно-трахитовая (захребетинский комплекс), вендская щелочно-ультраосновная чапинского и щелочно-гранитоидная средневороговского комплексов, верхневендская нефелин-сиенитовая среднетатарского комплекса. Ультрабазиты чапинского комплекса (возраст 668–670 млн лет – K/Ar) встречены среди первично-осадочных пород суворовской свиты чапской серии венда. Слабоалмазоносные кимберлиты Ингашинского (Окинского) поля Присаянского алмазоносного района [9], выделенные в *Ангаро-Тунгусской ИМП*, пока единственные из магматитов СП, для которых доказан рифейский возраст [9, 15, 16, 35]. Находится оно на юго-западе региона, между Красноярском и Иркутском, ближе к последнему, в бассейне р. Ингаши, притока р. Ока, впадающей в р. Ангара. Здесь, на юго-западе СП (Урикско-Ийский грабен), известны девять жил слюдяных кимберлитов мощностью от первых сантиметров до 1 м при прослеженной длине до 850 м, которые прорывают песчаники и сланцы ингашинской и урикской свит нижнего протерозоя. Иногда такие породы называют [9, 15] лампроитами, лампроитоидами и ограничивают их нижний возрастной рубеж верхнерифейскими отложениями ипситской свиты, с которыми интрузивные образования имеют рвущий контакт. Верхняя граница определена по перекрывающим породам саранчетской свиты нижнего карбона, содержащим индикаторные минералы кимберлитов: пиропы, хромшпинелиды и хромдиосиды. Возраст жил определен в работе [9] 1 268±12 млн лет (Rb/Sr), 1 200–1 100 млн лет (K-Ar). В пределах Восточного Саяна, Енисейского кряжа и Чадобецкого поднятия отдельными исследователями [20, 26] также прогнозируются коренные алмазоносные магматиты. Здесь были выделены три уровня промежуточных коллекторов рифея, его базальных конгломератов, начинающих разрезы крупнейших осадочных рит-

мов (снизу вверх): 1 – ермосохинская (1,635–1,430 млн лет, K/Ar), кординская (1,450 млн лет, K/Ar) и семёновская (1,290 млн лет, K/Ar) свиты; 2 – карагасская, лопатинская свиты (830 млн лет, K/Ar); 3 – мотская (609 млн лет, K/Ar), аleshинская свиты. Среди алмазов здесь преобладают [3, 9, 13, 26] округлые ромбодекаэдриды, зеленые и пигментированные индивиды с губчатой поверхностью. Велико также содержание целых кристаллов. Обычные парагенетические спутники алмаза (в основном пироп) редки и пространственно разобщены с ореолами алмазов, что возможно связано с более молодыми (девон, верхний триас-юра) известными здесь безрудными кимберлитами. Это обстоятельство позволило М. П. Метелкиной с соавторами [20] предположить существование на юго-западе платформы рифейских алмазоносных кимберлитов.

*Раннепалеозойский этап* считается [15, 23] временем “предрудной подготовки”, площади которой маркированы рифовыми постройками, формировались скрытые зоны проницаемости, узлы мелкой тектонической трещиноватости, очаги объёмного конседиментационного расширения, благоприятствовавшие доставке исключительно малых и дискретных порций кимберлитового материала к дневной поверхности. Мощности отложений нижнего палеозоя в пределах рифовых систем оказываются часто редуцированными, как это обычно [8, 15] свойственно конседиментационным поднятиям. Как кимберлиты и маркеры площадей их распространения – коралловые рифы часто сопровождают друг друга показано [4] на примере Далдынского и Алакит-Мархинского полей: в кимберлитовых брекчиях часты обломки силурийских кораллов, хотя в пределах этих полей силурийские толщи размыты. Более того, отдельными скважинами в пределах Далдыно-Алакитской зоны обнаружен ещё более древний, венд-кембрийский, уровень из биогермов и биостромов, верный признак вертикального телескопирования, наследования “предкимберлитового” рифообразования. По этим признакам многие исследователи считают перспективной на кимберлиты и Ангаро-Нижнеоленинскую рифовую систему в отложениях кембрия длиной 600 км и шириной около 25–30 км. Интересно, что как для Анабаро-Нижнеоленинградской, так и для Анабаро-Синской рифтовой системы характерен магнезиальный метасоматоз [15, 16], что иногда используется [21, 22] для прогноза долиноккарстовых и карстовых россыпей алмазов.

При обсуждении роли раннепалеозойского этапа в становлении тел продуктивных магматитов Якутской алмазоносной провинции (ЯАП) следует отметить работу А. И. Зайцева с соавторами [10], посвящённую датированию высокоалмазоносных кимберлитов вновь открытого Накынского поля – средняя часть Виллюско-Мархинской зоны, к северу от Малоботубинского района. Диатремы Ботубинская и Нюрбинская прорывают терригенно-карбонатные отложения раннего палеозоя и перекрыты юрскими терригенными толщами. Среди ксенолитов осадочных пород встречены брахиоподы силура, конодонты раннего и среднего ордовика. Прочие органические остатки надёжно не определены, но предполагается, что они могут относиться к раннему силуру и среднему девону. Проведённые Ar-Ar методом по флогопиту из кимберлитов трубок Ботубинская и Нюрбинская определения дали разброс возраста от 1842 до 370 млн лет. Rb-Sr соотношения для основной массы образцов уложились в интервал 444–449 млн лет. Средневзвешенный возраст по восьми зернам флогопита (Ar/Ar) трубки

Ботубинская –  $398 \pm 17$  млн лет, а без учёта крайних значений –  $380 \pm 12$  млн лет. По совокупности всех Rb-Sr определений изохронный возраст для этой кимберлитовой трубки –  $445 \pm 4$  млн лет. Он древнее аргон-аргоновых, но не выходит за пределы общего массива радиологических данных. Принятие в расчёт данных по трубке Нюрбинская не меняет этих оценок –  $445 \pm 3$  млн лет. Упомянутые исследователи [10] ограничивают время проявления кимберлитового магматизма Накынского поля 450–380 млн лет, что хорошо согласуется с предварительными данными по возрасту габбро-долеритов, проявившимися здесь дважды, в интервалах 450–460 млн лет и 346–386 млн лет (K-Ar). Это позволило заявить исследователям об обнаружении новой продуктивной эпохи кимберлитового магматизма на СП, позднеордовикской (ближе к раннесилурийской). Следует отметить, что в эту же эпоху сформировались [15] высокоалмазоносные кимберлиты китайских провинций Шаньдун (поле Меджин) и Ляонин (поле Уафгангдиан). Геологические, минералогические и геохимические особенности кимберлитов Накынского поля уникальны. Так, вопреки общей закономерности, свидетельствующей о локализации высокопродуктивных тел в пределах блоков с повышенными мощностями литосферы (более 200 км), описываемое поле целиком уложилось по этому показателю в интервал 120–150 км [9]. При этом следует отметить, что речь идёт только о современной мощности литосферы. Н. П. Похиленко с соавторами [24] полагают, по аналогии с районом высокоалмазоносных кимберлитовых даек Snap Lake субпровинции Слейв (также раннепалеозойской), что во время становления диатрем мощность литосферы могла быть аномально высокой (около 300 км). В кимберлитах Накынского поля концентрации индикаторных минералов (пиропа и хромитов) на порядок меньше, чем в обычных кимберлитах, при почти полном отсутствии пикроильменита. При этом содержание пиропов алмазной ассоциации в порфириновом кимберлите трубки Ботубинская достигает рекордного для этого типа пород значения – до 45 %. Бедность кимберлитов поля индикаторными минералами объясняет незначительные размеры вторичных ореолов – 1–2 км от коренных источников, что весьма затрудняет их поиски, учитывая к тому же и слабую намагниченность пород. В целом кимберлиты Накынского поля считаются [24] аномальными и по необычно высокому (до 15 %) содержанию в пиропе  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Проявления каледонского алмазоносного магматизма отнесены к *Виллюско-Анабарско-Оленёкской ИМП*.

Тектонические процессы *раннегерцинского (среднепалеозойского) этапа* СП исследовать труднее, чем, например, Восточно-Европейской платформы, так как в первом случае на обширных пространствах от р. Виллю до устья р. Лена девонские толщи не вскрыты. Так, для Ангаро-Ботубинской антеклизы, где мощности только девонских красноцветов оценены в 700 м, известные материалы не позволяют установить даже примерно положение конседиментационных грабенов [8, 15, 25]. В среднем палеозое во многих районах платформы сформировались тела магматитов щелочно-основной формации. К ним относятся [15, 25, 33]: Виллюско-Мархинский дайковый пояс с силами и трубками взрыва; Жиганская, Молодинская, Куойско-Эбеляхская зоны с редкими силами, штоками, лакколитоподобными телами; формации щелочно-ультраосновных пород с карбонатитами массивов Томтор и Богдо-Уджинской тектономагматической зоны; кимберлиты и альнеиты востока и юга Ана-

барской антеклизы, её Далдыно-Оленекской зоны, кимберлиты Виллойско-Мархинской зоны. В Патомско-Виллойском авлакогене обнаружены [4, 14, 23, 33] покровы девонских щелочных базальтоидов с прослоями липарито-дацитовых туфов. Раннегерцинские радиологические даты имеются [10, 16] для трубок 12 кимберлитовых полей ЯАП. Основной массив определений возраста вещества кимберлитов укладывается в интервал 380–310 млн лет и отделен “пустым” промежутком в 10–20 млн лет от массива “каледонских” дат (400 млн лет и древнее). Выделяются *раннегерцинские Виллойская, Алдано-Оленекская и Ангаро-Тунгусская ИМП*. Основные поля среднепалеозойских кимберлитов расположены [15, 31, 33] в центральной части платформы, её *Виллойской ИМП*. Однако появляется всё больше данных [7, 16, 21, 35] о среднепалеозойских алмазоносных диатремах Анабарской субпровинции, где они соседствуют с мезозойскими и даже палеогеновыми. В Куонамском районе среди архейских пород, относимых к наиболее древней далдынской серии, НПО “Аэрогеология” выявлены среднепалеозойские кимберлиты. Возможно, они алмазоносны – в районе открытой трубки Сербьян в аллювии встречены неизношенные алмазы. Средний возраст по двум датам для кимберлитов участка Сербьян –  $362 \pm 7$  млн лет (Rb/Sr), что соответствует [4, 31] франскому веку. В периферических частях платформы (Прианабарская, Сетте-Дабанская провинции) продолжилось становление карбонатитовых массивов. В Прианабарье (массив Томтор) в раннекаменноугольную эпоху (340–320 млн лет назад) появились кальцит-хлорит-серпентиновые метасоматиты по щелочным габброидам, в Сетте-Дабане (Горноозерский массив) – нефелиновые сиениты центральной части (K-Ar) – 348; магматические карбонатиты (по флогопиту K-Ar) – 387, то же (Rb-Sr) – 378; магнезиальные апокарбонатитовые скарны (по флогопитам, кальцитам) –  $343 \pm 25$ . В южной части произошло [10] становление тел нефелиновых сиенитов с датами по биотиту (K-Ar) – 372 млн лет.

Алмазоносный потенциал среднепалеозойского этапа ещё не вполне раскрыт, о чём свидетельствуют [3, 7, 12, 28] многочисленные находки минерала в каменноугольных толщах на севере и западе платформы. Россыпные алмазы и сопровождающие их хромистые пиропы известны в нижнекаменноугольных отложениях нуччюрегинской свиты Кютюнгинской области Лено-Анабарской субпровинции (*Алдано-Оленекской ИМП*) на севере ЯАП, выделенной по типоморфным особенностям минерала [12]. Пиропы из нуччюрегинской свиты нередко принадлежат к алмазной ассоциации (до 7 %). Присутствие алмазов 1 разновидности (до 88 %), ламинарных камней ряда октаэдр-ромбододекаэдр (до 76 %) и округлых индивидов (до 11 %) свидетельствует [7, 12] о поступлении таких алмазов из богатого коренного источника. Эту местную ассоциацию глубинных минералов предложено [12, 28] называть “кютюнгинского” типа, для которого характерны кристаллы октаэдрического и переходного к ромбододекаэдрическому облику (до 50 %) с заметным участием полуокруглых ромбододекаэдров с блоковой структурой и алмазов с оболочкой. Это позволило высказать предположение [12, 28] о наличии в этом регионе богатых кимберлитовых тел, которые вероятно находятся в Далдыно-Толуопском междуречье, возможно, под толщами траппов, о чём свидетельствует леденцовая скульптура поверхности кристаллов алмаза “кютюнгинского” типа, что является признаком их продолжительного нахождения в прибрежной зоне.

На юго-западе СП в каменноугольных отложениях установлены [2, 9, 12, 15, 32] ореолы алмазов и его минералов-спутников, которые можно отнести к *Ангаро-Тунгусской ИМП*. Площади эти принадлежат Ангарскому кратону с возрастом консолидации 2,6 млрд лет, где выделяются [9, 15, 32] шесть алмазоносных районов (Присаянский, Чуно-Бирюсинский, Муро-Ковинский, Илим-Катангский, Нижнетунгусский и Тычанский), перспективных на обнаружение высокоалмазоносных диатрем. Последние являются не только среднепалеозойского возраста, поскольку на юге известно Ингашийское (Окинское) поле среднерифейских даек кимберлитов (1 260 млн лет), на севере – Чадобецкое поле мезозойских кимберлитов. Первые пять названных районов расположены на территории Иркутской области, а Тычанский район – в Красноярском крае. В *Присаянском алмазоносном районе* известна [8, 32] полоса распространения рифейских лампроитов шириной 5–8 км и длиной до 30 км, протянувшаяся по линии “верховье р. Ингаши – р. Чёрная Танга”, известная как Ингашиинское лампроитовое (кимберлитовое) поле. Кроме того, в нижнекаменноугольной саранчетской свите (датированной  $370 \pm 30$  млн лет) установлены пиропы, хромшпинелиды, хромдиопсиды и другие минералы-спутники алмаза, что позволило предположить [9] присутствие в районе среднепалеозойских алмазоносных магматитов. *Чуно-Бирюсинский алмазоносный район* выделен по содержанию пироба и хромшпинелидов в нижнекаменноугольных отложениях баероновской свиты, откуда они поступают [8] в современный аллювий (бассейны рек Чукша и Тангуй-Удинской). Невысокое содержание индикаторных минералов в породах нижнего карбона и современном аллювии, небольшой их размер, отсутствие пикроильменита, присутствие гранатов различных генетических типов позволило предполагать присутствие источников нескольких генетических типов (в том числе и нетрадиционных). Перспективность площади подтверждает и обнаружение в современном аллювии алмазов, образующих иногда россыпные проявления. *Муро-Ковинский алмазоносный район* (6 300 км<sup>2</sup>) расположен в центральной части Ангарского кратона и пространственно связан с главной структурой, контролирующей коренную алмазоносность юго-запада СП – Ковино-Кординской зоной (южный фланг). Здесь установлено [8] два наиболее ранних коллектора: отложения нижнекаменноугольной мурской и средне-верхнекаменноугольной катской свиты. В отложениях мурской свиты повсеместно встречаются пиропы различных генетических типов, в том числе дунит-гарцбургитового до верлитового и пироксенитового [33], что может указывать на их кимберлитовую природу. Пиропы и хромшпинелиды есть и в катской свите, где распространены локально. Алмазы в этом районе встречены только в современном аллювии. Присутствие среди них плоскогранных остросереберных октаэдров, а также индивидов с параллельной штриховкой, полицентрически растущими гранями, ромбододекаэдров с полосами пластической деформации делает близкими местные предполагаемые кимберлиты с таковыми Малоботубинского района [33]. *Илим-Катангский алмазоносный район* (площадь 110 000 км<sup>2</sup>) отличается значительными вариациями мощностей литосферы (от 130 до 200 и более километров). Полагают [9, 15, 33], что в среднем палеозое контролирующей структурой здесь был раннекаменноугольный Тушамский прогиб. Повсеместное наличие в тушамской свите пироба, ассоциирующего нередко с хромшпинелидами, а в аллювиальных песках и алмазов делает эту территорию

перспективной для поисков среднепалеозойских кимберлитов. *Нижнетунгусский алмазоносный район* (78 000 км<sup>2</sup>) выделен на западе Бирюсинско-Ангаро-Оленекского кратона, то есть части, которая относится к Ия-Оленекской депрессионной зоне. На севере последней, где мощности земной коры максимальны, расположены известные Верхнемунское, Алакит-Мархинское и Далдынское кимберлитовые поля. В верховьях р. Чона на площади весьма контрастного поднятия фундамента прогнозируются диатремы среднего палеозоя, что подтверждается [9, 15] и морфологическим обликом найденных алмазов: почти четверть кристаллов октаэдрического и переходного (октаэдр-ромбододекаэдр) облика. *Тычанский алмазоносный район* занимает территорию Комовского кратона архейской консолидации, в зоне сочленения Байкитской антеклизы и Тунгусской синеклизы. В структуре рифейско-нижнепалеозойского яруса антеклизы выделяется Комовский свод как структура первого порядка. На юге района известны многочисленные диатремы базальтов, пикритов и других пород, включая и триасовые неалмазоносные кимберлитовые тела Хоркич и Тайгикут-Нембинского поля. Среднепалеозойские кимберлиты здесь пока не открыты, но их положение прогнозируется [9, 15] вдоль зоны глубинного Ковино-Кординского разлома. В каменноугольных отложениях на юго-западе Тунгусской синеклизы (протяженностью до 250 км) многочисленны находки алмазов и их минералов-спутников. Россыпные проявления группируются в Тычанский, Тарыдахский и Шушукский ореолы. В тычанском карбоновом коллекторе наиболее перспективным для опробования признаётся базальный горизонт тычанской свиты, в котором обнаружены кристаллы различных гранулометрических классов. От якутских месторождений морфологический спектр кристаллов из каменноугольных толщ Тычанского ореола отличается [12, 15] доминированием октаэдров (до 29 %), переходных форм (до 13 %), обилием ромбододекаэдров (17 %), додекаэдровидов с шагреновой поверхностью и полосами пластических деформаций (до 27 %), плоскогранных октаэдров (до 7 %). Среди минералов-спутников отмечены пиропы (преобладают) и хромшпинелиды. На основе изучения гранатов Тычанского и Тарыдахского ореолов показаны [13] различия в строении верхней мантии соответствующих площадей.

В *позднегерцинском этапе (средний карбон-средний триас)* потенциально алмазоносные и алмазоносные магматиты известны в *Анабаро-Оленекской и Ангаро-Тунгусской ИМП*. Кимберлиты *Молодинского, Куойского, Куранахского, Лучаканского, Ары-Мастахского и Старореченского полей Анабаро-Оленекской ИМП* характеризуются позднегерцинскими (310–200 млн лет) радиологическими датами. В Куонамском алмазоносном районе (поля Ары-Мастахское, Старореченское и Дьюкенское) потенциально промышленным объектом считают триасовую трубку Куонамская. Сравнительно невысокое содержание алмазов в её кимберлитах компенсирует высокий выход ювелирного сырья. Некоторые исследователи [6, 7] в своих работах, посвящённых северо-востоку платформы, указывали на триасовую эпоху как потенциально продуктивную. При этом предполагалось [6], что нетрадиционный коренной источник алмазов “эбеляхского типа” также имеет ранне-среднетриасовый возраст и вероятное его пространственное положение в зоне сочленения СП с обрамляющим Енисей-Хатанским прогибом (устье Лены или прилегающей акватории Оленекского залива моря Лаптевых), скорее всего, в районе кряжа Прон-

чищева. Подтверждение этому они видели в возрасте встреченного в россыпях трубчатого циркона, ассоциирующего с алмазами северного типа – 215–233 млн лет (ранний триас). Однако с мнением о триасовом возрасте коренного источника алмазов “эбеляхского типа” согласны не все, считая их докембрийскими [3, 12, 34].

В раннемезозойских россыпях Кютюнгинской (Приленской) области, протянувшейся по Ленскому левобережью между устьем р. Моторчуны и устьем Лены, октаэдры алмазов встречены геологами ВАГТа в 1957 году. Они установили алмазоносность отложений среднего и верхнего триаса, нижней и верхней юры, а также присутствие минералов-спутников алмаза в разрезах венда, кембрия и нижнего триаса. Для триасовых кимберлитов Лучаканского поля Анабаро-Оленекской области (диатремы Отрицательная, Флажок, Двойная и др.) отмечено [12, 23] до 25 % бесцветных и молочно-белых кубоидов с облегченным  $\delta^{13}\text{C}$  (-17–20 ‰). Уникальна по минералогическим и геохимическим особенностям своих алмазов трубка Дьянга Беенчима-Куойского поля. Среди её алмазов [12] больше всего додекаэдровидов с шагреновой поверхностью и кавернами травления, сопровождаемых эклогитовой ассоциацией спутников (оранжевый гранат и клинопироксен). Поверхности кристаллов здесь часто представлены лишь реликтами первичной огранки, коррозионными поверхностными сколами. Они содержат максимальные для северо-востока ЯАП количества твёрдых включений эклогитового парагенезиса – до 25–30 % от общего их числа. Уникальность этой трубки ещё и в том, что, в отличие от доминирования в фанерозойских кимберлитах алмазов ультраосновных парагенезисов, в указанной диатреме особа велика роль эклогитовых алмазов с облегченным составом углерода [2].

В *Ангаро-Тунгусской ИМП* на западе СП сотрудниками “Красноярскгеологии” были открыты диатремы Тайга и Хортич нового Тайгикут-Нембинского кимберлитового поля. Их выходы отмечены на левобережье р. Подкаменная Тунгуска. Зеленоватые-серые, черные кимберлиты содержат обломки кембрийских, каменноугольных углистых пород, триасовых долеритов. Возраст кимберлитов по валовому составу и флогопиту триасовый (225±10 млн лет). В связи с отсутствием в породах алмазов и несколько отличным от типичных кимберлитов составом хромшпинелидов и пикроильменитов, породы диатремы могут относиться к щелочно-ультраосновной (пикритовой) формации. В позднегерцинский этап в Ангаро-Тунгусской ИМП сформировались также многие массивы ультраосновных щелочных пород с карбонатитами [9, 31], имеющими близкий с кимберлитами этой территории возраст (250 млн лет).

На СП вулканическая деятельность в среднем и поздне триасе (*киммерийский этап*) полностью прекратилась, чем эти эпохи резко контрастировали с ранним триасом, когда возникли основные поля развития траппов на площади 1,5–2,5 млн км<sup>2</sup>. Кимберлиты и лампроиты триаса и юры известны или предполагаются в киммерийских *ИМП Нижнеленской, Алданской* (верхнеюрские лампроиты), *Северного Таймыра* (триасовые лампроиты и слюдяные кимберлиты). В *Нижнеленской ИМП* поздне триасовые-юрские радиологические даты получены [4, 15] для кимберлитов Молодинского, Куойского, Лучаканского, Ары-Мастахского, Старореченского, Эбеляхского и Орто-Бяргинского полей. Алмазы в посттриасовых (юрских и меловых) диатремах не установлены, но с некоторой долей условности

предполагаются в связи с наличием их и минералов-спутников в келловейских базальных конгломератах. В *Алданской ИМП* И. Л. Махоткин описал комплекс силлов и даек лампроитов с позднеюрскими датами (147–142 млн лет (K-Ar)). В этом районе известны и более поздние проявления лампроитового магматизма, относящиеся к раннемеловой эпохе. Силлы, реже дайки лампроитов малыми мощностями до 10 м, залегают в наиболее тектонически спокойных блоках, особенно в Якутской впадине – главной площади их развития. В Ингалинском массиве силлы обнаружены среди нижнекембрийских доломитов. В единой дифференцированной серии лампроитов малыми есть породы ультраосновного и основного рядов. Основная масса ультраосновных лампроитов (слагают нижние части силлов или внутренние части даек) представлена оливином II генерации, зернами диопсида, флогопита, псевдолейцита, ортоклаза и раскристаллизованного стекла. Присутствуют хромшпинелиды с низким содержанием глинозёма (<5 %), что делает их непохожими на одноименные минералы из кимберлитов. Местонахождения юрских лампроитов и ультраосновных щелочных пород с карбонатами в Алданской ИМП иногда сближены. В *ИМП Горного Таймыра* известны слюдяные кимберлиты, в которых встречены алмазы. Известны здесь и лампроиты. К настоящему времени известно 35 даек и девять диатрем. Возраст их составляет 230–225 млн лет (K-Ar, Rb-Sr), что отвечает карнийскому веку верхнего триаса.

На СП меловые (*раннеальпийский этап*) магматиты трубчатого типа известны в *Нижнеленской и Алданской ИМП*. На восточном склоне Анабарского щита в пределах Нижнеленской провинции под термином “конвергентные с кимберлитами породы”, относимыми к юре-мелу, описывают [4, 15, 23, 33] диатремы пикритовых порфиритов, карбонатов, щелочных базальтов. Они ассоциируют с кимберлитами в пределах Орто-Бяргинского, Старореченского и Ары-Мастахского полей. Если базиты девона характеризуются высокими содержаниями  $K_2O$ , то в химических составах долеритов мезозоя ведущая роль принадлежит  $Na_2O$  и иное соотношение  $Ni/Fe=11,3-12,4$ . Исследователи [7, 15, 16, 33] отмечают неалмазность меловых кимберлитов севера ЯАП, выявленных в пределах Беенчима-Куойкского поля. В Алданской ИМП нижнемеловые лампроиты, наряду с аналогичными верхнеюрскими телами, известны в центральной части щита и в других его сегментах (Мурунский массив, Верхнеамгинский район, р. Молбо, Ломамский шток). Их радиологические даты по флогопиту (K-Ar) характеризуют раннемеловые интервалы 137–133 млн лет и 124–120 млн лет. Несколько образцов ультраосновного и один основного состава лампроитов Ломамского штока показали значения 124–119 млн лет. Некоторые исследователи [17, 33] считали верхнеамгинские трубки взрыва щелочно-ультраосновного состава этой части щита сложными пикритами и известково-щелочными лампрофирами-минеттами, а сами диатремы послераннетриасовыми. И. Л. Махотко различал в строении массивов участки, сложенные ультраосновными брекчиями, основными лампроитами, средними лампроитами-оренжитами. Он отнес Центральноалданский и Верхнеамгинский районы эруптивного магматизма, удаленные друг от друга примерно на сто километров, к единому Центральноалданскому гранулит-гнейсовому блоку. Установлены три вида пород семейства основных лампроитов: оливин-диопсид-флогопитовые, оливинсодержащие флогопит-диопсидовые и оливин-диопсидовые.

Кайнозойские (*позднеальпийский этап*) потенциально алмазоносные и алмазоносные магматиты известны [19, 23, 25] на северо-востоке и юго-западе платформы, где они отнесены к *Анабаро-Нижнеленской и Алданской ИМП*. В пределах первой известны палеогеновые кимберлиты [7] и крупные вулканотектонические структуры с импактными алмазами – эоценовые Попигайская и Беенчима-Салаатинская [15, 19]. Попигайский объект, ресурсы которого оценивают в миллиарды карат, находится в среднем течении р. Попигай, имеет диаметр около 75 км, абсолютные отметки дна 20–80 м. Окружающее плато приподнято над дном на 200 м [19]. Алмазы Попигайской структуры – это [2, 12, 19] поликристаллические полифазные сростки состава “графит-чаоит-кубический” алмаз (лонсдейлит) размерностью до 3 мм, но обычно до 0,5 мм. Средние содержания алмазов в пределах отдельных разведанных площадей составляют [19] до 9 карат/м<sup>3</sup>, максимальные – сотни карат. Аргументы сторонников эндогенной [5] и космогенной [19] гипотез формирования структур типа Попигайской хорошо известны и давно обсуждаются. Беенчима-Салаатинская очаговая криптовулканическая структура находится в бассейне левого притока р. Оленёк р. Беенчима на северо-восточном склоне Оленекского поднятия. Она появилась примерно в то же время, что и Попигайская (40±20 млн лет назад), и была установлена в поле развития отложений нижнего-среднего кембрия путём дешифрирования аэрофотоснимков. Диаметр образования по дну – 6,0–6,5 км, по валу, возвышающемуся над ним на 50–70 м – 7,5–8,0 км [19]. Обе очаговые структуры естественным образом замыкают северо-восточное окончание Большой алмазной диагонали платформы, демонстрируют последовательное омоложение потенциально продуктивного магматизма в сторону моря Лаптевых.

Таким образом, проведёнными исследованиями с использованием большого фактического и аналитического материала сделаны выводы о необходимости более углубленного комплексного изучения эпох мощного корообразования и кимберлитового магматизма, на которые раньше не обращалось особого внимания. Разногласие мнений, касающихся геолого-тектонических аспектов локализации месторождений алмазов на СП, в большой степени связано с недостаточностью наших знаний о строении и алмазности её значительной части. В её пределах имеются площади россыпных узлов и кимберлитовых полей, изученные десятками тысяч скважин, в то время как значительная часть платформы (особенно западная половина) обследована недостаточно, что особенно касается подтрапповых образований. Тем не менее имеющиеся ныне неравноценные и неравномерно распределённые материалы позволяют различать два мегаэтапа в формировании алмазности СП. Ранний охватывал время от архея до рифея включительно, т. е. от появления собственно алмаза в недрах до первого его поступления в приповерхностные обстановки. Для мегаэтапа характерны полицентризм, тяготение к периферическим частям платформы, а также разнообразие транспортёров. Второй мегаэтап (ранний палеозой-эоцен) отличался от первого пространственным расположением проявлений, моноцентризмом, преобладанием диатрем кимберлитов. При планировании и проведении прогнозно-поисковых работ на алмазы на перспективных территориях платформы надо ставить задачи вскрытия не только среднепалеозойских продуктивных коллекторов, а и более древних (докембрийских и нижнепалеозойских) и молодых, в первую очередь мезо-

зойских толщ, проводя при этом детальное комплексное изучение вещественного состава пород, особенно опорных разрезов и базальных горизонтов. Ведь на Африканской платформе нет не промышленно-алмазоносных временных интервалов, хотя их число вполне отвечает восточносибирским. Верность подобной мысли подтверждает и принадлежность кимберлитов высокоалмазоносного Накынского поля новой для СП раннепалеозойской эпохи мощного कोरोобразования и кимберлитового магматизма. Полученные новые материалы о более широкой, чем считалось ранее, потенциальной россыпной алмазоносности докембрийских отложений также подчёркивает важность изучения более древних толщ с целью ответа на вопросы о коренных источниках алмазов в таких толщах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Архангельская алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия, минералогия)/Под редакцией О. А. Богатикова. – М.: МГУ, 1999. – 524 с.
- Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Похиленко Н. П. Поисковая минералогия алмаза. – Новосибирск: ГЕО, 2010. – 650 с.
- Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Тычков С. А. Проблема докембрийской алмазоносности Сибирской платформы//Вестник Воронежского университета. Сер. геол. – 2002. – № 13. – С. 19–35.
- Брахтфогель Ф. Ф. Геологические аспекты кимберлитового магматизма северо-востока Сибирской платформы. – Якутск: ЯФ СО СССР, 1984. – 128 с.
- Ваганов В. И. Алмазные месторождения России и Мира. – М.: Недра, 2000. – 369 с.
- Василенко В. Б., Зинчук Н. Н., Кузнецова Л. Г. Геодинамический контроль размещения кимберлитовых полей центральной и северной части Якутской кимберлитовой провинции (петрохимический аспект)//Вестник Воронежского ун-та. Серия геолог. – 2000. – № 3 (9). – С. 37–55.
- Граханов С. А., Шаталов В. И., Штыров В. А. и др. Россыпи алмазов России. – Новосибирск: ГЕО, 2007. – 457 с.
- Дукардт Ю. А., Борис Е. И. Авлакогенез и кимберлитовый магматизм. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 161 с.
- Егоров К. Н., Зинчук Н. Н., Мишенин С. Г. и др. Перспективы коренной и россыпной алмазоносности юго-западной части Сибирской платформы//В сб.: Геологические аспекты минерально-сырьевой базы АК “АЛРОСА”: современное состояние, перспективы, решения. – Мирный: Мирнинская типография, 2003. – С. 50–84.
- Зайцев А. И., Корнилова В. П., Фомин А. С. О возрасте кимберлитовых пород Накынского поля (Якутия)//Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: ВГУ, 2001. – № 5. – С. 47–54.
- Зинчук Н. Н. Постмагматические минералы кимберлитов. – М.: Недра, 2000. – 538 с.
- Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. – М.: Недра, 2003. – 603 с.
- Зинчук Н. Н., Коптиль В. И., Афанасьев В. П. и др. Прогнозные минералогические факторы коренной алмазоносности Байкитской области (Красноярский край)//Геологические аспекты минерально-сырьевой базы АК “АЛРОСА” современное состояние, перспективы, решения. – Мирный: Мирнин. типография, 2003. – С. 109–117.
- Зинчук Н. Н., Савко А. Д., Шевырев Л. Т. Тектоника и алмазоносный магматизм. – Воронеж: ВГУ, 2004. – 426 с.
- Зинчук Н. Н., Савко А. Д., Шевырев Л. Т. Историческая минерагения: в 3 томах. 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.
- Зинчук Н. Н., Савко А. Д., Шевырёв Л. Т. Историко-минерагенический анализ коренной алмазоносности Сибирской платформы//Труды НИИГеологии ВГУ. – Вып. 64. – Воронеж: ВГУ, 2010. – 100 с.
- Зуев П. П. К петрологии кимберлитоподобных пород Центральноалданского района (Алданский щит)//ДАН СССР. – 1973. – Т. 212. – № 1. – С. 205–208.
- Каминский Ф. В. Закономерности размещения кимберлитов и родственных им пород на Сибирской платформе//Доклады АН СССР. – 1972. – Т. 204. – № 5. – С. 1187–1190.
- Масайтис В. Л., Мацак М. С., Раихлин А. И. и др. Алмазоносные импактиты Попигаийской астроблемы. – СПб: ВСЕГЕИ, 1978. – 179 с.
- Метелкина М. П., Прокопчук Б. И., Суходольская О. В., Францесон Е. В. Докембрийский алмазоносные формации Мира. – М.: Недра, 1976. – 134 с.
- Милашев В. А. Кимберлитовые провинции. – Л.: Недра, 1974. – 224 с.
- Милашев В. А. Структуры кимберлитовых полей. – Л.: Недра, 1979. – 183 с.
- Мокшанцев К. В., Еловский В. В., Ковальский В. В. и др. Структурный контроль проявлений кимберлитового магматизма на северо-востоке Сибирской платформы. – Новосиб.: Наука, 1976. – 120 с.
- Похиленко Н. П., Соболев Н. В., Зинчук Н. Н. Аномальные кимберлиты Сибирской платформы и кратона Слейв, их важнейшие особенности в связи с проблемой прогнозирования и поисков// В сб.: Алмазоносность Тимано-Уральского региона. Материалы Всерос. совещания. – Сыктывкар: Геопринт, 2001. – С. 19–21.
- Розен О. М., Манаков А. В., Зинчук Н. Н. Сибирский кратон. Формирование и алмазоносность. – М.: Научный мир, 2006. – 212 с.
- Секерин А. П., Меньшагин Ю. В., Лаценов В. А. Докембрийские лампроиты Присаянья//Докл. РАН. – 1993. – Т. 329. – № 3. – С. 328–331.
- Соболев В. С. Геология месторождений алмаза Африки, Австралии, Борнео и Северной Америки. – М.: Госгеолтехиздат, 1951. – 51 с.
- Соболев Н. В., Белик Ю. П., Похиленко Н. П. Хромсодержащие пиропы в нижнекаменноугольных отложениях Кютюндинского прогиба//Геология и геофизика. – 1981. – № 2. – С. 14–23.
- Толстов А. В. Пластовые кимберлиты севера Сибирской платформы (в связи с поисками коренных месторождений алмазов)//В сб.: Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: ВГУ, 2001. – С. 135–143.
- Францесон Е. В., Лутиц Б. Г. Кимберлитовый магматизм древних платформ. – М.: Наука, 1995. – 120 с.
- Фролов А. А., Лапин А. В., Толстов А. В. и др. Карбонатиты и кимберлиты (взаимоотношения, минерагения, прогноз). – М.: НИИ “Природа”, 2005. – 540 с.
- Харьков А. Д., Зинчук Н. Н., Крючков А. И. Геолого-генетические основы шликминералогического метода поисков алмазных месторождений. – М.: Недра, 1995. – 348 с.
- Харьков А. Д., Зинчук Н. Н., Крючков А. И. Коренные месторождения алмазов Мира. – М.: Недра, 1998. – 555 с.
- Шамишина Э. А. Минералы кимберлитовых пород в разновозрастных отложениях севера Сибирской платформы. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1986. – 120 с.
- Эринчек Ю. М. Перспективы алмазоносности Сибирской платформы на основе анализа глубинного строения территории//В сб.: Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: ВГУ, 2001. – С. 561–568.
- Dawson J. B. The structural setting of African kimberlite magmatism//African Magmatism and Tectonics. – Oliver and Boyd, 1970. – P. 321–335.

#### REFERENCES

- Arkhangelsk diamondiferous province (geology, petrography, geochemistry, mineralogy)/Edited by O. A. Bogatikova. – Moskva: MSU, 1999. – 524 p. (In Russian).
- Afanasev V. P., Zinchuk N. N., Pohilenko N. P. Prospecting mineralogy of diamond. – Novosibirsk: GEO, 2010. – 650 p. (In Russian).
- Afanasev V. P., Zinchuk N. N., Tychkov S. A. Problem of Pre-Cambrian diamondiferousness of the Siberian platform//Bul. of Voronezh university. Geol. ser. – 2002. – № 13. – P. 19–35. (In Russian).
- Brahtfogel F. F. Geological aspects of kimberlite magmatism of the Siberian platform North-East. – Yakutsk: YB SB USSR AS, 1984. – 128 p. (In Russian).
- Vaganov V. I. Diamond deposits of Russia and the World. – Moskva: Nedra, 2000. – 369 p. (In Russian).
- Vasilenko V. B., Zinchuk N. N., Kuznetsova L. G. Geodynamic control of kimberlite fields' allocation of Yakutian kimberlite province cen-



- tral and northern parts (petrochemical aspect)//Bul. of Voronezh university. Geol. ser.. – 2000. – № 3 (9). – P. 37–55. (In Russian).
7. *Grahanov S. A., Shatalov V. I., Shtyrov V. A.* et al. Diamond placers of Russia. – Novosibirsk: GEO, 2007. – 457 p. (In Russian).
  8. *Dukardt Ju. A., Boris E. I.* Aulacogenesis and kimberlite magmatism. – Voronezh: VSU, 2000. – 161 p. (In Russian).
  9. *Egorov K. N., Zinchuk N. N., Mishenin S. G.* et al. Perspectives of primary and placer diamondiferousness of the Siberian platform south-western part//Coll.: Geological aspects of mineral-raw material base of “ALROSA” OJSC: modern state, perspectives, solutions. – Mirny: Mirny Printing House, 2003. – P. 50–84. (In Russian).
  10. *Zaicev A. I., Kornilova V. P., Fomin A. S.* About the age of the Naryn field kimberlite rocks (Yakutia)//Problems of diamond geology and some ways of their solution. – Voronezh: VSU, 2001. – № 5. – P. 47–54. (In Russian).
  11. *Zinchuk N. N.* Postmagmatic minerals of kimberlites. – Moskva: Nedra, 2000. – 538 p. (In Russian).
  12. *Zinchuk N. N., Koptil V. I.* Typomorphism of the Siberian platform diamonds. – Moskva: Nedra, 2003. – 603 p. (In Russian).
  13. *Zinchuk N. N., Koptil V. I., Afanasev V. P.* et al. Forecast mineralogical factors of primary diamondiferousness of Baikitskaya area (Krasnoyarsk territory)//Geological aspects of mineral-raw material base of “ALROSA” OJSC: modern state, perspectives, solutions. – Mirny: Mirny Printing House, 2003. – P. 109–117. (In Russian).
  14. *Zinchuk N. N., Savko A. D., Shevyrev L. T.* Tectonics and diamondiferous magmatism. – Voronezh: VSU, 2004. – 426 p. (In Russian).
  15. *Zinchuk N. N., Savko A. D., Shevyrev L. T.* Historical minerageny: in 3 volumes. V. 1. Introduction to historical minerageny. – Voronezh: VSU, 2005. – 590 p. – V. 2. Historical minerageny of ancient platforms. – Voronezh: VSU, 2007. – 570 p. – V. 3. Historical minerageny of mobile superbelts. – Voronezh: VSU, 2008. – 622 p. (In Russian).
  16. *Zinchuk N. N., Savko A. D., Shevyrev L. T.* Historic-mineragenetic analysis of primary diamondiferousness of the Siberian platform//Proceedings of Geology SRI. VSU. – Iss. 64. – Voronezh: VSU, 2010. – 100 p. (In Russian).
  17. *Zuev P. P.* To petrology of kimberlite-like rocks of Central-Aldan region (Aldan shield)//DAS USSR. – 1973. – V. 212 – № 1. – P. 205–208. (In Russian).
  18. *Kaminsky F. V.* Regularities of allocation of kimberlites and related to them rocks on the Siberian platform//Reports of USSR AS. – 1972. – V. 204. – № 5. – C. 1187–1190. (In Russian).
  19. *Masajits V. L., Mashhak M. S., Rajhlin A. I.* et al. Diamondiferous impactites of Popigaikskaya cryptoexplosion structure. – Coll.: VSEGEI, 1978. – 179 p. (In Russian).
  20. *Metelkina M. P., Prokopchuk B. I., Suhodolskaja O. V., Francesson E. V.* Pre-Cambrian diamondiferous formations of the World. – Moskva: Nedra, 1976. – 134 p. (In Russian).
  21. *Milashev V. A.* Kimberlite provinces. – Leningrad: Nedra, 1974. – 224 p. (In Russian).
  22. *Milashev V. A.* Structures of kimberlite fields. – Leningrad: Nedra, 1979. – 183 p. (In Russian).
  23. *Mokshancev K. V., Elovskij V. V., Kovalskij V. V.* et al. Structural control of kimberlite magmatism occurrences in the north-east of the Siberian platform. – Novosibirsk: Science, 1976. – 120 p. (In Russian).
  24. *Pohilenko N. P., Sobolev N. V., Zinchuk N. N.* Anomalous kimberlites of the Siberian platform and Slave craton, their most important specific features in connection with the problem of forecasting and prospecting//Coll.: Diamondiferousness of Timan-Ural region. Materials of All-Russian Conference. – Syktyvkar: Geoprint, 2001. – P. 19–21. (In Russian).
  25. *Rozen O. M., Manakov A. V., Zinchuk N. N.* Siberian craton. Formation and diamondiferousness. – Moskva: Scientific World, 2006. – 212 p. (In Russian).
  26. *Sekerin A. P., Menshagin Ju. V., Lashhenov V. A.* Pre-Cambrian lamproites of near-Sayan Mountains areas//Rep. RAS. – 1993. – V. 329. – № 3. – P. 328–331. (In Russian).
  27. *Sobolev V. S.* Geology of diamond deposits of Africa, Australia, Borneo and Northern America. – Moskva: Gosgeoltechizdat, 1951. – 51 p. (In Russian).
  28. *Sobolev N. V., Belik Y. P., Pohilenko N. P.* Chrome-bearing pyropes in Lower Carboniferous sediments of Kyutyungdinsky trough//Geology and geophysics. – 1981. – № 2. – P. 14–23. (In Russian).
  29. *Tolstov A. V.* Tabular kimberlites of the Siberian platform north (in connection with prospecting of primary diamond deposits)//Coll.: Problems of diamond geology and some ways of their solution. – Voronezh: VSU, 2001. – P. 135–143. (In Russian).
  30. *Francesson E. V., Lutc B. G.* Kimberlite magmatism of ancient platforms. – Moskva: Science, 1995. – 120 p. (In Russian).
  31. *Frolov A. A., Lapin A. V., Tolstov A. V.* et al. Carbonatites and kimberlites (interrelations, minerageny, forecast). – Moskva: SRA “Nature”, 2005. – 540 p. (In Russian).
  32. *Harkiv A. D., Zinchuk N. N., Krjuchkov A. I.* Geologic-genetic base of heavy-concentrate method of diamond deposits’ prospecting. – Moskva: Nedra, 1995. – 348 p. (In Russian).
  33. *Harkiv A. D., Zinchuk N. N., Krjuchkov A. I.* Primary diamond deposits of the World. – Moskva: Nedra, 1998. – 555 p. (In Russian).
  34. *Shamshina Je. A.* Minerals of kimberlite rocks in different in age sediments of the Siberian platform north. – Yakutsk: YB SB USSR AS, 1986. – 120 p. (In Russian).
  35. *Jerinchek Ju. M.* Perspectives of the Siberian platform diamondiferousness on the basis of the territory deep structure analysis//Coll.: Problems of diamond geology and some ways of their solution. – Voronezh: VSU, 2001. – P. 561–568. (In Russian).
  36. *Dawson J. B.* The structural setting of African kimberlite magmatism//African Magmatism and Tectonics. – Oliver and Boyd, 1970. – P. 321–335.

Рукопис отримано 2.10.2014.