

**ИСТОРИКО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТАНОВЛЕНИЯ
КОРЕННЫХ АЛМАЗОНОСНЫХ ОБЪЕКТОВ
ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ (ВЕП) –
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИХ ПОИСКОВ****Статья 2. Частные структурно-тектонические особенности ВЕП,
определившие специфику поисковой модели****Л. Т. Шевырёв, А. Д. Савко, А. В. Черешинский****Воронежский государственный университет**

Поступила в редакцию 1 октября 2014 г.

Аннотация: *распределение коренных месторождений алмазов в пределах каждой древней платформы имеет специфику, кардинально влияющую на поисковую стратегию. Для ВЕП, сравнительно с Сибирской платформой (СП), характерен рифейский (время становления алмазоносных протолитов) авлакогенез по всей ее площади, тогда как на востоке Сибири рифейские авлакогены занимают преимущественно периферическое положение. В пределах ВЕП значительней диапазон изменения мощностей земной коры (32–66 км против 34–54 км) с понижением показателей в центральной части – Московская синеклиза, где возрастает и тепловой поток. На Сибирской платформе наоборот: центральная часть – Мирненско-Удачнинский кратон – имеет максимальны мощности коры, пониженное тепловое эндогенное воздействие. В пределах ВЕП более распространены (десятки) очаговые криптовулканические структуры с импактными алмазами – новым перспективным видом минерального сырья. В Восточной Сибири таковых меньше и пока известно две: Попигайская и Бехенчимо-Салаатинская. На поисковую стратегию влияет широкое развитие на площади ВЕП четвертичного ледникового покрова, обеспечившего перенос алмазоносного материала на 1–2 тыс. км с севера в южные регионы (в Восточной Сибири существовали только локальные центры оледенения, из-за чего стали возможными поиски трубок «пироповой тропой»). Разновозрастные алмазопоявления ВЕП обнаруживают закономерное центрально-концентрическое распределение. В случае Восточной Сибири такое распределение линейное («Большая алмазоносная диагональ»). Сформулированные историко-минерагенические закономерности позволяют детальней районировать ВЕП по условиям поисков, выделить площади, перспективные на коренные алмазоносные объекты разных типов, разных продуктивных этапов.*

Ключевые слова: *Восточно-Европейская платформа (ВЕП), алмазы, кимберлиты, коренные месторождения, россыпные месторождения, минералы-спутники.*

**HISTORICAL-MINERAGENIC GENETIC MODEL OF THE PRIMARY
DIAMODIFEROUS OBJECTS WITHIN THE EAST-EUROPEAN PLATFORM –
THEORETICAL BASIS OF THEIR SEARCHES****Paper 2. Intrinsic structural-and-tectonic peculiarities EEP,
determining specificity of the prognostication model**

Abstract: *a distribution of the hardrock diamond deposits is specific for each ancient platform with cardinal influence upon quest strategy. Riphean aulocogen forming (a time of evince of the diamondiferous protoliths) had occupied in a case of EEP in comparison with Siberian platform (SP) all area of former one. In East of Siberia aulocogens were spread on periphery in main. Range of changes in thickness of Earth's crust was more considerable in the EEP occasion (32–36 km versus 34–54 km), This lower index was peculiar for its central part (Moscow sineclise), where the heat flow was grown up. On the contrary, central part of Siberian platform (Mirnensko-Udachnenskiy craton) had maximum thickness of Earth's crust and lower heat flow. The "hearth crypto-volcanic structures" (HCVS) with the impact diamonds were much more abundant within EEP (tens)/ These are considered to be a new kind of mineral resources. In Eastern Siberia two like objects are aware: Popigay and Behenchimo-Salaatinskaya. Wide distribution within EEP of the Quaternary glacial nappe provided the scattering of the diamondiferous material from North to the Southern regions on a distance 1–2 thousands km long. At the same time in East Siberia were hearth glaciations only, that quest of kimberlite pipes was available by conspicuous "pyrope path". Diamond occurrences of different ages within EEP had discovered regular central-concentric zoning. Like distribution in a case of East Siberia was linear ("Big diamondiferous diagonal"). Thus historic-mineragenic regularities had been formulated let divide EEP into districts; delineate areas of different perspectives on bedrock diamondiferous objects (different types and productive temporal stages).*

Key words: *East European Platform (EEP), diamonds, kimberlites, primary diamond deposits, placer diamond deposits, satellite minerals.*

Распределение коренных месторождений алмаза подчиняется закономерностям общим (тяготение к древним платформам) и частным, специфическим для каждой структурной формы. Те и другие лучше исследованы для кимберлитов и лампроитов, основных, но не единственных потенциально промышленных транспортеров драгоценного минерала. Историко-минерагенический анализ свидетельствует: в позднем архее алмазы поступали на дневную поверхность с лампрофирами (**Вава**, Канада), в раннем протерозое – лампрофирами и коматиитами (**Дашень**, Французская Гвиана). В финальные фазы PR₁ появились силы кимберлитов (**Кимозеро**, Карелия). Трубки кимберлитов и лампроитов внедрялись на континентах Земли в рифее (**Премьер**, ЮАР; **Аргайл**, Западная Австралия; **Панна**, Индостан; **Каави-Куопио**, **Куусамо**, Финляндия) и широко распространились в фанерозое. В такой последовательности отразилась суть эволюционных процессов, прежде всего, изменение реологических характеристик верхней мантии и земной коры во времени. Геология алмаза имеет большой потенциал развития, так как поныне не удалось расшифровать генезис благородного минерала типов импактного, «уральского», «днестровского» (зеленые тетрагексаэдриты с «оттянутыми» вершинами), «эбелякского», карбонадо, сиреневых кубов и кубоидов Донбасса, **Самотканской** (Малышевской) россыпи.

Современный уровень знаний позволяет с разной степенью уверенности говорить [1] о существовании коренных источников алмаза в пределах ВЕП: 1 – кимберлитов I и II (оранжиты) групп – в Финляндии, на Украинском щите и Воронежской антеклизе, в Донбассе, зоне сочленения Донбасса и Приазовского массива; 2 – кимберлитов-лампроитов (Зимний берег, Тиман); 3 – лампроитов (Приуралье); 4 – алмазоносных импактитов (Финляндия, УЩ, Воронежская антеклиза); 5 – нетрадиционных (копатииты?) лампрофиры? – в периферических регионах ВЕП).

Специфика опробования на алмазы в пределах ВЕП

Поиски алмазов в южных регионах ВЕП долгие годы вели преимущественно украинские геологи, работавшие в Якутии (А. П. Бобриевич, О. Н. Тарасюк, А. М. Чашка, Г. И. Смирнов и др.). Они использовали на Украине арсенал поисковых средств, оказавшийся эффективным в Якутии. Там первая кимберлитовая трубка не только России, но и всего Мира за пределами Африки (**Зарница**), была открыта по «пироповой тропе» Ларисой Анатольевной Попугаевой (Гринцевич) и лаборантом Фёдором Алексеевичем Беликовым 21 августа 1954 г. [2]. Такой подход к прослеживанию источника аллювиальных пиропов Л. А. Попугаева разработала при поддержке сотрудников ЛГУ Наталья Николаевна Сарсадских и доцента Александра Александровича Кухаренко. Блестящий результат его применения изложен открывателями в записке, оставленной на месте находки первого российского кимберлита (ее оригинал хранится в Историко-производственном музее АК АЛРОСА, г. Мирный).

При поисках коренных алмазов ВЕП, применение «пиропового метода» казалось естественным. В ИМРе в дополнение к нему разработали комплексную многоступенчатую методику выделения из проб микроалмазов и минералов-спутников. Используя тонкие приемы в работе с концентрационным столом и тяжелыми жидкостями, данная технологическая цепочка расширяла диапазон крупности извлекаемых зерен алмаза до 0,1 мм. Эффективность ее подтвердил пример. В начале 1970-х гг. руководство Мингео СССР и отраслевых институтов обсуждало в Архангельской области перспективы первой трубки **Поморская** (открыта в 1980 г.). Конкуренты ИМРа из столичного института посетовали: кимберлиты не алмазоносны. И тогда директор ИМРа Семен Иванович Кирикилица достал пробирку. В ней были выделенные в Симферополе кристаллы алмаза **Поморской**. После такого триумфа в Крым пошли вагоны с пробами на алмазы из Казахстанского **Кумдыкюля**, Ti-Zr россыпей Западной Сибири, а с 1990-х гг. – Белоруссии, Воронежской антеклизы. «ИМРовские» методы экстракции микроалмазов хорошо зарекомендовали себя на объектах Африки, Монголии.

Без надежных технологий опробования и обработки проб продвижению в поисках алмазов не будет. Поэтому, когда в начале 1990-х заговорили о перспективах алмазоносности Воронежской антеклизы, то начать поиски хотели с создания в г. Павловске регионального обогатительного центра, которых на Украине осталось четыре. Переменчивая ситуация тех лет не позволила верному решению осуществиться.

Дискуссию о том, что должно опробоваться на алмазы в закрытом регионе ВЕП инициировали в ВГУ [3, с. 222 – 238; 4 и др.]. Из наработанных выводов перечислим такие:

1 – объем опорных проб, отбираемых из осадочных образований для характеристики высокобарических минеральных ассоциаций в условиях ВЕП не должен быть менее 1 м³ («мелкообъемное опробование», зарекомендовавшее себя в таких алмазоносных районах как **Зимнебережный** на севере Архангельской области, **Молодинский** и **Малоботубинский** Якутии). Это связано с редкостью наиболее информативных грубозернистых толщ даже в базальных горизонтах крупных осадочных ритмов региона. Выполнение условия почти гарантированно обеспечивает получение информативного материала даже из тонких кластитов. Практически каждая проба рекомендованного объема содержала спутники в фоновых концентрациях. Ранее здесь отбирали стандартные 10 литровые пробы, обычно "пустые";

2 – экспериментально установлена непригодность для опробования на алмазы наиболее доступных четвертичных толщ. Воронежская антеклиза – область покровных оледенений квартера с удаленным на 1, 2 тыс. км северным алмазоносным очагом (Кольский полуостров, Финляндия, северные районы Архангельской области). Юго-Западный (Южно-Русский) регион в плейстоцене пережил шестисте тысячелетие толщ северного льда дважды. В интервале 427–374 тыс. лет назад сю-

да с севера непрерывно поступало со льдами класто-генное алмазонасное вещество потоками Донским, Сурским, Цнинско-Моршанским. В публикациях по четвертичной геологии показаны принципиальные различия в минеральных ассоциациях отложений ка-

ждого потока, и, прежде всего, различия в составах гранатов. Позднее большую часть Русской равнины охватил и Днепровский ледниковый покров (186–127 тыс. лет назад), рис. 1. Областями питания оказались алмазонасные северные районы платформы.

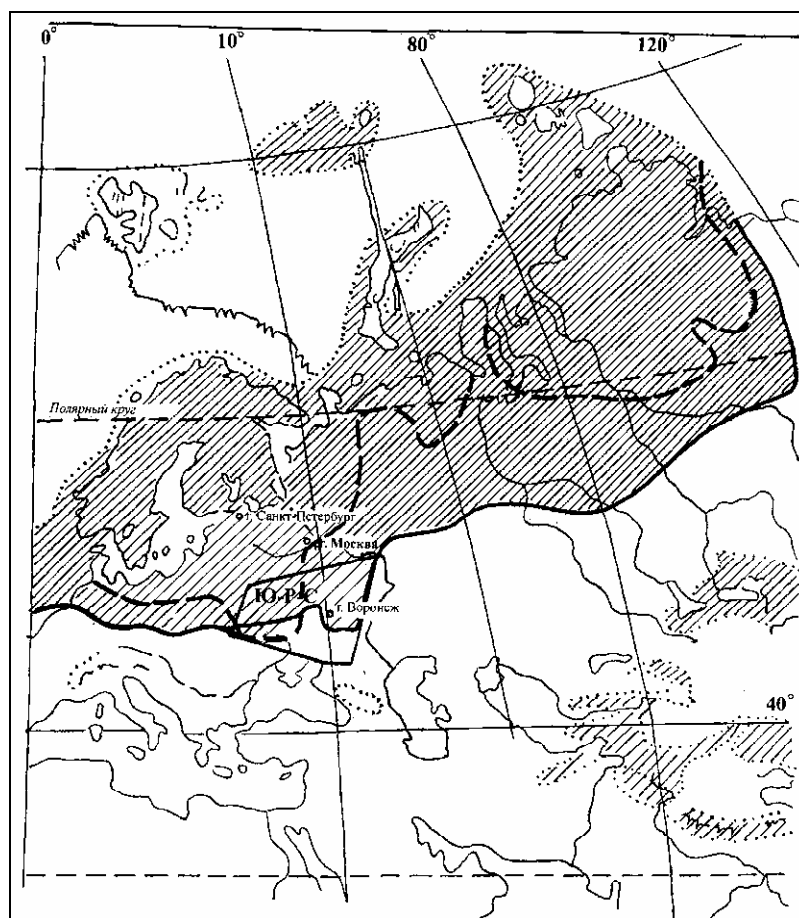


Рис. 1. Области распространения на Русской равнине Донского (427–374 тыс. лет назад) и Днепровского (186–127 тыс. лет назад) ледниковых языков – сплошная линия, московской морены – пунктир. Ю.-Р.С. – Южно-Русская алмазонасная субпровинция. По материалам Г. В. Холмового, А. А. Величко из [3, рис. 12.2, с. 226]. Развитие четвертичных ледниковых комплексов делают невозможным поиски коренных источников алмазов путем опробования постледниковых толщ из-за заражения террасового и руслового аллювия дальнепринесенными МСА.

Рискованность опробования четвертичных толщ подтвердило и обнаружение нами в валунном горизонте разреза Верхний Икорец крупного полуразрушенного валуна ультраосновной брекчии, предположительно кимберлита, содержащего индикаторные минералы. В Восточной Сибири, оледенения были неизменно очаговыми горными, с недалгим переносом рыхлого материала;

3 – выявлены признаки существования в регионе коренных источников алмазов не только среднепалеозойской, но и более молодых продуктивных эпох. На северо-востоке региона (**Олымский**, или Липецкий, район) возможны проявления алмазонасных магматитов мезозойского (поздний триас-юра) возраста, на юго-востоке – ларамийской эпохи. Действительно, все юго-восточные находки алмаза и большей частью зерен пироба с кноррингитовой составляющей приурочены к основанию палеогена. В соседнем районе Украины (Старобельск, Луганская область) выявлены вулкани-

ты, возможно, кимберлитовые, с радиологическими датами (K-Ar) 71 млн лет [5];

4 – поиски на Воронежской антеклизе стоит сместить на площади осадочного чехла антеклизы, перекрывающего древние архейские ядра в фундаменте, которым ранее должно было уделяться.

Якутский «пироповый» метод в классическом варианте потребовал корректив и при использовании в иных регионах. При поисках алмазонасных кимберлитов в пров. Онтарио канадские геологи использовали не неоген-четвертичный аллювий (якутский вариант), а собственно ледниковые толщи висконсинского оледенения (62–9 тыс. лет назад), рис. 2. Минералы кимберлитов в морене обнаружены в южной четверти непротяженного (около 100 км) шлихо-минералогического профиля. Это позволило перейти к разбурированию местных геофизических аномалий кимберлитового типа и открыть алмазонасные диатремы.



Рис. 2. «Пироповая тропа», возникшая по пути движения висконсинского ледника на юг от разрушенных им выходов кимберлитов провинции Онтарио, Канада (трубки В 30, А–4, С–14.). Из [7]. 1 – точки пробоотбора из водноледниковых отложений; 2 – находки трубочных пиропов в пробах из водноледниковых отложений; 3 – кимберлитовые трубки и дайки в коренном залегании; 4 – обломки кимберлитов в водноледниковых толщах

В северных регионах ВЕП все тоже непросто. Как показал недавно С. А. Дорофеев [6], даже в условиях Карелии, являвшейся в квартере очагом оледенений, для областей развития *водно-ледниковых отложений* характерен перенос МСА на первые сотни километров от источника. Притом, что в случае основной морены он не более первых десятков километров.

«Пироповая» тропа не помогла и в поисках алмазоносных лампроитов на северо-западе Австралии, в которых минерала мало, пикроильменита нет, а среди аксессуаров преобладают сфен, анатаз, рутил, прайдерит $(\text{K,Ca})(\text{Ti,Fe})_8\text{O}_{16}$ и прочие титанаты, манганильменит, сульфиды Ni, Cu и Fe. Там к высокопродуктивным объектам пошли тропой «хромшпинелидовой». Мелкие зерна хромовой шпинели рыхлых отложений вывели к миоценовым диатремам полей **Нункамбах** (Noonkanbah, 24 трубки и дайки), **Эллендейл** (Ellendale, 48 тел), **Калвиньярдах** (Calvynyardah, около 10 тел).

Но, может быть, поиски по *илиховым ореолам собственно алмаза* (поскольку индикаторных минералов мало или вовсе нет) тоже приемлемы? Насколько далеко переносятся от коренных источников зерна полезного компонента разных фракций? Эти вопросы в принципе решены [8–11]. А. Е. Соболев, А. С. Урзов, В. В. Бескрованов, Э. А. Шамшина различают алмазоносные россыпные объекты двух групп. Из них

первые генетически связаны (и это доказывается типоморфными особенностями алмазов) с местными телами кимберлитов, вторые таких связей не обнаруживают. По наблюдениям в **Мало-Ботуобинском** районе И. С. Рожков [12] определил перенос зерен минерала в первые десятки километров, связав его с активностью временных потоков. Б. Н. Соколов указал, что эти величины еще меньше – одноразовый перенос не может быть более 600 м, общая дальность такого переноса с крупных месторождений не превышает 3 км [13, с. 3–6]. Россыпные проявления второй группы порождены нетрадиционными источниками, к каким относятся коматиитовые покровы района **Дашень** (Dachine) Французской Гвианы, сложные в плане и значительные по площади алмазоносные гнейсы Норвегии, метаморфиты **Кумдыколь** Казахстана, вулcano-тектонические структуры **Попигайского** типа. Алмазы обеих групп различаются типоморфными особенностями, что может ориентировать на поиски вполне определенных продуктивных образований в каждом районе.

С. А. Граханов и С. И. Митюхин [10] исследовали изменения гранулометрического состава алмазов в россыпях по мере удаления от коренного источника в системе «трубка **Мир** – аллювий р. Ирелях до впадения в р. Малая Ботуобия – аллювий р. Малая Ботуобия до впадения в р. Вилюй – аллювий р. Вилюй ниже устья р. Малая Ботуобия». Они пришли к любопытным выводам:

1 – класс алмазов, предельно свидетельствующий об удаленности от коренного источника: – $1+0,5$ мм. Доля его *сокращается вниз* по р. Ирелях от трубки **Мир** вдвое, с 57,9 % до 23,2 %, за счет возрастания роли крупных классов;

2 – в том же направлении на отрезке протяженностью 5 км одновременно *увеличивается вдвое* средний вес кристаллов, с 9,7 мг до 14,7 мг;

3 – на протяжении 25 км от трубки **Мир** плавно возрастает средний вес кристаллов за счет повышения доли классов – $9+4$ мм и – $4+2$ мм. В устье р. Ирелях он уже около 27,5 мг;

4 – вниз по р. Малая Ботуобия, на протяжении почти 200 км от трубки **Мир**, средний размер кристаллов *понижается* от 23,2 мг в устье р. Ирелях до 11,9 мг, за счет снижения долей крупного класса и класса – $1\pm 0,5$ мм. Интересно, что, таким образом, *средний вес одного кристалла в 200 км от трубки Мир оказывается таким же, как около самой трубки (11,9 мг)*;

5 – на косах Соколиная, Сказочная, Тенкинская р. Вилюй, в 500 км ниже трубки **Мир**, доля ее алмазов составляет 89 %, средний вес кристаллов 8–10 мг, содержание крупных классов 15 %.

Сказанное подтверждает сколь сложно выйти на коренной источник без находок кристаллов алмазов класса – $1\pm 0,5$ мм (на Воронежской антеклизе найден только один подобный кристалл, в аптской **Волчинской** россыпи).

Если макроалмазов не найдено, к прогнозным построениям «подключают» иные минералы тяжелой

фракции. Положительный эффект в этом случае минимальный. Для Ti-Zr россыпей Ставропольского свода Н.И. Бойко, установив факты повышения в восточном направлении содержания эпидота (22–54 %), гранатов (20–30 %), дистена (10–13 %), предположил существование в среднем сармате крупной реки, верховья которой достигали Уральского хребта, а низовья находились в районе Ергеней [14]. Т.е. источник россыпей даже для Ставрополя – уральский! Уместно вспомнить Н. П. Хожанова, его данные о увеличении содержания эпидота в меловых алмазоносных морских толщах Тамбовской области (месторождение **Центральное**), в котором он видел роль Уральского источника [15].

На основной части ВЕП, где, выше отмечено, четвертичный аллювий неизменно контаминирован дальнепринесенным алмазоносным веществом, впервые в истории геологии алмаза приходится решать необычную задачу поисков коренных источников в регионе с почти исключительным использованием древних морских отложений. Притом, что, в прибрежно-морском осадочном процессе алмазы и МСА способны переноситься на неопределенно большие расстояния, отчего их открывают, например, в устье Дуная или на пляже Коктебеля. Могут ли помочь в решении проблемы ВЕП данные по другим регионам Мира? Алмазоносные россыпи есть в океанических осадках литорали близ устьев всех рек Намибии, впадающих в Атлантический океан, особенно р. Оранжевой, пограничной между Намибией и ЮАР. Приатлантические алмазоносные пляжи Намакваленда, ЮАР, между устьем р. Оранжевой и р. Олефанс, имеют протяженность около 400 км. Одним из поисковых признаков алмазоносности – присутствие в отложениях крупных раковин океанических устриц (так называемая «устричная линия Г. Меренского»), признак того, что пески сформировались в зоне прибрежных волнений.

К пониманию всей сложности Проблемы пришли в НИИ геологии ВГУ, наметивших для Воронежской антеклизы такую последовательность работы: 1 – создание комплекса литолого-фациальных карт и на их основе – палеогеографических, для выявления путей перемещения обломочного материала в осадочные бассейны; построение на этой основе сети отбора малообъемных опорных проб, охватывающей избранные районы антеклизы; 2 – выявление на различных стратиграфических уровнях мезокайнозойского чехла ассоциаций высокобарических минералов; 3 – районирование территории региона по составу таких ассоциаций; 4 – минералогические и геохимические исследования обнаруженных зерен алмазов, пиропов, хромшпинелидов, пикроильменитов, с целью реконструкции вероятных типов и возраста коренных источников [16, 17].

ВЕП и Сибирская платформа (СП) – черты отличия, влияющие на поисковую стратегию

Глубинное строение и история геологического развития ВЕП и СП существенно разнятся, что не

может не сказаться на историко-минерагенических моделях поисков алмазов.

Глубинное строение. В случае ВЕП мы располагаем немногими данными о таком важнейшем для поисков алмазов показателе как мощности литосферы. И это притом, что первые профили ГСЗ здесь появились еще в 1956 г. [18]. Отмечают [19] заметные различия в строении ВЕП и СП, рис. 3, 4: 1 – если в рифе авлакогенез развивался в центральной части ВЕП, то в Восточной Сибири – по периферии. 54 % промышленных кимберлитовых тел находится в центральной части Сибирской платформы (Непско-Ботуобинская, Анабарская антеклизы). В вендоревике она оставалась наиболее стабильной, хотя осадконакопление распространилось и сюда. Ни среднепалеозойский Патомско-Виллойский авлакоген, что юго-восточнее, ни мезозойские Тунгусская и Виллойская синеклизы, Ангаро-Виллойский прогиб, полагает [19], не оказали большого воздействия на обе антеклизы. Для ВЕП влияние авлакогенеза на крупные положительные формы очень значительно, особенно в регионах, примыкающих к Волюно-Подольскому, Днепровско-Донецкому и Доно-Медведицкому авлакогенам. Этот тезис Ю. М. Эринчека оспаривается рядом якутских геологов. Последние видят связи структурного положения основных продуктивных полей верхнего девона с зоной динамического влияния крупнейшей Срединно-Сибирской рифтогенной структуры северо-восточного простирания, охватившей древний Мирнинско-Удачинский кратон [20], см. рис. 4. Более того, в последних публикациях [21] для Виллойско-Мархинской минерагенической зоны с самыми продуктивными **Мирнинским** и **Накынским** полями отмечают тесную ассоциацию тектонических грабенов самого высокого порядка (шириной днища 1-2 км, протяженностью в десятки километров) и конкретных кимберлитовых трубок. Это объяснено динамическим влиянием Патомско-Виллойского авлакогена; 2 – диапазон изменения мощностей земной коры ВЕП по сравнению с СП более широкий, 32–66 км (среднее 34–46 км) против 34–54 км в Сибири (среднее 36–44 км), см. рис. 3. На срединном Мирнинско-Удачинском кратоне мощности консолидированной коры максимальные, 38–44 км. А вот каковы они в пределах ВЕП. В центральной ее части (Московская синеклиза) мощности уменьшены (38–40 км при среднем для ВЕП 42–44 км), по периферии – повышенные (УЩ, Балтийский щит, до 48–54 км). В Полесском районе Белоруссии, западное замыкание Припятского палеорифта, в области вендских траппов, глубинная кольцевая структура отмечена воздыманием поверхности Мохо до глубины 40 км. В ее центре встречены дайки и силлы габбро-диабазов, щелочно-ультраосновных – щелочно-базальтоидных пород. Предполагается возможность проявления кимберлитов. Для трубок взрыва соседней Жлобинской седловины (щелочно-ультраосновные фойдиты калиевой серии – меланефелиниты, мелалейциты, щелочные пикриты) глубина становления по петрографическим и геохимическим данным оценена в 50–

80 км (при формировании кимберлитов она обычно 150–200 км) [22]; 3 – на СП тепловой поток в районах распространения кимберлитов – не более 30 мВт/м², Мирнинский блок еще «холодней» – 20 мВт/м². Теп-

ловой поток в центральных районах (Московская синеклиза), Прикаспии и ДДВ повышенный (40–45 мВт/м²), в периферических районах – менее 35 мВт/м².

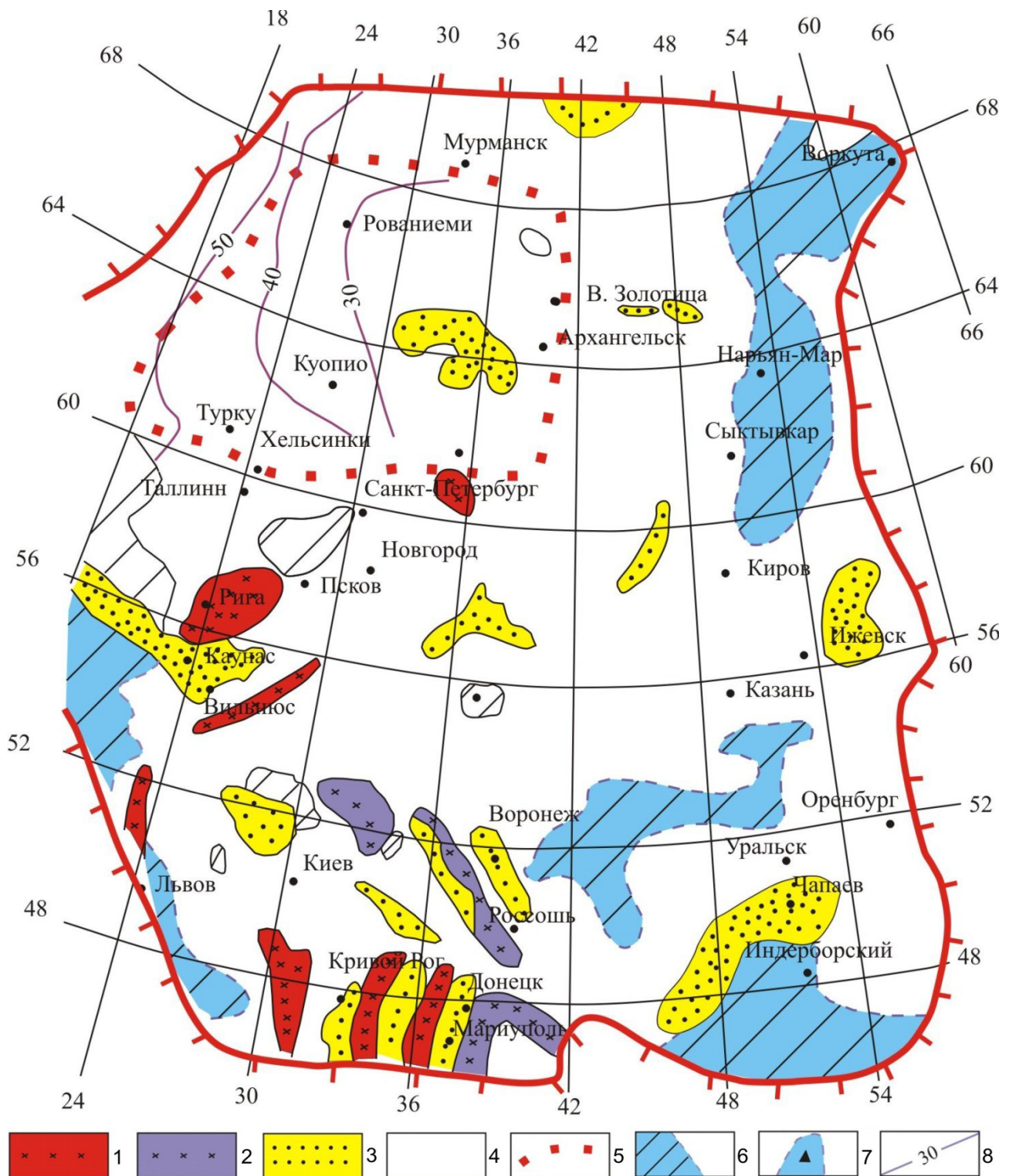


Рис. 3. Некоторые особенности геофизических полей Восточно-Европейской платформы. С использованием [19, 23], изменено. 1-4 – мощности консолидированной коры, в т. ч.: 1 – весьма повышенные (52–66 км); 2 – повышенные (46–52 км); 3 – пониженные (менее 38 км); 4 – средние (38–46 км); 5 – контуры блока Балтийского щита с мощностями литосферы более 200 км; 6 – площади повышенного теплового потока (более 50–55 мВт/м²); 7 – крупнейшая отрицательная аномалия теплового потока в районе Вирандозеро-Маленьга, запад средней Карелии (5 мВт/м²); 8 – изолинии плотности теплового потока на Балтийском щите, мВт/м². Точками на севере платформы околтурен блок с мощностями литосферы более 200 км [23]

Мощность литосферы для промышленно наиболее важных кимберлитовых полей ЯАП (**Мирнинское**, или Мало-Ботуобинское; **Накынское**, или Средне-мархинское; **Алакит-Мархинское** с трубкой Моркока; **Далдынское**; **Верхнемунское**, или Мунское) указывается [24, с. 564] более 200 км. Кимберлиты неалмазоносные либо с убогим содержанием алмазов расположены в пределах менее мощных литосферных блоков (150–200 км). Тем не менее, для **Накынского** поля и это оспаривается. Так, вопреки общей закономерности, свидетельствующей о локализации высокопродуктивных тел в пределах блоков с повышенными мощностями литосферы (более 200 км), описываемое поле целиком укладывают по этому показателю в интервал 120–150 км [25]. Подчеркивается, речь идет о *современной* мощности литосферы. Н. П. Похиленко и др. [26, с. 147–151] полагают, по аналогии с районом высокоалмазоносных кимберлитовых даек **Снэй Лэйк** (Snar Lake) субпровинции Слейв (тоже раннепалеозойских), что во время становления диатрем мощность литосферы могла быть даже аномально высокой – около 300 км.

Мощности литосферы более 200 км установлены для северного фрагмента ВЕП, ее Балтийского щита [23], см. рис. 3. С другими регионами ВЕП сложнее. Больше данных только по УЩ [27–29]. *Бугско-Росинский блок* (архон, ремобилизованный в палеопротерозое) имеет мощность литосферы от 200 до 250 км в южной части. *Голованевская шовная зона*, разделившая блоки *Бугско-Росинский* и *Кировоградский*, характеризуется глубиной залегания поверхности М до 60–65 км. Интенсивность теплового потока здесь составляет около 40 мВт/м². «В русловом аллювии нижнего течения р. Синюха, в с. Синюхин Брод, в 1952 г. Центральной экспедицией ВСЕГЕИ был обнаружен алмаз размером 2,8 x 2,2 мм весом 40,1 мг – один из самых крупных алмазов, известных на УЩ» [30]. Для *Кировоградского блока* мощность литосферы оказалась максимальной для УЩ, 250 км и более. Интенсивность теплового потока здесь 30–40 мВт/м², с минимумом в *Ингуло-Ингулецкой шовной зоне* (30 мВт/м²). Здесь открыты нижнепротерозойские (1,8 млрд лет) неалмазоносные кимберлиты, диатремы и дайки лампрофиров PZ₃ – MZ₁. Приднепровский блок (мезоархейская гранит-зеленокаменная область, 3000 км²) имеет мощность литосферы 150 – 200 км, на юге – до 100 км. Интенсивность теплового потока – от 30 мВт/м² на западе блока до 45 мВт/м² на востоке. «Большое количество мелких алмазов (тысячи зерен) найдено в расположенных в пределах **Самотканской** и **Волчанской** циркон-рутил-ильменитовых россыпей прибрежно-морского генезиса, приуроченных к неогеновым (полтавским и сарматским) отложениям [30]. Впервые обнаружили мелкие кристаллы алмаза (0,1–0,3 мм) в продуктах обогащения Ti-Zr руд И. Ф. Кашкаров и Ю. А. Полканов (ИМР МГ УССР) в 1964 г. Е. И. Палкина, Г. И. Смирнов и др. считают, что в Самотканской россыпи алмазы из метаморфитов казахстанского типа составляют 40–60 %, а из кимберлитов – 25 %. В.Н. Квасница, В. П. Щербак к алмазам из

кимберлитов (лампроитов) отнесли более 90 %, причем алмазы эклогитового парагенезиса заметно преобладают над алмазами перидотитового парагенезиса. Коренными источниками части алмазов могут быть также коматиты, широко развитые в зеленокаменных структурах Приднепровского блока. В **Самотканской** (Мальшевской) россыпи встречены также карбонадо, сиреневые кубы и кубоиды, зеленые тетрагексаэдриды с «оттянутыми» вершинами, источники которых не известны».

В Терновском карьере Северного ГОКа Кривбасса установлены алмазоносные дайки кимберлитоподобных пород (PR, PZ?), эруптивные и туфогенные брекчии, контролируемые Криворожским и Девладовским глубинными разломами [30]. Наконец, для *Приазовского блока* (архон) мощность литосферы определена в 150–170 км, земной коры – 35–47 км. Тепловой поток имеет плотность от 35 мВт/м² в южной части и до 55 мВт/м² на севере.

В разрезе Воронежского кристаллического массива (ВКМ), по площади отвечающего антеклизе, "гранитный" слой имеет мощность 30–32 км, самую значительную на Восточно-Европейской платформе. Для Украинского щита, например, этот показатель только 20–25 км, Белорусской антеклизы – 18–19 км. Природу этих крупных объектов (тысячи км²) раскрыл Н. М. Афанасьев, исследовавший материалы по 13 профилям ГСЗ, пересекающим антеклизу [33; 16]. Вновь созданная глубинная сейсмоплотностная модель, в ее объемном варианте (авторы модели Н.С. Афанасьев и И.И. Кривцов), позволила для площадей массивов выделить на рубеже коры и мантии "промежуточный слой" – сложно построенную мощную коромантийную переходную зону. За ее счет происходит возрастание мощности коры до 60–70 км. Площади развития такой коры, сложенные наиболее древними породами обоянской серии (AR_{1ob}), отличаются слабым проявлением процессов тектономагматической активизации, выраженной тенденцией к высокому стоянию в этапы осадконакопления. Все это позволяет использовать в прогнозных построениях доминирующие представления о тяготении алмазоносных магматитов к участкам развития наиболее мощной архейской (древнее 2,5 млрд лет) коры. Возможно, именно в их пределах локализованы коренные источники воронежских алмазов [17].

Обращает на себя внимание поразительная коррелируемость основных тектонических событий Сибирской и Восточно-Европейской платформ в позднем девоне, что можно проследить по отдельным площадям с достаточным объемом материала. Так, на Ыгыттинском участке Ыгыттинско-Хоргочумского района северо-запада Якутии разрез франского яруса верхнего девона начинают щелочные пепловые туфы и туффиты трахитов Вилючанской свиты. На Воронежской антеклизе начало франа также фиксируют мощные толщи щелочных (но базальтоидных) туфов. Средний и поздний фран в Ыгыттинско-Хоргочумском районе представлен нижней подсвитой эмьяксинской свиты – покровами базальтов мощностью 50–250 м.

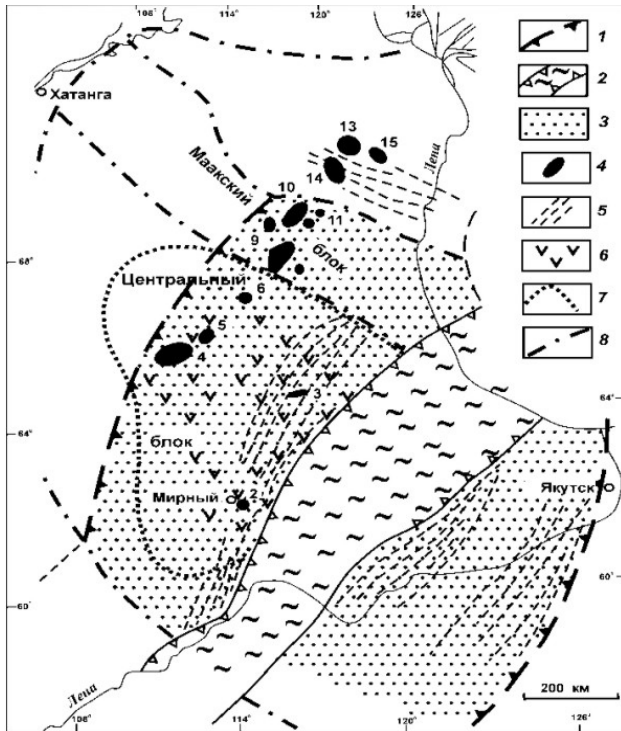


Рис. 4. Тектоническая позиция кимберлитов среднего палеозоя Сибирской платформы определена их положением в пределах Срединно-Сибирской рифтогенной структуры (ССРС). По Б. Р. Шпунту [31], В. А. Ваганову [32, с. 27]. 1 – границы ССРС; 2 – троговая зона; 3 – периферийные зоны; 4–6 – магматиты периферийных зон рифтовой системы: высокоалмазные (на схеме №№ 2–6) и неалмазные (№№ 7–15) кимберлитовые поля; 4 – пояса базитовых даек; 5 – базитовые силлы; 6 – траппы; 7 – Мирнинско-Удачный кратон; 8 – границы геоблоков

Но и на Воронежской антеклизе такие же базальты присутствуют в разрезах петинского и евлановско-ливенского горизонтов этого же стратиграфического интервала. Притом, что, на обоих сравниваемых площадях фамен полностью амагматичен. Еще более заметным является во многом синхронное развитие среднепалеозойских грабенов СП и ВЕП. Отличия носят локальный характер – мощности сопоставимых подразделений на Сибирской платформе заметно больше, как и масштабы магматизма D_{2-3} . В развитии каждого авлакогена в обоих крупных регионах можно найти немало специфического. Однако тектоническая сущность раннегерцинского этапа – новая вспышка авлакогенеза, магматизма, в т.ч. продуктивного кимберлитового, – оказывается общей для платформ Северной Евразии. Заметим, что тектонические процессы этого этапа в Восточной Сибири исследовать труднее, чем на ВЕП: на обширных пространствах от Вилюя до устья Лены девонские толщи не вскрыты. Для Ангаро-Ботуобинской антеклизы, где мощности только девонских красноцветов оценены в 700 м, известные материалы не позволяют установить даже примерное положение конседиментационных грабенов. При этом широкая трансгрессия началась в регионе в среднем девоне и достигла максимума к концу фаменского века [20, с. 126–128].

Тренды развития алмазоносного магматизма ВЕП и СП как компоненты историко-минерогенической поисковой модели

На платформах Северной Евразии (и не только их) алмазоносные протолиты формировались в рифее. По расчетам модельного возраста $T_{nd}(DM)$, характеризующего время отделения источника-кимберлитов от мантийного резервуара, рифейскими оказываются протолиты кимберлитов Архангельской провинции (тип I кимберлитов 790–810 млн лет, тип II 1120–1330 млн лет), восточной Финляндии (1036 ± 35 млн лет). Все модельные возраста полей ЯАП, даже далеко отстоящие друг от друга, укладываются в четыре группы (млн лет): 470–540; 600–700; 800–900; 1000–1100, при этом возраст 600–700 млн лет доминирует. Такова закономерность, связанная с всеобщностью процессов рифтогенеза на всех континентах Земли. Аналогичные данные имеются для кембрийского поля Венеция в поясе Лимпопо на границе ЮАР и Зимбабве (931 ± 72 млн лет), ЮАР (II группа кимберлитов, 980–1050 млн лет), лампроитов северо-запада Австралии (900–1300 млн лет), кимберлиты провинций Шаньдун и Ляонин, КНР (1144 ± 88 млн лет), востока США (533 ± 58 млн лет, 767 ± 5 млн лет) [34; 3, с. 41].

Однако в дальнейшем для каждой платформы коренная алмазоносность обрела собственные историко-минерогенические (пространственные и временные) тренды. Для Сибирской платформы это оказалась «Большая алмазная диагональ», рассекающая всю СП с юго-запада на северо-восток (рис. 5). Становление алмазоносного магматизма происходило в палеогее и неогее с последовательным омоложением потенциально алмазоносных тел от бассейна р. Ингачи в Иркутской области до моря Лаптевых. В этом направлении кимберлиты рифейские (Ингашинское поле в Иркутской области, с датами 1268 ± 12 млн лет (Rb/Sr), 1200–1100 млн лет, K-Ag [25]), сменяются палеозойскими (Мирнинское, Накынское поля). Северней, в Прианабарском регионе, распространены алмазоносные магматиты триасовые (Дьянга в Куойкском поле и др.), меловые, палеогеновые. В палеогене на самом северо-востоке «Диагонали» появились алмазоносные очаговые тектоно-магматические структуры – Попигайская (65–29 млн лет) [35] и Беечичиме-Салаатинская (40 ± 20 млн лет).

Из такого эмпирического обобщения следуют многие научные и практические выводы. И один из них – подтверждение земного, некосмогенного, происхождения Попигайской и Беечичиме-Салаатинской очаговых структур, раз уж они столь удачно вписались в общую полосу магматизма протягивающуюся с юго-запада на северо-восток СП. Это вряд ли случилось, имея мы дело со случайными ударами огромных взвешенных масс.

Иное дело – ВЕП. Ранее [1, рис. 2] мы показали распространение разновозрастных магматогеенных и россыпных алмазопоявлений на ее территории. Намечившаяся центрально-концентрическая зональность и положена в основу «историко-минерогенической модели алмазоносности» (рис. 6, левый), вместившей,

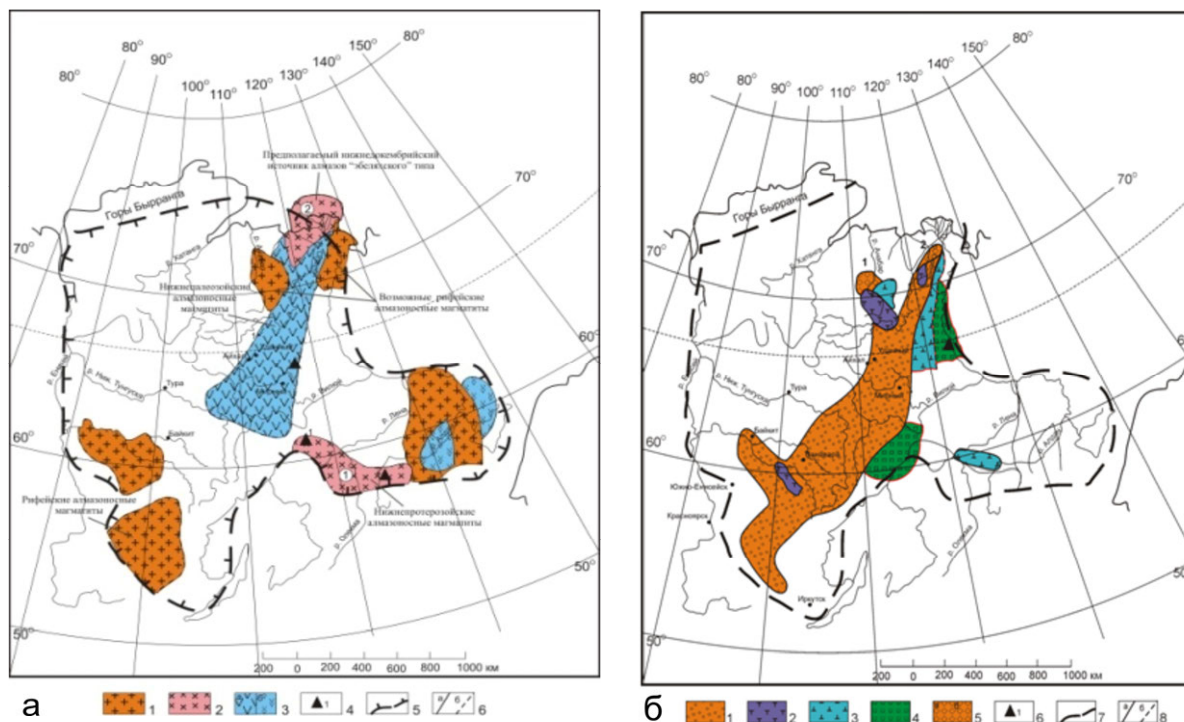


Рис. 5. Развитие алмазоносного магматизма на Сибирской платформе. 5 а: в раннем протерозое-раннем палеозое (до времени становления основных продуктивных диатрем **Мирнинского**, **Далдынского**, **Алакит-Мархинского** полей в позднем девоне). 5 б – в среднем палеозое-эоцене. Условные обозначения к рисунку 5 а: 1-3 – предполагаемые области алмазоносного и потенциально алмазоносного магматизма: 1 – раннепротерозойского, в т.ч. (цифры в кружках): 1 – Алданского щита, 2 – с алмазами «эбеляхского» типа (шлиховой ореол распространения алмазов этого типа и прилегающая акватория моря Лаптевых, вероятное положение коренного источника); 2 – рифейского; 3 – раннепалеозойского (а – охватывает кимберлитовые поля с массивами раннепалеозойских дат, предшествующих массивам дат среднепалеозойских и более поздних; б – возможные объекты Алданского щита); 4 – алмазоносные магматиты, в т.ч.: 1 – нижнепротерозойские лампроиты бас. р. **Хани**, юго-запад Алданского щита, 2 – нижнепротерозойские перидотиты месторождения Таёжное (Центральный Алдан), 3 – нижнепалеозойские кимберлиты **Накынского** поля; 5 – границы Сибирской платформы; 6 – границы площадей с разновозрастными потенциально алмазоносными магматитами: а – установленные, б – предполагаемые. Условные обозначения к рисунку 5 б: 1-5 – «Большая алмазоносная диагональ», предполагаемые области развития проявлений алмазоносного и потенциально алмазоносного магматизма (ИМП), возрастов: 1 – позднедевонского-раннекаменноугольного, 2 – среднекаменноугольного-среднетриасового, 3 – поздне триасового-юрского (послетраппового), 4 – мелового, 5 – палеогенового, в т.ч. «астроблемы»; 1 – **Попигайская** (71,50°С, 111,0°В), 2 – **Беевиче-Салаатинская** (71,8°С, 123,5°В) [36, с. 22]; 6 – местонахождения алмазов в базальных горизонтах юры и мела у п. Говорово, связываемые с келловейскими и альб-сеноманскими кимберлитами [37]; 7 – границы платформы; 8 – границы площадей с разновозрастными потенциально алмазоносными магматитами: а – установленные, б – предполагаемые

по меньшей мере, три ранее неизвестных историко-минерагенических особенности: 1 – кольцевое пространственное расположение алмазопоявлений разного возраста, признак единого «плана развития» в неогее всей территории ВЕП; 2 – омоложение проявлений потенциально алмазоносного магматизма от периферии к центральной части, в т.ч. к Воронежской антеклизе, что позволяет допустить существование в пределах последней алмазоносных магматитов мезокайнозой; 3 – взрывные криптовулканические структуры, нередко содержащие аккумуляции импактных алмазов («очаговые» структуры», «астроблемы»), оказываются, в общем, традиционными проявлениями как один из результатов единого историко-минерагенического процесса.

Именно такие особенности распределения по площади разновозрастных алмазоносных магматитов зафиксированы для кратона **Слейв**, национальная территория Нунавут, Северная Канада (рис. 6 б), где ныне активно развивается промышленная добыча

драгоценного минерала на рудниках **Экати** (Ekati) и **Диавик** (Diavik). Охарактеризованная модель рассмотрена в работе [39, с. 525–528]. Она сыграла некоторую роль в дискуссии, которую вело отечественное «алмазное» профессиональное сообщество относительно возраста эпох продуктивного алмазоносного магматизма в южных и центральных регионах платформы (перспективная Юго-Западная алмазоносная субпровинция). Ныне он допускается не только традиционным позднедевонским как в **Беломорской** субпровинции (Архангельская и Мурманская области), но и более молодым, киммерийским или ранне-меловым. Конечно, это только эмпирическое обобщение, которое нужно развивать и конкретизировать. На западе платформы (Белорусская антеклиза, Припятский вал, Вольно-Подольская плита, Полесская седловина, Брестская впадина) вероятен вендский возраст не только местных траппов, но и алмазоносных магматитов. В породах венда и кембрия открыты МСА [22].

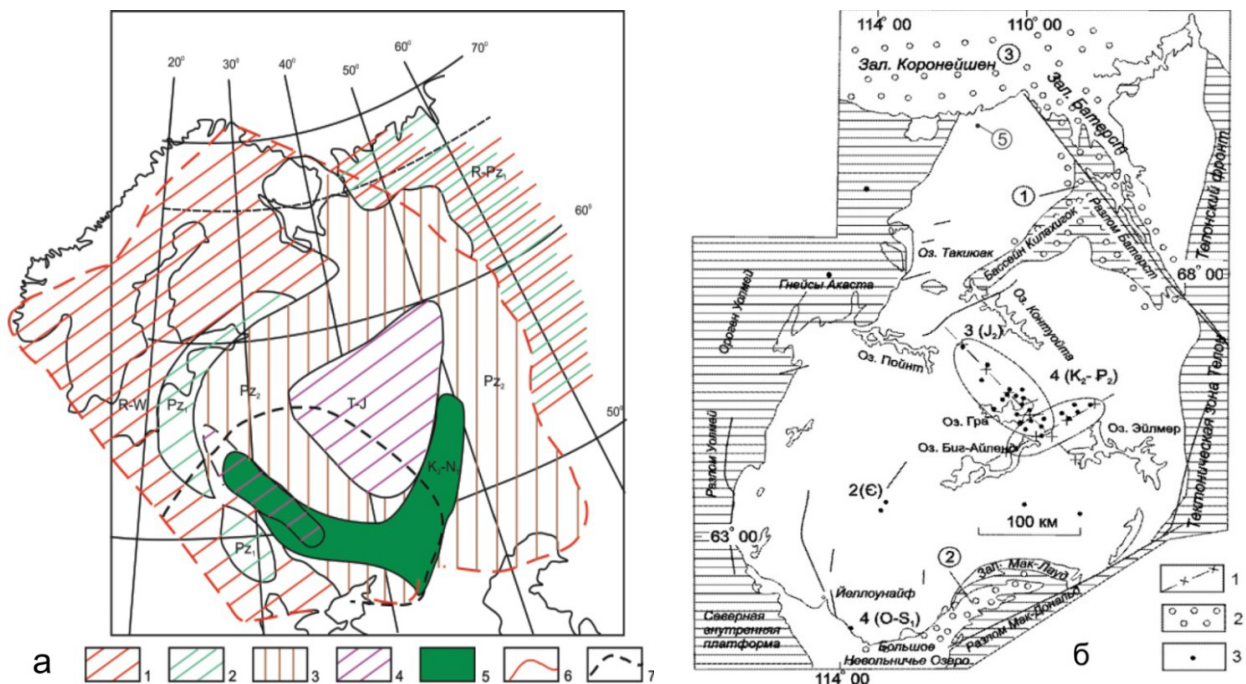


Рис. 6. На Восточно-Европейской платформе (ВЕП, 6 а) и в субпровинции Слейв Канады (6 б) наблюдается центрально-концентрическая зональность в распределении проявлений гетерохронного мантийного диапиризма и алмазности. ВЕП (6 а): 1-5 – площади, в пределах которых вероятно обнаружение продуктивных мантийных магматитов, в т.ч.: 1 – рифейских, 2 – нижнепалеозойских, 3 – среднепалеозойских, 4 – киммерийских (триас-юра), 5 – альпийских (мел-миоцен); 6 – граница платформы; 7 – граница Юго-Западной алмазносной субпровинции. Субпровинция Слейв (6 б): 1 – длинные оси основных площадей распространения кимберлитов; 2 – раннепротерозойские авлакогены (номера в кружках): 1 – Батерст с апофизой Килахигок в одноименных заливах Арктического моря, 2 – Атапуску на востоке Большого Невольничьего озера, 3 – субширотный Такту в заливе Коронейшн. Трубки кимберлитов, (цифры на схеме), в т.ч. 1 – Drybones Bay, 441–485 млн лет, O-S; 270 млн лет, ранняя пермь; по цирконам; 2 – 5034, или Kennedy Lake, 539 млн лет, C; 3 – Джерико, 172 млн лет, J₂; Rb-Sr по флогопиту; 4 – Ненси, Лесли, Панда, Су и др., верхний мел-эоцен, 74–47 млн лет; Rb-Sr по флогопиту; 5 – поле Коронейшн Галф (Coronation Gulf), трубка Анури, 613+6 млн лет. Из [38, с. 509, рис. 130], с использованием материалов С. И. Митюхина, В. Е. Хаина, Н. А. Божко.

Прогноз аккумуляций алмазов, связанных с взрывными кратерами эндогенного происхождения, не стоит отделять от общей проблемы исследований коренной алмазности. На примере ЯАП мы видели, алмазносные очаговые объекты не выходят за пределы общего тренда коренной алмазности. То же явление присуще и ВЕП.

Алмазы связанные с очаговыми тектономагматическими структурами («импактные» алмазы) – новый вид минерального сырья с уникальными свойствами, часто превосходящими алмазы традиционные. По данным [40]: 1 – их частицы – «тончайшие агрегаты, представленные обычным кубическим алмазом и алмазом гексагональным–лонсдейлитом. Они образованы по пластинчатому графиту и сами поэтому пластинчатые, с хорошей отдельностью, имеют размерность от долей миллиметра до более сантиметра»; 2 – «в Киевском институте сверхпрочных материалов им. В. Н. Бакуля установили в 1978 г., что абразивная устойчивость импактных алмазов в полтора раза выше чем таковая искусственных и натуральных алмазов. Новые исследования там же довели разницу до 1,8–2,4 раза». В 1999 г. А. В. Бочко, Д. С. Гурский и др. показали: по прочности зерна импактных разностей отвечают высококачественным синтетическим. Абразивная способность их порошков лучше в 1,5–2,0 раза. В 2 раза оказались качественнее и сверла, ис-

пользующие импактные разности»; 3 – «уплощенная форма импактных алмазов, в отличие от остроугольной обычных, обеспечивает полирующий эффект при производстве ответственных деталей – лопатки турбин, керамические детали с малыми допусками в аэрокосмической индустрии, компьютерные микрочипы, радиаторы-теплосъемники электрических цепей, линзы лазерных излучателей, кремневые пластины и дисководы и т.д. Это хорошая присадка в моторные масла по той же причине»; 4 – «при бурении глубоких сложных скважин импактные алмазы позволяют уменьшить длительность спуско-подъемных операций (большая длительности работы, лучшая производительность); 5 – «в 2,0–2,5 раза увеличивается эффективность труда при использовании спеков в форме сверл, буровых коронок, правящих карандашей при работе в условиях повышенных температур»; 6 – «перспективно применять импактные алмазы как катализаторы из-за того, что их зерна – наноразмерный композит с очень большой удельной поверхностью».

Пока на Земле известны только три промышленных месторождения импактных алмазов: **Соколиное** и **Ударное** на площади **Попигаля** (содержания до 100 каратов/т) и **Белиловское** (Западное) в Житомирской области. Их прогнозирование на новых площадях требует лучшего понимания генеза объектов. В свое время главный геолог ГУЦР В. П. Дмитриев [41] обра-

щал внимание: во время XXVII МГК (Москва, 1984 г.) специалисты пришли к единому мнению, что на Луне нет кратеров (а общее число их там более 300 тыс.) моложе 3–4 млрд лет. Кратеры-гиганты появлялись в эпохи бомбардировок Гипарховскую (4,0 млрд лет), Птолемеевскую (4,0–3,9 млрд лет), Аппенинскую (3,9–3,8 млрд лет). Открытый советской «Луной-3» в 1959 г. самый юный, казалось бы, кратер Джордано Бруно тоже оказался не очень молод. На его склонах присутствуют оползни и следы поздних бомбардировок [42]. Отчего же на Земле с ее мощными атмосферой и гидросферой столь много подобных фанерозойских объектов, не сохранивших метеорного вещества?

Известно, А. А. Маракушев и Л. И. Шахотько [35] отнесли **Поппайский** объект не к космогенным, но проявлениям центробежной тектоники, генерированным флюидными растягивающими напряжениями в их центре. Они согласились с поздним мнением В. Л. Масайтиса и др. [43], также высказавшихся за длительность формирования структуры. Начало его относится к рубежу мела и палеогена (65 млн лет), а завершение к олигоцену (29 млн лет), притом, что максимум активности пришелся на эоцен (около 45 млн лет), поскольку характерные взбросы кристаллического фундамента распространены в покровах эоценовых зювитов, но отсутствуют в перекрывающих олигоценных лавах тагамитов. В случае **Логойского** кольцевого объекта под Минском А. А. Маракушев и В. Ф. Белый предположили его появление “в связи с детонацией метастабильных скоплений энергоемких флюидных компонентов, сопоставимых в этом отношении с тринитротолуолом $C_7H_5(NO_2)_3$. Областью их генерации может быть только жидкое флюидное ядро Земли, в непосредственной связи с которым, по-видимому, находится и образование кольцевых структур рассматриваемого типа” [44, с. 515].

Для исследователей алмазоносности Воронежской антеклизы интересен финский аналог **Бесединской**

(Курской) структуры – **Лаппаярви**. Это первый в Европе объект, в пределах которого в большом количестве найдены импактные алмазы (рис. 7). Черты сходства, например, такие: 1 – аналогичное отображение в гравитационном поле (отрицательном); 2 – архейские цоколи; 3 – сохранность в кратерах палеозойских отложений, отсутствующих на соседних площадях (девон и карбон в **Бесединской**, ранний и средний кембрий, ранний–средний ордовик Лаппаярви); 4 – сульфидная минерализация в породах, выполнивших кратер. В **Бесединской** сульфиды это галенит и обильный сфалерит (до 4 %) в скв. 4 (699), проба 4/197, C_{1tl-vn} . А.И. Скоморохов в прошлом также отметил присутствие галенита в палеозойской толще.

Возраст обеих очаговых структур не вполне ясен. Для **Лаппаярви** (диаметр 16 км) его указали $77,3 \pm 0,4$ млн лет, Ar; $73,3 \pm 5,3$ млн лет, U-Pb [45]. **Бесединский** объект (диаметр 3–5 км) считают послераннекаменноугольным, но досреднеюрским [36, с. 59]. Однако их становление было многостадийным. В Беседино по скв. 2811 каменноугольные и юрские породы перемешаны [46, с. 283]. Т. е. воздействие на них было и позднее. Присутствие же палеозойских отложений в обоих кратерах, скорее всего, признак их раннего появления.

Открытие алмазов в **Лаппаярви** вызвало всплеск интереса к аналогичным разновозрастным очаговым формам Балтийского щита. Только в Финляндии их уже известно одиннадцать, рис. 8. Импактные породы всех кратеров характеризуются относительно высокими содержаниями Ni, Co, Cr, ЭПГ, что может пролить свет на их генезис. Главными носителями Ni, Co и других сидерофильных элементов в импактатах являются сульфиды. Концентраторами никеля среди сульфидных минералов являются никелистый пирротин, миллерит и моносульфидный твердый раствор. В сильно перекристаллизованных импактных породах содержится бравоит, который также обнаружен в измененных импактных включениях в зювитах [45].

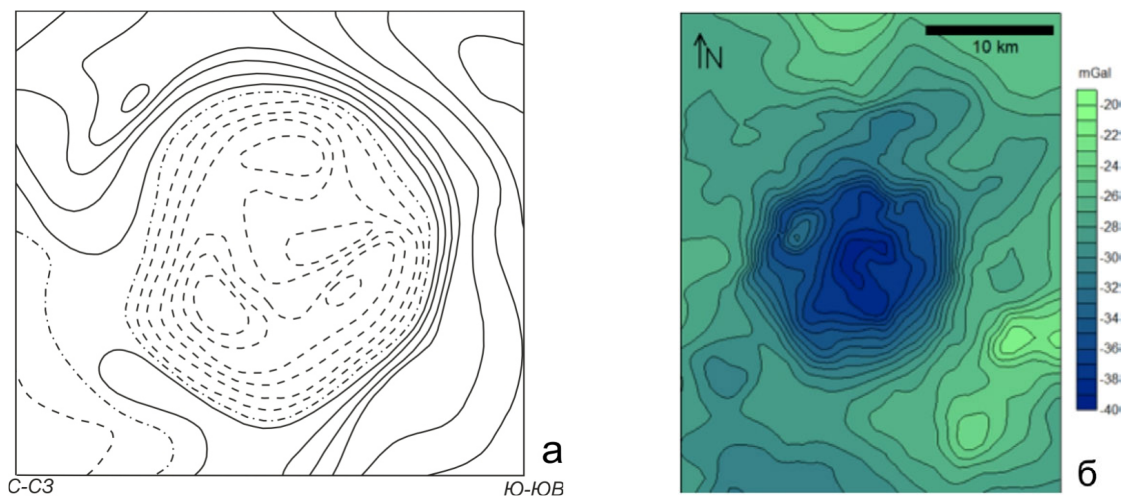


Рис. 7. Структуры **Бесединская** (Курская, 7 а) на Воронежской антеклизе и алмазоносная **Лаппаярви** (Lappajarvi, где открыты первые алмазы Европы, 7 б) на западе Суоми в гравитационном поле выглядят близнецами. По Т. В. Селивановской [36, рис. 18, с. 58] и [47]. Сплошные линии на схеме **Бесединского** объекта – положительные изоаномалы, пунктирные с точкой – нулевые, пунктирные – отрицательные. В гравитационном поле структура **Лаппаярви** тоже соответствует отрицательной аномалии силы тяжести в редукции Буге.

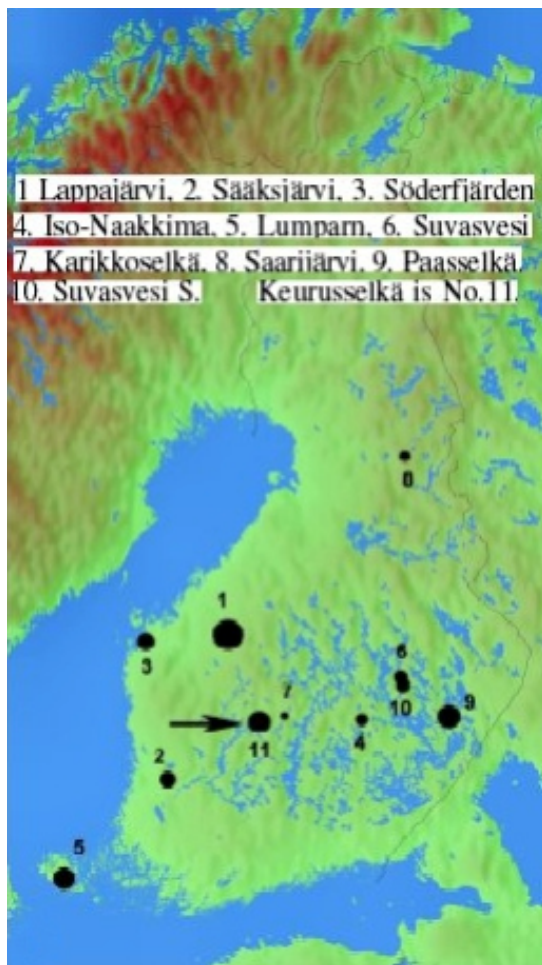


Рис. 8. Очаговые вулканогенно-тектонические структуры Финляндии разных возрастов: **Саариярви** (на севере, 1,5–2,0 км, 1980–600 млн лет), **Седерфярден** (~6,4 км, ~530 млн лет), **Лаппаярви** (17–23 км, ~73 млн лет в ее зап. части), по [47]

Авторы в ряде работ [3, с. 245 – 250; 39, с. 521 – 528 и др.] уже пытались показать значение проявлений очаговой иньективной тектоники для прогноза коренных месторождений алмаза в новых регионах. На УЩ их к настоящему времени открыто семь. Алмазоносными оказались **Ильинецкая**, **Оболонская**, **Западная** (Белиловская). В пределах последней оконтурены тела со средним содержанием «зернистых (более 50 микрон) импактных алмазов, разработка которых для производства высококачественного абразивного инструмента прогнозируется как экономически рентабельная» [48]. В прочих районах ВЕП алмазы обнаружены в структурах **Воротилловская** под Нижним Новгородом (Пучеж-Катунская, 10–14 км, 210–200 млн лет), **Карлинская** в Татарстане (10 км, 10 млн лет). Упомянем также и импактные алмазы аптской **Волчинской** россыпи, Липецкая область [49, 50]. Их источники могут находиться в пределах Воронежской антеклизы или в зоне сочленения последней с Московской синеклизой. В Центральной России, помимо **Бесединского** очагового объекта, известны, но на предмет алмазоносности не обследованы **Калужская**, **Дугнинская**, **Юхновская** структуры.

Заключение

ВЕП и СП имеют многие специфические черты, влияющие на подходы к поискам коренных месторождений алмаза. Распределение их во времени и пространстве подчеркивается разными трендами: линейным («Большая алмазоносная диагональ» СП) и зональным центрально-кольцевым (ВЕП), подчеркнутым омоложением потенциально продуктивных объектов от периферии к центральным и южным регионам. Такой историко-минерагенический тренд в случае ВЕП позволяет осуществить при реализации поисковой модели: 1 – детальное районирование с выделением площадей, перспективных на открытие коренных месторождений алмаза наиболее вероятных продуктивных этапов; 2 – оконтурить для каждого продуктивного этапа площади эрозионных срезов с вероятным положением диаметров кимберлитов (фактор, определяющий глубину поисков).

Сплошное распространение на большей части ВЕП ледниковых и флювиогляциальных отложений, контаминированных дальнепринесенным (с севера) алмазоносным веществом, заставляет отказаться от их практического использования в поисках.

Благодарности. Авторы благодарят специалистов, оказавших им помощь в сборе материалов для работ настоящего цикла: заведующему Геологическим отделением ВИМСА докт. геол.-минер. наук Игорю Гертрудовичу Печенкину, заместителю директора по научной работе ЦНИГРИ Сергею Сероповичу Варганыну, академику РАЕН Сергею Викторовичу Белову.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевырев, Л. Т. Историко-минерагеническая модель становления коренных алмазоносных объектов Восточно-Европейской платформы (ВЕП) – теоретическая основа их поисков. Статья 1. История поисков коренных месторождений алмазов в пределах ВЕП и их результаты / Л. Т. Шевырев, А. Д. Савко, А. В. Черешинский // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. : Геология. – 2015. – № 1. – С. 5–21.
2. Костицын, В. И. Геолог Л. И. Попугаева – первооткрыватель первого коренного месторождения алмазов в СССР / В. И. Костицын. – Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 2011. – 72 с.
3. Зинчук, Н. Н. Тектоника и алмазоносный магматизм / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, Л. Т. Шевырёв. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. – 282 с.
4. Савко, А. Д. Анализ вещественного состава фанерозойских отложений чехла Воронежской антеклизы в связи с проблемой коренной алмазоносности / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев // Литология и полезные ископаемые, 2011. – № 3. – С. 317–334.
5. Скаржинский, В. И. Про прояв альпийского вулканизму на південном схилі Воронезького масиву / В. И. Скаржинский, В. Г. Білоконь, С. В. Кузнецова [и др.] // Доповиди АН УРСР, 1973. – Сер. Б. – С. 46–48.
6. Дорофеев, С. А. Оценка потенциальной алмазоносности Карелии по минералогическим данным: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. н. / С. А. Дорофеев. – Москва: ФГУП ЦНИГРИ, 2013. – 25 с.
7. Mineralogical and geochemical signatures of Kimberlites in glacial sediments? Kirkland Lake and Lake Timiskaming, Ontario [Электронный ресурс]. URL: <http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/>

page1/ miner/kirk/kirk.htm

8. *Бескрованов, В. В.* Эволюция условий природного алмазообразования / В. В. Бескрованов // Геол. аспекты минерально-сырьевой базы АК АЛРОСА: современное состояние, перспективы, решения. – Мирный, 2003. – С. 242 – 249.
9. *Граханов, С. А.* Прогноз коренной алмазоносности на севере Якутской алмазоносной провинции / С. А. Граханов // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж, ВГУ, 2001. – С. 481–490.
10. *Граханов, С. А.* Гранулометрический состав алмазов в россыпях как поисковый признак коренных источников / С. А. Граханов, С. И. Митюхин // Изв. вузов, геол. и разв. – 2003. – № 1. – С. 48–51.
11. *Прокопчук, Б. И.* Алмазные россыпи и методика их прогнозирования и поисков / Б. И. Прокопчук. – М.: Недра, 1979. – 248 с.
12. *Рожков, И. С.* Алмазоносные россыпи Мало-Ботуобинского района Западной Якутии / И. С. Рожков, Г. П. Михалев, Л. М. Зарецкий. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 112 с.
13. *Бескрованов, В. В.* О происхождении россыпных месторождений алмазов с неустановленными коренными источниками / В. В. Бескрованов, Э. А. Шамшина // Отчет. геология, 2000. – № 5. – С. 3–6.
14. *Бойко, Н. И.* Миоценовые титано-циркониевые россыпи южного склона Воронежской антеклизы / Н. И. Бойко, Г. Ю. Складенко // Руды и металлы. – 2007. – № 6. – С. 36–41.
15. *Хожайнов, Н. П.* Полевые шпаты и терригенные минералы тяжелой фракции в обломочных породах палеозоя и мезозоя Воронежской антеклизы как показатели источников сноса и эпох рудообразования / Н. П. Хожайнов // Металлогенетические исследования в центральных районах Русской платформы: Сб. науч. тр. – М. – 1976. – С. 170 – 177.
16. *Савко, А. Д.* Эпохи мощного корообразования и алмазоносного магматизма в истории Земли / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев, Н. Н. Зинчук. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1999. – 102 с.
17. *Савко, А. Д.* Анализ вещественного состава фанерозойских отложений чехла Воронежской антеклизы в связи с проблемой коренной алмазоносности / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев // Литология и полезные ископаемые. – 2011. – № 3. – С. 317–334.
18. Восточно-Европейская платформа. [Электронный ресурс]. URL: <http://egfak.narod.ru-eastplat.htm>
19. *Эринчек, Ю. М.* Изучение глубинного строения ВЕП в связи с проблемой алмазоносности / Ю. М. Эринчек // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы АО АЛРОСА: современное состояние, перспективы, решения. – Мирный, 2003. – С. 221–227.
20. *Дукардт, Ю. А.* Авлакогенез и кимберлитовый магматизм / Ю. А. Дукардт, Е. И. Борис. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 161 с.
21. *Коробков, И. Г.* Структуры осадочного чехла высокопродуктивных кимберлитовых полей Виллойско-Мархинской минерагенической зоны (Якутская алмазоносная провинция) / И. Г. Коробков, К. В. Проценко, А. И. Коробкова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2015. – № 1. – С. 22–28.
22. *Махнач, А. С.* О проблеме алмазоносности территории Беларуси / А. С. Махнач [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pandia.ru/text/77/511/2843.php>
23. *Kukkonen, I. T.* Geothermal modelling of the lithosphere in the central Baltic Shield and its southern slope / L. T. Kukkonen, A. Jöeleht // Diamond Potential of Finland. – Tectonophysics, 1999. – 255. – 24–45 p.
24. *Эринчек, Ю. М.* Перспективы алмазоносности Сибирской платформы на основе анализа глубинного строения территории / Ю. М. Эринчек // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж, ВГУ, 2001. – С. 561–568.
25. *Егоров, К. Н.* Перспективы коренной и россыпной алмазоносности юго-западной части Сибирской платформы / К. Н. Егоров, Н. Н. Зинчук, С. Г. Мишенин [и др.] // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы АК АЛРОСА: современное состояние, перспективы, решения. – Мирный, 2003. – С. 50–84.
26. *Похиленко, Н. П.* Петролого-геохимические характеристики кимберлитов особо глубинного происхождения, особенности их прогнозирования и поисков, потенциальное экономическое значение / Н. П. Похиленко, А. М. Агашев, М. А. Вавилов, Н. В. Соболев // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы АК АЛРОСА: современное состояние, перспективы решения. – Мирный, 2003. – С. 147–151.
27. Литосфера Центральной и Восточной Европы. Геотраверсы, II, V. – Киев: Наук. думка, 1988. – 165 с.
28. Литосфера Центральной и Восточной Европы. Геотраверсы IV, VI, VIII. – Киев: Наук. думка, 1988. – 168 с.
29. Литосфера Центральной и Восточной Европы. Обобщение результатов исследований. – Киев: Наук. думка, 1988. – 258 с.
30. *Гейко, Ю. В.* Перспективы коренной алмазоносности Украины / Ю. В. Гейко, Д. С. Гурский, Л. И. Лыков, В. С. Металиди [и др.]. – Львов: Центр Европы, 2006. – 223 с. geoproject.com.ua/publ/Almazy02.pdf
31. *Шпунт, Б. Р.* Кимберлитоконтролирующие структуры Сибирской платформы / Б. Р. Шпунт // Проблемы прогнозирования месторождений алмазов различных генетических типов. – М., 1991. – Труды ЦНИГРИ. – Вып. 250. – С. 35–44.
32. *Ваганов, В. И.* Алмазные месторождения России и Мира / В. И. Ваганов. – М., 2000. – 369 с.
33. *Афанасьев, Н. С.* Петрофизика докембрийских образований и геологическое строение Воронежского кристаллического массива: автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. / Н. С. Афанасьев. – Ленинград: ЛГУ, 1983. – 34 с.
34. *Зайцев, А. И.* О возрасте протолитов кимберлитовых магм Якутии / А. И. Зайцев // Отчетств. геол., 2001. – № 5. – С. 6–9.
35. *Маракушев, А. А.* Стадии формирования и природа Попигайской алмазоносной кольцевой структуры / А. А. Маракушев, Л. И. Шахотко // ДАН, 2001. – Т. 337. – С. 366–369.
36. *Масайтис, В. Л.* Геология астроблем / В. Л. Масайтис, А. Н. Данилин, М. С. Машак [и др.] – Ленинград: Недра, 1980. – 231 с.
37. *Амузинский, В. А.* Вопросы алмазоносности западной части Верхояно-Колымской складчатой области / В. А. Амузинский, В. С. Урзов, В. М. Мишнин, Р. О. Галабола. – Отечествен. геология, 2000. – № 5. – С. 6–8.
38. *Харьков, А. Д.* Коренные месторождения алмазов Мира / А. Д. Харьков, Н. Н. Зинчук, А. И. Крючков. – М., Недра, 1998. – С. 506–528.
39. *Зинчук Н.Н.* Историческая минерагения: В 3 т. / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев / Воронеж: Воронежский университет. – Т. 1. Введение в историческую минерагению, 2005. – 590 с; Т. 2. Историческая минерагения древних платформ, 2007. – 570 с.; Т. 3. Историческая минерагения подвижных суперпоясов, 2008. – 622 с.
40. *Афанасьев, В. П.* Попигайские алмазы – новое российское сырьё для существующих и будущих технологий / В. П. Афанасьев, Н. П. Похиленко // Научные труды Федерального бюджетного научного учреждения «Научно-

- исследовательский институт – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы (ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ)». – М.: ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, 2013. – Вып. 1 (10). – С. 8–16.
41. *Дмитриев, В. П.* Анализ материалов по геологическому строению Центральных районов Восточно-Европейской платформы с целью оценки перспектив их алмазоносности / В. П. Дмитриев. – Титул 1144. – М.: ГУЦР, 1986. – 279 с.
42. *Morota Tomokatsu.* Lunar cratering chronology: Statistical fluctuation of crater production frequency and its effect on age determination / Tomokatsu Morota, Jun'ichi Haruyama, Chikatoshi Honda, Yasuhiro Yokota, Makiko Ohtake, Yoshiko Ogawa, and Tsuneo Matsunaga // *Earth Planets Space*, 2008. – 60. – P. 265–270.
43. *Масайтис, В. Л.* Алмазоносные импактиты Попигаийской астроблемы / В. Л. Масайтис, М. С. Машак, А. И. Райхлин [и др.] – СПб, 1998. – 179 с.
44. *Маракушев, А. А.* Эндогенная природа Логойской взрывной кольцевой структуры в Белоруссии / А. А. Маракушев, В. Ф. Белый // *ДАН*, 2002. – Т. 383. – № 4. – С. 512–515.
45. *Badjukov, D. D.* Ni-containing sulfides in impactites of the Lappajarvi, Saaksjarvi, Suvavasvesi South, and Paasselka meteorite craters / D. D. Badjukov, J. Raitala // *Bull. Geol. Soc. Finl.*, 2006. – Vol. 21. – No. 3. – P. 253–269.

Воронежский государственный университет

*Шевырëв Л. Т., ведущий научный сотрудник НИИ Геологии ВГУ, доктор геолого-минералогических наук
E-mail: shevpp@yandex.ru
Тел.: 8 (473) 235-39-42*

*Савко А. Д., заведующий кафедрой исторической геологии и палеонтологии ВГУ, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Заслуженный геолог России
E-mail: savko@geol.vsu.ru
Тел.: 8 (473) 220-86-34*

НИИ Геологии Воронежского госуниверситета

*Черешинский А. В., ответственный исполнитель, кандидат геолого-минералогических наук
E-mail: vsu31022@mail.ru
Тел.: 8 (473) 2-207-842*

46. *Шевырëв, Л. Т.* Эволюция тектонической структуры Воронежской антеклизы и её эндогенный рудогенез / Л. Т. Шевырëв, А. Д. Савко, А. В. Шишов // *Труды НИИ геологии ВГУ*. – Вып. 25. – Воронеж: Воронеж. ун-т, 2004. – 191 с.
47. Обзор статей (из РЖ ВИНТИ "Геология и геофизика"). [Электронный ресурс]. URL. <http://labmpg.sccc.ru/Impact/a77.html>
48. *Бочко, А. В.* Технологические свойства импактных алмазов / А. В. Бочко, А. А. Вальтер, Д. С. Гурский, Г. К. Еременко // *Минералогический журнал*, 1999. – Т. 21. – №№ 2–3.
49. *Савко, А. Д.* Новый взгляд на роль авлакогенеза в формировании тел алмазоносных магматитов / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырëв // *Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология*. – Воронеж, 2002. – № 1. – С. 7–18.
50. Сравнительная характеристика типоморфных особенностей алмазов из терригенных отложений Воронежской антеклизы (Липецкая область) и Украинского щита (Среднее Преднепровье) в связи с проблемой прогнозирования и поисков их коренных источников / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырëв // *Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология*. – Воронеж, 2004. – № 2. – С. 99–110.

Voronezh State University

*Shevyrev L. T., leading scientific Associate of the VSU Institute of Geology, doctor of the Mineralogical and Geological Sciences. E-mail: shevpp@yandex.ru
Tel.: 8 (473) 235-39-42*

*Savko A. D., Head of the VSU Historical Geology and Paleontology Chair, doctor of the Mineralogical and Geological Sciences, Professor, Celebrated Geologist of Russia
E-mail: savko@geol.vsu.ru
Tel.: 8 (473) 220-86-34*

Science and Research Geology Institute of the VSU

*Chereshinsky A. V., responsible contractor, candidate of geology and mineralogical sciences
E-mail: vsu31022@mail.ru
Tel.: 8 (473) 2-207-842*