

**ИСТОРИЧЕСКАЯ МИНЕРАГЕНИЯ — НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ
В УЧЕНИИ О ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ****А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев***Воронежский государственный университет*

Статья посвящена ознакомлению широкого читателя с концепцией и результатами работ в области исторической минерагении, изложенными в первом томе вышедшего в 2005 г. трехтомника [23] и предшествующей ему книге [22]. На основе анализа известного фактического материала, касающегося размещения крупнейших месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых Земли, восстановлена история минерагенического процесса по основным минерагеническим эпохам — раннего докембрия, рифейской, раннепалеозойской (каледонской), среднедевонско-раннекаменноугольной (раннегерцинской), среднекаменноугольной-среднетриасовой (позднегерцинской), познетриасово-юрской (киммерийской), меловой (раннеальпийской), кайнозойской (позднеальпийской). Предметно показано, что формирование крупнейших скоплений рудного и нерудного вещества нередко являлось длительным (иногда более 1 млрд л.) многостадийным процессом, в котором в разные временные интервалы принимали участие различные по значению факторы, отразившие особое энергетическое состояние земных недр каждой эпохи. В других же нередких случаях оно могло быть и одноактным, без предыстории, определенным планетарными процессами, не имевшими аналогов в прошлом (океаногенез и связанная с ним активизация примыкающих областей континентов). Анализировались периодичность и направленность минерагенического процесса. Исследованы примеры использования историко-минерагенического подхода — минерагенических трансгрессий и регрессий в фанерозое Европейской минерагенической инфрапровинции, вновь обнаруженной глубинной центрально-концентрической зональности древней Восточно-Европейской платформы (важно для прогноза коренных месторождений алмаза), «магматической параболы» (характеризует общие тенденции магматического и минерагенического процессов в истории Земли).

ВВЕДЕНИЕ

Историческая минерагения, надеются авторы, станет новым направлением в учении о полезных ископаемых, посвященным общим и частым пульсациям в возникновении рудных и нерудных месторождений в геологической истории Земли. Цель ее исследований — **выявление вклада отдельных этапов (фактора времени) в количественную и качественную стороны минерагенеза, общие и региональные закономерности в распределении и масштабах скоплений полезного для человека вещества.** Будь таковая цель единственной, следовало бы говорить об исторической минерагении как об очередной сугубо прикладной дисциплине. Между тем, самоценна, важна и несколько неожиданна вторая ее цель — увидеть в истории и характеристиках месторождений *концентрированное выражение сущности геологического процесса* временных интервалов, в которые те формировались: не прикладное, но фундаментальное, без

явного практического значения направление. Использование месторождений для этого вполне реально, что и попытаемся показать путем исследования конкретных примеров во второй половине статьи. Термин «минерагения», как известно, весьма неоднозначен. В Геологическом словаре (1973, с. 473) приводится три его толкования. Из всех трех, однако, следует, что он не является синонимом понятия «учение о полезных ископаемых» с его определенными направлениями, традициями, историей, длящейся более 2,7 тыс. лет, т.е. со времен философа Фалеса. Можно говорить о близости «исторической минерагении» направлениям Учения «рудообразование» (А. Г. Бетехтин) и «геология нерудных» (П. М. Татарин), но напрашивающиеся для обозначения нашего раздела понятия «история рудообразования» и т.д. оказываются неточными и не характеризующими упомянутые выше цели. В итоге мы остановились на «исторической минерагении», названии компактном и вполне понятном специалистам.

Историческая минерагения тесно связана с другими разделами Учения о полезных ископае-

мых и прочими из комплекса геологических наук — металлогенией, геологией нерудных полезных ископаемых, геотектоникой, исторической геологией, литологией. Авторы рассматривают предпринимаемую серию книг [22, 23 и др.], с одной стороны, как информационный материал о распространении в Мире основных видов минерального сырья, а с другой, — для удовлетворения острой потребности геологической практики и учебного процесса в продукции минерагенической картографии, пособия учебном и справочном, чтобы геолог-практик и студент могли увидеть реальную фактологическую основу теоретических построений прогнозного характера, столь распространенных в литературе. (Особенно в отечественной, где профессиональную графику продолжают помещать без координатных сеток и масштаба, вещь неслыханная для зарубежных изданий. И это — несмотря на снятие цензурных ограничений!).

1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ. ПРЕДЫСТОРИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

P. Nicolini [99], изучавший гигантские месторождения Медного пояса Экваториальной Африки, с горечью отметил, что большинство металлогенических проблем лишь запутывается из-за того, что авторы упорствуют в попытках втиснуть сложную реальность в искусственные рамки классификаций, но что еще печальней — не пытаются взглянуть на месторождение с позиций общего геологического фона, ограничиваясь лишь собранными в его пределах материалами. Историко-минерагенический подход и предлагает посмотреть на генезис и возраст месторождений и рудных узлов более широко, с позиций всего региона и шире — платформы, подвижного пояса, всей Земли. Ничто не способно лучше высветить особенности каждого этапа, чем емкая характеристика возникших в соответствующее время основных рудных и нерудных месторождений. Между тем, *геологическое время* вполне соответствует своему древнему аллегорическому изображению — мчащейся только вперед колеснице, запряженной двумя оленями и управляемой (!) седоком. В философии учение о времени («закономерная координация сменяющих друг друга явлений») обычно рассматривают совместно с учением о пространстве, признавая, впрочем, что у этих категорий есть и собственные свойства. Пространство многомерно, все его измерения равноценны. Вре-

мя — однонаправленно. Сформулируем свои представления о нем: *геологическое время есть Длительность — необходимая, направленная исключительно в будущее, проявленная в необратимых изменениях естественного земного вещества*. Оно дает возможность глубинным расплавам — расслоиться, потокам эффузивов — остыть, минералам — кристаллизоваться, гидротермам поздних генераций — изменить состав прежних рудных залежей, переместить вынесенные из недр химические элементы. И хотя роль гравитации и законов термодинамики велика, но — без *Длительности* (времени) у них нет шансов реализоваться по причине инерционности Системы — Земли. Иными словами, чтобы тот же гравитационный эффект проявился, например при формировании россыпей, или донных залежей медно-никелевых руд, нужно... подождать. Азовские волны восстановили Анабарскую стрелку, пески которой были вывезены на бетонные заводы, но, чтобы волны намывали из донных глин сотни тысяч тонн песчинок понадобилось... Время. В данном случае, — десятилетия. *Геологическое время* не Время вообще и, кажется, даже не его частный случай. Это — Длительность, применимая ТОЛЬКО к земным процессам и если и связанная с пространством, то единственно с его крохотной частицей — нашим Геосом. Селенологическое, скажем, Время еще предстоит понять селенологам будущего, через природные процессы Луны. Результаты могут оказаться не во всем совпавшими с земными.

При рассмотрении истории минерагенеза по отдельным этапам приходится определяться с отношением к тому, что многие месторождения возникли не в единственный непродолжительный временной интервал. В ранних работах [62] длительность последнего для случаев рудных залежей в грейзенах оценивали в десятки, сотни тысяч, первые миллионы лет, основываясь на теоретических расчетах времени, необходимого для остывания интрузивов, наблюдениях за минералообразованием в областях современной гидротермальной активности. T. N. Van Andel [102], обсуждая проблему неполноты (incompleteness) геологической летописи, сетовал на то, что в последней остаются записи лишь о *резких* сменах температур и давлений, в то время как сведения о плавных постепенных изменениях, длительно существовавших геодинамических обстановках опущены. Однако и в эти неотмеченные интервалы рудогенез продолжался.

Со времени работ А. Г. Бетехтина [6] в отечественной практике получило распространение выделение этапов и стадий минерализации. Развивая представления Н. П. Лаверова и С.Ф. Винокурова [36], И. К. Рундквист с соавторами [64], Д. В. Рундквист [63] при характеристике месторождений стали обращать внимание на рудоносные эпохи: «предыстории» (подготовки), собственно формирования преобразований и сохранения рудных аккумуляций. Д. В. Рундквист [65, 66] на примерах, прежде всего, золоторудных месторождений Сибири обсудил проблемы длительности становления, выделения периодов и эпох рудогенеза. Было убедительно показано: большинству якобы «рифейских», «палеозойских», «мезозойских» сибирских месторождений, с учетом предыстории, для формирования современного облика понадобилось 0,5—2 млрд лет, т.е. все время от рифейского зона до палеозоя, иным еще больше, от архея до мезозоя. Такковы рудные скопления золота, полиметаллов, редких металлов и редких земель, слюдоносных пегматитов Енисейского кряжа, Восточного Саяна, Прибайкалья, Станового хребта. Известное месторождение золота (Сухой Лог в Бодайбинском районе) с запасами по данным последней геолого-экономической переоценки 1543,3 т [29, с. 25] — позднегерцинское по основному рудному этапу. В среднем карбоне — середине перми, 300—246 млн лет назад, сформировались гранитоиды Константиновского штока, материнские для его штокверкового поля. Однако начало его предыстории уходит в раннебайкальское время, к интервалу 1,2—0,9 млрд лет назад. Именно тогда на днище среднепозднерифейского рифта накопились толщи высокоуглеродистых пород хомонхинской свиты, содержащие первичные концентрации драгоценного металла месторождения. Как показали И. К. Рундквист с соавторами [64], в дальнейшем это золото перераспределялось, накапливалось в замках складок, сложенных высокоуглеродистыми породами (позднебайкальский этап), формировало стратиформные залежи с пиритом, анкеритом, кварцем на каледонском этапе... С каждым разом все более усложнялись минеральные парагенезисы, возрастали концентрации: от 1 г/т в пирите средневерхнерифейских черных сланцев до 10—50 г/т в основных среднекаменноугольных пермских золото-кварцевых и золото-сульфидных рудах.

Таким образом, впервые на отечественном материале был продолжен, а впоследствии и развит [66] ряд впечатляющих примеров длительности предрудной подготовки, описанных западными

учеными в 1960—1970 гг. и ранее [60, 61]. Располагая значительными аналитическими возможностями, они уже тогда смогли показать, что уникальное по запасам меловое свинцово-цинковое оруденение Three States (Миссури—Оклахома—Канзас) с залежами в *каменноугольных* породах имеет *рифейский* возраст свинцов (1 млрд лет), а его гигантские монокристаллы галенита «росли» в течении 100 млн лет, от триаса (?) до середины мела. Можно вспомнить и Серебряный пояс Кер д'Ален, меловые по возрасту (100-65 млн лет) залежи которого в отложениях венда-палеозоя содержат урановую смолку, датированную 700 млн лет, и т.д.

Здесь интересно обсудить два аспекта — обязательна ли такая предыстория для всех даже суперкрупных месторождений (1); в какой степени однотипна содержательная сторона *этапов* минерагенической предыстории на *разных* древних платформах, для месторождений ее имеющих (2). На первый вопрос напрашивается ответ отрицательный. В самом деле, откуда взятась предыстории у гигантских скоплений среднемиоценовых (12 млн лет) океанических железомарганцевых конкреций и ферромарганцевых корок, многие поля которых ныне рассматривают как субпромышленные месторождения, сформированные при определяющем влиянии эндогенного фактора? Открывший их в 1878 г. бельгиец Р. Вильемс-Шум уже тогда объяснил происхождение нодул деятельностью гидротерм. Этой точки зрения придерживается в наши дни и А. П. Лисицин [38], признавший, что вклад эндогенеза в их образование в 3—45 раз больше любых экзогенных частей [19, с. 58—60].

Пример железомарганцевых конкреций, возможно, слишком специфичен (мы не знаем их аналогов в докайнозойских разрезах континентов). Но давайте попробуем поискать предысторию у иных месторождений с не вполне однозначным генезисом. Таковыми, к примеру, являются мирового значения нижнеолигоценовые марганцеворудные залежи Южно-Украинского бассейна (Никопольское и Больше-Токмакское месторождения), об определяющем значении для возникновения которых эндогенного фактора высказывался Г. С. Дзоценидзе [16]. Он отметил сходство его руд с марганцевистыми илами Красного моря и то, что вряд ли случайным было именно в раннем олигоцене опускание на 3-5 км квазиокеанической впадины Черного моря, о котором писал А. Л. Яншин [97]. Позднее В. Г. Погребной [57] увидел в родохрит-манганокальцитовых и манганит-пирролитовых рудах Южной Украины продукты переот-

ложения марганцевых соединений, вынесенных из нижележащих *верхнетриасовых-нижнеюрских и меловых кор выветривания*, развитых по широко распространенным в зоне Токмовского глубинного разлома *протерозойским марганцевоносным карбонатитам* фундамента. Предположение выглядит вполне правдоподобно, учитывая, что в Кривбассе и ныне имеются термальные воды, имеющие на глубине 110 м температуру до 360°. Таким образом, южно-украинские нижнеолигоценые марганцевые залежи, вроде бы, приобретают предысторию продолжительностью — зависит от возраста погребенных марганцевоносных карбонатитов, — более полутора миллиардов лет. Может показаться, в случае Никополя намечился еще один пример колоссальной общей длительности рудообразования, однако есть веские *историко-минерагенические* обстоятельства с изложенной только внешне убедительной схемой не согласиться. И аргументы против нее дает другой не очень далекий от Никополя марганцеворудный гигант — Чиатури.

Мощные скопления пирролюзит-псиломилановых, манганитовых, родохрозит-манганокальцитовых залежей Чиатури аналогичны Никопольским по раннеолигоценовому возрасту, минеральному составу руд. Но — не по внеплатформенной тектонической позиции (Закавказский срединный массив Средиземноморского подвижного пояса), иным признакам эндогенного вклада в рудообразование [23, с. 403; 84]. Появление гигантских скоплений марганца Закавказья не объяснить гипотезой В. Г. Погребного, условно приемлемой для Южной Украины — в недрах Чиатури нет тел марганцевоносных карбонатитов (магматиты этого типа «избегают» внеплатформенных областей), следовательно, нет и кор выветривания по ним. И если вспомнить, что в разрезах неогей Украины и Грузии *нет и иных марганцевоносных стратиграфических уровней, кроме нижнеолигоценового*, то причину уникальных марганцевых скоплений Никополя и Чиатури окажется более перспективным поискать не в прошлом, но — в новообразованиях: возникновении в раннем олигоцене субокеанических впадин Черноморской и Южно-Каспийской, с их кладбищами особо глубоководных светящихся океанических рыб, описанных М. М. Мстиславским [50-52]. Ведь и такие экзотические данные делают раннеолигоценую геологическую ситуацию в Причерноморье еще более схожей с черноморской. В Красном море именно на таких глубинах накапливаются марганцевоносные илы, продукт осаждения механических взвесей с вул-

каногенной составляющей. Эту-то позицию и защищал Г. С. Дзоценидзе [16].

Новообразования действительно способны принести в минерагенический облик целых провинций свежую струю. В качестве примера возьмем яньшаньскую тектоническую активизацию в восточной половине Китайской платформы (поздний триас-ранний мел, 200—110 млн лет назад). В «яньшаньское» время там возникли крупнейшие месторождения вольфрама, олова, полиметаллов, золота, сурьмы и т.д., связанные с внедрившимися «красными гранитами». Масштабы залежей таковы, что позволили J. Мао et al. [98] назвать яньшаньский «период» «минерагеническим взрывом». И это при том, что здесь же присутствуют и многочисленные тела более древних (домезозойских) гранитоидов, тоже светло-красных, несколько более грубозернистых и — неизменно «пустых». Исследователи считают, что яньшаньский рудогенез, наблюдающийся прежде всего в районах, приближенных к Тихому океану, *не имеет генетических связей с предшествующими этапами*, но — какие-то иные причины. И связь с океаногенезом здесь напрашивается сама собой [25].

Эти примеры говорят о том, что в наших попытках восстановить геохимическую историю ведущего рудного элемента конкретного месторождения (однозначно самоценно и крайне интересно) мы рискуем преувеличить значение всплесков его концентраций в отдельные эпизоды прошлого, принизить тем самым роль основного рудоконцентрирующего этапа, не разглядеть его уникальности, принципиальной новизны. Ясно ведь, погружение в глубины предыстории для *любого* элемента и на *любом* участке Земли непременно приведет нас в ранний докембрий и — через этап архейский (нуклеарный, 4.0—2.6 млрд лет) — к общему знаменателю и началу начал, этапу гадейскому (4,45—4.0 млрд лет). Тоже интересно, но как-то ... слишком ожидаемо.

Второй вопрос — о содержательной стороне собственно минерагенических этапов, формирующих предысторию, — перекликается или даже совпадает с проблемой, актуальной для Геологии не менее двух веков: синхронны ли на Земле крупнейшие однотипные события, трансгрессии и регрессии, вспышки гранитизации, излияния базальтов и т.д. Другими словами, носят ли изменения энергетических состояний недр всеобщий планетарный характер? Историко-минерагенические данные позволяют некоторым изменениям таких состояний приписать планетарный ранг. Они же

могут послужить в сложных случаях историко-минерагеническими аргументами в пользу отнесения конкретных областей континентов к платформам или подвижным поясам (геосинклиналям). Возьмем так окончательно и не разрешенную дискуссию о том, эпиплатформенным или эпигеосинклинальным образованием является Казахстанско-Тяньшаньская область. Часть исследователей, преимущественно среднеазиатские геологи, придерживались первой точки зрения, вторую защищали Н. А. Штрейс, Г. И. Макарычев, А. И. Суворов, М. И. Муратов [82, с. 299]. Дискуссия во многом шла вокруг происхождения мелких блоков метаморфитов, в которых первые видели образования *раннего докембрия, возникшие на континентальной коре*, другие — вещественные признаки *рифейской океанической коры*.

Сразу заметим, с позиций исторической минерагении эпиконтинентальная гипотеза предпочтительней, потому что позволяет к дискуссии привлечь материалы, внешне не связанные с собственно фрагментами фундамента. Дело в том, что в Чаткало-Кураминских горах, Западном Таласе и хребте Каржантау [7, с. 114—160] давно уже известны тела лампроитов, локализованные в единой глубинной Лашкерек-Пскемской (Дайбабинской) зоне нарушений. В частности, в юго-западных отрогах Чаткальских гор обнаружена уникальная *алмазоносная* диатрема лампроитов Кошмансай. Так как она рассекает нижнекаменноугольные известняки и, в свою очередь, рассечена кислыми и основными дайками C_{2-3} , верхний предел ее возраста определяют верхами среднего карбона. Алмазосодержащие образцы черных брекчий Кошмансай отличаются повышенными концентрациями самородных металлов и карбидов (железистокобальтистой меди, кобальта, когенита, карбида вольфрама). Ее алмазы представлены обломками серых прозрачных кристаллов до 0,8-0,9 мм. По классификации Ю.Л. Орлова, они принадлежат к плоскогранным октаэдрам I разновидности, реже к псевдоромбододекаэдрам той же разновидности. Их изотопный состав — * ^{13}C — 6,2 ‰. По полупроводниковым свойствам относятся к редкому и особо ценному для электронной промышленности типу 11б (безазотные разности) [7, с. 141]. Эти-то породы, вне зависимости от времени внедрения, не могли возникнуть без *платформенного рифейского протолита, в условиях мощной континентальной коры*. Таков историко-минерагенический аргумент в пользу воззрений местных специалистов, который может быть детально развернут.

Минерагенический облик этапов охарактеризуем.

В *раннем докембрии* платформенный тип развития способствовал формированию в первично осадочных толщах залежей руд полосчатых железистых формаций (Fe, Mn), тесно связанных с мощными корами выветривания [68], гигантских золото-урановых скоплениях Витватерсранда (AR_2-PR_1), бразильской Жакобины (1,8—1,5 млрд лет), канадского Блайнд Ривер (2,5—2,1 млрд лет), сульфидных руд в эффузивах шведского Болиден с арсенопиритовой залежью мощностью до 40 м (2,0—1,82 млрд лет), массивных медных руд финского Оутокумпу (первичный свинец 2,520 млрд лет, регенерированный — 1,885 млрд лет). Постоянство, стабильность, низкая переменчивость тектонических обстановок платформ вели к появлению гигантских по площади массивов глубинных базитов-гипербазитов, отсутствующих в подвижных поясах — для их возникновения требовалось огромное время. Становление рудоносного массива Садбери на площади 60×25 км, начавшись 1,8—1,7 млрд лет назад, завершилось только через полмиллиарда лет, около 1,1 млрд лет назад. В раннем архее в связи с коматиитами Барбертона (граница ЮАР и Свазиленда) возникло неповторимое по минералогическому составу никелевое месторождение **Бон Аккорд** (Ni до 36 %). Уникальность небольшой залежи (6×6×0,3 м, 25 т запасов) в том, что все ее никелевые минералы бессернистые: треворит $NiFe_2O_4$, либенбергит, никелевые тальк и хлорит. И это была экономически значимая залежь! Более поздних подобных руд мы не знаем.

В *рифее* огромная длительность (1,1 млрд лет), неспешность, свойственные платформенному стилю геологического развития, доминирование обстановок дилатансии способствовали возникновению и развитию рифтовых систем и — *всеобщему появлению алмазоносных протолитов*, вызреванию кимберлитовых расплавов, становлению диатрем и дайковых тел кимберлитов, карбонатитов. Существует значительное количество работ по оценке возраста кимберлитовых источников с использованием изотопных систем [2, 20, 53 и др.]. А. И. Зайцевым [20] она выполнена для кимберлитов Якутской алмазоносной провинции с использованием модельного возраста $T_{Nd}(DM)$, который характеризует *время отделения источника — кимберлитов от деплетированного мантийного резервуара*. По его данным, все модельные возрасты полей ЯАП, даже далеко отстоящие друг от друга и с разными

возрастами внедрения диатрем, укладываются в четыре группы (в млн лет): 470—540; 600—700; 800—900; 1000—1100, при этом *возраст 600—700 млн лет доминирует*. Как видим, абсолютно преобладают различные интервалы позднего и терминального рифея. По расчетам модельного возраста T_{Nd} (DM) рифейскими оказываются протолиты кимберлитов ЮАР (вторая группа кимберлитов, 980—1050 млн лет), Архангельской провинции (первый тип кимберлитов 790—810 млн лет, второй тип 1120—1330 млн лет), лампроиты северо-запада Австралии (900—1300 млн лет), кимберлиты провинций Шаньдун и Ляонин, КНР (1144±88 млн лет), восточной Финляндии (1036±35 млн лет), востока США (533±58 млн лет, 767±5 млн лет), поля Венеция в поясе Лимпопо на границе ЮАР и Зимбабве (931±72 млн лет). Этот же исследователь обнаружил, что корневая часть верхнемантийных источников кимберлитов Якутии была дифференцирована 1,4—1,1 млрд лет назад.

Помимо этого, рифей — время массового накопления отложений черносланцевой формации (Енисейский кряж с **Таежным** марганцевым месторождением; Бодайбинский золоторудный район с месторождениями **Сухой Лог**, **Первенец**, **Невское** и др.; Внутренняя Монголия с уникальными бастнезит-монацитовыми залежами **Баян Обо**; рудный бассейн Атабаска в канадском Саскачеване с ураново-никелевым, благороднометалльным и прочим оруденением в зоне Раббит Лейк и т.д.).

Раннепалеозойский этап отличался почти полным отсутствием магматизма на платформах. Редкими исключениями были отдельные кимберлитовые поля — среднекембрийское Венеция в поясе Лимпопо, ЮАР, диатремы Куоппио и Каави в Финляндии, Накынского поля Якутии, ордовикские-силурийские о. Сомерсет в Канадской Арктике, раннепалеозойские трубки взрыва кимберлитовой субпровинции Слейв (район Snap Lake, диатрема Drybones Bay). Однако проявления глубоководного вулканизма были широко проявлены в геосинклинальных областях. Именно с ними генетически связаны оолитовые железные руды ордовика и нижнего силура Тюрингии, Чехии, Франции, Португалии, нижнего девона Нормандии и Бретани. Уникальными для металлогении платформ, не повторившимися впоследствии, оказались сульфидные месторождения с германием юго-запада Африки (Цумеб, Кипуши и др.). В раннем кембрии завершилась, начавшаяся в венде крупнейшая эпоха осадочного фосфатонакопления, однако лишь часть вновь возникших бассей-

нов оказалась в пределах древних платформ (Джорджина на севере Австралии, Юньнань-Сычуанская провинция на юге Китая).

Раннегерцинский этап — время появления крупнейших интрузий щелочных пород Кольского полуострова, с которыми связаны апатит-нефелиновые залежи «ийолит-уртитовой дуги». Основной вклад этапа в общую минерагению — формирование продуктивных коренных алмазоносных месторождений Виллойской субпровинции Якутии, пров. Ляонин в Китае, Архангельской субпровинции.

Позднегерцинский этап отмечен гигантскими трапповыми излияниями в пределах Сибирской платформы, в Предуральском прогибе, на Ньюфаундленде. Это было время становления месторождений сульфидных медно-никелевых руд Норильского рудного района (ранний триас), скарновых железорудных залежей Ангаро-Илимского района. Резко возросли масштабы экзогенного минерагенеза — в Европе, Северной Америке возникли обширные калий-магниево-солеводные бассейны, гигантские залежи медистых песчаников и сланцев.

В *киммерийский этап* (средний триас-юра) произошли многие события деструктивного плана, существенно повлиявшие на конфигурацию и минерагенез платформ. События, происшедшие на Китайской платформе, мы вскользь уже упомянули. На Восточно-Европейской платформе киммерийская тектоническая активизация привела к возникновению Никитовского ртутного гиганта (200—170 млн лет, по [93]), Покрово-Киреевского месторождения флюорита, полиметаллических месторождений Валуйско-Марковской зоны, разделившей ДДВ и Воронежскую антеклизу. В юре и мелу подобные же изменения охватили юг Сибирской древней платформы (Забайкалье, Амурская область).

Раннеальпийский (меловой) этап — новая крупнейшая вспышка образования тел кимберлитов и карбонатитов на Африканской, Северо-Американской, Южно-Американской, Антарктической платформах. С ним связывают крупнейшие в мире месторождения сурьмы (Синьхуа), вольфрама (Цзянси в Китае, Санг-Донг в Южной Корее), важные для России золоторудные (Бам, Ледяное, Скалистое в Становом поясе) и урановые (Стрельцовское рудное поле в Приаргунье). Одновременно этот временной интервал оказался весьма продуктивным и для гипергенных месторождений: бокситов Западной Европы, Украины (Высокопольское, начало бокситообра-

зования в юре, продолжение в неокоме и апте, завершение в эоцене), руд марганцевых (Groote Eyland), урано-ванадиевых (плато Колорадо).

В *позднеальпийский этап* (кайнозой) формировались месторождения, очень разнообразные по ведущим компонентам и генетические типам. Они хорошо известны в зонах активизации на древних платформах (оловоредкометалльное месторождение Телертеба в горном массиве Ахагар, Алжир; кайнозойские карбонатиты с тантало-ниобатами в Восточно-Африканских рифтах и т.д.), но более распространены в подвижных поясах Кордильер и Анд, Средиземноморском, восточном сегменте Тихоокеанского кольца. В краевых частях древних платформ и близ крупных тектонических борозд-авлакогенов возникли очаговые вулканно-тектонические структуры (эоценовые Беенчима-Саатлинская и Попигайская в Восточной Сибири, палеоценовые Гусевская, Каменская в Донбассе, миоценовая Карлинская в Татарии), глубинное происхождение которых рассмотрено [10, 11, 43, 44]. Породы некоторых из них содержат иногда весьма значительные концентрации лонсдейлита. Основное практическое значение имеют полезные ископаемые гипергенного ряда: эоценовые и более поздние бокситы Африки, Австралии, Южной Америки, марганцевые руды Никополя, фосфориты Восточно-Американской береговой равнины (миоцен и плиоцен Флориды), Марокко (бассейн Улан Абдун, маастрихт, палеоцен, нижний эоцен). Для целого ряда полезных компонентов основными промышленными объектами оказываются редкоземельно-редкометалльные коры выветривания по карбонатитам, щелочным породам, гранитоидам. Четвертичные россыпи благородных металлов считаются наиболее желанными объектами для отработки

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕРОВ ИСТОРИКО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Каждое новое направление не может обойтись без собственного терминологического аппарата. Историческая минерагения не исключение из этого правила. Новые термины приходится предлагать при характеристике изменений во времени минерагенических особенностей областей платформенного типа развития, имеющих весьма переменчивые контуры. Приходится классифицировать типы такого развития, как-то называть графики, отражающие изменения площадей, объемов и веществен-

ного состава магматизма и рудоносности во времени. Авторы понимают, что такая потребность должна быть обоснована на конкретных примерах. Для обсуждения предлагаются три из них.

2.1. ИНФРАПЛАТФОРМЫ И МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЕ ИНФРАПРОВИНЦИИ. АККРЕЦИОННЫЕ И ДЕСТРУКЦИОННЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПЛАТФОРМ

Древние платформы, ядра современных материков, возникли до начала неогена на месте подвижных поясов. К этим ядрам в рифее, палеозое, мезозое, не вполне последовательно и с большими вариациями, присоединялись обширные площади, вновь приобретшие платформенные черты: молодые платформы эпибайкальские, эпикаледонские, эпигерцинские. Процесс расширения платформенных ареалов можно считать *аккреционным*. Аккрецию сопровождали принципиально важные изменения в минерагенике, распространение на недавно подвижные области его платформенного варианта. Платформенная аккреция мощно представлена в истории платформ Афро-Аравийской, северная треть которой — рифейды, присоединившиеся к древнейшему южному ядру, Северо-Американской с аккреционными каледонидами на востоке и севере Гренландии, севере Канадского Арктического архипелага.

Аккреционному типу развития платформ противостоит *тип деструкционный*, для которого характерна тектоническая активизация, охватившая ранее кратонизированные блоки (реювенация). Прогрессирующая деструкция особенно выражена в истории Китайской платформы, простиравшейся в синию (средний рифей-венд) от нынешнего Тихого океана до Тянь-Шаня.

Восточно-Европейская платформа к середине девона приросла на северо-востоке тиманскими рифейдами, северо-западе и западе — каледонидами Норвегии, Армориканского массива, Шотландии и Ольстера, превратившись в *Европейскую инфраплатформу* («инфра» — «над»). На рис. 1, А, составленном для *позднего девона*, отражены избранные черты вновь возникшей *Европейской минерагенической инфрапровинции*. В позднедевонскую эпоху в пределах ее древнего ядра активизировалось формирование месторождений **эталонных платформенных типов**: алмазоносных и неалмазоносных кимберлитов (Зимний Берег, Северо-Припятский район, Псковское и Ладожское поднятия Главного девонского поля, Петровско-

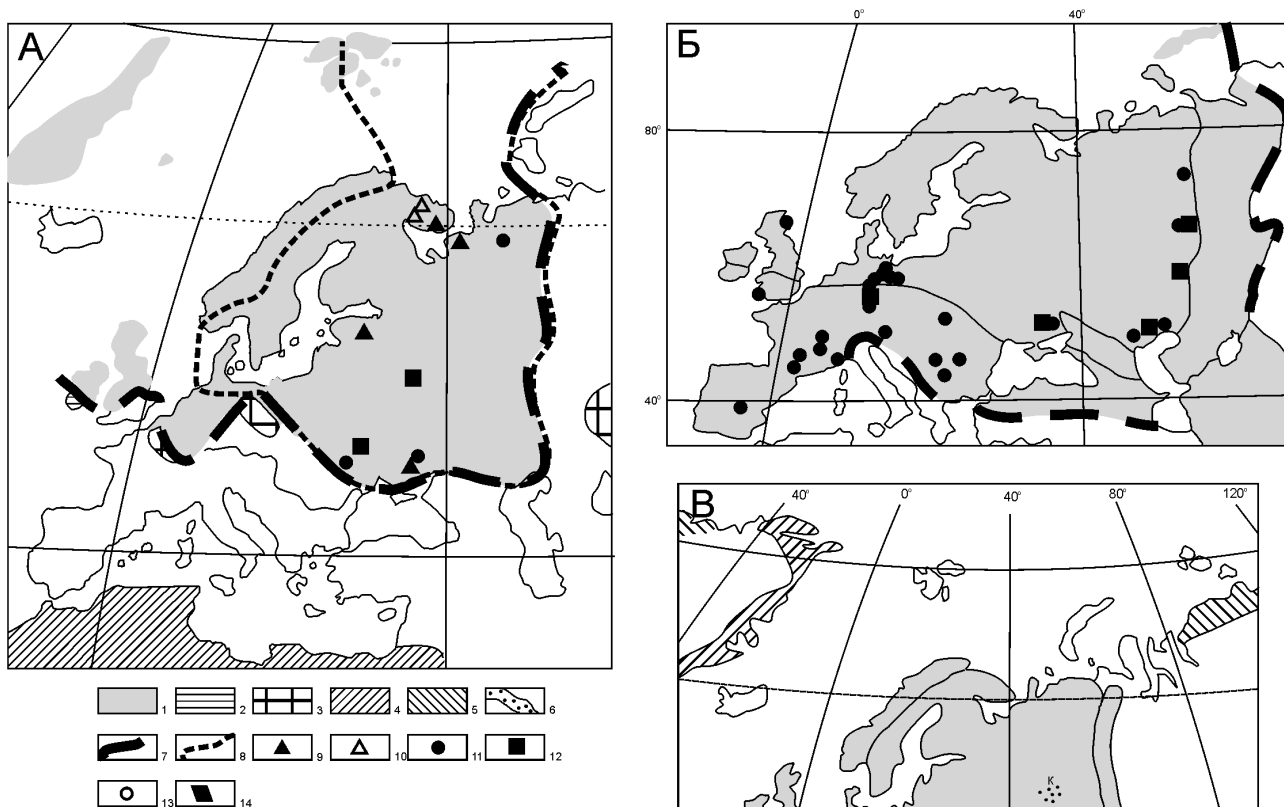


Рис. 1. Развитие платформенного минерагенеза на Европейской инфраплатформе в фанерозое. Распространение месторождений видов, типоморфных для платформ (кимберлиты, карбонатиты, медистые песчаники, калийные соли) и подвижных поясов (гидротермальные, плутоногенные залежи), определено ареалами платформенной консолидации (аккреционное наращивание древней платформы в каледонский и герцинский-доальпийский этапы), с активизацией и деструкцией окраин инфраплатформы (альпийский этап). А. Начало платформенной минерагенической экспансии. Посткаледонский (раннегерцинский) этап. Девонские медистые песчаники впервые появляются не только в пределах древней платформы (мамонская толща ст. Шумилинской Воронежской антеклизы, франские песчаники Тимана), но и в Средней и Западной Европе (верхний девон Медзяна Гура в Свентокшиских горах Польши, девон Армориканского массива Франции). Б. Максимум платформенной минерагенической экспансии. Позднегерцинский, киммерийский, но преальпийский этап. Максимальное распространение платформенного минерагенеза. На всей инфраплатформе — месторождения медистых песчаников, калийных солей (особенно сформировавшиеся в разные временные интервалы пермского периода). В. Платформенная минерагеническая рецессия. Альпийская тектоническая активизация в меловой период, с максимумом в позднем кайнозое. Массовое появление гидротермальных и плутоногенных месторождений золота, полиметаллов, хрома, ртути и т.д. в зонах активизации. 1 — Европейская инфраплатформа; 2 — площади позднекаледонской (силур-ранний девон) складчатости и платформенной консолидации; 3 — площади каледонской складчатости, не вступившие в платформенную консолидацию — вовлечены в геосинклинальные погружения на герцинском этапе (А), площади, подвергшиеся главной герцинской складчатости (судетской) в конце раннего — начале среднего карбона и последующей платформенной консолидации (Б); 4 — площади платформ, претерпевшие каледонскую тектоническую активизацию (А), площади наиболее ранней герцинской складчатости и платформенной консолидации в конце девона и начале карбона (Б); 5 — площади, подвергшиеся позднегерцинской (конец перми — начало триаса) складчатости и платформенной консолидации (Б); 6 — система авлакогенов Большого Донбасса, с признаками альпийской тектонической активизации; 7 — площади тектонической активизации вне авлакогенов (цинковая и баритовая минерализация в туронском писчем мелу на юго-востоке Воронежской антеклизы, контрастные ртутные аномалии Пучежских дислокаций у Нижнего Новгорода, Прикаспий); 8 — границы Европейской инфраплатформы; 6 — границы древней Восточно-Европейской платформы, по [77, рис. 1, с. 16]; 9—11 — месторождения видов полезных ископаемых типоморфных для консолидированных областей, в т.ч.: 9 — кимберлитов; 10 — карбонатитов; 11 — медистых песчаников и сланцев; 12 — калийных солей; 13 — гидротермальные и плутоногенные месторождения активизированных областей инфраплатформы альпийского этапа (мел-кайнозой); 14 — лампроиты

Кумачовское поле Азовского массива, Терскобережный район), карбонатитов и ультрабазит-щелочных массивов Кольского полуострова, калийных солей Московского и Припятского авлакогенов, медистых песчаников Тимана, Воронежской антеклизы, Донбасса. На приращенных участках каледонид заметных месторождений девона, однако, не появилось. И это понятно. Специфический каледонский минерагенез уже угас (а это были послонные жилы с золотом и мышьяком в фациях углеродистого флиша Ирландии, Шотландии, стратиформные медноколчеданные с золотом руды в офиолитах типа Rana Норвегии и т.д.), а для перехода к новому платформенному требовалось Время. И оно наступило — в пермском периоде (рис. 1, Б), после присоединения к Европейской инфраплатформе герцинид (варисцид) Средней и Западной Европы. Результат известен — Великая платформенная минерагеническая экспансия. Впервые в пределах всей Европейской минерагенической инфрапровинции стали формироваться многочисленные месторождения истинно платформенных типов — медистых песчаников и сланцев, калийных солей. До середины перми подобное случиться не могло, у Средней и Западной Европы была своя, бурная минерагеническая история. Еще в среднем и позднем карбоне там активно внедрялись известково-щелочные гранитоиды, особенно в интервале 340—270 млн лет, что сопровождалось шарьяжами, надвигами, складчатыми дислокациями и — высокотемпературными жилами, штокверками и грейзенами с минералами вольфрама, бериллия, лития рудных полей Центрального Французского массива (**Эшасьер, Монтебра** и др.). В позднем карбоне-ранней перми магматизм стал другим — появились преимущественно известково-щелочные граниты, вулканы. В середине перми граниты и вулканы внедрялись щелочные, но их было существенно меньше, чем в среднем карбоне. С ними связывают месторождения пятиэлементной формации. Эти руды обнаружены в дотриасовых породах и по ураниниту датированы 235 ± 6 млн лет, т.е. рубеж перми и триаса (**Виттихен** в германском Шварцвальде). Прочая минерализация принадлежит типу скарновому магнетитовому с шеелитом (позднерциническое **Фрамон-Гранфонтен**, Вогезы). В конце перми магматиты практически не внедрялись; все проявления тектонической активности сводились к движениям по диагональным разрывам, но главное — сформировалась кора вполне нормальной платформенной мощности [83, с. 61, 62]. То есть платформенная аккреция состоялась и — фор-

мирование платформенных месторождений началось.

Интересный вопрос: отчего залежи тех же калийных солей, известные на востоке инфраплатформы среди девонских толщ Припятского авлакогена (Старобинское месторождение в Шатиловской впадине), в Верхнекамском раннепермском бассейне, не могли возникнуть прежде становления платформенных условий на площади, скажем, Северо-Германской впадины? Тому объяснение есть. Выпадение калийных солей из природных растворов требует очень тонкой регулировки тектонических режимов, не возможной при внеплатформенном тектоническом режиме. Как показано в работе [80, с. 23], только химический процесс выпадение солей из раствора не способен произвести пласты чистых сильвин-карналлитовых руд, имеющих в реальных условиях мощность до 50—70 метров. К моменту выпадения солей из рассолов их концентрация оказывается на стадии эвтоники (32—38 %). При этом быстро кристаллизующийся галит образует твердый панцирь, из-за чего остальные соли могут накапливаться лишь в порах между кристаллами NaCl, больше нигде. Здесь и требуется весьма тактичное корректирующее участие тектонического фактора — плавное, длительное (десятки тысяч лет) воздымание одной из частей солеродного бассейна площадью в тысячи км² при отставании другой. Калийсодержащая жидкая фаза при этом получает возможность соскальзывать в пониженные части, где возникают первоначально скопления калийных солей, а затем бишофита ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Такова же регулирующая роль тектонического фактора и при накоплении медистых сланцев и песчаников. В пределах древней Восточно-Европейской платформы в разрезах распространены их уровни среди рифейских (Башкирия), нижнепалеозойских (Полярный Урал), девонских (Тиман, Воронежская антеклизы, Восточный Урал), пермских (Северный Урал, Пермское Приуралье, Вятско-Камская, Южно-Уральская зоны) толщ. В Средней и Западной Европе (Польша, Германия, Чехия, Франция) медьсодержащие первично осадочные породы появляются только в перми, преимущественно верхней (цехштейн), но иногда и нижней (Французская зона, Чехия). Подобные месторождения здесь смогли, наконец, возникнуть, когда прекратилось лавинообразное поступление осадочного материала из источников сноса, ведущее к разубоживанию концентрации меди в прибрежно-морских и дельтовых осадках. Это стало возможным

при полном переходе к платформенному режиму. А таковой в триасе установился даже на месте будущих горных сооружений Альп [83, с. 61, 62].

Время максимальных размеров Европейской инфраплатформы оказалось ограниченным. В олигоцене альпийские дислокации существенно уменьшили ее площадь (рис. 1, В). Тогда же возник Предальпийский краевой прогиб, в многочисленных покровах внедрились гранитоиды вдоль Главного разлома Альп. Эти процессы явились причиной прекращения однотипного минерагenezа на всей площади Европейской инфрапровинции и сопровождались появлением гидротермальных месторождений во многих активизированных областях. Позднеальпийские руды полиметаллов, флюорита, барита в *олигоценовых* толщах обнаруживают по всему Верхнерейнскому массиву, в Вогезах, они содержат настуран (**Крут, Роншампе**) [39, с. 197]. Налицо регрессивное развитие платформенного минерагenezа — прогрессирующее альпийского.

Все ли типы полезных ископаемых способны участвовать в минерагенической трансгрессии? Такой способностью обладают скопления полезных ископаемых, появление которых не требует долгой предрудной подготовки. Вот почему *месторождения продуктивных кимберлитов и лампроитов вне древнеплатформенных ядер маловероятны*. Вне таких ядер нет рифейских протолитов, а неперенный спутник (и условие) возникновения таких месторождений — авлакогены — не имели длительной специфически платформенной истории развития.

2.2. ЦЕНТРАЛЬНО-КОНЦЕНТРИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПРОЯВЛЕНИЙ ГЛУБИННОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ПРЕДЕЛАХ ВЕП. ВЕРОЯТНЫЕ ПРОДУКТИВНЫЕ ЭПОХИ ЮГО-ЗАПАДНОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ СУБПРОВИНЦИИ

Поиски месторождений алмаза в пределах основной части Восточно-Европейской платформы (ВЕП) после известных открытий 1970—1980-х гг. на ее северной периферии (Зимний берег, Терский берег, Каави-Куоппио Восточной Финляндии) не отмечены значительными результатами уже несколько десятилетий. В определенной степени это связано и со слишком прямолинейным переносом методических приемов и концепций, выработанных в отличных от ВЕП поисковых условиях Сибирской платформы. Местные коренные источники повсеместно оказались бедными индикаторными

минералами, что снизило эффективность использования «пироповой тропы». Большая часть территории перекрыта покровными ледниковыми толщами, содержащими неокатанные зерна полезного компонента, захваченного льдами на алмазоносном севере (в Сибири оледенения были только местными очаговыми), из-за чего полноценное использование четвертичного коллектора и современного аллювия проблематично. Однако еще более неоднозначна доминирующая ориентация на обнаружение в пределах ВЕП только среднепалеозойских кимберлитов, поскольку именно они, часто полагают исследователи, могут быть здесь, как и в Якутии, единственно промышленно продуктивными. Таким образом, вопрос о возрасте тел продуктивных магматитов в пределах Восточно-Европейской платформы оказывается одним из важных при нынешних неудовлетворительных результатах поисковых работ, в т.ч. и в Юго-Западной субпровинции (Воронежская, Белорусская антеклизы, Украинский щит). Он неоднократно поднимался в публикациях И. Н. Быкова и В. А. Канцера [8, 9, 28], В. П. Дмитриева [17], В. С. Щукина, А. А. Колодько [94], М. В. Михайлова с соавторами [48, 49] и многих других. Авторы исследований разных лет, анализируя материалы по тектонике и магматизму, приходили к выводам о возможностях обнаружения здесь кимберлитов нескольких продуктивных эпох, от рифейской до кайнозойской, но среднепалеозойскую обычно называли наиболее перспективной для *всей* площади платформы. И это можно понять: именно в позднем девоне на самой северной ее окраине формировались промышленные объекты Зимнебережного района. Тогда же произошло становление неалмазоносных или слабо алмазоносных диатрем Терского берега, Лужского кимберлитового района Псковской кимберлитовой области [37], Жлобинского, Уваровичского полей Северо-Припятского района Белоруссии [54], Новоласпинского куста Петровско-Кумачевского поля Украины [89]. И если учесть, что основные *разрабатываемые ныне* коренные месторождения Вилнойской субпровинции ЯАП возникли тоже в среднем-позднем девоне, то ориентация поисков в Европейской части СНГ на продуктивные среднепалеозойские кимберлиты становится внешне вполне обоснованной. Однако подобный подход, несмотря на всю его логичность и оправданность, при внимательном ознакомлении с реальными результатами поисков ныне уже не кажется столь очевидным. Кстати, не

оказался он абсолютно верным и для ЯАП, в пределах Вилуйской субпровинции которой в 1994 и 1996 гг. были открыты уникальные по содержанию и качеству алмазов трубки Ботуобинская и Нюрбинская Накынского поля, формировавшиеся не в среднем, а в *раннем* палеозое. А. И. Зайцев и др. [21, с. 47—54], как известно, показали для зерен флогопита из образцов кимберлита трубок Нюрбинская и Ботуобинская. (Ar/Ar) 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 Ботуобинская — 398 ± 17 млн лет, а без учета крайних значений — 380 ± 12 млн лет. По совокупности всех Rb-Sr определений изохронный возраст для этой трубки — 445 ± 4 млн лет. Он древнее аргон-аргоновых, но не выходит за пределы общего массива радиологических данных. Принятие в расчет данных по трубке Нюрбинская не меняет оценок — 445 ± 3 млн лет. А.И. Зайцев с соавторами ограничили 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 цитируемым авторам заявить об обнаружении новой продуктивной эпохи кимберлитового магматизма на Сибирской платформе — позднеордовикской (по датам она, скорее, раннесилурийская). Но если даже в ЯАП, системно, внимательно изучаемой более полувека, монополия среднего палеозоя на высокую продуктивность диатрем **постепенно** утрачивается, то отчего она должна оставаться доминирующей идеей для Восточно-Европейской платформы, восточные рубежи которой лежат в трех тысячах километрах от бассейна Вилуя?

Историко-минерагенический анализ обнаруживает, что алмазоносные магматиты среднего палеозоя являются исключительной особенностью лишь немногих регионов мира. Помимо упомянутых Архангельской и Вилуйской субпровинций они известны еще только на Китайской платформе (Ляонин, Шаньдун) и никогда не обнаруживались на территории обеих Америк, Африки, Индостана, Антарктиды. Лишь недавно появились сведения о небольшом позднедевонском кимберлитовом поле Мерлин, находящемся на севере Австралии [79]. Эти поразительные особенности среднепалеозойского алмазоносного магматизма — пространственная избирательность, высокая

продуктивность, — мы рассмотрели подробно ранее, и здесь нет нужды к этому еще раз возвращаться [22]. Отметим, что вклад среднего палеозоя в общую алмазоносность ВЕП безусловно значительный, однако есть основания полагать, далеко не исключительный.

Для Восточно-Европейской платформы сформировались два обширных массива фактических данных, свидетельствующих прямо или косвенно о *временных* интервалах, в которые происходила активизация глубинных (и сверхглубинных) процессов. Последние были следствием выраженных обстановок дилатансии, столь необходимых для появления на поверхности Земли тел алмазоносных эксплозий. Один из массивов содержит сведения о реально существующих, уже открытых телах кимберлитов, лампроитов, родственных им пород, находках алмаза и его индикаторных минералов в дочетвертичных осадочных толщах. Понятно, что этот фактический материал весь без остатка обязан быть учтенным в любой развиваемой теоретической модели (комплексе оценочных критериев), определяющей направления поисков коренных месторождений. Другой массив — сведения об очаговых криптовулканических структурах — предложено было использовать в прогнозных построениях совсем недавно [22]. Впрочем, существует и третий массив данных — о заложении авлакогенов и развитии авлакогенеза на территории ВЕП, необходимого условия, инициаторов, генераторов формирования на глубинах верхней мантии и доставки на дневную поверхность кимберлитовых расплавов [18, 22], однако без первых двух комплексов материалов его трудно использовать. Рассмотрим эти данные подробнее.

Обнаруженные в пределах платформы диатремы и дайки кимберлитов и лампроитов формировались в раннем и позднем протерозое, раннем и среднем палеозое (рис. 2). Алмазы и их генетические спутники встречены в верхнепротерозойских, ниже-, средне- и верхнепалеозойских, триасовых, юрских, меловых, палеогеновых и неогеновых толщах.

Нижний протерозой. Одно из древнейших на Земле кимберлитовых тел обнаружено в районе Кемозера, в самом центре Заонежского полуострова (75 км к СЗ от Петрозаводска). Возраст внедрения — 1764 ± 125 млн лет (Sm/Nd). По данным В. В. Ушкова [78, с. 582, 583], Кемозерское тело алмазоносных кимберлитов приурочено к осевой части пластовой интрузии габбро-диабазов, залегающих в нижнепротерозойской толще чередова-

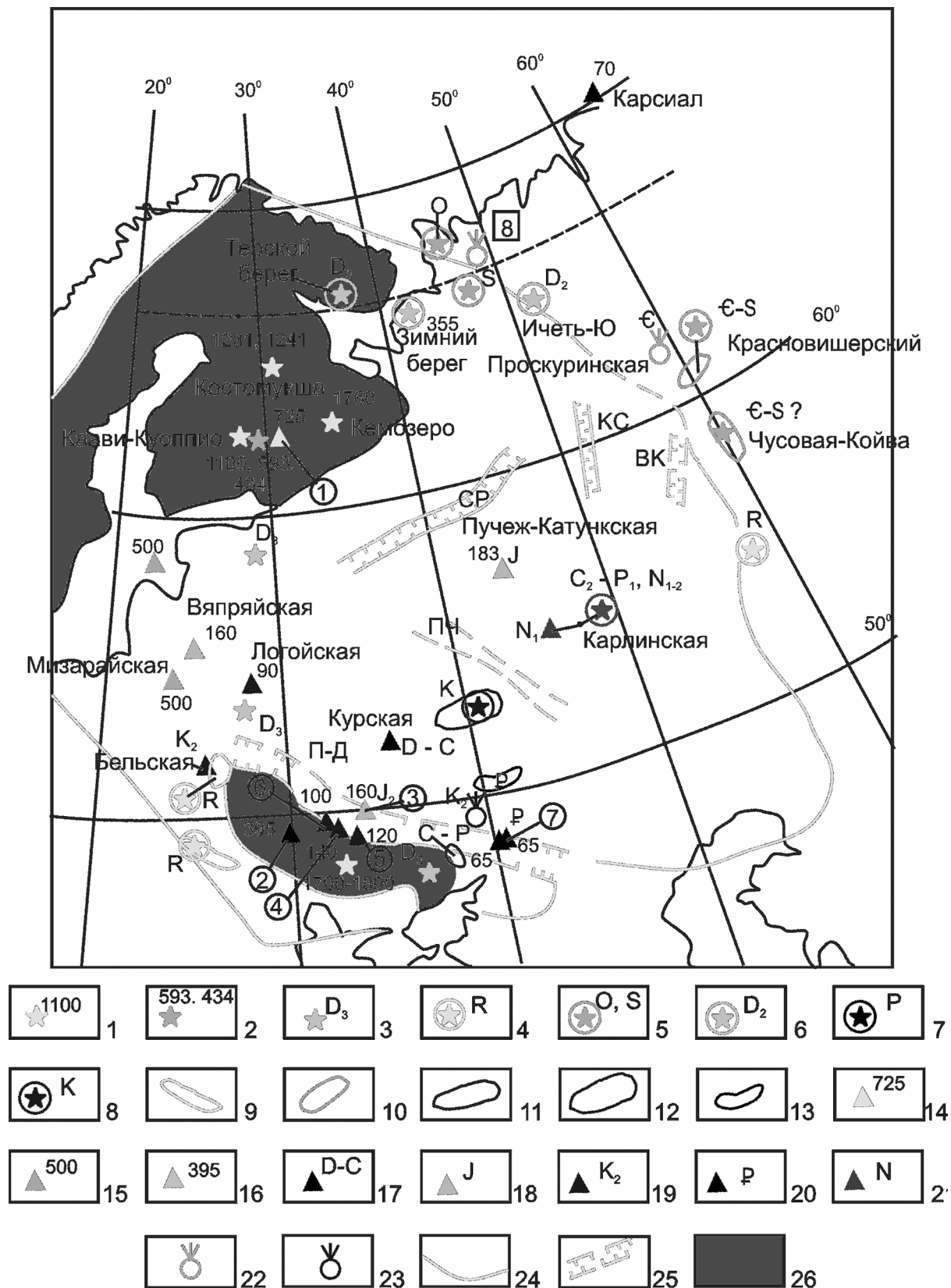


Рис. 2. Проявления алмазоносного магматизма и глубинного криптовулканизма на Восточно-Европейской платформе. С использованием работ В. Л. Масайтиса и др. [42], М. Ю.Смирнова [76], Н. В.Анфилогова и др.[3]. 1—4 — диатремы и дайки кимберлитов, в т.ч. протерозойские (1), нижнепалеозойские (2), среднепалеозойские (3); позднепалеозойские (4); 5—8 — россыпные проявления алмазов в донеоген-четвертичных толщах, в т.ч. рифей-

ния шунгитизированных сланцев и потоков метадиабазов. Занимая площадь — 2000×800 м, видимая мощность — 50—70 м. Тело это, полагают, скорее всего, силлоподобно. Из 18 проб, по 60 кг каждая, извлечены 97 кристаллов алмаза размерностью до 2 мм. Еще 14 алмазов встречено при опробовании аллювия и морены.

В центральной части Украинского щита у г. Кировограда, в полосе, разделяющей Приднепровский и Побужский архей-нижнепротерозойские кратоны, в пределах трех участках на глубинах 135,4—385,5 м скважинами вскрыты дайки кимберлитов и кимберлитоподобных пород [89, с. 175]. Мощность даек — до нескольких метров. Они прослежены на десятки метров, имеют крутые контакты, линзовидны в плане. Преобладают брекчированные слюдястые серпентинизированные и катаклазированные кимберлиты. Их возраст варьирует от 1,1 до 1,8 млрд лет (K-Ar). Выявлен весь комплекс индикаторных минералов, однако разновидности алмазной фации не обнаружены.

Верхний протерозой. Присутствие рифейских алмазоносных магматитов прогнозируется во многих районах Восточно-Европейской платформы (Приднестровье, Волыно-Подоллия, северо-запад Воронежской антеклизы), а также на Урале и Тимане, но реально они обнаружены лишь на ее севере — в юго-восточной Финляндии, Карелии. Новые данные [33, 94, 95], свидетельствующие о присутствии верхневендских щелочных вулканизов — возрастных аналогов мезенской свиты котлинского горизонта в ААП (даты по лазерному U-Pb методу — 570±8 млн лет), повышают перспективы Архангельской алмазоносной субпровинции на открытие продуктивных тел рифейской эпохи кимберлитового магматизма.

В северо-восточной Финляндии, у гг. Куопио и Каави [94, с. 586, 587; 96, с. 8; О'Брайен] открыто более 24 интрузивных тел, большинство из кото-

рых — кимберлитовые диатремы, но есть также и тела иных морфологических типов гипабиссальных кимберлитов, оливиновых лампроитов и ультрамафических лампрофиров. 15 тел алмазоносны. Кимберлитовые тела № 15 и 16 имеют возраст 1100 млн лет, т.е. самое начало позднего рифея, трубки 2 и 3 — 593 млн лет — конец венда. Последние даты, как видим, очень близки таковым для «мезенских» щелочных вулканизов Зимнего берега.

В рифейских отложениях (конгломераты, гравелиты, песчаники) северного склона Украинского щита алмазы обнаружены в Белокоровичской и Вильчанской впадинах [89]. Белокоровичская впадина (грабен-синклиналь) обрамляет с северо-запада Коростеньский плутон. Ее основание — гранитоиды и гнейсы тетеревской серии кировоградско-житомирского комплекса нижнего протерозоя. Вильчанская же впадина примыкает к Коростеньскому плутону с северо-востока. Фундамент ее сложен теми же породами, что и таковой Белокоровичской структуры, а также кислыми и основными породами самого плутона. Всего украинскими геологами в начале 1980-х годов в рифейских образованиях обнаружено 73 алмаза. Распределились находки так. В песчаниках основания нижнебелокоровичской подсвиты встречено 40 кристаллов, включая 3 зерна класса –4 +2 мм. Из песчаников верхнебелокоровичской подсвиты извлечены 25 зерен. В дайках основного состава есть мелкие алмазы, захваченные из вмещающих пород при внедрении. В шлихах алмазы этого района сопровождаются высокobarическими индикаторными минералами — пиропом, муассанитом, хромшпинелидами, хромдиопсидом. Встречены 3 зерна алмаза и при изучении вендских отложений Волыно-Подоллии (более глубоководные чем белокоровичские морские толщи рознической и колковской свит каниловской серии). По морфологическим признакам алмазы северо-запада Украины

ских (5); нижнепалеозойских (6), среднепалеозойских (7), позднепалеозойских (8); 9—13 — ореолы распространения алмаза в отложениях рифея (9); нижнего палеозоя (10); верхнего палеозоя (11); меловых (12); палеогеновых (13); 14—21 — криптовулканические очаговые структуры (цифры в млн лет, геологические индексы): протерозойские (14); нижнепалеозойские (15); среднепалеозойские (16); верхнепалеозойские (17); юрские (18); меловые (19); палеогеновые (20); миоценовые (21); 22 — верховья р. Печоры, нижнекембрийская Проскуринская трубка базальтоидов на р. Маньска Волосица, по [55, 56] и нижнепалеозойские дайки алмазоносных лампрофиров; 23 — верхнемеловое магматическое тело (трубка взрыва?) у г. Старобельска, южный склон Воронежской антеклизы, по [75]; 24 — граница платформы; 25 — авлакогены, в т.ч. Казанско-Сергиевский (КС), Среднерусский (СР), Пачелмский (ПЧ), Припятский-Донецкий (П-Д); 26 — выходы кристаллического фундамента. Цифры в кружках — криптовулканические структуры (возраст, млн лет): 1 — Янисьярви (725+5); 2 — Ильинецкая (395); 3 — Оболонская (160+30); 4 — Ротмистровская (140+20); 5 — Зеленогайская (120+20); 6 — Болтышская (100+5); 7 — Каменская и Гусевская (65); цифры в квадратах — 8 — кембрийские алмазоносные дайки лампрофиров, в т.ч. с алмазами ювелирного качества, Северного Тимана, 550—505 млн лет (K-Ar).

обоих местонахождений схожи, отчего их обычно рассматривают совместно. Обнаружены они было сотрудниками ИМРа и Житомирской экспедиции, а описаны подробно в 1985 г. В.Н.Квасницей. Зерна минерала принадлежат классу — 1 мм, но есть и 5 кристаллов от 1 мм до 3,25 мм. 60 % выделений минерала октаэдры (тонколаминарные многогранники, октаэдр-ромбододекаэдр). Присутствуют округлые формы (редко), комбинационные, кубы. По всем признакам, они происходят из кимберлитов, притом древних (пятна пигментации, центры ФЛ 575 нм, GR-1).

В рифейских и вендских отложениях Белоруссии в 1968—1973 гг. были обнаружены пиропы, что легло в основу обоснования некоторых площадей на коренные месторождения алмаза [48].

М. Н. Афанасов и др. [4] сообщили о первых находках высокобарических минералов (ВБМ) в отложениях яблоновской свиты Ладожского грабена V_1jb . Они выявлены в нескольких слоях мощностью от первых сантиметров до 5 м в верхней части разреза свиты, отложения которой большинство исследователей относит к ледниковым образованиям — тиллитам. Из высокобарических минералов встречены пиропы лерцолитового парагенезиса на диаграмме Н. В. Соболева, хромдиопсиды, хромшпинелиды, калиевые пироксены (0,29 % K_2O). Все зерна имеют размерность 0,1—0,5 мм. Их связи с местными алмазоносными телами проблематичны, учитывая ледниковый генезис вмещающих толщ и наличие в Восточной Финляндии и Карелии кимберлитовых тел рифея и венда.

Нижний палеозой. Доказанные нижнепалеозойские алмазоносные диатремы и дайки кимберлитов пока известны лишь в юго-восточной Финляндии. По [101], кимберлитовая трубка 1 имеет возраст 434 млн лет, рубеж раннего и позднего силура, но, скорее, еще ранний силур. Там же кимберлитовые диатремы № 5, 9, 10, 14 датированы 450 млн лет, что отвечает рубежу силура и ордовика. Эти материалы кладутся в основу прогнозирования проявлений раннепалеозойской эпохи алмазоносного магматизма в других районах. Так, Б. А. Мальков, Е. Б. Холопова [41, с. 194] высказывают мысль о необходимости расширения географии поисков месторождений венд-кембрийской эпохи на все площади распространения рифея и венда, перекрытые более молодыми отложениями, чьи мощности не превышают 150—200 м. Опоисковываться должны Восточный щит, Ветреный пояс, Онежский полуостров (там уже известны трубочные тела щелочно-ультраосновного состава), Беломорско-Кулойское плато, Северный и Средний Тиман, полуостров Канин. Благоприятным знаком для обнаружения в дальнейшем и коренных источников алмазов Вишерского Урала В. С. Озеров, Э.Н. Озеров [55, 56] считают открытие первой Проскуринской базальтоидной трубки взрыва раннего кембрия в устье Маньской Волосницы (верховья р. Печоры). К описываемой эпохе относят, со ссылкой на работу Н. А. Савченко, В. А. Скрипниченко, С. В. Боронтова [73], и альнеиты Умбинского поля Тимана с возрастом 400 млн лет (U-Pb), т.е. раннедевонским [41, с. 194]. Альнеиты — глубинные щелочные породы, состоящие на две трети из мелилита $(Ca,Na)_2(Al,Mg)[(Si,Al)_2O_7]$ и биотита с фенокристами оливина. Они могут ассоциировать с кимберлитами.

Однако нельзя исключать и того, что источники россыпных алмазов Тимана (или их часть) вовсе не классические кимберлиты. В этой связи обращают на себя внимание исследования М. Ю. Смирнова и др. [76, с. 50—54], сообщивших об обнаружении алмазов, в т.ч. ювелирного качества, в дайках лампрофиров Северного Тимана. В этом районе тела лампрофиров принадлежат наиболее позднему доплатформенному (предсилурийскому) магматическому комплексу с датами по K-Ar соотношению 550—505 млн лет (кембрий). Мощности даек варьируют в интервале от 0,2 м до первых метров. Среди лампроитов выделяются следующие их петрографические типы: спессартиты поздней стадии байкальского (тиманского) тектоно-магматического цикла; камптониты и пикритовые порфириты раннепалеозойской активизации. Часть тел сложена эруптивными брекчиями с камптонитовой (андезин-лабрадор, бурый амфибол, моноклинный пироксен-Ti-авгит) связующей массой и ксенолитами, в т.ч. и глубинных (?) пород — пироксенитов. Присутствуют и дайки меланократовых биотитовых и биотит-карбонатных пород. По химизму среди лампрофиров различают базальтоиды K-Na ряда и существенно калиевые. Составы их гранатов и хромшпинелидов (но не хромдиопсидов) находятся за пределами полей алмазных ассоциаций. Самое интересное то, что при изучении даек камптонитов и их голомеланократовых дифференциатов шлик-протопочками по 100 кг каждая были обнаружены четыре кристалла алмаза в классах $-1 \pm 0,5$ и $-0,5 \pm 0,25$ мм. Исследование кристаллов во ВСЕГЕИ (аналитики Л. Г. Хованская, Е. И. Шеманина) подтвердило кимберлитовый генезис алмазов и то, что два кристалла принадлежат ювелирным разновидностям.

18

Алмазы и их генетические спутники выявлены в нижнепалеозойских осадочных породах ряда районов Урала, на Тимане. В Башкирском мегаантиклинории в 1972 г. обнаружили кристалл алмаза в коре выветривания по ордовикским отложениям. И. И. Казаков, А. А. Макушин описали высокохромистый хромшпинелид в песчаниках того же возраста. Эти находки они связывают с доордовикским (или раннеордовикским) этапом алмазоносного магматизма “Ахмеровской зоны глубинного разуплотнений” Башкирии. Всего же в пределах Башкирии, преимущественно по периферии Башкирского мегаантиклинория, и в сопредельных структурах (юг Западного склона Урала, Предуральский прогиб) сделано более 200 находок алмаза в аллювии и корях выветривания [24, с. 98]. На Вишерском Урале, полагают Б. А. Мальков, Е. Б. Холопова [41, с. 194], есть хотя бы одна предсилурийская эпоха кимберлитового магматизма. Ее гипотетические диатремы питали алмазами прибрежно-морские кластогенные отложения колчимской свиты лландоверийского яруса — главного промежуточного коллектора на Полюдовско-Колчимском поднятии.

Алмазы и пиропы алмазной ассоциации присутствуют в базальных горизонтах нижнего силура Тимана и полуострова Канин, о чем сообщали В. А. Езерский и Е. В. Молчанова, Б. А. Малькова, Е. Б. Холопова [40]. В. С. Щукин, А. А. Колодыко [94, с. 586, 587] упомянули, что в базальном горизонте нижнего силура Северного Тимана найдены кристалл алмаза и ВБМ (пироп, хромшпинелид, хромдиопсид). Преобладают зерна лерцолитового генезиса, на их фоне развита и алмазная ассоциация. Ф. В. Каминский, Ю. А. Ключев, А. А. Константиновский и др. [27], Д. Н. Мертвцов [45] связывали эти находки с алмазоносными предсилурийскими кимберлитами севера Русской плиты. Академик Н. П. Юшкин [96, с. 8] отметил обнаружение обломка алмаза в базальных нижнеордовикских конгломератах р. Желтой Пай-Хоя.

Средний палеозой. В этот этап произошло становление всех ныне известных диатрем кимберлитов Архангельской алмазоносной провинции Терского берега Кольского полуострова, кимберлитов и кимберлитоподобных пород Приазовья, Белоруссии, Лужского района. Говоря о перспективах коренной алмазоносности севера Европейской России, В. А. Щукин, А. А. Колодыко [94, с. 586, 587] отметили, что прогнозные площади среднепалеозойского и венд-кембрийского магматизма практически совпадают. Речь при этом идет

о полях распространения рифея и венда, перекрытых более молодыми отложениями, где суммарные мощности не превышают 150—200 м. Эти авторы полагают, что опойсковываться должны Восточный щит, Ветренный пояс, Онежский полуостров, Беломорско-Кулойское плато, Северный и Средний Тиман, п-в Канин. Наиболее перспективно, конечно, Беломорско-Кулойское плато, где известны более 60 трубок, их которых 24 в той или иной степени алмазоносны и уже разведаны месторождение имени Ломоносова и трубка 441, переходящая вскоре в ранг месторождения. Высоко оцениваются перспективы Мурманской области, Тимана, Онежского полуострова.

Терскобережный кимберлитовый район.

И. В. Поляков и др. [59] привели данные о возрасте кимберлитов Терского берега. Исследованные К-Аг методом, они датируются 337—384 млн лет (средний девон — ранний карбон), Rb-Sr по флогопиту, мусковиту, апатиту — 407 ± 20 млн лет (ранний девон). Как и Зимнебережные кимберлиты, алмазоносные магматиты Терского берега (с Зимнебережными их иногда объединяют в общую Беломорскую субпровинцию) контролируются разрывами северо-восточного и северо-западного простираний, сформировавшимися в ходе палеозойской активизации. Разрывы пересекают рифейскую рифтовую зону, которая, полагают цитированные авторы, контролирует распределение магматитов. По лабораторным испытаниям 1985—1988 гг. установлена алмазоносность двух трубок Терского берега. В диатреме “Ермаковская-7” в пробе весом 8,2 т обнаружены 132 зерна алмаза 0,1—1,0 мм размерностью, в “Ермаковской-20” из пробы 0,42 т извлечены 5 кристаллов. Размеры диатремы “Ермаковская-7” — 100×100 м. У нее сохранились не только жерловая, но и субкратерная фация флогопит-оливиновых кимберлитов. Здесь установлены минералы алмазной ассоциации: хромшпинелиды с $Cr_2O_3 > 62\%$, малокальциевые хромпиропы группы G-10. В новой пробе из “Ермаковской-7” есть алмазы классов $-2 +1$ мм и $-1,0 + 0,5$ мм. Первые преобладают по массе, вторые — по количеству.

Кимберлиты Беломорско-Кулойского плато и их структурное положение нельзя не рассматривать в комплексе с прочими магматитами Архангельской алмазоносной субпровинции, строением ее фундамента и осадочного чехла. О принадлежности времени становления местных продуктивных тел раннегерцинскому этапу свидетельствуют не только радиологические, но и палеонтологические данные. Е. М. Веричев, Н. Н. Головин, А. А. За-

островцев [13] исследовали флористические останки, встреченные в кратерной части трубки им. В. П. Гриба Верхотинского поля, и определили их возраст как позднедевонский. Трубка перекрыта песчаниками урзугской свиты среднего карбона. Подобная флора по мнению А. Л. Юрьевой (МГУ) произрастала во фране-фамене [13]. По данным Н. А. Савченко, В. А. Скрипниченко, С. В. Боронтовой [73], возраст цирконов из кимберлитов Золотицкого поля — 385 млн лет (средний девон). Известны и результаты датирования кимберлитов трубки им. М. В. Ломоносова (K-Ar) — 355 млн лет.

А. Д. Харьков и др. [97], описывая Архангельскую субпровинцию, отметили свойственную ей концентрическую зональность. В центре субпровинции расположены кимберлитовые тела, по периферии — пикритовые диатремы, а еще далее от центра — базальтовые. По этой причине открытие первой Проскуринской базальтоидной трубки взрыва раннего кембрия в устье Маньской Волосницы (верховья р. Печоры) [55, с. 94] считают благоприятным признаком для обнаружения в дальнейшем и коренных источников алмазов Вишерского Урала.

Собственно Архангельская субпровинция занимает восточную часть архейского Кольского кратона, рассеченного несколькими рифейскими рифтами, входящими в состав Керецко-Лешуконского авлакогена, в понимании Р. Н. Валеева [12]. Другие авторы [34, 37, 92 и т.д.] именуют последний Кольско-Двинским. Простираение авлакогена северо-западное, а длинных осей верхнедевонских кимберлитовых полей — меридиональное или даже северо-северо-восточное. Однако последние и очень важное тектоническое направление проявилось намного раньше внедрения кимберлитов, как минимум, на рубеже рифея и венда. Об этом говорит конфигурация площадей распространения недавно обнаруженных вендских вулканогенных образований. Между частными грабенами с мощностями осадочного чехла до 3—4 км существуют узкие выступы фундамента (Верхотинский, Золотицкий, Архангельский, Ручьевский, Кулойский), перекрытые отложениями много меньшей мощности (0,5—1,2 км). Кимберлиты наблюдаются *только в приподнятых* блоках Товского и Ручьевского выступов. Диатремы оливиновых мелилититов наблюдаются как вместе с кимберлитами на поднятиях или их продолжении (Полтинско-Ежутская зона Мезенской синеклизы), так и в Керецком грабене. Трубочные тела базальтоидов есть в Пол-

тинско-Ежутской зоне, Керецком, Лешуконском грабенах. Во вмещающих породах венда близ диатрем отмечены зоны повышенной трещиноватости и брекчирования (до 20—50 м), над трубками иногда есть задиры пластов с амплитудой до 20 м.

Тиман. Обширный регион Тиманского кряжа, несмотря на байкальский возраст его фундамента, многие авторы продолжают считать перспективным на обнаружение в т.ч. среднепалеозойских алмазоносных магматитов. В пользу такого мнения говорит наличие здесь многочисленных россыпных проявлений алмаза, в т.ч. среднедевонской россыпи Ичеть-Ю, а также многочисленных тел магматитов, родственных кимберлитам. Таковыми являются альнеиты Умбинского поля, возраст которых оценивается по U-Pb соотношению в 400 млн лет, ранний девон [41, с. 194; 23]. (Альнеиты — глубинные щелочные породы, состоящие на две трети из мелилита $(Ca,Na)_2(Al,Mg)[(Si,Al)_2O_7]$ и биотита с фенокристами оливина. Они могут ассоциировать с кимберлитами).

Северо-Припятский район Белоруссии. Территория его исследуется в связи с рассматриваемой проблемы относительно недавно. Здесь выявлены [54, с. 149—150] 30 трубок взрыва щелочно-ультраосновных пород (Жлобинское и Уваровичское поля), считающихся позднедевонскими. Породы весьма близки кимберлитам Приазовья, пикритовым порфиритам севера ЯАП, беспироксеновым оливиновым мелилитам ААП, Тимана. В восьми трубках обнаружены кристаллы алмаза размерностью 0,17—0,3 мм розового и зеленого цветов. Состав индикаторных минералов указывает на резкое преобладание эклогитового парагенезиса, а отдельные зерна пиропов и клинопироксенов могут быть отнесены к алмазпироповой фации глубинности. Некоторые белорусские трубки, например «Цупер», по сведениям В. Г. Левашевича и В. Н. Астапенко, фиксируются в современном тепловом поле — их границам соответствуют аномалии температуры амплитудой примерно в 0,2 °С. Это явление объяснено повышенной проницаемостью для эндогенного теплового потока границ диатрем. Геотермические исследования рекомендованы в качестве способа поисков кимберлитов в осадочном чехле региона. Возраст кимберлитоподобных пород Жлобинского поля считается не просто позднедевонским, но, по П. З. Хомич, — предворонежским. Позднее появилось сообщение [35, с. 93] о том, что трубки взрыва прорывают семилукские отложения и перекрыты алатырскими (петинскими), т.е. возраст существенно уточнен. Помимо Северо-Припятского, цитированные авторы

выделяют на территории Белоруссии еще шесть потенциальных кимберлитовых районов, исследование которых пока находится в начальной стадии.

Псковское и Ладожское поднятия Главного девонского поля. М. В. Михайлов с соавторами [49, с. 125-127] эти структуры описали в качестве одноименных кимберлитовых областей ими же выделенной Западно-Русской кимберлитовой субпровинции. Лужский кимберлитовый район входит в Псковскую кимберлитовую область. Минералы-спутники локализованы в базальных горизонтах верхнего девона. Больше всего встречено пикроильменитов, затем (по убывающей) — пиропов, хромшпинелидов, хромдиоксидов. Две трубки найдены в нижнем течении р. Оредеж в 1,7 км друг от друга с севера на юг. Они прорывают белые кварцевые песчаники среднего девона и перекрыты красноцветными мелко-среднезернистыми песчаниками верхнего девона. В диссертационной работе М. Ю. Ладыгиной [37] показано, что конгломерато-брекчии Лужского участка и есть коренные экструзивные алмазоносные породы и то, что они залегают среди кратерных фаций диагренмы кимберлитов. Становление кратерных фаций диагренмы происходило в мелководных условиях аматского времени позднего девона, что вело к немедленному захоронению трубок и сказалось на слабой выраженности ореолов рассеяния минералов-спутников алмаза (МСА) по латерали. Подобные наблюдения представляют значительный практический интерес при организации поисковых работ. В цитируемой работе последовательно рассмотрен химизм трубочных пиропов, хромшпинелидов, хромдиоксидов. Для первых двух минералов показано, что часть обнаруженных зерен принадлежит алмазному минералогическому парагенезису, т.е. встречается в виде включений в алмазах или образует с последними сростки. Хромсодержащие пироксены в этом отношении менее информативны, но действительно происходят из кимберлитов. Особенностью Лужских коренных алмазоносных пород является присутствие пикроильменит-армоколитовых агрегатов, отличающихся крайней неустойчивостью при транспортировке экзогенными агентами. Их повышенные концентрации обнаруживаются только близ коренных выходов конгломерато-брекчий, относимых к коренным экструзивным породам. Выявлены шесть точек, отстоящих друг от друга на несколько километров, где присутствуют как конгломерато-брекчии, так и (в осадочных отложениях) пикроильменит-армоколитовые агрегаты. М. В. Михайловым и др. [49]

описана для трубок положительная корреляция Y и P_2O_5 , типичная для кимберлитов. Глинистая составляющая брекчий по характеру распределения и содержаниям Rb, Zr, Nb, TR идентична кимберлитам ААП. В конгломерато-брекчиях (проба 2,7 м³) встречены 12 зерен алмаза от 0,5 до 1,5 мм, из которых 6 — округлые кристаллы (два кубоида, додекаэдроида и двойники додекаэдроида, блоковый додекаэдрон), а 6 — их обломки. Пиропов много (размерность 0,1 — 1,0 мм, десятки знаков на 20 л породы). Они сохранили все тончайшие скульптурные признаки взаимодействия с расплавом.

Украинский щит и примыкающие регионы Украины. Верхнедевонские щелочные ультраосновные породы, которые во многих работах называются кимберлитами, были впервые открыты в зоне сочленения Приазовского массива и Донбасса в 1978 г. (Петровская трубка). Особенностью пород этого тела было преобладание хромшпинелидов над пиропами и прочими индикаторными минералами и почти полное отсутствие пикроильменита. Проба Петровских ультраосновных ксенобрекчий массой 800 т алмазов не содержала [46, 89]. В 1990—1998 гг. были открыты в пределах Приазовского массива трубки Надия, Южная, Новоласпинская и дайки Новоласпинская и Надия, сопряженные с соответствующими трубками. Они образовали Новоласпинский куст, входящий в Петровско-Кумачевское поле. И. С. Металиди и др. [46] попробовали показать, что выявленные в пределах поля ксенобрекчии не являются кимберлитами, как это полагает большинство исследователей. Цитированные авторы использовали для петрохимических построений 262 анализа химического состава пород Новоласпинского куста, выделив 17 квазиоднородных породных групп, принадлежащих единой совокупности. Отмечены, в том числе, такие особенности новоласпинских ксенобрекчий: 1 — значительные отрицательные связи магнезии и глинозема, характерные не для пикритов и кимберлитов, а для ультрабазитов, связанных с базальтоидами. По магнезиальности исследованные породы соответствуют беспироксеновым щелочным пикритам-мелилититам; 2 — в известковых составах обнаружена положительная корреляция CaO и CO₂, характерная для карбонатитов некимберлитового типа; 3 — высокие содержания P и Mn, типичные для карбонатитов, ассоциирующих с мелилит-фойдитами; 4 — сходство составов с оливиновыми мелилититами Терскобережного района Кольского полуострова.

Относительно ксенобрекчий трубки Петровская И. С. Металиди и др. [46, с. 407] указывают,

что химический состав их цемента сильно отличается от кимберлитов повышенными содержаниями SiO_2 , Al_2O_3 , меньшими значениями $\text{CaO}+\text{MgO}$. Линейная отрицательная корреляция MgO и CaO , по мнению цитированных авторов, есть признак принадлежности пород Петровской диатремы к слабо измененным пикритоидам. О том, что они могут быть причислены к пироксеновым пикритам говорит значительное превышение содержаний кремнекислоты над магнезией. Основываясь на анализе всего массива петрохимических материалов, И. С. Металиди и др. [46, с. 407] сделали вывод о том, что породы диатрем Петровско-Кумачевского поля не содержат кимберлитов. Украинские геологи (А. И. Чашка, Г. И. Смирнов и др.), тем не менее, не согласны с подобным заключением. Они видят недостаток работы И. С. Металиди с соавторами в отсутствии среди собранной ими коллекции наиболее типичных представителей новоласпинских пород, относимых к кимберлитам, исключении их из построений. Таким образом, дискуссия о генетической принадлежности вещества трубок Азовского массива, имеющая принципиальное значение для поисков продуктивных тел во всей Юго-Западной субпровинции, должна быть продолжена.

Верхний палеозой и нижний триас. Верхнегерцинские алмазоносные магматиты на платформе не известны. Нижнекаменноугольными на севере платформы могут быть некоторые кимберлиты и кимберлитоподобные породы Терского берега Белого моря. Их возраст по К-Аг соотношению оценен в 340 млн лет [41, с. 194]. Впрочем И. В. Поляков и др. [58, с. 121] приводят для этих же тел иные данные, оценивая возраст пород по К-Аг соотношению более широким интервалом — 337—384 млн лет (средний девон — ранний карбон), а Rb-Sr методом по флогопиту, мусковиту, апатиту — даже 407 ± 20 млн лет (ранний девон).

В. А. Щукин и А. А. Колодько [94, с. 586, 587] еще в 1984 г. выделили на Русской платформе перм-триасовую эпоху кимберлитобразования по активному магматизму в соседних геосинклиналях и разнообразным пликративным дислокациям в платформенном осадочном чехле. Ими намечены два промежуточных коллектора, исследования которых должны привести к открытию неизвестных пока коренных месторождений: 1 — нижеустынская свита татарского яруса перми, преимущественно пески, алевриты, лагунные и мелководные. Пиропы, хромшпинелиды, хромдиопсид отмечаются по всему разрезу, в концентрациях от единичных знаков

до сотен зерен на 10 л; 2 — ветлужская серия нижнего триаса. В песках, песчаниках, конгломератах выявлена алмаз-пироп-хромшпинелид-хромдиопсидовая ассоциация высокобарических минералов. Содержание их не такое высокое как в пермских толщах, но ареал распространения весьма широк.

Месторождения перм-триасовой эпохи, полагают В. А. Щукин и А. А. Колодько, могут быть обнаружены на большей части Европейской территории, где отсутствуют или маломощны юрские и меловые отложения. Наиболее перспективной является площадь Шакурского кратона.

Для Донбасса имеются данные [88] об обнаружении мелких кристаллов алмаза в песчаниках картамышинской свиты нижней перми. В центральном Донбассе алмазоносны грубообломочные аллювиальные отложения трех свит верхнего карбона. Группой под руководством А. П. Бобриевича из грубозернистых песков исаевской свиты выделено 1 зерно этого минерала, из авиловской — 3, из араукаритовой — 10. Ими же и В. Н. Квасницей 14 небольших алмазов извлечены из песчаников арауканитовой свиты верхнего карбона *северо-западно-го* Донбасса (Бахмутская котловина, к югу от г. Славянска). Из высокобарических минералов в ассоциации с алмазом отмечены единичные зерна пироба (в т.ч. с кноррингитовым компонентом), муассanita, хромшпинелидов. Алмазы Донбасса по размерам редко превышают 1 мм. Обычно это нарушенные кристаллы (60 %). Количество осколков возрастает от древних к молодым, вмещающим

Средний триас-юра. Кимберлиты и лампроиты киммерийского этапа на Восточно-Европейской платформе пока не известны, хотя многие исследователи, исходя из сопоставления с иными регионами, прогнозируют их неперемнное открытие [41, 94 и др.]. В самом деле, например, только на Воронежской антеклизе мы имеем явные признаки доаптских эксплозий в осадочном чехле. Обломки вулканического стекла, неокатанные зерна длиннопризматических цирконов, мелкие обломки кимберлитов сопровождают алмазы в аптских россыпях Липецкой, Курской, Воронежской областей [71]. Есть основания полагать, что алмазоносные магматиты на востоке Воронежской антеклизы окажутся связанными с планетарной позднеперм-раннеюрской эпохой мощного корообразования и кимберлитового магматизма. В Липецкой области она оставила пласты остаточных железных руд, обычно относимых к лейасу.

В осадочных отложениях этапа высокобарические минералы редки. Алмаз (один кристалл)

вместе с пиропом и уваровитом встречен в южных Койгородском и Прилузском районах республики Коми (д. Бездубово) при опробовании гравийно-галечникового базального горизонта сысольской свиты доггера. Породы последней выполняют палеодолины, врезанные в нижнетриасовый цоколь [47, с. 129—130].

Мел (раннеальпийский этап). Основные находки алмазов в меловых толщах сделаны на Воронежской антеклизе. Впервые для платформы зерна драгоценного минерала в нижнемеловом коллекторе Воронежской антеклизы были обнаружены Ю. А. Полкановым и И. Ф. Кашкаровым в 1969 г. Это случилось при исследовании ими аптских песков верхней залежи Волчинской титан-циркониевой россыпи Липецкой области [32]. Из пробы 300 кг в ИМРе было выделено 241 зерно полезного компонента общим весом 10 мг. Содержание было определено в 0,0268 карата/м³. Тогда же обследовались и сеноманские псаммиты Центрального титан-циркониевого россыпного месторождения Тамбовской области. Последнее, как и Волчинское, расположено на северо-восточном склоне Воронежской антеклизы. Общее количество выделенных алмазов составило несколько десятков.. Прочие особенности волчинских алмазов по опробованию 1969 г. таковы: 1 — 40 % их ясно огранены, около 25 % — осколки, 20 % — сланцеватые зерна, 8 % — сростки и двойники; 2 — среди ясно ограненных кубов — 72 %, октаэдров — 13 %, ромбододекаэдров — 2 %, комбинации форм — 13 % (в т. ч. куб-октаэдр — 8); 3 — 80 % алмазов окрашено в желтый и сиренево-фиолетовый (преобладают), изредка в серый, черный, зеленый, розовый, оранжевый цвета. Алмазы сеноманской Центральной россыпи представлены кубами, осколками, сланцеватыми зернами, найдены также октаэдр, комбинация куб-октаэдр.

По мнению А. И. Чашки [87], внешний вид и физические свойства делают меловые алмазы северо-востока Воронежской антеклизы из этих старых находок сходными с приднепровскими неогеновых толщ, при этом алмазы Центральной россыпи Тамбовской области близки находкам из песков полтавского надгоризонта Приднепровья. В обоих регионах преобладают зерна полезного компонента проблематичного генезиса, меньше 30 % алмазов гнейсо-эклогитовых и кимберлитовых. Большое количество сланцеватых алмазов связывают с наличием кратерных структур.

В 2001 г. группой Воронежского университета по заданию ФУГГП «Аэрогеология» опробование

нижнемеловых толщ Липецкой области было продолжено. Проба из Волчинской россыпи объемом 10 м³ вновь изучалась в НПП «Недра», г. Симферополь [88]. Кроме того, для повторного исследования Воронежскому университету и ЯНИГП ЦНИГРИ при АК АЛРОСА (В. И. Коптиль) Ю. А. Полкановым была предоставлена его волчинская коллекция 1960-х гг. Из новой волчинской пробы 2001 г. выделено 91 зерно алмаза. Размерность зерен минерала 0,1-0,42 мм, в среднем — 0,23 мм. По габитусным формам они распределены так. 25 % составляют октаэдры, часто вовсе неизношенные; 18 % — кубы, кубоиды, додекаэдровиды; комбинационные формы (куб-ромбододекаэдр, куб-октаэдр, октаэдр-ромбододекаэдр, прочие полигабитусные) — 7 %; обломки, осколки — 27 %. Преобладают бесцветные разновидности, но есть желтоватые и зеленоватые. Одно зерно имеет интенсивный красный цвет. В. И. Коптиль пришел к выводу, что алмазы нижнемеловых толщ Липецкой области полигенны: кимберлитовые (лампроитовые), метаморфогенные (серые, темно-серые и зеленые кубы), “импактные” (сланцеватые). Метаморфогенные очень близки таковым месторождения Кумдыколь Восточного Казахстана. Подобные же есть и в ксенолитах дистеновых эклогитов трубки Удачная (Якутия). К импактным кристаллам, по классификации Ю. Л. Орлова, относятся поликристаллы с размерами кристаллитов менее 1 мкм и включениями лонсдейлита.

Кайнозой (позднеальпийский этап). Б. А. Мальков, Е. Б. Холопова [41, с. 195], говоря о разновозрастных эпохах кимберлитового магматизма на севере Восточно-Европейской платформы, привели аргумент в пользу неизбежного открытия здесь кайнозойских магматитов: “на всех древних платформах Земли они есть, следовательно, должны быть и в этом обширном регионе”. В этой связи они напомнили о давнем сообщении А. В. Синицина и др. [74], обнаруживших *кимберлитовые* стекла в плиоценовых отложениях Немской возвышенности Южного Тимана (скв. н-93). Впрочем,, кайнозойские алмазоносные магматиты известны не всюду (их пока не обнаружили в Южной Америке и Антарктиде), а “кимберлитовые стекла” (даже если диагностированы верно) в плиоценовые толщи могут попасть из докайнозойских источников. Упомянем о некоторых значимых проявлениях алмазов и ВБМ в кайнозойских осадочных толщах платформы.

Среднее Приднепровье. Северо-восточная часть Украинского щита и его склоны. Работами

организаций Мингео УССР, проводимыми с 60-х гг. прошлого века, установлены несколько алмазонасных россыпей, локализованных в прибрежно-морских отложениях полтавского надгоризонта верхнего олигоцена-нижнего миоцена и сарматского региоюра среднего миоцена [87]. На границе щита и Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ), в бассейнах рек Самоткань и Волчья исследованы несколько залежей в песках среднего сармата. Одна из них — Краснокутская россыпь. Она расположена в пределах ДДВ. Здесь четыре рудных залежи в песках среднего горизонта полтавского надгоризонта $P_3-N_1 pl$. Наиболее крупная и изученная россыпь — Малышевская, — приурочена к пескам верхнего горизонта полтавского надгоризонта и сарматского региоюра. Все неогеновые россыпи комплексные титано-циркониевые, весьма протяженные, до 15—20 км при мощности до 15—20 м. Полтавские пески отличаются от сарматских меньшими разме-

рами и худшей окатанностью песчаных частиц. В 1963 г. И. Ф. Кашкаров и А. И. Полканов [31] в рудоносных песках Украины впервые нашли алмазы. Они выявили, что мелкие зерна алмаза, не смотря на относительно невысокий удельный вес, ведут себя подобно иным тяжелым минералам, накапливаясь с ними, а не в безрудных прослоях. В ИМРе были переработаны тысячи тонн песков, из которых выделили более 20 000 зерен алмаза. Малышевская россыпь стала эталонной для обработки технологий экстракции полезного компонента. Отмечена принадлежность зерен алмаза к образованиям различного кристаллографического облика — куб (изредка, тетрагексаэдр), октаэдр (около четверти зерен), ромбододекаэдр (редко), комбинации этих форм. Присутствуют кубоиды, индивиды с оболочкой (коутид), поликристаллические выделения, двойники и сростки, “сланцеватые” зерна. Среди правильных многогранников

Таблица

Некоторые очаговые криптовулканические структуры Восточно-Европейской платформы и их алмазонасность. С использованием [42, табл. 3, с. 22—24]

№№ п.п.	Очаговые структуры	Диаметр, км	Эпоха проявления	Возраст, млн лет	Структурное положение и алмазонасность
1.	Ильинецкая, Украина	4,5	Средний девон	395	?
2.	Калужская	15	Средний девон	380	?
3	Курская (Бесединская)	5	C_2-J_1 , скорее всего, — T_3-J_1	?	?
4.	Пучеж-Катунская, с Воротиловским выступом, у г. Н. Новгород	80	Поздний триас-ранняя юра	183,5	Содержания лонсдейлита до 1 карата/т
5.	Зеленогайская, Украина	1,4	Ранний мел	120±20	Единичные знаки алмаза (е.з.)
6.	Ротмистровская, Украина	2,5	Рубеж раннего мела и юры	140±20	Нет
7.	Болтышская, Украина	25	Рубеж раннего и позднего мела	100±5	Единичные знаки лонсдейлита
8.	Дип Бэй, Саскачеван, Канада	12	Рубеж раннего и позднего мела	100±50	?
9.	Стин Ривер, Альберта, Канада	25	Рубеж раннего и позднего мела	97±7	?
10.	Каменская, Донбасс, Украина	25	Рубеж позднего мела и палеоцена	65	?
11.	Карская. Полярный Урал	60	Рубеж позднего мела и палеоцена	60±5	Встречены зерна лонсдейлита
12.	Гусевская, Донбасс, Украина	3	Рубеж позднего мела и палеоцена	65	?
13.	Карлинская, Татария	10	Миоцен	10	В пробе 71,3 кг из пермских брекчированных известняков — 14 сколов желтых алмазов 0,1—0,25 мм

более всего кубов. Сланцеватые алмазы описаны в Приднестровье впервые в 1967 г. Э. А. Витриченко, Ю. А. Полканов [14], Ю. А. Полканов [58] считают их идентичными астроблемным. Среди включений в алмазе преобладает графит, изредка отмечены оливин и алмаз в алмазе, а также мельчайшие включения предположительно силикатов и карбонатов, содержащих примеси Ca, K, Na, Fe, Mg, Al, S, P. Присутствие калия, полагают, может свидетельствовать о росте кристаллов в ходе метасоматоза пород мантии. ИК-спектроскопия украинских микроалмазов обнаруживает только у 40 % азотные центры (в кристаллах из кимберлитов Зимнего берега и Якутии такие центры встречаются у большинства). Это говорит о значительных отличиях ростовой и послеростовой истории алмазов Украины и других регионов.

Признаки кимберлитового происхождения имеют, по цитированным данным, только 20 % алмазов из россыпей Среднего Приднестровья (октаэдры, сростки октаэдров, псевдокубы). Около 24 % алмазов имеют признаки эклогито-гнейсового генезиса (желто-зеленые кубы, октаэдры с примесью парамагнитного N, облегченным изотопным составом C). Космогенные алмазы (агрегатные кубы, бесформенные агрегаты, сланцеватые зерна) содержат примеси лонсдейлита, тэнита (никель-железо) Их в россыпях сопровождают клифтонит (мелкие кубики углерода железных метеоритов), зерна никель-содержащих сплавов. Алмазы надежно определенные как метеоритные составляют 1 %. Импактные алмазы астроблем содержатся в количестве около 10 %. Это сланцеватые зерна и агрегаты. Наконец, 40 % занимают алмазы неясного происхождения (сиреневые зерна кубического облика, сфероидные кубоиды, материнские породы которых неизвестны, карбонадо — неправильно-угловатые, округлые зерна, иногда в виде куба). Тогда же А. И. Чашкой было высказано предположение о возможности открытия в Среднем Приднестровье новых типов коренных источников полезного компонента.

Приднестровье. Междуречье Днестра и Южного Буга занимают преимущественно дельтовые и прочие аллювиальные отложения балтской свиты плиоцена, мощности которых достигают в Причерноморье 130 м. Здесь встречены 35 мелких (0,1—0,5 мм) алмазов (октаэдры, кубы, ромбододекаэдры, комбинации форм), а еще 13 несколько более крупных кристаллов отмыты из современного аллювия водотоков в поле развития балтских отложений. Алмазы сопровождаются пиропами лерцолитового

и вебстеретивого парагенезисов. Среди комбинационных кристаллов и кубов обнаружены восемь темно-зеленых кристаллов “днепровского типа” (кубы с оттянутыми вершинками, кубоиды, округлые кристаллы с ребристой поверхностью). В известных коренных источниках подобных уникальных по цвету, морфологии и физическим свойствам алмазов нет.

Из других украинских находок алмазов в кайнозойских толщах отметим обнаружение двух зерен минерала в бучакских отложениях эоцена севера Коростеньского плутона (север Украинского щита). Еще три кристалла минерала встречены там же в четвертичном аллювии. Считается, что все они переотложены из пород белокоровичской свиты рифея.

В Донбассе один алмаз встречен М. М. Головки в перекрывающих каменноугольные толщи среднесарматских песках в районе Ново-Екатериновки. Обнаружены алмазы и в сарматских песках в бассейнах рек центрального Донбасса, в т.ч. Миус-Крынка.

Воронежская антеклиз. Находки алмаза известны в: титан-циркониевой россыпи у г. Новозыбков на северо-западе антеклизы и в основании разреза палеогена (сумская свита P_1s) ее юго-востока. Известны также несколько пунктов обнаружения индикаторных минералов в дочетвертичных толщах (четвертичные ледниковые и постледниковые образования контаминированы северным алмазодолносным материалом и неинформативны).

В 1971 г. при опробовании Новызыбковской россыпи титан-циркониевых песков на западе Брянской области, связанной с полтавскими отложениями P_3-N_1pl , Ю.А.Полкановым было встречено 21 зерно алмаза размерностью 0,1—0,25 мм. Отдельные залежи россыпи (Александрия) содержат до 350 кг/т тяжелых минералов в интервалах разреза мощностью до 2,5 м. На юго-востоке алмазы выявлены [69, 91] на Мамоновско-Русско-Журавском участке, в обнажениях у с. Михайловка на р. Татарка и у с. Нижний Бык. В первом случае из пробы объемом 1 м³ были извлечены три алмаза. Один слегка поврежденный октаэдр со сноповидной штриховкой имел вес 25,4 мг (класс –4+2 мм). Прочие два кристалла принадлежали классу –2+1 мм. Это были обломок октаэдра темно-серого цвета с включениями графита (вес 17,3 мг) и половина шпинелевого двойника (7,4 мг) с полицентрическим гранями роста, серая из-за включений графита

Кристаллы выделялись в ЦАЛ Ботуобинской экспедиции и их местное происхождение весьма

сомнительно: находки подобных весовых кристаллов естественно было бы ожидать на фоне большого количества более мелких (тем более, что речь идет о россыпных проявлениях *ближнего* сноса). Повторным опробованием (10 м^3) алмазы здесь не установлены. Опубликованные же материалы [48, 91] об обнаружении практически не окатанных зерен минерала в сопровождении высокобарических спутников в ложковом аллювии у г. Павловска и делювии-пролювии с. Копанки однозначно указывают на их поступление из алмазоносной нижнеплейстоценовой морены $Q_1 ds$. Источниками ее материала являются известные кимберлитовые поля Финляндии (Kaavi-Kuorpio) и российского Севера. Алмаз из конгломератов сумской свита палеоцена Михайловки на р. Татарке (у г. Новохоперск Воронежской области) выделен из пробы $0,2 \text{ м}^3$ в НПП Недра (г. Симферополь, А. И. Чашка). Это был изношенный осколок предположительно октаэдра размером $0,25 \times 0,20 \times 0,20 \text{ мм}$. Сопровождался пиропами, оливином ($0,2 \%$), хромитом. В самое последнее время отсюда же получены результаты обработки пробы 7001 ($2,3 \text{ т}$), характеризующей тонкие бучакские пески с. Нижний Бык Бутурлиновского района Воронежской области. Обнаружены алмазы (3 зерна, в т.ч. обломок бесцветного октаэдра $0,33 \text{ мм}$), пиропы (14 знаков до $0,6 \text{ мм}$), хромшпинелиды, хромдиопсиды ($0,5 \text{ мм}$), пикроильменит (предположительно);

На Россошанском архейском срединном массиве (Донское правобережье) основание палеогена представлено псаммитами бучакской свиты эоцена. Индикаторные минералы (пиропы, хромдиопсид, пикроильменит, хромшпинелиды) здесь встречены в трех точках: Поддубное-Жилино, Кривоносово, Елизаветовка [70]. Среди пиропов первого разреза выделяется зерно с содержанием окиси хрома $10,78 \%$, принадлежащее дунит-гарцбургитовой ассоциации. В гравийных песках у с. Кривоносово обнаружен хромшпинелид, в котором Cr_2O_3 $65,329 \%$ (алмаз-хромпироповая ассоциация). В таких же образованиях с. Елизаветовки описано зерно пикроильменита с $9,469 \%$ MgO и $3,32 \%$ Cr_2O_3 .

Проявления криптовулканизма на Восточно-Европейской платформе как критерий прогноза алмазоносных кимберлитов соответствующих продуктивных эпох

В работе [22] мы попробовали показать значение проявлений очаговой иньенктивной тектоники для прогноза коренных месторождений алмаза в новых регионах. Подобные алмазоносные (лонсдейлит) очаговые вулкано-тектонические структу-

ры (ОВТС) известны на Восточно-Европейской (Карская, Усть-Карская), Сибирской (Попигайская), Северо-Американской, Южно-Американской, Австралийской платформах. Всех их объединяют две черты: 1 — положение на границах крупнейших блоков, положительных (Пай-Хойский антиклинорий, Анабарский щит, Украинский щит) и активных отрицательных (авлакогены Колво-Денисовской системы Баренцовой плиты, Хатангский прогиб, Днепровско-Донецкий авлакоген), т.е. между “молотом” и “наковальней”; 2 — особые, довольно узкие временные интервалы возникновения, в течение которых на платформах Земли происходило формирование классических алмазоносных кимберлитов (поздний девон, поздний триас-лейас, рубеж позднего мела и палеоцена, эоцен). Так, возраст тагамитов и стекол Карского объекта ($48\text{—}65$ млн лет, К-Аг, по [42, с. 110] весьма обычен для алмазоносных диатрем провинции Слейв. То же можно сказать и о времени возникновения Попигайской структуры — $38,9$ млн лет (К-Аг по стеклам, тагамитам, трекам U по стеклам [42, с. 130]) и т.д. Факт синхронности становления ОВТС и тел классических кимберлитов очень интересен. Он свидетельствует об определяющей роли однотипных тектонических обстановок планетарного ранга (преобладающая дилатансия) в эти временные интервалы. И, наоборот, в противостоящие эпохи общего сжатия, когда кимберлитообразования нет, не возникли и ОВТС.

Алмазы, например, Попигайской ОВТС это поликристаллические полифазные сростки состава «графит—чаоит—кубический алмаз—лонсдейлит» [11, с. 79] размерностью до 3 мм , но обычно около $0,5 \text{ мм}$. Средние содержания их в пределах отдельных разведанных площадей составляют до 9 карат/ м^3 , максимальные — сотни карат. Прогнозные ресурсы объекта оценивались в миллиарды каратов (А. И. Чашка, устное сообщение). Понятно, что к месторождениям таких масштабов мысли геологов и промышленников будут возвращаться всегда. Труднодоступность Попигайской ОВТС сделала освоение ее технических алмазов не рентабельным делом, но это не может быть причиной для того, чтобы не попытаться понять — нет ли и на других платформах Земли (в т.ч., на Восточно-Европейской) аналогичных или еще более крупных и богатых объектов чем Попигайский, но — в лучших экономических условиях. Конкурировать подобные алмазы могут только с искусственными, коммерческое их использование проблематично, однако научное значение ОВТС огромно и не впол-

не осознано. Аргументы сторонников эндогенной и космогенной гипотез их формирования хорошо известны, давно обсуждаются. После работ В. П. Ваганова [10], А. А. Маракушева, В. Ф. Белого [44] и др. стало понятно, что ОВТС все-таки земные образования. А. А. Маракушев, Л. И. Шахотько [43] отнесли Попигайский объект к проявлениям центрбежной тектоники, генерированным флюидными растягивающими напряжениями в их центре. Начало его формирования относится к рубежу мела и палеогена (65 млн лет назад), завершение к олигоцену (29 млн л. н.), а максимум активности приходился на эоцен (около 45 млн лет).

На Восточно-Европейской платформе с ее *среднепалеозойскими* кимберлитами ААП и Приазовского массива известны *девонские* же ОВТС Ильинецкая и Калужская (см. рис. 2). В рифее на Восточной Финляндии произошло становление не только диаатрем алмазоносных кимберлитов Каави Куопио, но в соседней Карелии возникла обширная (14 км в диаметре) ОВТС Янисъярви. На платформе и рядом с ней немало (таблица) ОВТС и иных планетарных эпох мощного корообразования и кимберлитового магматизма: поздне триасовой-раннеюрской (Пучеж-Катунская, возможно, Курская); раннемеловой (Ротмистровская, Зеленогайская); поздне меловой-эоценовой (Болтышская, поздний мел; Каменская, Гусевская, Карская, Усть-Карская, рубежа позднего мела и палеогена); неогеновой (Карлинская в Татарии). Кимберлиты этих эпох пока не обнаружены, но их присутствие предполагается многими исследователями.

Тектоническая ситуация в районах ОВТС всегда очень любопытна, отличается совпадением многих геодинамических факторов и длительной историей развития. Пучеж-Катунская (Городецко-Ковернинская) кольцевая структура и ее центральная часть, именуемая Воротиловской кольцевой структурой (КС), локализованы в зоне сочленения юго-восточного борта Московской антеклизы и северного склона Токмовского свода Волго-Уральской антеклизы [17]. Это Московско-Кировская шовная зона, существовавшая с ордовика по меловой период как линия раздела суши и моря, различных континентальных и морских фаций (Т. М. Симоненко, М. М. Толстихина). По геофизическим данным, Московско-Кировская зона шириной до 70 км образована серией разломов северо-восточного простирания. По ним кровля фундамента погружается с отметки –1700 м под Балахной на Токмовском своде до –2800 м в Московской синеклизе (населенные пункты Макарьев и Решма).

Полагают (В.В. Федьинский), что Московско-Кировская зона это бортовая часть Московской ветви Среднерусского авлакогена, и завершается она Пучежским грабеном. В районе структуры выявлены газовые аномалии глубинного происхождения. Воротиловский палеовулкан имеет постройку диаметром 10,5—11 км и внутренний пояс (кальдеру) — 10—14 км в поперечнике. У так называемой “внутренней структуры”, где шел собственно магматический процесс, диаметр 30 км, у внешнего пояса (имели место только тектонические процессы) — 180 км. Многочисленны периферические трубчатые аномалии. Эта гигантская трубка взрыва, с “рифами” пород, — вулканотектоническое образование типично вложенного строения. Кратерно-озерные отложения ковернинской свиты средней юры алмазоносны. Мощность их — первые метры. Пирокласто-осадочные отложения неглубокого озера — особо интересны. Их мощность колеблется в интервале от первых метров до примерно тридцати метров. В петрографическом отношении отложения — конгломерато-брекчии, вулканотерригенные брекчии, песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитизированных глин. Сформировалась Воротиловская структура в результате серии фреакреатических взрывов. Первый взрыв газовой смеси в триасе на отметке –900 м спровоцировал девонский водоносный горизонт, воды которого подверглись воздействию восходящего мощного строго локального потока тепла и флюидов. Тогда и образовалась центральная трубка, а брекчированные образования фундамента подняло к поверхности. В породах второго (верхнего) яруса субвулканических пород образовался лонсдейлит, но его оказалось немного. Гидротермальная деятельность в виде фумарол продолжалась в байосе-бате, судя по сульфидной минерализации (халькопирит, пирротин, пирит, арсенипирит, скородит $Fe[AsO_4] \cdot 2H_2O$). Для структуры трубки характерны сложные дислокации. Образование пологих перевернутых складок объясняют динамическим воздействием быстро поднимающегося фронта газового диапира. Ширина фронта составляла 30 км. Он пространственно совпадает с полем распространения ковернинской свиты. Взрыв был, возможно, двухстадийным (две пачки фангломератов), а пояс с увеличенной мощностью фангломератов, возможно, представлял собой край маара. Большинство исследователей относят фангломераты к среднему и, вероятно, позднему триасу. Действующий вулканический центр Воротиловской структуры сформировался

200—210 млн лет назад. Алмазы (лонсдейлит) есть в жерловой, субвулканической и субинтрузивной фациях, эруптивной брекчии и ксенокластолах верхней части постройки. Муассанит обнаружен и в фангломератах.

Карлинская структура в Татарии диаметром 6—8 км прорывает породы от среднего карбона до нижнего мела. Она выполнена брекчиями, развитыми по этим породам. Обломки обычно имеют размеры от долей мм до 5—10 см. Есть и “плавающие рифы” — от 50 м до 1000 м. Некоторые отторженцы пород казанского и татарского ярусов верхней перми есть и на дневной поверхности. В экзоконтакте трубки перемяты и дислоцированы не только каменноугольные и пермские осадочные толщи, но иногда — юрские и нижнемеловые. Полоса дислокаций имеет площадь 14×22 км, тянется на северо-запад. Брекчии отмечены возле трубки на образованиях карбона, на обрамлении — на породах перми, юры и мела. Над центром структуры сформировалась кальдера, заполненная плиоценовыми глинами мощностью до 100 м. Цемент в брекчиях карбонатный. В составе цементирующей массы обнаружены минералы щелочных гипербазитов (эгирин, афвердсонит), а также хромшпинелиды, пироп. Развивалась она с позднего карбона и до миоцена, но максимум дислокаций пришелся на пермь. В ИМРе (г. Симферополь) исследована проба массой 71,3 кг брекчированных известняков пермского возраста (обнажение у д. Томбаево). Выделены 14 сколов желтых алмазов размерностью 0,1—0,25 мм уплощенной удлиненой формы с включениями графита [17].

Многочисленные ОВТС Украины локализованы в зоне сочленения системы авлакогенов Большого Донбасса и Украинского щита. В ряде из них обнаружен лонсдейлит. А.А. Калашник [26] отметил вулканогенные ксенотуфобрекчии с *лампроитовыми* включениями в пределах Зеленогайской структуры (см. таблицу и рис. 2). Он предположил, что находки происходят из тел, принадлежащих более поздней стадии щелочно-ультраосновного магматизма докембрия недалекого Кировоградского узла одноименного рудного района.

Из ОВТС Белорусской антеклизы особо упомянем Логойскую в 40 км к северу от Минска, образованную в обстановке растяжения в одну из наиболее выраженных на Земле позднемеловую — раннепалеогеновую продуктивную эпоху. А. А. Маракушев и В. Ф. Белый [44] отметили в составе брекчий объекта и *верхнемеловые* породы, что, в комплексе с фактом его перекрытия не дислоциро-

ванным олигоценом, уточняет возраст эксплозивного события (ларамийский?). Диаметр Логойского образования, по одним данным [44] — 7-8 км, по другим [42] — 17 км. Академик А. А. Маракушев и В. Ф. Белый полагают формирование Логойского объекта “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].

Проявления криптовулканизма на платформах можно рассматривать как дополнительный и очень обнадеживающий признак того, что в соответствующих регионах могут быть встречены разновозрастные алмазоносные магматиты. ОВТС явным и разнообразным образом свидетельствуют о благоприятных тектонических обстановках, возникавших именно здесь в планетарные продуктивные эпохи и уже поэтому заслуживают внимания специалистов в области прогнозирования коренных месторождений алмазов.

Центрально-концентрическая зональность в распределении проявлений глубинной тектонической активности в пределах ВЕП и вероятные продуктивные эпохи Юго-Западной субпровинции

Становление очагов кимберлитовых расплавов многие справедливо связывают с развитием процессов авлакогенеза. Авлакогены Восточно-Европейской платформы, различающиеся по времени заложения и последующей активизации. На рис. 3 обобщены все гетерохронные признаки глубинных тектонических процессов; на нем показаны примерные границы поясов (или зон), подчеркивающие постепенное смещение такой активизации от периферии к центру и югу (особенно юго-западу), т.е. центрально-концентрическую зональность процесса. Наиболее подверглись изменениям — внедрению молодых интрузий самого разного состава, надвигообразованию, гидротермальной переработке — самые южные и юго-западные территории, особенно те, что так или иначе оказываются связанными с «системой авлакогенов Большого Донбасса», в понимании Р. Н. Валева [12]. Как видим, эта гигантская структура протянулась от срединных районов Ростовской области вглубь платформы, до Припятских болот, почти на полторы тысячи км. Ее продолжение на юго-запад прослеживается еще на пятьсот км, т.е. до самого устья

Волги. Этот отрезок гигантской структуры ограничивает с юга обширный фрагмент ВЕП — более половины площади Юго-Западной кимберлитовой субпровинции (Воронежская, Белорусская антеклизы, Украинский щит, прилегающие к последнему площади Вольно-Подольской плиты)

В Южном Донбассе давно известны тела мончикитов, камптонитов и других лампрофиров нижнемелового миусского комплекса (160 ± 12 млн лет), приуроченные к субмеридиональному Миусско-Деркульскому сдвигу. В пределах Амвросиевской брахиоантиклинали на миусские лампрофиры наложена ртутно-полиметаллическая минерализация. В Северном Донбассе обнаружены базальты с датами около 80 млн лет, становление тел которых произошло в ларамийский тектогенез [93]. Восточнее, в пределах кряжа Карпинского, известны дацитовые дайки с датами 136 и $124 - 116$ млн лет. У с. Болдырево Ростовской области обнаружены штоки плагиопорфиров (105 млн лет). На южном склоне Воронежской антеклизы (Старобельско-Миллеровская моноклинал, междуречье Белой и Каменки, скважина.1751-г, глубина 846—850 м), обращенном к Днепровско-Донецкому авлакогену, заслуживает упоминания первая находка меловых магматитов на южном склоне этой структуры в Ново-Псковском районе Луганской области, 5 км к западу от с. Можнаковки [75]. На контакте докембрийского фундамента и отложений турнейского яруса нижнего карбона там встречены кислые и основные эффузивы, датированные 74 млн лет (K-Ar). Материалов по этому проявлению немного, но, возможно, здесь был подсечен один из нижних горизонтов трубчатого тела.

В дискуссии о возрасте продуктивного магматизма в Юго-Западной субпровинции важны новые материалы, полученные на Воронежской антеклизе. Здесь за многие годы исследований так и не были открыты ни одного зерна алмаза и индикаторных минералов алмазной ассоциации в отложениях девона. В мезокайнозойских псаммитах, однако, они обнаружены, при этом формируют два самостоятельных, разобщенных в пространстве, хорошо выраженных ореола. Северо-Восточный (Олымский) ореол связан с аптским промежуточным коллектором и тяготеет к одноименному архейскому массиву. К настоящему времени в его пределах обнаружено более трехсот зерен алмазов (в т.ч. ярко-красные разности), микрообломки кимберлитов и фойдитовых пород. Индикаторных минералов здесь почти нет. Коренными источниками предполагаются местные

лампроиты. Юго-Восточный (Россошанский) ореол известен отдельными находками алмазов 1 разновидности, по классификации Ю.Л. Орлова, зернами пиропов, хромшпинелидов алмажной ассоциации, других индикаторных минералов (хромдиопсид, оливин, пикроильменит) в отложениях — не древней верхнепалеоценовых. В ниже лежащих терригенных толщах девона и мела подобных находок нет. Коренные источники алмазов Россошанского ореола — классические кимберлиты африканского или якутского типов. Таковы реальные результаты поисков и было бы не корректно их не использовать в дискуссии о возрасте воронежских алмазоносных магматитов. Но прежде чем высказаться по этому вопросу, вновь обратимся к мало изученным тектоническим объектам Юго-Западной субпровинции, образованием своим связанным с системой авлакогенов Большого Донбасса — ОВТС, активно формировавшимся в меловой этап (см. рис. 2). Наиболее известными из них являются Логойская (Белоруссия, диаметр 17 км, время заложения поздний мел 90 ± 10 млн лет), Зеленогайская (Украина, диаметр 1,4 км, время заложения ранний мел 120 ± 20 млн лет), а также Бельская на стыке Украинского щита и Вольно-Подольской плиты. Диаметр Бельской ОВТС небольшой (3 км). Бельская ОВТС особо интересна по трем причинам. Во-первых, масштабами недавних дислокаций: днище испытывало погружение огромных амплитуд в течение альба, сеномана и турона. Мощности альбских (до 200 м), нижнесеноманских (60—68 м), верхнесеноманских (до 77 м) терригенных толщ здесь суммарно превышают 300 м, тогда как вне структуры соответствующие отложения ныне либо отсутствуют, либо маломощны (15—20 м). Туронские писчие мелы и мергели в пределах структуры 205 м в 2,5—3 раза превышают обычные для этой части Вольно-Подольской плиты. Следует учесть, что центр Бельской структуры, занятый озером Белым, вообще не разбурен и там указанные значения могут быть превышены. Во-вторых, здесь в туронской части разреза были встречены обломки кимберлитов, а также зерна индикаторных минералов — пиропы, хромдиопсида, пикроильменита, хромшпинелидов. В целом соседняя Кухотско-Серовская площадь — единственная на Украине, осадочный чехол которой содержит индикаторные минералы (пиропы) алмажной ассоциации [90]. И, наконец, в третьих — Бельская ОВТС находится на кольцевом ограничении Маневичской КС, фиксирующей границу блоков с относительным превы-

шением по кровле М 10—12 км. Все это свидетельствует о том, что в тектонических преобразованиях и в этой части Юго-Западной субпровинции были затронуты, вовлечены в движения в конце мелового периода уровни верхней мантии с кимберлитовыми очагами.

При рассмотрении схем (см. рис. 2, 3) можно отметить, что, судя в том числе и по возрастам ОВТС, мезозойская тектоническая активизация не была непрерывным процессом. Различаются две площади (зоны), где ОВТС имеют поздне триасовый-раннеюрский возраст — Мизарайская (одноименная ОВТС), Припачелмская (Пучеж-Катунская ОВТС), — и Донецко-Медведицкая очень протяженная, в плане изогнутая галочкой, с ОВТС преимущественно поздне меловыми-раннепалеогеновыми. Олымский ореол алмазов находится в пределах Припачелмской зоны. Его прогнозируемые лампроиты могут вполне оказаться «Пучеж-Катунского» поздне триасового-раннеюрского возраста, т.е. принадлежать продуктивной эпохе, в которую сформировались и знаменитые липецкие остаточные железные руды. Россошанский ореол занимает часть Донецко-Медведицкой зоны. Коренные источники его алмазов здесь уместно связать с ларамийским тектогенезом, когда формировались не только вулканы у Старобельска на южном склоне Воронежской антеклизы, но и Гусевская, Каменская ОВТС соседнего Донбасса.

Причина постепенного вытеснения в неогее проявлений глубинной и сверхглубинной активизации от краевых частей к центру и югу не вполне ясна и должна быть рассмотрена дополнительно. Однако это явление интересно уже тем, что подчеркивает целостность ВЕП как тектонической структуры первого порядка Земли, обнаруживает «единый план» ее развития. Т.е., в отличие от тенденций современной геотектоники, собирает, а не разбивает исследуемый объект на почти антогонистические (каждый со своей собственной геологической судьбой) фрагменты.

Центрально-концентрическая зональность, показанная на рис. 3, имеет аналогом известный алмазоносный регион субпровинции Слейв, Северо-Западные территории Канады. В последней тоже отмечено удревление возраста продуктивных кимберлитов от центра к периферии, что ранее не отмечалось в практике алмазопоисковых работ [86, с. 525].

Наметившаяся центрально-концентрическая зональность Восточно-Европейской платформы в распределении проявлений глубинной (мантийной)

и сверхглубинной (возможно, связанной с меняющимся состоянием земного ядра) активности влияет на представления о прогнозируемой продуктивной алмазоносности. В Юго-Западной субпровинции ВЕП вполне можно ожидать концентрированных месторождений, связанных с киммерийской и альпийской тектонической активизацией.

2.3. О «МАГМАТИЧЕСКОЙ ПАРАБОЛЕ»

Еще в ранней работе [68] мы уделили большое внимание вопросу сравнительной магматической активности, проявившейся в разные этапы неогее на континентах Земли. Оконтуренные площади затем получили отображение на серии графиков, характеризующих развитие магматизма всей Земли и, отдельно, ее подвижных поясов, древних платформ [23, с. 438, 439]. Были сделаны выводы о том, что магматический процесс на континентах развивался периодически, с относительными максимумами (C_1 , O , J_1 , K_2 , N) и минимумами (C_2 , J_2 , K_1). Особенно выделились раннеюрский и поздне меловой максимумы, когда комплексы преимущественно эффузивных пород заняли 11 и 22 млн квадратных километров соответственно. Однако, извержения лейаса были лишь несколько слабее поздне меловых, так как поздний мел в полтора раза продолжительней раннеюрской эпохи, 30 и 20 млн лет соответственно.

Ареалы магматизма платформенных и складчатых областей при схожести с общепланетарными обнаружили важные различия. Так, для платформ оказались более широкими амагматичные временные интервалы. Теперь это уже не только средний, но и поздний кембрий, поздний ордовик с силуром и ранним девонем, весь карбон. Стала заметной в планетарном масштабе позднедевонская трехфазная (ястребовская, петинская, евланово-ливенская) вспышка магматизма Восточно-Европейской платформы. Оконтурились магматиты временных интервалов, развитые в пределах платформ на больших площадях, чем в складчатых поясах. Эффузивы триаса заняли сотни тысяч км² на Сибирской платформе (от 1,5 до 2,5 млн км², по разным оценкам), в Средней Азии, на востоке Урала. При этом мощность покровов кое-где достигла 1,4 км (Таймыр, бассейн Вилюя). Интересно, что магматизм складчатых поясов этого времени оказался не только меньше платформенного по масштабам, но и локальной — эффузивы изливались лишь на востоке Тихоокеанского кольца (Кордильеры и Анды).

Ненамного отстал по площади от магматизма складчатых поясов (12 млн км²) поздне меловой платформенный (10,5 млн км²). Контрастность

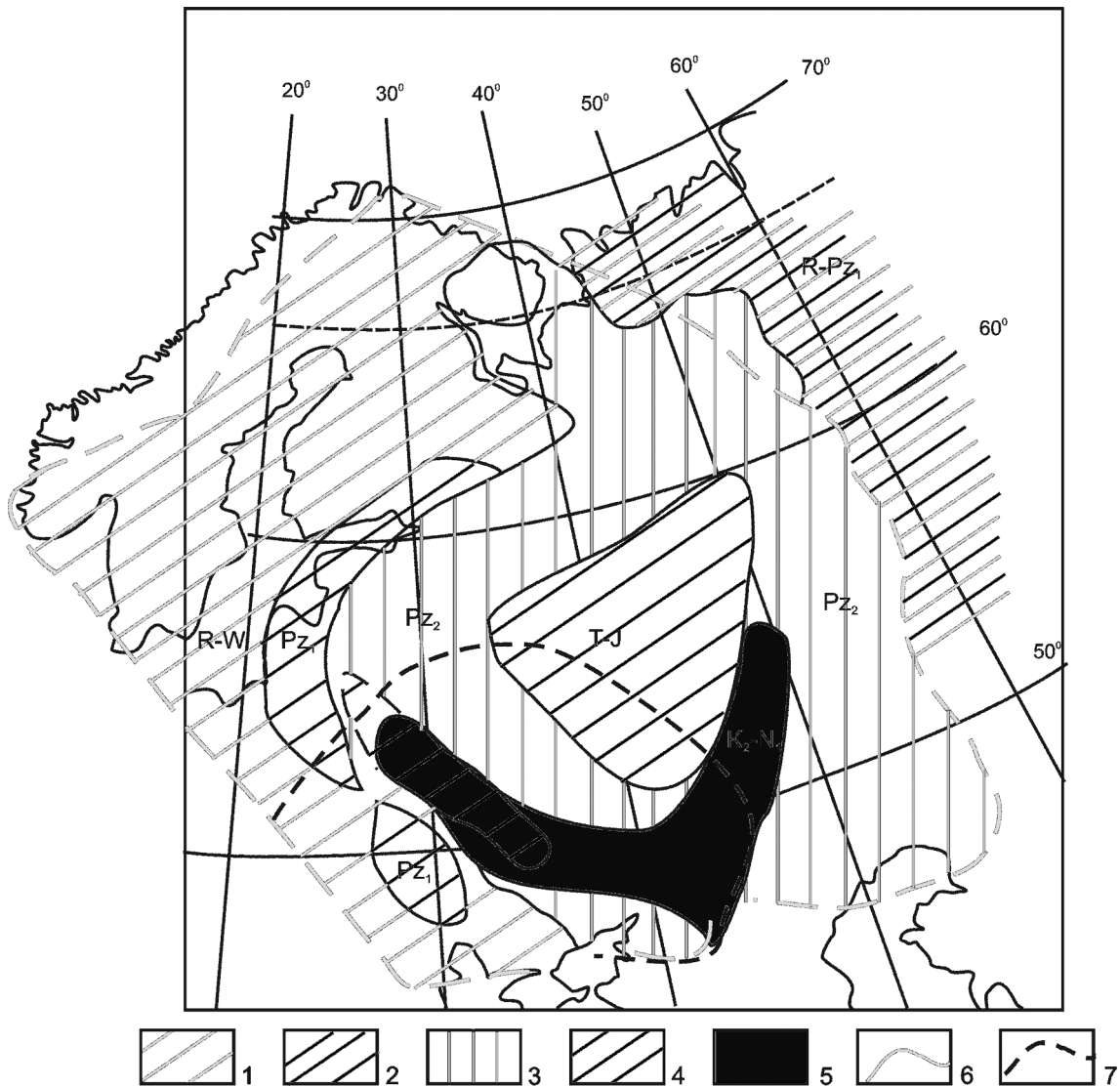


Рис. 3. Центральнo-концентрическая зональность в распределении проявлений гетерохронного мантийного диапиризма на Восточно-Европейской платформе. 1—5 площади, в пределах которых вероятно обнаружение продуктивных мантийных магматитов, в т.ч. рифейских (1), нижнепалеозойских (2), среднепалеозойских (3), киммерийских (триас-юра, 4), альпийских (мел-миоцен, 5); 6 — граница платформы; 7 — граница Юго-Западной алмазоносной субпровинции

вспышек магматизма стала очевидней: из общего триасово-юрского поля выделились три пика платформенных эффузий (раннетриасовый, раннеюрский, позднеюрский), так как львиная доля магматизма позднего триаса Земли принадлежит складчатым областям. Контрастность в распределении ниже- и верхнемеловых вулканитов возросла по той же причине. Подобие графиков, построенных для древних платформ и подвижных поясов проиллюстрировали известное положение А. П. Карпинского [30] о синхронности геологического процесса в устойчивых (платформенных) и подвижных (складчатых) регионах планеты. Это связано с тем, что события в тек-

тоносфере генерируются хотя и меняющимся, но в любой конкретный момент определенным и всеобщим энергетическим состоянием недр.

Ныне мы попробовали продолжить указанные графики за пределы неогена с использованием и материалов по минерагению. Синтез этих «историко-минерагенических» наблюдений над ареалами магматизма различных этапов развития континентов (современная площадь 149,1 млн км², 29,2 % поверхности Земли) за последние 3,8 млрд лет характеризует «магматическая парабола», представленная на рис. 4. При ее построении использованы представления: 1 — о магматогенном воздействии на всю поверхность континентов в

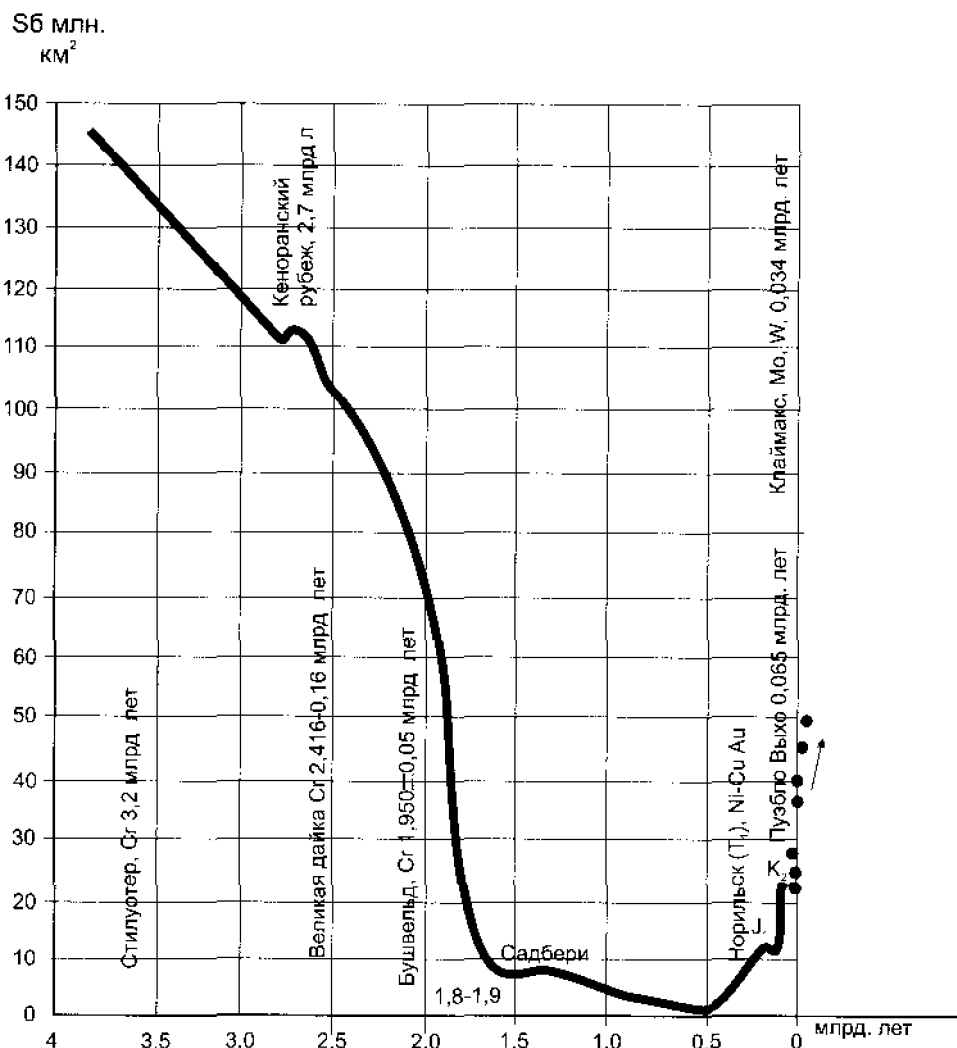


Рис. 4. «Магматическая парабол» — изменения эндогенного воздействия на приповерхностные оболочки Земли в палеогее и неогее, ответственные за диахронность в распределении ресурсов многих видов полезных ископаемых (Au, Ag, Sc, Ni, Co и др.)

раннем архее (среди нижнеархейских пород нет не подвергшихся дораннепротерозойским метаморфическим изменениям); 2 — о постепенном, но сравнительно *быстром сокращении* площадей магматогенного воздействия в позднем архее-раннем протерозое до 70 % площади континентов. От этого интервала сохранились столь мало затронутые метаморфизмом разрезы осадочных толщ, что даже отдельные слои мощностью в миллиметры удается иногда проследить на площади в несколько двухсоттысячных листов (Хаммерсли). *Ранний докембрий, таким образом, можно считать временем остывающей Земли*; 3 — продолжающимся в рифее, но существенно замедлившимся по сравнению с ранним протерозоем *сокращением* площадей магматогенного воздействия. При доминирующей амагматичности континентов выде-

ляются гренвильский, бразильский, северо-африканский центры термально-тектонических изменений. Поздний протерозой — *время «переходной Земли»*, накапливающей энергетический потенциал перед новым своим разогревом; 4 — с венда и раннего протерозоя последовательно, от этапа к этапу, возрастают масштабы магматизма. Если в раннем палеозое он был практически только глубоководным, в девоне его проявления появились на платформах, заняв первые тысячи км², то позже магматиты стремительно захватывали все новые площади. В лейасе они заняли уже 11 млн км² материков, в позднем мелу-палеогене — 22 млн км². Это позволяет говорить об этапе *«разогревающейся Земли»*. Подтверждают эти наблюдения и материалы по щелочно-ультраосновному магматизму других исследователей. По данным А. А. Фролова, он раз-

вивался во времени так: 7 % его тел рифейская, 26 % — палеозойская, 31 — мезозойская, 36 — кайнозойская [1, с. 406].

Каждое месторождение, аномально высокого скопления необходимого человеку природного вещества уже по определению оказывается явлением исключительным, стоящим вне рутинного и неспешного хода природных процессов, но — в этом и есть диалектическое единство противоположностей — в его чертах выражены закономерности этого процесса в концентрированном виде. Притом, что такие гиганты известны для всех этапов развития. *Запасы ключевых* для современной цивилизации *видов минерального сырья* тяготеют к двум максимумам — некоторым интервалам *раннего докембрия и альтйскому*. *Диахронность* заметна не только для золота и серебра или нового редкого металла скандия, но, например, и для никеля. Как известно, из 100—120 млн т подсчитанных запасов этого ценного металла 25—30 % сконцентрировано в рудных полях нижнего докембрия (ранний максимум), а еще столько же (25—40 млн т) — в никеленосных океанических конкрециях (второй максимум), участие эндогенного фактора в росте которых весьма существенно [19, 38]. Дихронность — это и есть две ветви магматической параболы, которая позволяет высказаться и по таким вопросам: 1 — на каком этапе развития Земли существует человечество (**примерно на середине, несколько перешагнув через апекс-высшую точку**); 2 — сколько еще времени существовать Земле (не менее нескольких миллиардов лет).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Историко-минерагенический подход — рассмотрение эволюции минерагенеза по естественным этапам развития планеты — традиционен для отечественной геологии. Он — частный вариант единого историко-геологического метода познания окружающего мира, только и делающего геологию наукой. Обращение к нему способствовало разработке представлений о «рассеянном рудогенезе» [72], зонально-концентрическом глубинном строении Русской платформы, возможном распределении кимберлитов разных продуктивных эпох на ее территории. Историко-минерагенический взгляд в прошлое обнажает неполноту наших знаний о роли летучих в переносе рудного вещества, подталкивает к дальнейшим шагам в исследовании залежей ультратонкого золота в осадочных толщах Русской платформы. Это каса-

ется и ртути, с ее естественной способностью прилипать к золоту, но — находиться с ним продолжительное время лишь при условиях: либо высокой закрытости рудных систем, либо продолжающейся подпитке из недр. Высочайшая склонность ртути к миграции имеет следствием то, что на Луне и ныне дуют ртутные ветры, блестяще описанные Дж. У. Фрондел [81], а на Земле нет достоверно известных, тем более значительных месторождений этого элемента древнее пермских Среднеазиатского пояса. Мы приводим эти данные, чтобы быть понятней при формулировании и еще одного историко-минерагенического вывода: *степень присутствия (или отсутствия) ртути в золоторудных залежах, даже целиком локализованных в породах нижнего докембрия, есть индикатор влияния поздних этапов активизации на минерагенический процесс*. Золото классических месторождений нижнего архея, связанных с коматиитами Барбертона или Западной Австралии, ртути не содержит («старое, мертвое золото»). Зато этого элемента вместе с другими летучими сколько угодно в богатейшей зоне Golden Giant месторождения **Hemlo**, архейский зеленокаменный пояс Hemlo-Heren Bay, одна из частей огромного архейского суперпояса Абитибби, Канада. Руды считают раннедокембрийскими, возможно, в связи с локализацией среди фельзитов, преобразованных в кварц-серицитовые сланцы, и граувакков архея с дометаморфическим возрастом более 2,8 млрд лет. Но само рудное золото содержит до 27 % ртути, встречаются разности сфалерита, содержащие до 30 % ртути, ртутный реальгар, таллий. Здесь же нередки другие минералы таллия, ртуть самородная [5].

Богатое примесями золото Хемло называют «грязным», «типичным золотом раннего докембрия», сохранившимся в первозданном виде, благодаря нахождению в центральных частях рудных зон. Забываются обоснованные выводы А.Е. Ферсмана о поразительной тенденции благородного металла к самоочищению, даже при кратковременном переносе от истоков к устью небольшой реки. *Кайнозойское* ультратонкое золото Воронежской антеклизы с его обильными ртутью, таллием, мышьяком, сурьмой и т.д., оказывается столь похожим на «грязное» золото Хемло... При этом, воронежские золотины, вымытые из палеогеновых толщ пролювиальными потоками уже через годы (или месяцы?) сокращаются в размерах, теряют летучие, явственно демонстрируя тенденцию к самораспаду.

Говорим об этом потому, что не знаем попыток удовлетворительного объяснения того факта, что золотины бассейна Витватерсранд, как показали Т. Oberhur et R. Saager [100], непременно содержат 1,2—6 % Hg. Почему это нельзя интерпретировать как участие летучих в перераспределении металла на весьма поздних стадиях эволюции залежей? Распространенная «пре-седиментационная» (pre-burial) адсорбционная модель R. J. Davidson, объясняющая постоянную корреляцию между содержаниями золота и серебра в местных конгломератах совместным выпадением до захоронения из органоминеральных вод, игнорирует присутствие ртути, тоже постоянное и сопоставимое с концентрациями серебра. Историко-минерагенический подход позволяет надеяться: будущая более совершенная гипотеза многоэтапного и длительного формирования золоторудных скоплений уникального рудного района найдет свое место и вклад в поздние металлогенические процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонин В.В., Бойцов В.Е., Григорьев В.М., Семинский Ж.В., Солодов Н.А., Старостин В.И. Месторождения металлических полезных ископаемых. М., Трикта. Академический проект, 2005. — 718 с.
2. Агашев А.М., Орихаши Ю., Ватанабе Т. и др. Изотопно-геохимические характеристики кимберлитов Сибирской платформы в связи с проблемой их происхождения // Геол. и геофиз., 2000, т. 41, № 1. — С. 90-99.
3. Анфилогов В.Н., Кораблев А.Г., Кабанова Л.Я. Особенности геологического строения и генезис Красновишерских месторождений алмазов (Северный Урал). Отчет Института минералогии УрО РАН, Миасс, 2000. — 36 с.
4. Афанасов М.Н., Николаев В.А., Орлова М.Т., Якобсон К.Э. Первая находка минералов-спутников алмаза в нижневендских отложениях Ладожского грабена // Разв. и охрана недр., 2001, № 6. — С. 8—15.
5. Беневольский Б.И., Гангеев И.Г., Скрипченко В.В., Чернов В.Д., Чайка В.М. Рудные ресурсы и их размещение по геозомам. Благородные металлы (МПП, золото, серебро). Справочное пособие. Под ред. академика Д. В. Рундквиста. М., Недра, 1995. — 223 с.
6. Бетехтин А.Г. О причинах движения гидротермальных растворов // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М.: Из-во АН СССР, 1958. — С. 453—475.
7. Богатилов О.А. (научн. ред.). Лампроиты. М.: 1991, — 380 с.
8. Быков И.Н. Верхнедевонские базальты юго-восточной части Воронежской антеклизы. — Воронеж, ВГУ, 1975. — 134 с.
9. Быков И.Н. О платформенных магматических формациях и предполагаемых эпохах кимберлитового магматизма на Воронежской антеклизе // Вопросы геологии и металлогении докембрия ВКМ // Воронеж, ВГУ, 1974. — С. 35-40.
10. Ваганов В.П., Иванкин П.Ф., Кропоткин П.Н. и др. Взрывные кольцевые структуры щитов и платформ. М.: Недра, 1985. — 120 с.
11. Ваганов В.И. Криптовулканическая модель туффизитов Урала // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Сыктывкар, Геопринт, 2001. — С. 78—79.
12. Валеев Р.Н. Авлакогены Восточно-Европейской платформы. М., Недра, 1978. — 153 с.
13. Веричев Е.М., Головин Н.Н., Заостровцев А.А. Геологическое строение и вещественный состав кимберлитовой трубки им. В. Т. Гриба (ААП) // Очерки по геологии и полезным ископаемым Архангельской области. — Архангельск: Изд-во Поморского университета, 2000. — С. 85—96.
14. Витриченко Э.А., Полканов Ю.А. К проблеме космогенных алмазов в земных условиях // Австроном. Циркуляр, 1972. № 698, С. 2—5.
15. Герцинская складчатость. БСЭ, 1971, т. 6 (автор В. Е. Хаин). В тридцати томах. — С. 430, 431.
16. Дзоценидзе Г.С. Геологические условия формирования марганцевых месторождений Чиатуры и Квирильской депрессии // Новые данные по марганцевым месторождениям СССР. М.: Наука, 1980. — С. 4—21.
17. Дмитриев В.П. Анализ материалов по геологическому строению Центральных районов Восточно-Европейской платформы с целью оценки перспектив их алмазоносности. Титул 1144. М.: ГУЦР, 1986. — 279 с.
18. Дукардт Ю.А., Борис Е.И. Авлакогенез и кимберлитовый магматизм. Воронеж, ВГУ, 2000. — 161 с.
19. Дымкин А.М., Чайка В.М. Эволюция накопления природных соединений семейства железа // М.: Наука, 1992. — 256.
20. Зайцев А.И. О возрасте протолитов кимберлитовых магм Якутии // Отечеств. геол., 2001, № 5. — С. 6—9.
21. Зайцев А.И., Корнилова В.П., Фомин А.С., Томшин М.Д. О возрасте кимберлитовых пород Накынского поля (Якутии) // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения, Воронеж, ВГУ, 2001, № 5. — С. 47—54.
22. Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т. Тектоника и алмазоносный магматизм. Воронеж: Изд-во Воронежск. ун-та, 2004. — 282 с.
23. Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т. Историческая минерагения. Т.1. Введение в историческую минерагению. Воронеж: ВГУ, 2005. В трех томах. — 587 с.
24. Казаков И.И., Макушин А.А. Перспективы коренной алмазоносности Башкирского мегаантиклинория и сопредельных структур // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24—26 апреля 2001 г. Сыктывкар: Геопринт, 2001. — С. 97—100.
25. Казанский В.И., Яновский В.М. Сопоставление мезозойских золоторудных районов Сино-Корейского и Алдано-Станового щитов // Геол. рудн. мест., 2006, т. 48, № 1. — С. 51—70.

26. Калашиник А.А. Перспективы алмазоносности Кировоградского рудного района с позиций разломной тектоники // Перспективи алмазоносності території України. Матеріали науково-технічної наради. Київ, УкрГРІ, 2004. — С. 55—60.
27. Каминский Ф.В., Клюев Ю.А., Константиновский А.А. и др. Находки алмазов в палеозойских отложениях Тимана // ДАН СССР. 1976 . Т. 228, № 4. — С. 917—920.
28. Канцеров В.А., Быков И.Н. О минералах-спутниках алмаза в фанерозойских отложениях юго-востока Воронежской антеклизы // Современ. проблемы геологии. мат. юбилейной научн. сес. геолфака. — Воронеж, ВГУ, 1998. — С. 71—73.
29. Карпенко И.А., Мигачев И.Ф., Михайлов Б.К., Петраш Н.Г. Современная геолого-экономическая оценка месторождения Сухой Лог // Руды и металлы, 2006, №2. — С. 22—27.
30. Карпинский А.П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России // СПб.: Тип. Росс. Императ. Акад. наук. 1894. — 19 с.
31. Кашикарров И.Ф., Полканов Ю.А. О находках алмазов в титан-циркониевых песках // ДАН СССР. — 1964. — Т. 157, № 5, С. 1129—1130.
32. Кацкаров И.Ф., Полканов Ю.А., Борисов В.В., Чайкина Л.В. Исследование алмазоносности технологической пробы песков Волчинской россыпи. Симферополь. 1971. — 120 с.
33. Ключников В.И. Анализ магнитных аномалий при изучении Архангельской алмазоносной провинции. Дис. ... к. геол.-мин. н. Воронеж, 2003. — 149 с.
34. Крамм У., Козарко Л.Н. Магматизм рифтов и складчатых поясов. — М., 1993. — 430 с.
35. Конищев В.С. Геодинамические условия формирования и основные этапы развития Припятско-Донецкого палеорифта // Литосфера. 1998. № 8. — С. 91—97.
36. Лаверов Н.П., Винокуров С.Ф. Условия образования полихронных месторождений урана // Изв. Науки и техники. Рудные месторождения, т. 21. 1988, М.: ВИНИТМ. — 120 с.
37. Ладыгина М.Ю. Минералы-спутники алмаза Западно-Русской алмазоносной субпровинции. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. СПб., 2002. — 24 с.
38. Лисицин А.П. Вклад эндогенного вещества в океанскую седиментацию // Литология на новом этапе развития геологических знаний. М.: Наука, 1981. С. 20—45.
39. Магакьян И.Г. Металлогения (главнейшие рудные пояса). М.: Недра, 1974. — 304 с.
40. Мальков Б.А., Холопова Е.Б. Трубки взрыва и алмазоносные россыпи Среднего Тимана. Сыктывкар, Геопринт, 1995. — 50 с.
41. Мальков Б.А., Холопова Е.Б. Эпохи кимберлитового магматизма, палеороссыпи и промежуточные коллекторы алмазов на Восточно-Европейской, Тимане и Урале // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24—26 апреля 2001 г. Сыктывкар: Геопринт, 2001 г. — С. 194—196.
42. Масайтис В.Л., Данилин А.Н., Мащак М.С. и др. Геология астроблем. М., Недра, 1980. — 232 с.
43. Маракушев А.А., Шахотко Л.И. Стадии формирования и природа Попигаийской алмазоносной кольцевой структуры // ДАН, 2001, т. 377. — С. 366—369.
44. Маракушев А.А., Белый В.Ф. Эндогенная природа Логойской взрывной кольцевой структуры в Белоруссии // ДАН, 2002. т. 383, № 4. — С. 512—515.
45. Мертвецов Д.Н. Хромовые гранаты из силурийских отложений севера Восточно-Европейской платформы // Минералы ультраосновных генезисов в кимберлитах и условия их образования. — Новосибирск, 1988. — С. 3—12.
46. Металлиди И.С., Василенко В.Б., Гейко Ю.В., Зинчук Н.Н. Петрохимическая идентификация ультраосновно-щелочных пород Петровско-Кумачевского поля (Украина) // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. — Воронеж, ВГУ, 2003. — С. 403—408.
47. Митяков С.Н., Беляев А.А., Канев Г.П. и др. Литолого-минералогическая характеристика пограничных отложений триаса и юры южных районов республики Коми в связи с их возможной алмазоносностью // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24—26 апреля 2001 г. Сыктывкар: Геопринт, 2001. — С. 129—131.
48. Михайлов М.В., Беляев Г.А., Кузьмина Т.С. и др. Перспективы обнаружения на Восточно-Европейской новых среднепалеозойских месторождений алмазов // Рег. геология и металлогения, 2000. № 12. — С. 158—177.
49. Михайлов М.В., Беляев В.А., Кузьмина Т.С. и др. Коренные источники алмазов Западно-Русской кимберлитовой субпровинции (Ленинградская область) // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24—26 апреля 2001 г. Сыктывкар: Геопринт, 2001. — С. 125—127.
50. Мстиславский М.М. О происхождении и морфологическом типе майкопского бассейна юга СССР // ДАН, 1972, т. 202, № 5. — С. 1132—1134.
51. Мстиславский М.М. Палеотектонические особенности локализации марганцевых месторождений юга СССР // ДАН, 1981, т. 260, № 5. — С. 932—934.
52. Мстиславский М.М. Марганцеворудный процесс на континентах и условия его реализации (на примере олигоценового марганцеворудного накопления на юге СССР // Условия образования рудных месторождений, труды VI Симпозиума МАГРМ, Тбилиси, 6—12 сент. 1982, М.: Наука, 1986. — С. 820—828.
53. Неймарк Л.А., Немчина А.А., Розен О.М. и др. Sm/Nd изотопные системы в нижнекорковых ксенолитах из кимберлитов Якутии // Докл. РАН, 1992, т. 327, № 3. — С. 374—378.
54. Никитин Е.А., Хомич П.З., Гудак С.П. и др. Перспективы алмазоносности территории Беларуси // Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений. Тезисы Межд. научно-практ. конф. Симферополь—Судак, 1999. — С. 148—151.

55. *Озеров В.С., Озеров Э.Н.* Перспективы алмазности Верхнепечорского района Северного Урала // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24—26 апреля 2001 г. Сыктывкар: Геопринт, 2001. — С. 93—95.
56. *Озеров В.С., Озеров Э.Н.* Открытие кембрийской базальтоидной трубки взрыва на Северном Урале // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24—26 апреля 2001 г. Сыктывкар: Геопринт, 2001. — С. 90—92.
57. *Погребной В.Т.* Марганец карбонатитов как возможный источник руд Южно-украинского бассейна // Условия образования рудных месторождений, труды VI Симпозиума МАГРМ, Тбилиси, 6—12 сент. 1982, М.: Наука, 1986. — С. 829—834.
58. *Полканов Ю.А.* Алмазы в россыпях Восточно-Европейской платформы // Синтет. алмазы. — 1973. — № 3, С. 68—70.
59. *Поляков И.В., Калинин М.М., Сергеева О.С.* Новые аспекты алмазности кимберлитов Терского берега Мурманской области // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24—26 апреля 2001 г. Сыктывкар: Геопринт, 2001, — С. 121—122.
60. Рудные месторождения США, т. I, М.: Мир, 1972. — 660 с.
61. Рудные месторождения США, т. 2, М.: Мир, 1973. — 636 с.
62. *Рундквист Д.В.* О факторе времени при формировании метасоматических пород, жил, прожилков грейзеновых месторождений // Зап. Всесоюз. Мин. об-ва, 1965, ч. ХСIV, вып. 1. — С. 10—27.
63. *Рундквист Д.В.* Фактор времени при формировании гидротермальных рудных месторождений: периоды, эпохи, этапы и стадии рудообразования // Геол. рудн. мест., 1997, т. 39, № 1. — С. 11—24.
64. *Рундквист И.К., Бобров В.А., Смирнова Т.Н., Смирнов М.Ю., Данилова М.Ю., Ащеулов А.А.* Этапы формирования Бодайбинского золоторудного района // Геол. рудн. мест., 1992, № 6. — С. 3—15.
65. *Рундквист Д.В.* Глобальная металлогения // Смирновский сборник. М.: МГУ, 1995. — С. 92—123.
66. *Рундквист Д.В., Ткачев А.В., Гатинский Ю.Г.* Металлогеническая карта крупных и суперкрупных месторождений мира // Геол. рудн. мест., 2004, т. 46, № 6. — С. 262—270.
67. *Погребной В.Т.* Марганец карбонатитов как возможный источник руд южно-Украинского бассейна // Условия образования рудных месторождений, труды VI Симпозиума МАГРМ, Тбилиси, 6—12 сент. 1982, М.: Наука, 1986. — С. 829—834.
68. *Савко А.Д., Щеголев И.Н.* Эпохи корообразования в докембрии Воронежской антеклизы // Литол. и полезн. ископ., 1979, № 1. — С. 64—78.
69. *Савко А.Д., Шевырев Л.Т., Зинчук Н.Н.* Эпохи мощного корообразования и кимберлитового магматизма в истории Земли. Воронеж, Воронежский госуниверситет, 1999, — 102 с.
70. *Савко А.Д., Шевырев Л.Т., Ильяш В.В.* Ассоциации минералов-индикаторов алмазности в осадочном чехле Воронежской антеклизы // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. Воронеж, ВГУ, 2001. — С. 423—433.
71. *Савко А.Д., Шевырев Л.Т., Ильяш В.В.* О проблеме промежуточных коллекторов в Южно-Русской алмазносной субпровинции // Проблемы литологии, минералогии и стратиграфии осадочных образований Воронежской антеклизы. Воронеж. ВГУ, Труды НИИ геологии, 2002. Вып. 11. — С. 5—16.
72. *Савко А.Д., Шевырев Л.Т.* «Рассеянный рудогенез» — вклад в металлоносность осадочных толщ, возможные генетические типы // Вестн. ВГУ, сер. Геол., 2006, № 1. — С. 55—68.
73. *Савко А.Д., Шевырев Л.Т., Егоров А.Ю.* Новые находки алмазов в породах нижнемелового (аптского) коллектора на северо-востоке Воронежской антеклизы // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. Воронеж, ВГУ, 2003. — С. 274—477.
74. *Савченко Н.А., Скрипниченко В.А., Боронтова С.В.* Об изотопном и относительном возрасте кимберлитов Восточно-Европейской платформы // Изотопное датирование эндогенных рудных формаций. Тезисы. Всесоюз. сов. Киев, 1990. — С. 140—143.
75. *Синицин А.В., Ермолаева Л.А., Станковский А.Ф. и др.* О мезозойской тектонической и магматической активизации северной части Русской плиты // ДАН СССР. 1986. Т. 287, № 6. — С. 1458—1461.
76. *Скаржинский В.И., Білоконь В.Г., Кузнецова С.В. и др.* Про прояв альпійського вулканізму на південному схилі Воронезького масиву // Доповиди АН УРСР, 1973, сер. Б. — С. 46—48.
77. *Смирнов М.Ю.* Алмазносные щелочные лампрофиры Северного Тимана // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Сыктывкар, 2001. — С. 50—54.
78. Тектоника Европы. Объяснительная записка к Международной тектонической карте Европы масштаба 1:2500000. Под ред. А. А. Богданова, М. В. Муратова. Н. С. Шатского. М.: Наука, Недра, 1964. — 364 с.
79. *Ушков В.В.* Поиски алмазов в Карелии // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. — Воронеж, 2001. — С. 582, 583.
80. *Фролов А.А., Лапин А.В., Толстов А.В., Зинчук Н.Н., Белов С.В., Бурмистров А.А.* Карбонатиты и кимберлиты (взаимоотношения, минералогия, прогноз). М.: НИА «Природы», 2005. — 540 с.
81. *Фролов В.Т.* Наука геология: философский анализ. Воронеж, ВГУ, 2004. — 78 с.
82. *Фрондел Дж.У.* Минералогия Луны. М., Мир, 1978. — 334 с.
83. *Хаин В.Е.* Региональная геотектоника (Внеальпийская Европа и Западная Азия). М.: Недра, 1977. — 320 с.
84. *Хаин В.Е.* Региональная геотектоника (Альпийский Средиземноморский пояс). М.: Недра, 1984. — 344 с.

85. *Хамхадзе Н.И.* Тектоно-гидротермальная активизация областей накопления кремнисто-марганцевых отложений Грузии в олигоценное время // Условия образования рудных месторождений, труды VI Симпозиума МАГРМ, Тбилиси, 6—12 сент. 1982, М.: Наука, 1986. С. 834—838.
86. *Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Зуев В.М.* История алмаза. М., 1997. — 601 с.
87. *Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И.* Коренные месторождения алмазов Мира. М., Недра, 1998. — 554 с.
88. *Чайка А.И.* Типоморфные особенности мелких алмазов терригенных комплексов пород и их использование при прогнозировании и поисках коренных источников. Изд-во Крымского отделения УГГРИ. Симферополь, 2001. — 34 с.
89. *Чайка А.И., Полканов Ю.А., Рыков К.Е., Юрьева А.Д.* Изучение потенциальной продуктивности песков Воронежской области для оценки их на высокобарическое минеральное сырье. — Симферополь, 2002, — 69 с.
90. *Чайка А.И.* К вопросу о перспективах коренной алмазности Украины // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. — Воронеж, ВГУ, 2003. — С. 173—176.
91. *Чайка А.И.* Цель и задачи шлихо-минералогического и геолого-технологического опробования в поисках алмазных месторождений в Украине на современном этапе // Перспективи алмазності території України. Матеріали науково-технічної наради. Київ, УкрГРІ, 2004. — С. 65—72.
92. *Черный С.Д., Дак А.И., Сафьянников Ю.В. и др.* Минералогические критерии и перспективы алмазности юго-восточной части Воронежского кристаллического массива // Проблемы алмазной геологии. — Воронеж, ВГУ, 2001. — С. 437-442.
93. Широкобоков В.Н. Некоторые особенности глубинного строения Зимнобережного алмазного района // Разв. и охрана недр. 1997. № 3. — С. 56—62.
94. *Шумлянский В.А.* Киммерийская металлогеническая эпоха на территории Украины. Киев, Наукова думка, 1983. — 220 с.
95. *Щукин В.С., Колодько А.А.* Основные направления поисковых работ на алмазы на севере Восточно-Европейской платформы в связи с многоэтапностью кимберлитового магматизма // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. — Воронеж, ВГУ, 2001. — С. 586—587.
96. *Щукин В.С., Саблуков С.М., Саблукова Л.И.* Поздневендский азральный щелочной вулканизм рифтогенного типа в Зимнобережном кимберлитовом районе (Архангельская алмазоносная провинция) // Глубинный магматизм, магматические источники и проблемы плюмов. Труды 11 Межд. семинара. — Владивосток, 2002. — С. 151—165.
97. *Юшкин Н.П.* Проблемы алмазов и роль Тимано-Уральского региона в развитии алмазного потенциала России // Алмазы и алмазность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24—26 апреля 2001 г. — Сыктывкар, Геопринт, 2001. — С. 7—10.
98. *Янишин А.Л., Басенцян Ш.А., Пилипенко А.И., Шлезингер А.Е.* Новые данные о времени образования и глубоководной Черноморской впадины // ДАН, 1980, т. 253, № 1. — С. 1432—1444.
99. *Mao J., Wang Y., Zhang Z., Yu J., Niu B.* Geodynamic settings of Mesozoic large scale mineralization in North China and adjacent areas // Science in China (Series D), 2003, V. 46, № 8. — P. 838—851.
100. *Nicolini P.* Conclusions d'observations sur la localization des mineralisations cupriferes stratiformes dans les series sedimentaires // с. r. Acad. sci., 1961, 253, № 16. — P. 1717—1718.
101. *Oberhur T., Saager R.* Silver and mercury in gold particles from the Proterozoic Witwatersrand placer deposits of South Africa // Econ. Geol, 1986, V. 91, № 1. — P. 20—31.
102. *O'Brien H., Tyni M.* Mineralogy and Geochemistry of Kimberlites and Related Rocks from Finland / Proceed. of the 8th Intern. Kimberlites Conference, 1999. — P. 625—636.
103. *Van Andel I.N.* Consider the incompleteness of the geological record // Nature, 1981, v. 294, № 3. — P. 397—398.