



ЭНДОГЕННЫЕ КРИТЕРИИ АЛМАЗОПОИСКОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНО-СИБИРСКОЙ СУБПРОВИНЦИИ)

И. И. Антипин, И. Ив. Антипин

Научно-исследовательское геолого-разведочное предприятие АК «АЛРОСА», Мирный, Республика Саха (Якутия), Россия

Проведен анализ традиционного минерагенического районирования, специализированного на алмазы, выявлены его недостатки. Применен новый подход к минерагеническому районированию: на основе гипотезы образования алмазоносных пород в корово-мантийных диапирах, образованных за счет мелко- и среднемасштабных плюмов, и эмпирического анализа отражения эталонных кимберлитовых полей Центрально-Сибирской субпровинции в материалах геофизических и тектонических исследований. Установлены прогнозные критерии среднемасштабных объектов алмазопроисхождения. Даны характеристики и границы иерархического ряда прогнозно-поисковых объектов, имеющих конкретное геологическое обоснование, которые могут служить основой для создания геолого-генетических моделей кимберлитобразования и кимберлитовнедрения.

Ключевые слова: Центрально-Сибирская алмазоносная субпровинция, кимберлиты, прогнозирование кимберлитовых полей, термохимический плюм, корово-мантийный диапир, линеаментная зона.

ENDOGENOUS CRITERIA OF DIAMOND OCCURRENCE FORECASTING (A CASE STUDY OF THE CENTRAL-SIBERIAN SUBPROVINCE)

I. I. Antipin, I. Iv. Antipin

AK Alrosa Enterprise of Research and Geological Exploration, Mirny, Sakha (Yakutia) Republic, Russia

The authors have analysed the traditional diamond-targeted division into mineragenic regions and revealed its shortcomings. A new approach to division into mineragenic regions was applied, based on the hypothesis of formation of diamond-bearing rocks in the crust-mantle diapirs derived from small and medium plumes, and the empirical analysis of geophysical and tectonic data on reference kimberlite fields in the Central-Siberian subprovince. Criteria were determined to forecast the occurrence of medium-scale diamond-bearing targets. The hierarchical characteristics and boundaries of targets were suggested and geologically substantiated, based on which geological-genetic models of kimberlite formation and intrusion can be developed.

Keywords: the Central-Siberian diamond-bearing subprovince, kimberlites, kimberlite field forecasting, thermochemical plume, core-mantle diaper, limeament zone.

DOI 10.20403/2078-0575-2017-2-79-91

Основой любого прогнозирования является минерагенический анализ и построенные на его основе минерагенические карты. При этом существуют две их разновидности – эндогенная и экзогенная. По ряду полезных ископаемых последние рассматриваются совместно, продуктом прогнозирования являются рудно-россыпные районы, узлы и т.д. В алмазопроисхождении прогнозные карты традиционно имеют совместную нагрузку. Такое объединение весьма характерно и результативно для металлических полезных ископаемых в складчатых областях, где образования различного возраста и, следовательно, различных этапов минерагенического развития не совпадают в пространстве.

На платформах, тем более в связи с поисками месторождений алмазов, обстановка кардинально меняется. В эндогенной минерагении выделяются разные этапы тектономагматизма (основного, ультраосновного), в том числе и совмещенные в пространстве, сопровождаемые своими особенностями структурно-тектонического контроля и геохимической специализации каждого этапа. В экзогенной минерагении на платформах имеет место перекрытие коренных источников алмазов другими обра-

зованиями, причем неоднократно. Индикаторные минералы кимберлитов (ИМК), в том числе и алмазы, располагаются на различных стратиграфических уровнях, характеризующихся своими палеогеографическими и литодинамическими условиями формирования промежуточных коллекторов и в большинстве случаев не совпадающие в плане. При использовании единой минерагенической карты такое положение не позволяет выделять площади по этапам их развития. Приходится учитывать всю совокупность процессов, протекавших в пределах данной площади в течение всей ее геологической истории, и выделять минерагенические провинции, области, зоны и т.д. по преобладающим признакам. Это уже чисто субъективный фактор, и подобное районирование имеет условный характер. В настоящее время именно на такой основе ведется построение всех прогнозных карт алмазоносности. Для региональных построений такой метод еще пригоден, но для среднемасштабных и крупномасштабных он слишком приблизительный.

Ярким примером служит Среднемархинский район, где минерагения кайнозойских и мезозойских отложений несопоставима и прогнозиро-



вание по первым не позволило в свое время выявить здесь богатые кимберлитовые тела и россыпи алмазов. При внимательном изучении имеющихся прогнозных карт отчетливо заметна определенная доля искусственности не только в положении и границах алмазоносных районов, полей, узлов, но и в их непосредственном выделении по пространственному положению ореолов ИМК и алмазов в промежуточных коллекторах. В данном случае эндогенные критерии являются только вспомогательными. Ясно, что именно недоучет эндогенных критериев прогнозирования – причина отрицательных результатов поисковых работ на закрытых территориях. Следует ясно представлять, что эндогенные критерии зависят от принятой за основу гипотезы кимберлитообразования и кимберлитовнедрения. Очевидно огромное количество разных гипотез, опирающихся на те или иные факты. В соответствии с этим наборы прогнозных критериев, отражающих процессы кимберлитообразования и кимберлитовнедрения, существенно различаются, и если вариант такого набора окажется ошибочным, лишь по счастливой случайности можно открыть коренной источник алмазов.

При сопоставлении разных структурно-тектонических схем, отражающих региональные критерии вероятного проявления кимберлитового магматизма, легко обнаруживаются значительные расхождения в выделении тех или иных элементов земной коры. Так, обособляемые архейские кратоны и разделяющие их пояса могут различаться по размеру, форме и местонахождению [11]. Примерно та же ситуация наблюдается и при рассмотрении схемы блоковой структуры земной коры Сибирской платформы [6]. Существуют и другие, также в чем-то различающиеся или совпадающие схемы тектонического строения, но указанным [6, 11] свойственно то, что они основаны на интерпретации одних и тех же геолого-геофизических данных.

Не слишком улучшает ситуацию и применение комплекса данных, полученных различными методами, в которых надежность итоговых построений определяется повторяемостью выделяемых особенностей, характерных для определенного участка территории. Именно так и обстоит дело при поисках закономерностей пространственного размещения полей кимберлитового магматизма. Чтобы в этом убедиться, достаточно сравнить результаты интерпретации гравиметрических, электромагнитных и сейсмических данных, полученных независимо друг от друга. Нетрудно увидеть, что выделенные контролирующие зоны или прогнозируемые перспективные участки, характеризующиеся теми или иными аномальными особенностями, часто не совпадают, существенно различаются формой, простиранием или размерами. Нет единства мнений и при определении границ самой кимберлитовой провинции.

По современным представлениям, проникновение кимберлитового вещества сквозь земную кору происходило по глубинным разломам, неоднократно оживлявшимся в интервале 130–400 млн лет (от девона до юры включительно). Однако уже доказан листрический характер существующих разломов. По данным сейсморазведки они прослеживаются только в верхней (хрупкой) части коры (до поверхности Конрада), а субвертикальными являются до глубины 10–12 км. Средняя и нижняя кора пластична, соответственно, разломов как таковых там быть и не должно. Исходя из этого можно утверждать, что глубинных или мантийных разломов, по крайней мере в фанерозойский период, не существовало и, следовательно, мантийное вещество не имело доступа вверх, а если и имело, то вследствие листрического характера разломов, материнский очаг кимберлитовой магмы не находился непосредственно под кимберлитовым полем.

Если принять за основу данное представление, то станет ясно, что проведение глубинных геофизических исследований для прогнозирования бесполезно, поскольку нет смысла искать связь кимберлитовых полей на поверхности с глубинным (мантийным) строением районов. А при отсутствии корово-мантийного очага кимберлитовой магмы изменение физических свойств вмещающих пород в приразломном пространстве настолько незначительно, что и практически никакими геофизическими методами его определить не удастся.

В определенной степени под влиянием идей, развиваемых рядом авторов [11], в 1973–1980 гг. были проведены работы методом сейсмических зондирований по изучению глубинного строения южной части кимберлитовой провинции, включающей в себя Малоботубинский и Далдыно-Алакитский районы. Исследования выполнены по серии субширотных профилей и по отдельным маршрутам других направлений. Их результаты обобщены в работе В. Ф. Уарова [12]. На площади около 150 тыс. км² показано отсутствие крупных (100 км и более в поперечнике) морфологических аномалий по поверхности фундамента и подошве консолидированной земной коры, которые коррелировались бы с расположением кимберлитовых полей.

Исходя из приведенных данных, интерпретация которых имеет противоречивый и часто взаимоисключающий характер, наше методологическое решение задачи эндогенного минерагенического районирования базировалось на эмпирическом подходе, основанном на методе аналогий. В качестве объектов-эталонов рассматривались Мирнинское, Алакит-Мархинское, Далдынское, Накынское и Верхнемунское кимберлитовые поля. Было рассмотрено их положение на промежуточных картах м-ба 1:500 000: глубинного строения территорий (по геофизическим данным); структурно-тектонического строения территорий (по геологическим и геофизическим данным); магматических форма-



ций; результатов дешифрирования КС. Рассмотрены различные варианты критериев прогнозирования кимберлитовых полей на основе максимальной проявленности их в пределах известных (эталонных) полей.

Проанализировано положение эталонных кимберлитовых полей на региональных геофизических картах рельефа осадочного чехла, К2 (сейсмическая граница в земной коре Сибирской платформы на глубинах 20–30 км), поверхности Мохо, подошвы верхней коры; строение верхней мантии; аномалии магнитного и гравитационного полей от кристаллической коры; мощности верхней (средней) и нижней коры; гравитационный эффект поверхности Мохо; средние скорости продольных волн в нижней коре и в земной коре; области разуплотнения земной коры; распределение сопротивлений для глубин 9,5, 20, 34, 49, 70, 100 км [6, 7].

Лучше всего совпадают с расположением эталонных кимберлитовых полей данные по распределению высоких сопротивлений (рис. 1–3) на всех изученных уровнях и в области разуплотнения земной коры (рис. 4). Кроме того, намечается определенная положительная корреляция с мощностью нижней коры и рельефом поверхности Мохо (повышенная мощность всей земной коры и ее нижней части). По остальным параметрам корреляция весьма сомнительна, в частности, отсутствует приуроченность кимберлитовых полей к определенным блокам фундамента. Поля располагаются как в стабильных блоках, так и в межблоковых зонах.

Результаты этого анализа служат подтверждением принятой нами за основу схемы кимберлитового алмазообразования (рис. 5), а ослабленные зоны в мантии можно объяснить с позиции мантийного термохимического плюма: «Мантийные плюмы рождаются за счет потока газов (H_2 , CH_4 , KN и др.) из металлического ядра, который окисляется при взаимодействии с минералами нижней мантии и понижает температуру плавления смеси оксидов нижней мантии. Рожденный в местах концентрации газовых струй расплав прокладывает себе дорогу в верхней и нижней мантии по механизму „газовой горелки“ со скоростью, на порядок выше максимальной скорости конвекции... Плюмовый магматизм проявляется на поверхности в виде больших ареалов базальтовых извержений и интрузий в литосфере, а также ареалами кимберлитовых трубок и щелочных, щелочно-ультраосновных интрузий, которые добавляют разнообразия в состав континентальной коры» [1].

При прогнозировании положения кимберлитовых полей весьма важен механизм кимберлитового внедрения. Теоретически, если следовать гипотезе мантийного диапира или плюма, контроль глубинного магматизма, в том числе и кимберлитового, связан с ослабленными кольцевыми зонами, располагающимися по периферийным частям купольных структур гидравлического нагнетания, которые

возникают при внедрении ультраосновной магмы. В пределах этих зон в результате тектонической активности магматических очагов происходит образование дивергентного ряда глубинных магматитов, в том числе алмазоносных, от толеитовых базальтов до карбонатитов. Однако к моменту тектономагматической активизации диапира уже существуют более ранние региональные и трансрегиональные зоны разломов, образующие определенную тектоническую решетку и являющиеся проницаемыми зонами. Поэтому разгрузка магматического очага происходит не только по периферии, но и в центральной части.

Практика алмазопоисковых работ показывает, что кимберлитовые разломы можно выделить только после обнаружения кимберлитовых тел. Они практически не определяются по геофизическим материалам, хотя исследователи воспринимают их наличие как должное. Это вполне естественно: должна же быть какая-то ослабленная зона, позволяющая кимберлитовой магме проникать во вмещающие породы. Обозначают такие разломы в основном по направлениям удлинения кимберлитовых тел.

Нам представляется, что выход из подобного положения может быть найден путем изучения линейно-амбипланной тектоники, основы которой заложены У. Г. Хоббсом [16] и в дальнейшем развивались в работах его последователей [3, 4, 10, 14, 17, 18].

Большинство специалистов под линеаменами понимают некоторые линейные или линейно организованные структуры земной поверхности, которые прямо или косвенно отражают особенности геологической структуры, в том числе глубинные разрывы и трещиноватость погребенного фундамента.

В геологической практике линеаменты, трассирующие зоны повышенной нарушенности, деформированности и раздробленности земной коры, могут отражать и подводящие каналы различных флюидов и растворов, а значит, служить прямыми индикаторами при поисках месторождений различных полезных ископаемых.

По протяженности линеаменты могут быть локальные, региональные, трансрегиональные (или суперлинеаменты) и глобальные (планетарные). С уменьшением масштаба исследований они концентрируются в зоны и пояса регионального, трансрегионального и планетарного значения. Отдельные линеаменты, как правило, подчиняются пространственной упорядоченности, образуя геометрически закономерно ориентированные системы ортогонального и диагонального простирания. Особого внимания заслуживают участки пересечения линеаментов различной ориентировки – линеаментные узлы, к которым приурочено значительное количество месторождений полезных ископаемых.

Основным методом выделения линеаментов является дешифрирование космических снимков различного наполнения и масштаба. В качестве

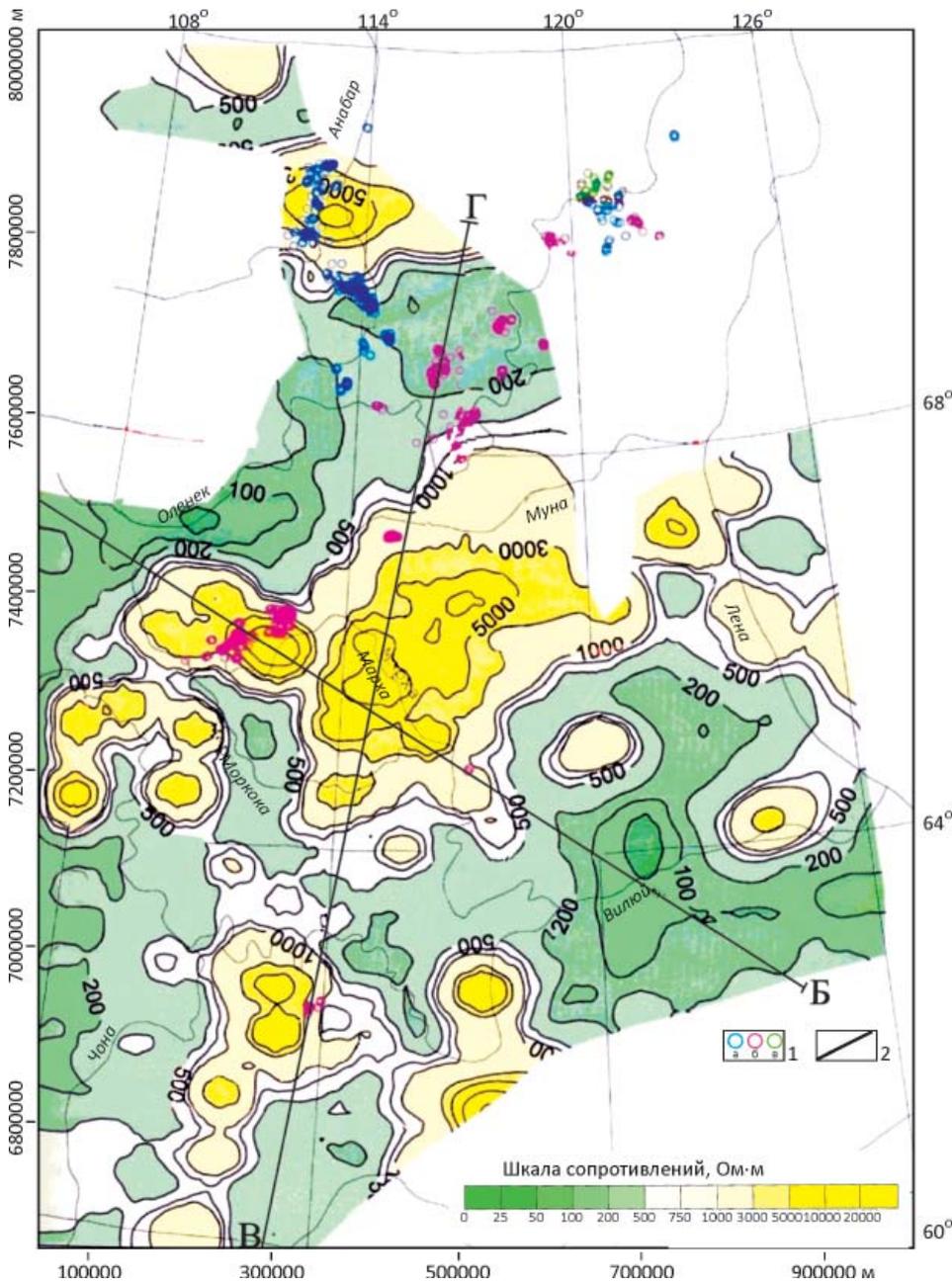


Рис. 1. Распределение сопротивлений (Ом·м) для глубины 34 км (по [7])

1 – кимберлитовые тела: а – мезозойские, б – среднепалеозойские, в – смешанного возраста; 2 – линии разреза

дополнительных материалов могут быть использованы топографические и геофизические карты. Фото- и телеизображения Земли из космоса – это не только объективная, но и практически документальная информация. Они бесстрастно фиксируют все особенности рельефа и ландшафта земной поверхности, в то время как все традиционные изображения (топографические, геологические, геофизические и прочие карты и схемы) имеют довольно низкий «коэффициент доверия», поскольку построены или непосредственно субъектом, или при его активном – субъективном – участии [4].

Линеamentная тектоника обладает весьма характерными и специфичными для нее особенностями.

Автономность линеamentов выражается в том, что они далеко не везде и не всегда совпадают со структурами, известными по геологическим

и геофизическим данным. Это свидетельствует о несовпадении структурных планов поверхностной геологии и различных по глубине уровней земной коры. Параллельно наблюдается и совпадение линеamentов и их систем (зон) с отдельными элементами геологического строения Земли (рис. 6), что может указывать на их структурно-контролирующую роль. Они часто служат ограничениями рифтовых депрессий, складчатых поясов, платформ, плит и щитов, краевых прогибов.

Транзитность линеamentов и их систем заключается в том, что для них как бы не существует ни структурных барьеров, ни разницы физико-механических свойств горных пород, ни сложной геологической эволюции гетерогенных блоков земной коры. Дело в том, что и отдельные линеamentы, и их системы с удивительным постоянством траассируются на гигантские расстояния, «просвечивая» и под древ-

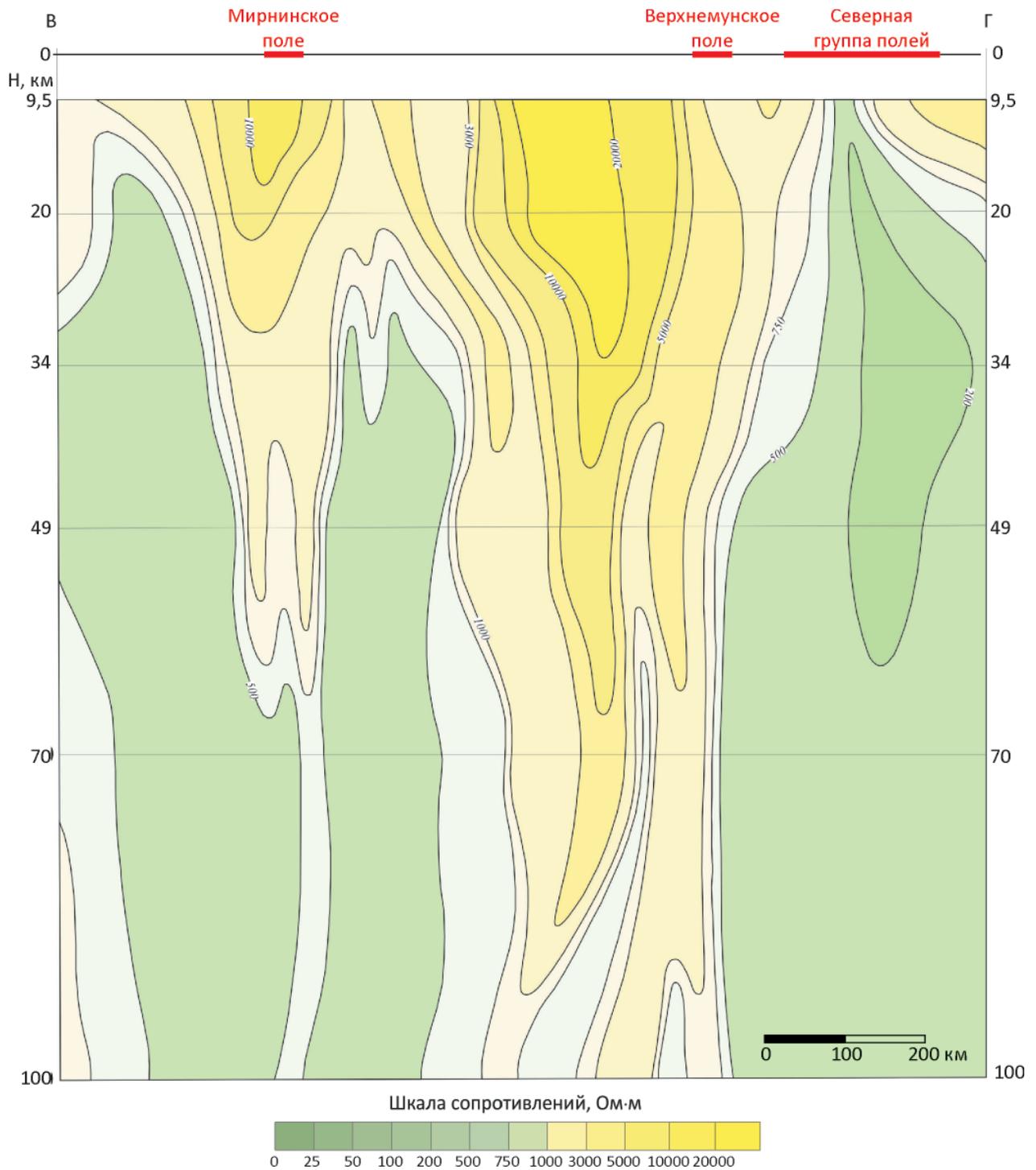


Рис. 3. Геоэлектрический разрез по линии ВГ. Распределение сопротивления (Ом·м) в разрезе по данным МТЗ (использованы погоризонтные схемы О. Л. Полторацкой) [7]

ранним стадиям развития планеты, т.е. к концу архея – началу протерозоя [13].

Как показали многочисленные исследования, большинство линейных структур литосферы не имеют отношения к возникновению складчатых зон, а образуют на поверхности Земли сетку геометрического типа. (Ее еще называют регматической или стационарной сеткой разрывов, зон диастрофизма и линеаментов разного масштаба и морфологии, располагающихся системно относительно друг друга и относительно оси вращения Земли и, видимо, связанных по происхождению с ориен-

тировкой и кинематикой напряжений ротационной природы [8].) По данным С. И. Стрельникова, необходимым условием для реализации этих напряжений в виде разрывных нарушений является наличие жесткой в современном понимании земной коры. Такие условия возникли, очевидно, на рубеже архея и раннего протерозоя.

Линеаменты и их системы, но особенно линеаментные узлы, образованные за счет сочленения или пересечения линеаментов и их зон, часто контролируют расположение месторождений полезных ископаемых, в том числе и кимберлитовых полей (см. рис. 6).

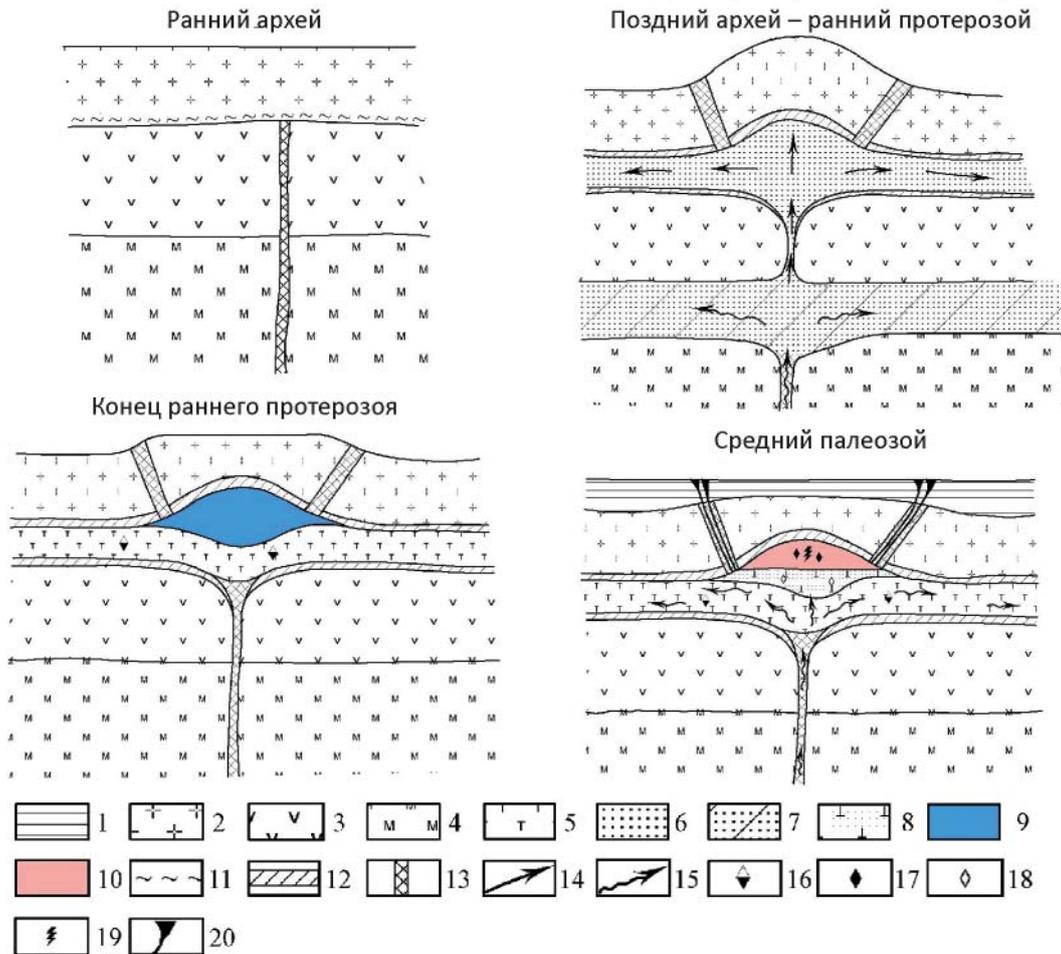


Рис. 5. Принципиальная схема кимберлитово- и алмазообразования (предложена В. М. Ивановым в 2011 г.)

Слои: 1 – осадочный, 2 – гранитогнейсовый, 3 – гранулит-базитовый, 4 – верхняя мантия; 5 – промежуточный, образованный породами мантийного диапира; 6 – ультраосновной расплав; 7 – зона объемного плавления пород верхней мантии; 8 – расплав кимберлитовый; 9 – залежь углеводородов; 10 – среда газовая; зоны: 11 – катакластического разрушения пород, 12 – внешняя мантийного диапира, 13 – ослабленные; пути движения: 14 – расплава; 15 – газового плюма; 16 – алмазы в породах мантийного диапира; 17 – образование зародышей алмазов; 18 – рост алмазов в кимберлитовом расплаве; 19 – самостоятельный электрический газовый разряд; 20 – становление кимберлитовых трубок

тировке зеленокаменных поясов Канады, Южной Африки, Индостана, Австралии, В. Е. Хаин относит начало процесса линеаментогенеза к позднему архею или не позднее начала протерозоя [13].

В связи с тем что по мере геологического развития планеты тектоническая активность Земли снижается, а структура земной коры становится все более раздробленной, можно предположить, что масштаб линеаментогенеза снижается в этом направлении. Соответственно, самые древние линеаменты – самые протяженные и глубокие, а самые молодые – короткие

Зондирование поверхности Земли из космоса и наземные геологические исследования позволили выявить многочисленные кольцевые структуры размерами от сотен метров до 2–3 тыс. км. По геолого-геофизическим данным и специальным наземным исследованиям было установлено, что 70–80 % этих структур связано с геологическими процессами по-

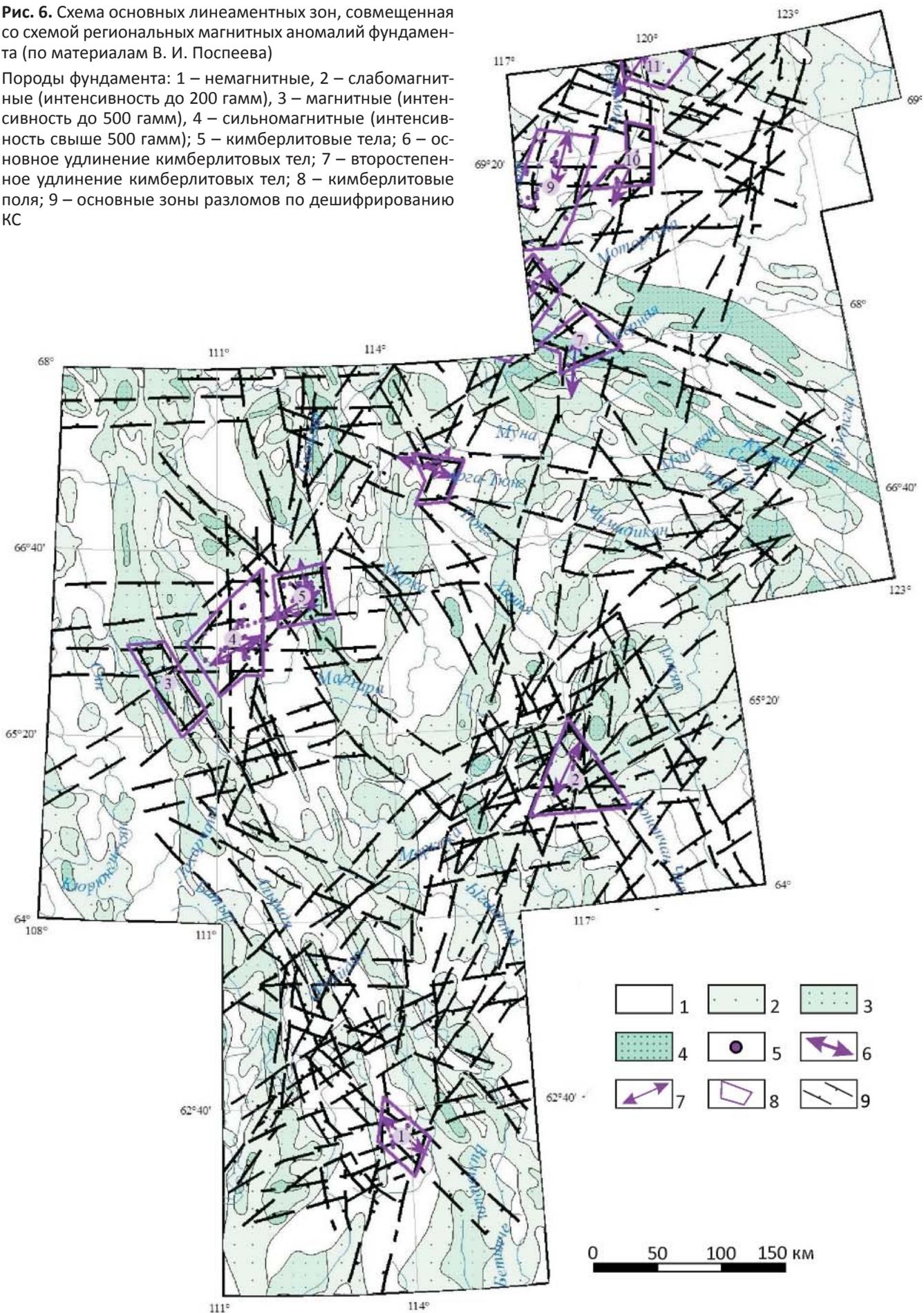
следних 3 млрд лет, а также выявлено значительное количество кольцевых структур, образовавшихся в результате падения крупных метеороидов [5]. Наиболее полно и четко они определяются при дешифрировании аэрокосмических снимков, т.е. методика их выделения аналогична таковой для линейных линеаментов. Многие исследователи [2, 3, 9, 15 и др.] придают большое значение кольцевым образованиям в комплексе структурных, вещественных и иных факторов, определяющих минералогению.

Ю. А. Косыгин, В. В. Юшманов и В. А. Маслов в 1981 г. исходили из приуроченности многих кольцевых структур к разломам и в результате моделирования пришли к выводу, что между этими образованиями существует генетическая связь. Однако если линеаменты линейной формы имеют опосредованную связь непосредственно с земными процессами, то кольцевые структуры по своему генезису являются эндогенными, экзогенными и кос-



Рис. 6. Схема основных линейamentных зон, совмещенная со схемой региональных магнитных аномалий фундамента (по материалам В. И. Поспеева)

Породы фундамента: 1 – немагнитные, 2 – слабомагнитные (интенсивность до 200 гамм), 3 – магнитные (интенсивность до 500 гамм), 4 – сильномагнитные (интенсивность свыше 500 гамм); 5 – кимберлитовые тела; 6 – основное удлинение кимберлитовых тел; 7 – второстепенное удлинение кимберлитовых тел; 8 – кимберлитовые поля; 9 – основные зоны разломов по дешифрированию КС





мическими, и только первые могут иметь для нас практическое значение.

Исходя из приоритетной важности линеаментной тектоники в минерагении, мы использовали ее основные элементы, а именно: результаты дешифрирования аэрокосмических мелко- и среднемасштабных снимков. При этом мы основывались на карте интерпретации материалов аэро- и космических снимков м-бов 1:1 000 000–1:200 000 (данные И. М. Осташкина, 1980 г.), а также на собственных материалах по дешифрированию черно-белых космических снимков территории Вилуюско-Мархинской зоны м-бов 1:1 000 000–1:100 000.

Линейные линеаменты дешифрируются на всех видах космоснимков (КС) м-бов 1:100 000 и 1:1 000 000. Прекрасная обзорность КС позволяет легко трассировать их на большие расстояния. Для их опознавания на КС используются в основном те же дешифрировочные признаки, что и при дешифрировании обычных аэрофотоснимков. В речных долинах линеаменты фиксируются по спрямленным участкам русла; уступам коренных пород вдоль одного из бортов долины; тыловым швам террас; «встречным» прямолинейным притокам, располагающимся на одной линии по обоим бортам речной долины. На междуречьях они опознаются по спрямленным линиям водоразделов, грядам коренных пород, сквозным долинам, цепочкам озер и тонким линиям аномального фототона. Нередко они дешифрируются по прямолинейной смене рисунка и фототона изображения. На КС м-бов 1:200 000–1:100 000 иногда видны смещения пластов коренных пород по обеим сторонам линеамента. На цветных, спектрозональных и синтезированных КС многие линеаменты видны резче за счет изменения цвета или оттенка фототона. Размеры линеаментов варьируют от первых до сотен километров.

Кольцевые, дуговые и спиралеобразные структуры, так же как и линейные, опознаются по закономерным изгибам гидросети и рельефа, тонким изогнутым линиям аномального фототона на водораздельных пространствах, иногда по смене рисунка, тона или цвета фотоизображения в пределах всей структуры или какой-то ее части. Размеры выявленных структур очень разнообразны – от 3 до 150 км в поперечнике. Форма их различная: от правильных колец, эллипсов и овалов до полуколец, дуг и спиралей. Взаимоотношения между собой самые причудливые. Встречаются единичные структуры, отрисовывающиеся одной линией, или сложно построенные концентрические, когда в наиболее крупное кольцо вложена система последовательно убывающих в размере более мелких. Структуры могут пересекаться между собой с разной степенью перекрытия, иногда отмечается касание двух смежных структур. Крупные структуры нередко бывают осложнены по периферии серией более мелких (рис. 7).

Рассмотрим элементы минерагенического районирования исходя из принятой большинством исследователей иерархии алмазоносных минерагенических таксонов: провинция – субпровинция – зона – район – поле – куст – трубка.

В пределах изученной территории иерархический ряд начинается с субпровинции, которой отвечает область высоких сопротивлений в верхней части мантии и земной коре. Как дополнительный признак можно использовать единый среднепалеозойский возраст находящихся здесь кимберлитовых тел. Такие единицы, как зона и район если и просматриваются, то весьма условно, субъективно и неубедительно.

Наиболее информативен на современного этапе исследований таксон кимберлитового поля. По терминологии С. С. Шульца [14], это естественная группировка пространственно сближенных кимберлитовых тел, происхождение которых связано с развитием единой вертикальной «стволовой» зоны повышенной проницаемости. Крайним звеном в иерархическом ряде прогнозно-поисковых объектов наших исследований и является кимберлитовое поле.

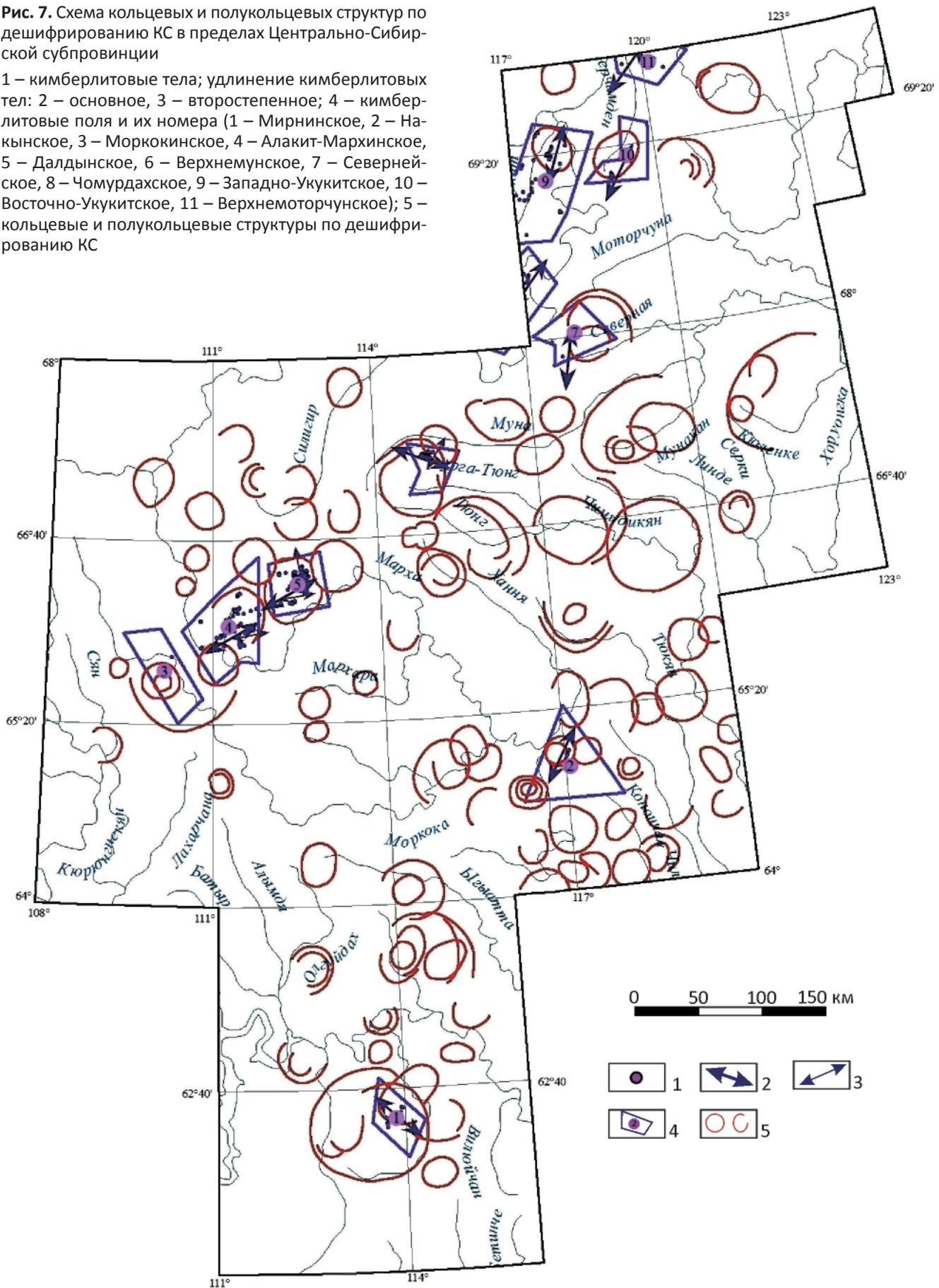
На основании описанных фактурных элементов, прогнозные критерии проявления алмазоносного кимберлитового магматизма базируются на гипотезе образования источника алмазоносных пород в корово-мантийном диапире, сформировавшемся за счет мелко-среднемасштабных плюмов (в отличие от трапповых суперплюмов, в том числе и Тунгусского). Эти диапиры, сопровождаемые проработкой вмещающих пород, образуют в коре и верхней мантии области высоких сопротивлений пород. Они отчетливо выделяются геофизическими методами исследования и, соответственно, имеют конкретные границы. Пути проникновения на поверхность или в верхние горизонты земной коры служат региональные и трансрегиональные линеаментные зоны (особенно узлы их пересечения), выделяемые на основе совместного анализа тектонических нарушений по результатам геологических, геофизических исследований и дешифрирования космо- и аэрофотоснимков. Эти зоны образуют определенную тектоническую решетку, являются наиболее древними по заложению (архей-раннепротерозойскими) [13] и в то же время наиболее проницаемыми за счет многократного подновления тектоническими элементами. Эмпирическая проверка такой гипотезы, проведенная нами на территории алмазоносных кимберлитовых полей, ее подтверждает.

Отсюда, характеристика и прогнозные критерии мелко-среднемасштабных иерархических эндогенных минерагенических таксонов кимберлитового магматизма следующие.

Алмазоносная (потенциально алмазоносная) субпровинция – крупный (десятки, первые сотни тысяч квадратных километров) геоблок древней платформы, ограниченный в плане серией сбли-

Рис. 7. Схема кольцевых и полукольцевых структур по дешифрованию КС в пределах Центрально-Сибирской субпровинции

1 – кимберлитовые тела; удлинение кимберлитовых тел: 2 – основное, 3 – второстепенное; 4 – кимберлитовые поля и их номера (1 – Мирнинское, 2 – Накынское, 3 – Моркокинское, 4 – Алакит-Мархинское, 5 – Далдынское, 6 – Верхнемунское, 7 – Севернейское, 8 – Чомурдахское, 9 – Западно-Укукитское, 10 – Восточно-Укукитское, 11 – Верхнемоторчунское); 5 – кольцевые и полукольцевые структуры по дешифрованию КС



женных корово-мантийных диапиров, отраженных в земной коре областями высоких сопротивлений

(>1000 Ом·м) и имеющих близкий возраст алмазонасыщенных коренных пород.



Алмазоносный (потенциально алмазоносный) **район** – крупный блок субпровинции, ограниченный в плане границами одного корово-мантийного диапира.

Алмазоносное (потенциально алмазоносное) **кимберлитовое поле** – естественная группировка пространственно-сближенных кимберлитовых тел, происхождение которых связано с развитием единой вертикальной «стволовой» зоны повышенной проницаемости в пределах района. Ограничивается блоком узла пересечения линеаментных зон, сопровождаемым участком разуплотнения земной коры и кольцевыми (дуговыми) структурами второго порядка (диаметр 25–50 км).

Не исключено, что некоторые прогнозируемые поля, так же как и часть известных кимберлитовых тел, могут быть слепыми, т.е. не выходящими на поверхность кимберлитовмещающих пород.

Предложенный методический подход к специализированному на алмазы минерагеническому районированию позволил нам конкретизировать границы алмазоносных субпровинций, значительно сократив их территории, детализировать границы кимберлитовых полей, создать основу для моделей участков благоприятных для проявления кимберлитового магматизма. Дополнительное использование характера распространения ИМК и алмазов в перекрывающих терригенных отложениях (экзогенная минерагения) позволяет классифицировать эти участки по степени перспективности, что приведет к значительному повышению результативности и эффективности алмазопоисковых работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Добрецов Н. Л.** Глобальная геодинамическая эволюция Земли и глобальные геодинамические модели // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51, № 6. – С. 761–784.

2. **Доливо-Добровольский А. В., Стрельников С. И.** Основные типы крупнейших эндогенных кольцевых структур земной коры // Применение дистанционных методов при геологических исследованиях: обзор научных трудов. – Л., 1978. – С. 38–62.

3. **Кац Я. Г., Макарова Н. В.** О карте кольцевых структур континентов мира // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. – 1985. – № 6. – С. 32–41.

4. **Кац Я. Г., Полетаев А. И., Румянцева Э. Ф.** Основы линеаментной тектоники. – М.: Недра, 1986. – 140 с.

5. **Кольцевые** структуры континентов Земли / В. Н. Брюханов, В. А. Буш, М. З. Глуховский и др. – М.: Недра, 1987. – 184 с.

6. **Мананов А. В., Романов Н. Н., Полторацкая О. Л.** Кимберлитовые поля Якутии. – Воронеж: Изд-во ун-та, 2000. – 82 с.

7. **Полторацкая О. Л.** Некоторые особенности глубинного строения Якутской алмазоносной субпровинции по геоэлектрическим свойствам // Геология, закономерности размещения, методы про-

гнозирования и поисков месторождений алмазов. – Мирный, 1998. – С. 284–286.

8. **Проблемы** глобальной корреляции геологических явлений / под ред. Ю. Г. Леонова, В. Е. Хаина. – М.: Наука, 1980. – 240 с.

9. **Серокуров Ю. Н., Калмыков В. Д., Зуев В. М.** Космические методы при прогнозе и поисках месторождений алмазов. – М.: Недра, 2001. – 198 с.

10. **Синицын А. В., Дауев Ю. М., Гриб В. П.** Структурное положение и продуктивность кимберлитов Архангельской провинции // Геология и геофизика. – 1992. – № 10. – С. 74–84.

11. **Структурный** контроль проявлений кимберлитового магматизма на северо-востоке Сибирской платформы / К. Б. Мокшанцев, В. В. Еловских, В. В. Ковальский и др. – Новосибирск: Наука, 1974. – 98 с.

12. **Уаров В. Ф.** Глубинные сейсмические зондирования земной коры и верхов мантии в Якутской кимберлитовой провинции: автореф. дис. ... к.г.-м. н. – Новосибирск, 1983. – 16 с.

13. **Хаин В. Е.** Тектоника линеаментов и неомобилизм // *Geologica Balcanica*. – Sofia, 1978. – 8.3, Sept. – P. 3–8.

14. **Шульц С. С. (мл.)**. Тектоника плит, планетарная трещиноватость и линеаменты на космических снимках Земли // Изв. вузов. Сер. Геология и разведка. – 1974. – № 12. – С. 23–25.

15. **Carter W. D.** Geological and geophysical investigations of a circular feature defined in space photography of Arizona // Proc. of the 7th Internat. Symposium on Remote Sensing of Environment. Ann. Arbor. – Michigan, 1971.

16. **Hoobs W. H.** Lineaments of Atlantic border region // Bull. Geol. Soc. Amer. – 1904. – Vol. 15. – P. 483–506.

17. **Neev D., Hall J. K., Saul J. M.** The Pelusium Megashear System across Africa and Associated Lineament swarms // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. – 1982. – Vol. 87, No. B2. – P. 1015–1030.

18. **Sonder R. A.** Die Lineament tektonik und ihre Probleme // Geol. Helv. – 1938. – Vol. 31, No. 1. – P. 199–238.

REFERENCES

1. Dobretsov N.L. Global geodynamic evolution of the Earth and global geodynamic models. *Geologiya i geofizika – Russian Geology and Geophysics*, 2010, vol. 51, no. 6, pp. 592–610.

2. Dolivo-Dobrovolsky A.V., Strelnikov S.I. *Osnovnye tipy krupneyshikh endogennykh kol'tsevykh struktur zemnoy kory. Primenenie distantsionnykh metodov pri geologicheskikh issledovaniyakh. Obzor nauchnykh trudov* [Major types of the largest endogenous ring structures in the Earth's crust. Application of remote methods in geological exploration. Review of research works]. Leningrad, 1978, pp. 38–62. (In Russ.).

3. Kats Ya.G., Poletaev A.I. [Lineament tectonics of the Alps being a mountain folded framing of



the East-European platform]. *Izv. VUZov, Geologiya i razvedka – Bulletin of Higher Educational Institutions. Geology and Exploration*, 1983, no. 3, pp. 3–13. (In Russ.).

4. Kats Ya.G., Poletaev A.I., Rumyantseva E.F. *Osnovy lineamentnoy tektoniki* [Basics of lineament tectonics]. Moscow, Nedra Publ., 1986. 140 p. (In Russ.).

5. Bryukhanov V.N., Bush V.A., Glukhovskiy M.Z., et al. *Kol'tsevyye struktury kontinentov Zemli* [Ring structures of the Earth's continents]. Moscow, Nedra Publ., 1987. 184 p. (In Russ.).

6. Manakov A.V., Romanov N.N., Poltoratskaya O.L. *Kimberlitovye polya Yakutii* [Kimberlite fields of Yakutia]. Voronezh, VGU Publ., 2000. 82 p. (In Russ.).

7. Poltoratskaya O.L. [Certain features of deep structure of the Yakut diamond-bearing subprovince in terms of geotectonics]. *Geologiya, zakonomernosti razmeshcheniya, metody prognozirovaniya i poiskov mestorozhdeniy almazov* [Geology, location regularities, methods to predict and search for diamond deposits]. Mirny, 1998, pp. 284–286. (In Russ.).

8. *Problemy global'noy korrelyatsii geologicheskikh yavleniy* [Issues of global correlation of geological features]. Moscow, Nauka Publ., 1980. 240 p. (In Russ.).

9. Serokurov Yu.N., Kalmykov V.D., Zuev V.M. *Kosmicheskie metody pri prognoze i poiskakh mestorozhdeniy almazov* [Space methods to predict and search for diamond deposits]. Moscow, Nedra Publ., 2001. 198 p. (In Russ.).

10. Sinitsyn A.V., Dauev Yu.M., Grib V.P. [Structural position and productivity of kimberlites in the Arkhangelsk province]. *Geologiya i geofizika – Geology and Geophysics*, 1992, no. 10, pp. 74–84. (In Russ.).

11. Mokshantsev K.B. et al. *Strukturnyy kontrol' proyavleniy kimberlitovogo magmatizma na severovostoke Sibirskoy platformy* [Structural controls of kimberlite magmatism occurrences in the northeast of the Siberian Platform]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1974. 98 p. (In Russ.).

12. Uarov V.F. *Glubinnye seismicheskie zondirovaniya zemnoy kory i verkhov mantii v Yakutskoy kimberlitovoy provintsii* [Deep seismic sounding of the Earth's crust and the upper mantle within the Yakut kimberlite province]. Author's abstract of PhD thesis, Novosibirsk, 1983. 16 p. (In Russ.).

13. Khain V.E. *Tektonika lineamentov i neomobilizm* [Lineament tectonics and neomobilism]. *Geologica Balcanica*, 8.3, Sofia, Sept., 1978, pp. 3–8. (In Russ.).

14. Shults S.S. (jun.). [Plate tectonics, planetary fracturing and lineaments in the space pictures of the Earth]. *Izv. VUZov, Geologiya i razvedka – Bulletin of Higher Educational Institutions. Geology and Exploration*, 1974, no. 12, pp. 23–25. (In Russ.).

15. Carter W.D. Geological and geophysical investigations of a circular feature defined in space photography of Arizona. *Proc. of the 7th Internat. Symposium on Remote Sensing of Environment*. Ann. Arbor, Michigan, 1971.

16. Hoobs W.H. Lineaments of Atlantic border region. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1904, vol. 15, pp. 483–506.

17. Neev D., Hall J. K., Saul J. M. The Pelusium Megashear System across Africa and Associated Lineament swarms. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 1982, vol. 87, no. B2, pp. 1015–1030.

18. Sonder R. A. Die Lineament tektonik und ihre Probleme. *Geol. Helv.*, 1938, vol. 31, no. 1. pp. 199–238.

© И. И. Антипин, И. Ив. Антипин, 2017