GEODYNAMICS & TECTONOPHYSICS

PUBLISHED BY THE INSTITUTE OF THE EARTH'S CRUST
SIBERIAN BRANCH OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

2011 VOLUME 2 ISSUE 4 PAGES 325–340 DOI:10.5800/GT-2011-2-4-0048 ISSN 2078-502X

MIKHAIL M. ODINTSOV'S CONTRIBUTION TO DEVELOPMENT OF THE MINERAL AND RAW MATERIALS COMPLEX OF THE EASTERN SIBERIA

K. N. Egorov

Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS, 664033, Irkutsk, Lermontov street, 128, Russia

Abstract: The publication is devoted to the role of Mikhail M. Odintsov, Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences, and his scientific school in solution of fundamental problems related to regularities of occurrence of endogenic mineral resources at ancient platforms. Based on mineragenic zonation data on the south-eastern segment of the Siberian platform, Mikhail M. Odintsov determined the location of the Angaro-Viluisky ore belt that controls deposits and ore occurrences of magnetite, sulfates of copper and nickel, gold, base metals, barite, celestine, and diamonds. Fundamental concepts proposed and developed by Mikhail M. Odintsov contributed significantly to studies of structures and evolution of ancient platforms and facilitated development of modern forecasting concepts concerning exploration of primary and alluvial deposits of diamonds in the southern part of the Siberian craton.

Key words: Siberian platform, Angaro-Viluisky ore belt, minerageny of ancient platforms, kimberlites, trappes, diamonds, iron-ore deposits.

Recommended by D.P. Gladkochub 16 November 2011

Citation: *Egorov K.N.* Mikhail M. Odintsov's contribution to development of the mineral and raw materials complex of the Eastern Siberia // Geodynamics & Tectonophysics. 2011. V. 2. № 4. P. 325–340. doi:10.5800/GT-2011-2-4-0048.

ВКЛАД ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА АН СССР М.М. ОДИНЦОВА В РАЗВИТИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

К. Н. Егоров

Институт земной коры СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия

Аннотация: В статье рассмотрена роль члена-корреспондента АН СССР М.М. Одинцова и его научной школы в решении фундаментальных проблем, связанных с закономерностями размещения эндогенных полезных ископаемых на древних платформах. По данным минерагенического районирования юго-восточной части Сибирской платформы М.М. Одинцовым выделен Ангаро-Вилюйский рудный пояс, который является рудоконтролирующей структурой для месторождений и рудопроявлений магнетита, сульфидов меди и никеля, золота, полиметаллов, барита, целестина, а также алмазов. Показано плодотворное влияние фундаментальных представлений М.М. Одинцова о строении и эволюции древних платформ на создание современных прогнозных построений, касающихся поисков коренных и россыпных месторождений алмазов на юге Сибирского кратона.

Ключевые слова: Сибирская платформа, Ангаро-Вилюйский рудный пояс, минерагения древних платформ, кимберлиты, траппы, алмазы, железорудные месторождения.

1. Введение

5 ноября 2011 г. исполнилось 100 лет со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Михаила Михайловича Одинцова – выдающегося сибирского ученого-геолога, первооткрывателя якутских алмазов, директора крупнейшего в Восточной Сибири академического института (1954–1976 гг.), председателя Восточно-Сибирского филиала СО АН СССР (1965–1969 гг.) (рис. 1).

Будучи прекрасным организатором как теоретических, так и прикладных исследований, М.М. Одинцов возглавлял несколько важных научных направлений Института земной коры СО РАН, связанных с изучением геологического строения Сибирской платформы и раскрытием ее минерально-ресурсного потенциала. Однако наиболее значительным общегосударственным достижением М.М. Одинцова и его учеников стал блестящий прогноз и открытие в нашей стране одной из крупнейших алмазоносных провинций мира.

2. М.М. Одинцов и его научная школа

Первые предположения об алмазах на Сибирской платформе появились у М.М. Одинцова в 1939 г. во время геологических маршрутов по Нижней Тунгуске. Но только через восемь лет, в 1947 г., М.М. Одинцову удалось практически реализовать свою идею о возможной алмазоносности Сибирской платформы. Под научным и техническим руководством Михаила Михайловича были обнаружены первые россыпи алмазов на Нижней Тунгуске, Вилюе и Мархе, блестяще подтвердившие его смелые прогнозы и научную прозорливость. Именно в это время особенно ярко проявился его талант как идейного вдохновителя и организатора алмазопоисковых отрядов, которые образуют впоследствии геологическую элиту знаменитой Амакинской экспедиции.

С 1949 г. М.М. Одинцов руководил работами по планомерной геологической съемке наметившихся алмазоносных районов. Ею была охвачена громадная территория в бассейнах рек Нижней Тунгуски, Вилюя и Оленека [*Одинцов и др., 1957; Одинцов, 1958*]. При этом были намечены и переданы Амакинской экспедиции наиболее перспективные участки для поисков алмазов, где последующие детальные изыскания привели к открытию ряда алмазоносных кимберлитовых трубок.

В этот период под руководством М.М. Одинцова была создана молодая сибирская школа алмазников, в которую вошли Б.М. Владимиров, В.А. Твердохлебов, С.Ф. Павлов, Л.Н. Зведер, Т.П. Колесникова, В.Г. Домышев и многие другие сотрудники института. Кроме того, к ученикам М.М. Одинцова с полным правом можно отнести и его идейных почитателей, таких, как Г.Х. Файнштейн, Б.Н. Соколов, Б.А. Успенский, М.Ф. Кузнецов, А.А. Хайдуров и др., которые самоотверженно работали с верой в правильность прогноза перспектив коренной и россыпной алмазоносности Сибирской платформы.

Результаты работ, проведенных с 1947 г. по 1950 г. М.М. Одинцовым и его иркутскими учениками, явились ключевыми в создании алмазодобывающей отрасли в СССР. Выделенные М.М. Одинцовым перспективные на обнаружение источников алмазов территории Якутии и по сей день являются первоочередными как по приращению запасов алмазов, так и с точки зрения прогноза новых алмазоносных районов.

Решающее значение в планировании дальнейших поисков коренных месторождений алмазов сыграли выводы М.М. Одинцова о кимберлитовой природе найденных алмазов, четкое определение вероятных эпох кимберлитового магматизма и разработка методики поисков алмазоносных кимберлитов [*Одинцов, 1958; Одинцов, Файнштейн, 1960*], которая многие годы успешно применялась не только у нас, но и в Африке, куда выезжали для работы ученики М.М. Одинцова – Б.М. Владимиров, В.А. Твердохлебов, Т.П. Колесникова.

Сибирские геологи, с неослабным интересом следившие за работами Тунгусской, затем Амакинской и Северной экспедиций, единодушно считали М.М. Одинцова первооткрывателем, «отцом» сибирских алмазов [*Файнштейн, 1988; Михаил Михайлович Одинцов, 2001*].

Особенностью научной и организационной деятельности М.М. Одинцова являлось умение сплотить научных работников и практиков и мобилизовать их на решение насущных задач геологической отрасли. В 1955 г. М.М. Одинцов наметил перспективы алмазоносности южной части Сибирской платформы и Присаянья, а через два года организовал и возглавил совместные алмазопоисковые работы Института земной коры СО РАН и Иркутского геологического управления. В результате успешной работы его учеников в юго-западной части Сибирской платформы были обнаружены первые коренные источники алмазов Присая-

Рис. 1. Михаил Михайлович Одинцов – доктор геолого-минералогических наук, профессор, член-корреспондент АН СССР.

Fig. 1. Mikhail M. Odintsov, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences.

нья – лампроитовые жилы докембрийского возраста (В.А. Александров, М.А. Меркинбаев, Б.М. Владимиров), а также алмазоносные россыпи в бассейнах рек Бирюсы, Уды и Оки (В.Т. Андрианов, В.Е. Дибров и др.). Главные итоги широкомасштабных алмазопоисковых работ на территории юго-запада Сибирской платформы М.М. Одинцов со своими учениками обобщил в монографии «Структура, вулканизм и алмазоносность Иркутского амфитеатра», в которой рассмотрены вопросы перспектив обнаружения коренной и россыпной алмазоносности Иркутской области [*Одинцов и др., 1962*].

В последние годы жизни М.М. Одинцов возглавил авторский коллектив, прежде всего из своих учеников, который должен был создать первую всеобъемлющую сводку накопленных научных сведений об алмазных коренных и россыпных месторождениях Советского Союза. Впоследствии эта работа была завершена коллективом авторов ИЗК СО РАН, ИГиГ СО РАН, ЦНИГРИ, Мингео СССР и опубликована в виде двухтомной монографии [*Месторождения алмазов СССР, 1984*]. За эту работу коллектив авторов, в том числе ученик Михаила Михайловича Б.М. Владимиров, в 1991 г. удостоен Государственной премии СССР. М.М. Одинцов, являясь одаренным и энергичным лидером, сумел за короткий срок создать сибирскую школу алмазников из сотни специалистов-геологов, работающих в научных и производственных организациях, среди которых много кандидатов, докторов наук, лауреатов различных государственных премий, а также награжденных правительственными наградами.

Одним из ярких примеров многогранной деятельности М.М. Одинцова является успешное решение фундаментальной проблемы минерагенического районирования древних платформ [*Одинцов, 1960, 1965, 1972, 1976; Одинцов и др., 1970*]. Теоретические положения, на основе которых были сформулированы главные принципы размещения полезных ископаемых, до сих пор широко используются многими исследователями при создании многопараметровых моделей объектов прогноза и поисков различных полезных ископаемых. Осуществив глубокий анализ закономерностей размещения полезных ископаемых на Сибирской платформе и обрамляющих ее складчатых систем (1939–1980 гг.), М.М. Одинцов выделил Ангаро-Вилюйский рудный пояс [*Одинцов, Домышев, 1977*], который был впоследствии детально изучен под его непосредственным руководством большим коллективом научных сотрудников и геологов-практиков [*Ангаро-Вилюйский рудный пояс…, 1980*].

3. Ангаро-Вилюйский рудный пояс – крупнейшая минерагеническая субпровинция южной части Восточной Сибири

Проведенное М.М. Одинцовым и его учениками структурно-формационное и минерагеническое районирование юга Восточной Сибири позволило дать перспективную оценку территории по широкому спектру минеральных ресурсов и значительно раскрыть минерагенический потенциал Сибирской платформы в целом [*Одинцов, 1940, 1948, 1960, 1986; Одинцов, Сериков, 1947; Одинцов, Бухаров, 1975*]. Впервые минерагения юга Восточной Сибири рассмотрена на уровне антеклиз первого порядка (обширные области докембрийского фундамента), антеклиз второго порядка (площади развития пород моложе докембрийского возраста), Тунгусской структурно-вулканической области и зон долгоживущих разломов.

Вдоль юго-восточного края Тунгусской структурно-вулканической области, по представлению М.М. Одинцова [*Одинцов, 1980; Ангаро-Вилюйский рудный пояс…, 1980*], расположен Ангаро-Вилюйский рудный пояс, протягивающийся с юго-запада на северо-восток от Присаянья до среднего течения р. Вилюй, ограниченный с юго-востока Ангаро-Вилюйской зо-

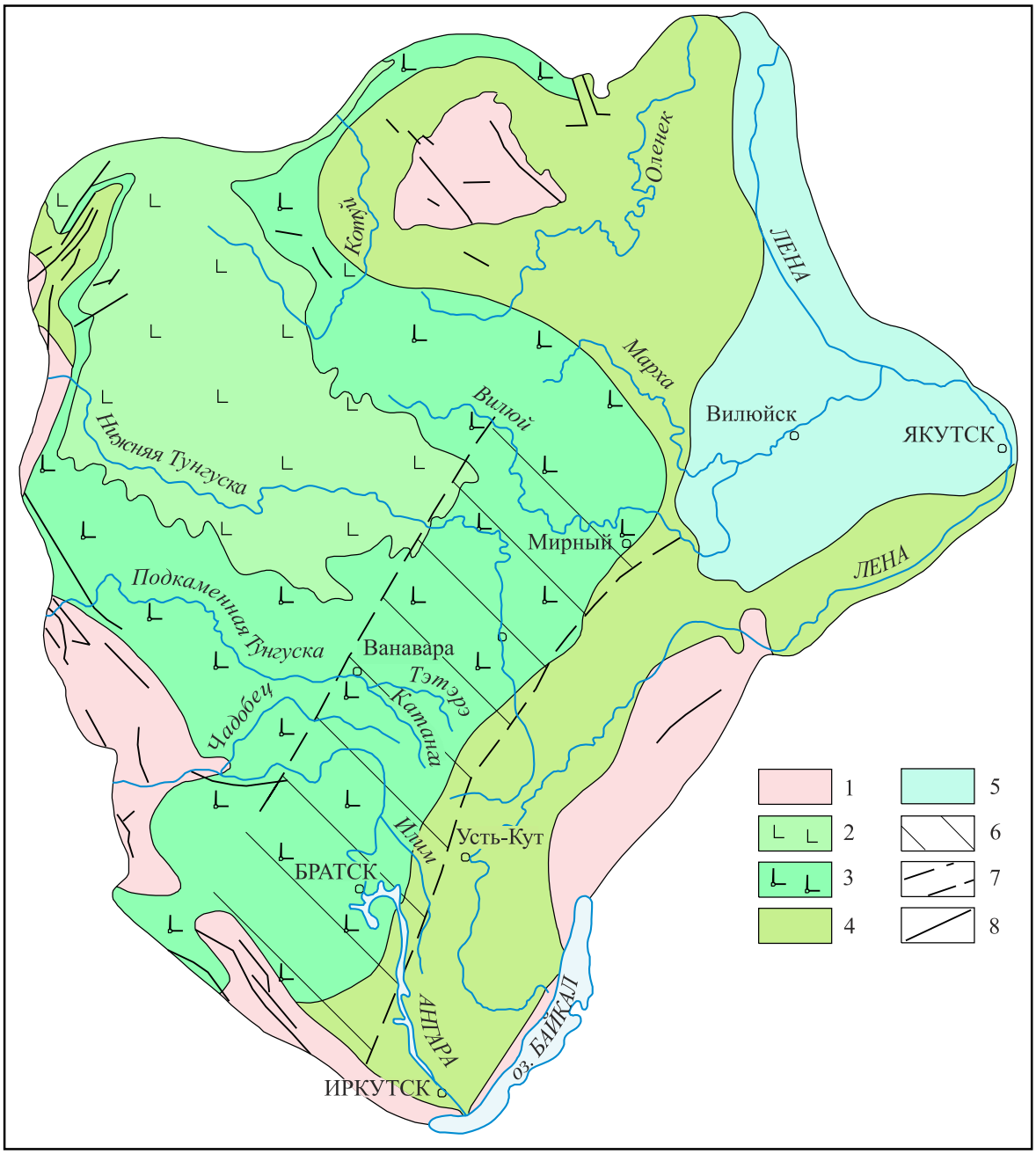


Рис. 2. Ангаро-Вилюйский рудный пояс в структуре Сибирской платформы по [*Ангаро-Вилюйский рудный пояс…, 1980*] с добавлениями. *1* – выступ пород докембрия; *2* – туфолавовая толща Тунгусской синеклизы (P_2–T_1); *3* – область массового проявления эксплозивного и интрузивного траппового магматизма (P_2–T_1); *4* – нижнепалеозойский осадочный чехол платформы; *5* – мезозойские отложения; *6* – внутреннее поле Ангаро-Вилюйского рудного пояса; *7* – региональные зоны глубинных разломов; *8* – разрывные нарушения.

Fig. 2. The Angaro-Viluisky ore belt in the structure of the Siberian platform according to [*Ангаро-Вилюйский рудный пояс…, 1980*] with additions. *1* – edge of the Precambrian rocks; *2* – lava and tuff bed of the Tunguska tectonic depression (P_2–T_1); *3* – area of massive manifestation of explosive and intrusive trappe magmatism (P_2–T_1); *4* – Low Paleozoic sedimentary cover of the platform; *5* – Mesozoic deposits; *6* – inner field of the Angaro-Viluisky ore belt; *7* – regional zones of deep faults; *8* – faults.

ной глубинных разломов фундамента, а с северо-запада – Катанга-Илимпейской зоной скрытого глубинного разлома (рис. 2). В пределах Ангаро-Вилюйского рудного пояса расположены разновозрастные структурно-магматические комплексы: на юго-западе – мезопротерозойские базиты и алмазоносные лампроиты, неопротерозойские карбонатиты, пикриты и кимберлиты Присаянья, а на северо-востоке – среднепалеозойские базиты, трахибазальты и промышленно алмазоносные кимберлиты Мирнинского поля. Путями проникнове-

ния рудных флюидов в породы осадочного чехла, по мнению М.М. Одинцова с соавторами, служат диатремы, сохранившиеся от вулканических эксплозивных базитовых трубок, и дизъюнктивные нарушения в породах осадочного чехла, концентрирующиеся преимущественно в вулканотектонических кольцевых структурах. При этом М.М. Одинцов предложил новую гипотезу о генезисе железных руд, связанных с месторождениями ангаро-илимского типа, суть которой заключается в следующем [*Одинцов, 1980*].

Образование рудных месторождений – магнетитовых и других, а также низкотемпературной рудной и неметаллической минерализации не связано с внедрившимися в осадочные породы силлами, дайками базитов среднепалеозойского или пермотриасового возраста. Как правило, по отношению к ним оруденение оказывается более молодым, будучи наложенным на гипабиссальные тела и пирокластические породы основного состава даже раннего триаса. Не связано оно и с автометасоматическими процессами, в результате которых происходит мобилизация каких-либо компонентов из вмещающих пород с образованием рудных ореолов вокруг магматических тел. Если подавляющее большинство гипабиссальных интрузий платобазальтов (траппов) имеет пермотриасовый возраст, то рудообразовательный процесс развивается в юрском периоде и оруденение охватывает юрские отложения (Октябрьское месторождение магнетита в Ангаро-Вилюйском рудном поясе).

По мнению М.М. Одинцова с соавторами [*Ангаро-Вилюйский рудный пояс…, 1980*], рудные месторождения Ангаро-Вилюйского рудного пояса на всем его протяжении демонстрируют вертикальную и одновременно латеральную зональность оруденения, проявляющуюся в том, что в направлении снизу вверх и от центральных зон диатрем к периферии изменяется минералогический состав руд – от наиболее высокотемпературных магнетитов к сульфидам, содержащим медь и никель, затем сульфидным рудопроявлениям полиметаллов (цинк и свинец) и ртутной минерализации. Минерагенический цикл заканчивается нерудными гидротермалитами с оптическим кальцитом, баритом, целестином, кварцем и халцедоном. Этот рудообразовательный процесс был единым и для всей Тунгусской структурно-вулканической области – от Ангаро-Илимского рудного района до северо-запада Сибирской платформы с Норильским и Талнахским месторождениями. Активизация глубинных магматических очагов в юрском периоде и связанное с ней рудообразование представляют собой реакцию древней Сибирской платформы на тихоокеанский диастрофический цикл [*Одинцов, 1986*]. С юрским периодом совпадают и последние проявления вулканизма в Тунгусской структурно-вулканической области. Крупные до суперкрупных магнетитовые месторождения характерны только для трапповой формации Сибирской платформы и отсутствуют в других ее аналогах (рис. 3).

Выделенный М.М. Одинцовым с учениками Ангаро-Вилюйский рудный пояс является перспективным не только на обнаружение месторождений магнетита, меди, цинка, свинца, никеля, минералов группы платины, оптического шпата, но и коренных и россыпных месторождений алмазов. Согласно научным взглядам М.М. Одинцова, базитовая и кимберлитовая магмы являются глубинными образованиями и их появление обусловлено процессами дифференциации исходных расплавов, генерируемых при частичном плавлении верхней мантии в зонах глубинных разломов [*Одинцов, 1986; Месторождения алмазов СССР, 1984*]. Следовательно, зоны скрытых глубинных разломов фундамента могут быть использованы как платобазальтами, включая глубинные магматические очаги, флюиды которых дали в постмагматическую стадию рудоносные растворы, так и более глубинной кимберлитовой магмой. По мнению М.М. Одинцова, проявления кимберлитов в Ангаро-Вилюйской зоне глубинных разломов в первую очередь следует ожидать по периферии и внутри Непского свода [*Ангаро-Вилюйский рудный пояс…, 1980*]. Необходимо отметить, что на территории Ангаро-Вилюйского рудного пояса находятся промышленно алмазоносные кимберлиты Мирнинского поля, алмазоносные лампроиты Присаянья, кимберлиты, лампроиты Чадобецкого поднятия, а также многочисленные ареалы алмазов и индикаторных минералов кимберлитов в разновозрастных осадочных коллекторах.

4. Современный взгляд на минерагению Ангаро-Вилюйского рудного пояса – уникальной кладовой полезных ископаемых Иркутской области

Влияние идей М.М. Одинцова на проблемы минерагении юга Восточной Сибири по-прежнему велико в настоящее время. В частности, созданные М.М. Одинцовым и его научной школой теоретические разработки по перспективам алмазоносности юго-западной части Сибирской платформы применимы и по сей день [*Одинцов, 1980, 1986; Месторождения алмазов СССР, 1984*]. Это становится особенно актуальным в связи с неизбежным исчерпанием ресурсов известных месторождений алмаза в Якутии. Темпы прироста запасов алмазов в Якутии начали отставать от объемов добычи, при этом реальный прирост алмазов обеспечивается только за счет доразведки глубоких горизонтов эксплуатируемых месторождений. Все это актуализирует задачу осуществления ревизионной оценки территории юга Восточной Сибири для выявления промышленных месторождений алмазов в новых перспективных районах, и прежде всего в юго-западной части Сибирской платформы.

На сегодняшний день сотрудниками ИЗК СО РАН проведен детальный анализ перспектив на обнаруже-

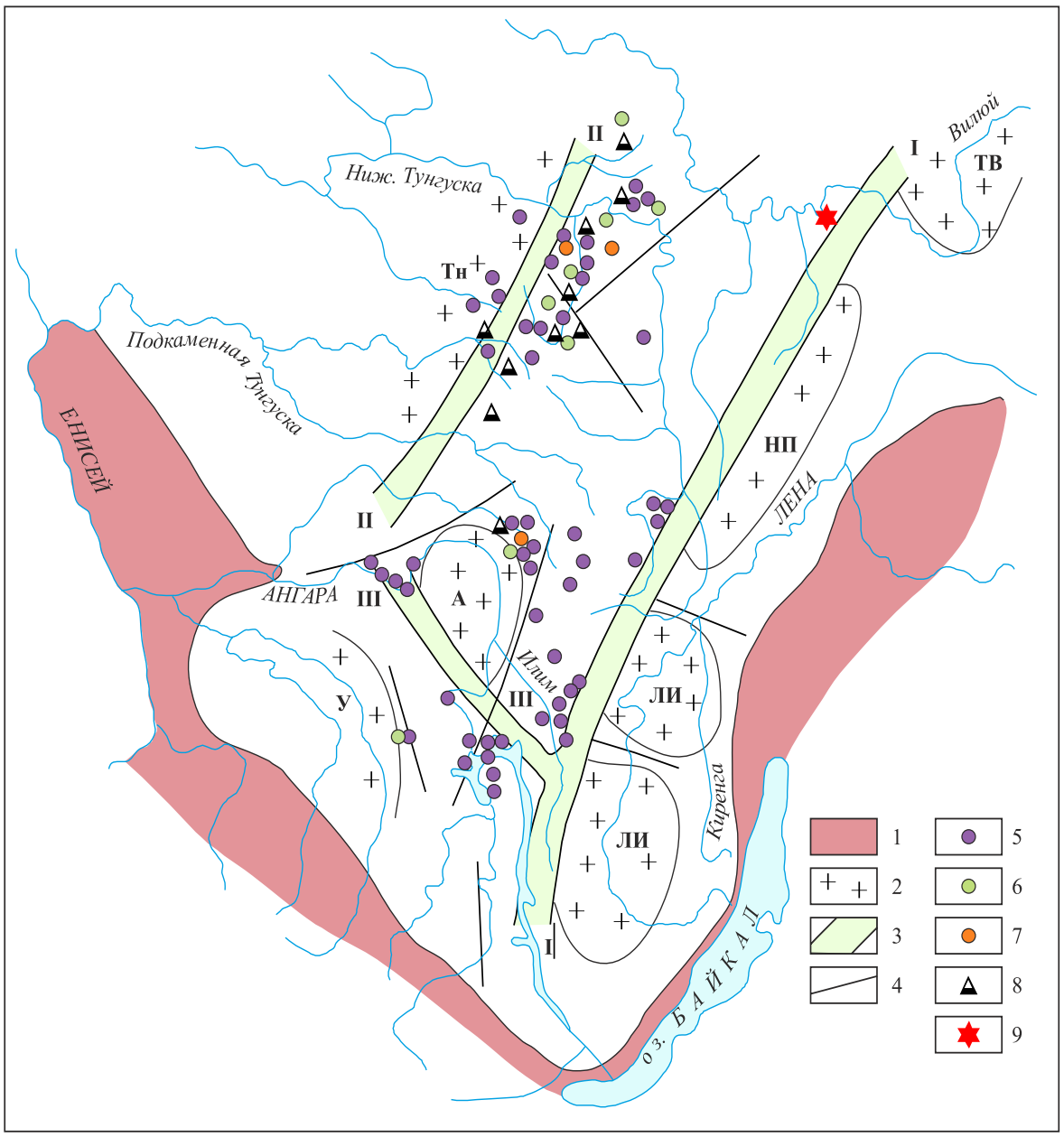


Рис. 3. Схема геологической структуры фундамента и рудопроявлений Ангаро-Вилюйского рудного пояса по [*Ангаро-Вилюйский рудный пояс…, 1980*] с добавлениями. *1* – краевая антеклиза платформы – выступ докембрийского фундамента; *2* – жесткие массивы внутри докембрийского фундамента под осадочным чехлом (ЛИ – Лено-Илимский, НП – Непско-Пеледуйский, ТВ – Тюнго-Вилюйский, А – Ангарский, Тн – Тунгусский, У – Удинский); *3* – зоны главнейших разломов в докембрийском фундаменте (I – Ангаро-Вилюйская, II – Катанга-Илимпейская, III – Ангаро-Ковинская); *4* – зоны разломов фундамента высших порядков; *5–8* – рудопроявления: *5* – магнетитовых руд, *6* – медных сульфидных руд, *7* – золота, *8* – кальцита, целестина и барита; *9* – Мирнинское кимберлитовое поле.

Fig. 3. A schematic map of the geological structure of the base and ore occurrences of the Angaro-Viluisky ore belt according to [*Ангаро-Вилюйский рудный пояс…, 1980*] with additions. *1* – marginal anteclise of the platform – the edge of the Precambrian base; *2* – rigid massifs inside the Precambrian base under the sedimentary cover (ЛИ – Leno-Ilimsky, НП – Nepsko-Peleduisky, ТВ – Tyungo-Vilyuisky, А – Angarsky, Тн – Tungussky, У – Udinsky); *3* – zones of major faults in the Precambrian base (I – Angaro-Viluiskaya, II – Katangsko-Ilimpeiskaya, III – Angaro-Kovinskaya); *4* – highest-order fault zones in the base; *5–8* – ore occurrence: *5* – magnetite ores, *6* – copper sulphide ores, *7* – gold, *8* – calcite, celestine, and barite; *9* – Mirny kimberlite field.

ние коренной и россыпной алмазоносности юго-западной части Сибирской платформы (в пределах Ангаро-Вилюйского рудного пояса) с использованием принципиально новых комплексных геолого-геофизических, структурно-тектонических, палеогеографических и минерагенических материалов, полученных за период 1995–2007 гг. [*Егоров и др., 2003; Барышев и др., 2004, 2008*]. Разномасштабное районирование алмазоносных территорий юго-западной части Сибирской платформы реализовано: 1) на тектонической основе с

учетом данных по глубинному строению на уровнях: поверхности астеносферы, подошвы земной коры, поверхности кристаллического фундамента; 2) по данным палеотектонических, палеогеологических, палеогеографических реконструкций (с рифея до современного периода) геологического развития юго-западной части Сибирской платформы; 3) с привлечением новых литолого-вещественных и минералого-геохимических данных изучения разновозрастных коллекторов алмазов; 4) по типоморфным особенностям алмазов. Выделены основные палеотектонические структуры среднепалеозойского возраста, которые являются наиболее важными тектоническими элементами в определении структурной позиции алмазоносных минерагенических зон и площадей. В пределах Присаянского, Чуно-Бирюсинского, Муро-Ковинского, Илимо-Катангского, Нижнетунгусского и Тычанского алмазоносных районов определены перспективные площади с различными по вещественному составу потенциальными коренными источниками алмазов. Составлены: 1) карта минерагенического районирования юга Сибирской платформы масштаба 1:2 500 000; 2) карта распространения алмазов и МСА на территории юго-западной части Сибирской платформы масштаба 1:500 000; 3) карта прогноза алмазоносности Иркутской области с ее ресурсным потенциалом масштаба 1:1 000 000.

В пределах Ангаро-Вилюйского рудного пояса выделяются три алмазоносные минерагенические зоны: Присаянская, Удино-Тунгусская, Ангаро-Вилюйская (рис. 4). Каждая минерагеническая зона имеет свой глубинный структурный каркас и определенные различия в минерагении. Критериями для выделения потенциально- и алмазоносных минерагенических зон являются: структурные швы, разграничивающие архейские разновозрастные блоки земной коры; мантийно-коровые трансгеоблоковые ослабленные тектонические зоны; региональные корово-мантийные и коровые разломы; проявления щелочно-базальтоидного, щелочно-ультраосновного, кимберлитового и лампроитового магматизма, россыпные проявления алмазов [*Барышев и др., 2008*]. Последние, будучи пространственно приуроченными к глубинным структурным элементам кратонных областей платформы, могут выступать трассерами и являться критериями для обоснованного выделения потенциально алмазоносных зон с разновозрастными коренными источниками кимберлитового и (или) лампроитового типа.

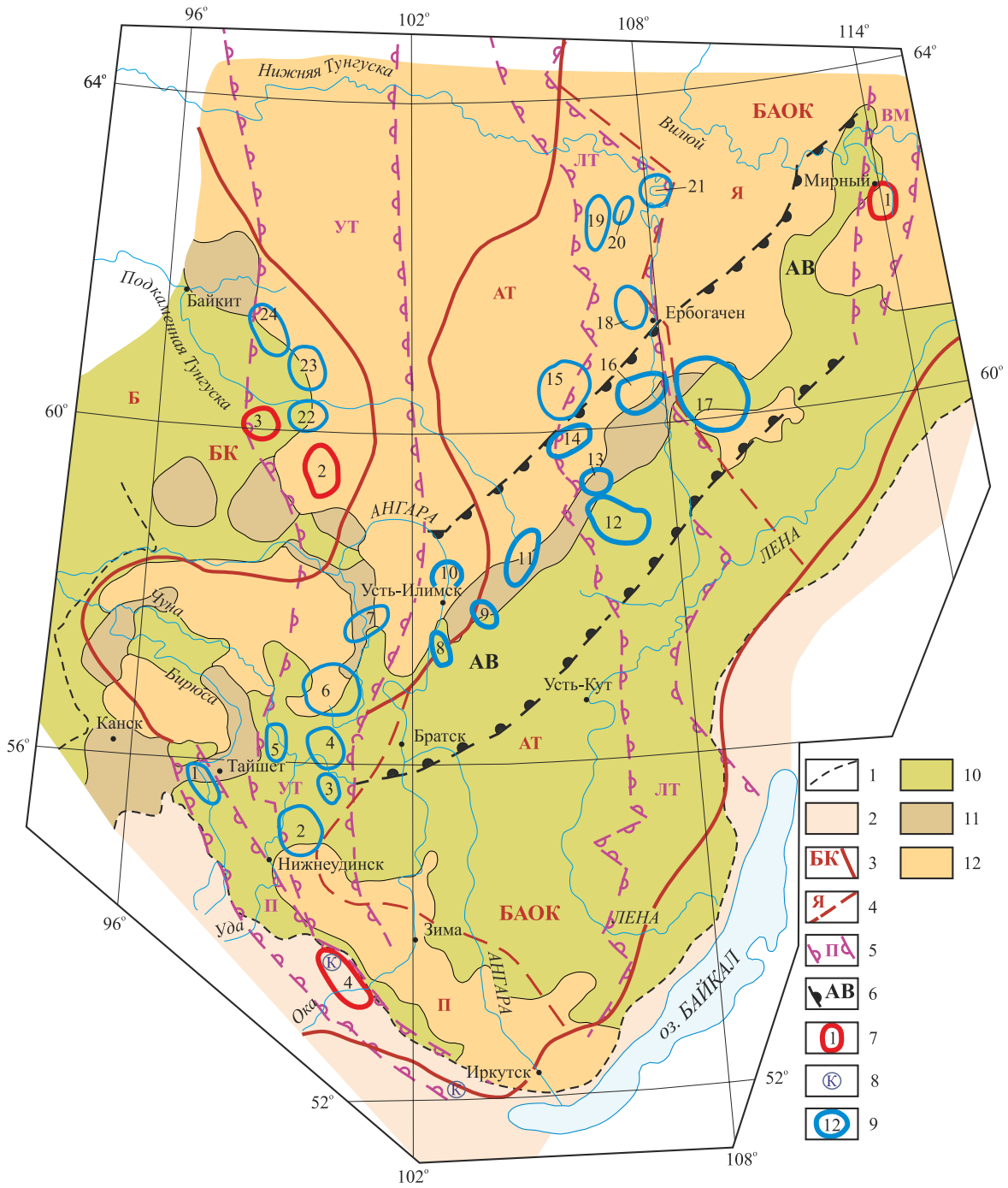
Присаянская алмазоносная минерагеническая зона структурно соотносится с Присаянской краевой мобильной зоной, которая является переходной от платформы к Саяно-Байкальской полициклической складчатой области. Присаянская зона пространственно ограничена Главным Саянским и Бирюсинским глубинными разломами и характеризуется сложным блоковым строением.

Присаянская минерагеническая зона является перспективным регионом в отношении обнаружения россыпной и коренной алмазоносности различных генетических типов [*Egorov et al., 2010b*]. В пределах Восточного Присаянья выделяется несколько этапов внедрения лампроитов и кимберлитов: мезопротерозой (средний рифей, около 1200 млн лет), неопротерозой (венд, около 630 млн лет) и средний палеозой (девон, около 370 млн лет). Наиболее высокая активность калиевого ультраосновного и щелочного магматизма проявилась в венде и выразилась в становлении одновременно с кимберлитами дайковых тел и диатрем слюдяных пикритов, альнеитов, оливиновых мелилититов, лимбургитов, дамкьернитов.

Ранее алмазоносность калиевых мантийных пород была установлена только для среднерифейских лампроитов Ингашинского поля [*Egorov et al., 2005*]. В 2008 г. в одной из даек лампроитоидов среднепалеозойского возраста бассейна р. Бирюсы после термохимического разложения 25 кг материала пробы класса – 0.5 мм извлечены 10 микроалмазов размером 0.1–0.5 мм [*Egorov et al., 2010b*]. Все кристаллы прозрачны, окрашены в интенсивный желтый, зеленовато-желтый цвет. По кристаллографической форме алмазы относятся к комбинационным кристаллам, морфология которых усложнена сочетанием граней гексаоктаэдров, тетрагексаэдров и куба. Таким образом, лампроитоиды среднего течения р. Бирюсы являются вторым достоверно установленным коренным источником алмазов Восточного Присаянья.

Локальный прогноз коренных источников алмазов относится к группе слаборазработанных проблем, поскольку он содержит геологические факты разной достоверности и зависит от текущей полноты геологических, геофизических и геохимических данных. На основе новой оригинальной информации по вещественному составу полихронных и разнотипных мантийных пород выделены три вещественно-индикационные петрологические модели коренных источников алмазов в пределах юго-западной части Сибирской платформы.

1. Мезопротерозойские алмазоносные флогопит-оливиновые лампроиты ультраосновного ряда с содержанием оксида титана от 0.92 до 3.89 мас. %. Породы содержат ряд типоморфных минералов, характерных для ультраосновных лампроитов: тетраферрифлогопит (TiO_2 6–8 мас. %, Al_2O_3 5–7 мас. %), прайдерит, баотит, Nb-рутил (Nb_2O_5 до 1.61 мас. %), Mn-ильменит (MnO 2–3 мас. %, примесь Nb_2O_5 до 3.5 мас. %), F-Sr-апатит (SrO 1.5–12.0 мас. %, F 2–4 мас. %), La-Ce рабдофанит (La_2O_3 20–22 мас. %, Ce_2O_3 34–36 мас. %), армолколит (Cr_2O_3 до 0.5 мас. %). Среди барофильных акцессорных минералов установлены алмазы, пиропы ультраосновного и эклогитового парагенезисов. Кроме того, в лампроитах присутствуют хромшпинелиды (Cr_2O_3 до 65.2 мас. %) и хромдиопсиды (Cr_2O_3 до 3.6 мас. %); пикроильменит в породах не обнаружен. Лампроиты характеризуются повышенными концетра-



циями LILE и отрицательными аномалиями Nb, Ta в спектрах редких элементов. Изотопный состав лампроитов (ε_{Nd} = –9.9 ÷ –3.8; $^{87}Sr/^{86}Sr(t)$ = 0.7044 ÷ 0.7061) указывает на формирование мантийного источника этих пород в обогащенной мантии первого типа (EM-1).

2. Алмазоносные лампроитоиды основного состава, слагающие дайковые тела среднепалеозойского возраста. Лампроитоиды содержат вкрапленники хромистого авгита, хромдиопсида (Cr_2O_3 до 1.2–2.0 мас. %, Na_2O 0.6–1.8 мас. %), измененного оливина и, реже, титан-бариевого флогопита. Среди акцессорных минералов отмечаются микроалмазы, единичные пиропы лерцолитового парагенезиса (Cr_2O_3 не более 3 мас. %), пироп-альмандины, гранаты голдмандит-уваровитового ряда, хромгроссуляры, хромшпинелиды (Cr_2O_3 40–59 мас. %). Лампроитоиды характеризуются пониженным содержанием TiO_2 (0.55 мас. %), умеренным количеством MgO (12.88 мас. %), повышенным K_2O (более 3.4 мас. %), а также высоким содержанием в них хрома (до 1330 ppm). Особенности распределения редких элементов (отрицательные аномалии Th, U, Nb, Ta) свидетельствуют о выплавлении первичных расплавов из литосферы со следами коровой контаминации. Согласно изотопии (ε_{Nd} = – 8.39; $^{87}Sr/^{86}Sr(t)$ = =0.7086) источник лампроитоидов располагается в по-

Рис. 4. Расположение алмазоносных минерагенических зон и прогнозируемых площадей на юге Сибирской платформы. *1* – современная граница распространения чехла платформы; *2* – Саяно-Байкальская полициклическая складчатая область; *3* – архейские кратоны Сибирской платформы: Бирюсинско-Ангаро-Оленекский (БАОК), Байкитский (БК); *4* – контуры алмазоносных субпровинций: Якутской (Я), Ангаро-Тунгусской (АТ), Присаянской (П), Байкитской (Б); *5* – алмазоносные минерагенические зоны: Присаянская (П), Удино-Тунгусская (УТ), Лено-Тунгусская (ЛТ), Вилюйско-Мархинская (ВМ); *6* – Ангаро-Вилюйская алмазоносная минерагеническая зона (АВ); *7* – кимберлитовые и лампроитовые поля: *1* – Мирнинское кимберлитовое среднепалеозойское, *2* – Чадобецкое и *3* – Тайгино-Тарыдакское кимберлитовые мезозойские, *4* – Ингашинское лампроитовое верхнепротерозойское; *8* – ультраосновные интрузии и карбонатиты Белозиминского комплекса венда; *9* – прогнозируемые перспективные площади, адекватные кимберлитовому или лампроитовому полю: *1* – Ингашетская, *2* – Тангуй-Удинская, *3* – Андочинская, *4* – Чукшинская, *5* – Бирюсинско-Чунская, *6* – Мурская, *7* – Магдонская, *8* – Илимская, *9* – Тубинская, *10* – Тушамская, *11* – Верхнекатангская, *12* – Чангильская, *13* – Икская, *14* – Немуйская, *15* – Алтыбская, *16* – Ереминская, *17* – Верхнечонская, *18* – Верхнекочемская, *19* – Нижнекочемская, *20* – Верхнеапкинская, *21* – Нижнеапкинская, *22* – Тарыдакская, *23* – Шушукская, *24* – Хушмуканская. Интегрированные контуры геологических образований платформенного чехла: *10* – площади, сложенные отложениями рифея – нижнего палеозоя (до силура включительно); *11* – площади распространения образований девона и карбона; *12* – площади, сложенные преимущественно отложениями перми, мезозоя, кайнозоя.

Fig. 4. Locations of diamond-bearing mineragenic zones and forecasted areas in the southern part of the Siberian platform. *1* – current boundary of the platform cover; *2* – Sayano-Baikalskaya polycyclic folded area; *3* – Archean cratons of the Siberian platform: Biryusinsko-Angaro-Olenyoksky (БАОК), Baykitsky (БК); *4* – contours of diamond-bearing sub-provinces: Yakutskaya (Я), Angaro-Tungusskaya (АТ), Prisayanskaya (П), Baykitskaya (Б); *5* – diamond-bearing mineragenic zone: Prisayanskaya (П), Udino-Tungusskaya (УТ), Leno-Tungusskaya (ЛТ), Vilyuisko-Markhinskaya (ВМ); *6* – Angaro-Vilyuiskaya diamond-bearing mineragenic zone (AB); *7* – kimberlite and lamproite fields: *1* – Mirninskoe kimberlite (Mid-Paleozoic), *2* – Chadobetskoe (Mesozoic), *3* – Taygino-Tarydakskoe kimberlite (Mesozoic), *4* – Ingashinskoe lamporite (Upper Proterozoic); *8* – ultra-basic intrusions and carbonatites of Beloziminsky suite (Vendian); *9* – forecasted promising areas (similar to kimberlite or lam-porite field): *1* – Ingashetskaya, *2* – Tangui-Udinskaya, *3* – Andochinskaya, *4* – Chukshinskaya, *5* – Biryusinsko–Chunskaya, *6* - Murskaya, *7* – Magdonskaya, *8* – Ilimskaya, *9* – Tubinskaya, *10* – Tushamskaya, *11* – Verkhnekatangskaya, *12* – Changilskaya, *13* – Ikskaya, *14* – Nemuykaya, *15* – Altybskaya, *16* – Ereminskaya, *17* – Verkhnechonskaya, *18* – Verkhnechemskaya, *19* – Nizhnekochemskaya, *20* – Verkhneapkinskaya, *21* – Nizhneapkinskaya, *22* – Tarydakskaya, *23* – Shushukskaya, *24* – Khushmukanskaya. Integrareated contour of geological structures of the platform cover: *10* – areas composed of the Riphean - Late Paleozoic (up to the Sillurian) sediments; *11* – areas composed of the Devonian and Carbon-period formations; *12* – areas composed mainly of the Permian, Mesozoic and Cenozoic sediments.

ле обогащенной мантии.

3. Неопротерозойские слюдяные кимберлиты, сложенные вкрапленниками измененного оливина, флогопита, кальциевого диопсида и хромдиопсида (Cr_2O_3 1.5–2.5 мас. %). Основная масса породы представлена псевдоморфозами по оливину, лейстами флогопита, микролитами диопсида, шпинелидами и серпентин-карбонатным матриксом. В кимберлите отмечаются редкие зерна пикроильменита, а также манганоильменита с аномально высокими содержаниями оксида марганца (до 17 мас. %). Подобного состава манганоильмениты обнаружены в кимберлитовых дайках Койду (Сьерра Леоне), кимберлитовых трубках района Джуина (Бразилия) и в архангельских кимберлитах. Отсутствие в слюдяных кимберлитах пиропов и алмазов, скорее всего, объясняется недостаточным объемом опробованного материала (первые килограммы) и несовершенной методикой извлечения кристаллов. Слюдяные кимберлиты относятся к низкотитанистому петрогеохимическому типу (0.6–0.7 мас. % TiO_2). Они отличаются отрицательными аномалиями Th, U, Ce и максимумами Ba, Pb, Zr, а также слабодифференцированным спектром распределения HFSE и REE. По изотопии (–9.0 ε_{Nd} и 0.7050 $^{87}Sr/^{86}Sr(t)$) мантийный источник кимберлитов соответствует обогащенной мантии первого типа (EM-1).

Необходимо подчеркнуть, что охарактеризованные петрологические модели коренных источников алмазов и их минералов-спутников (алмазоносные лампроиты и лампроитоиды, а также слюдяные кимберлиты) юго-западной части Сибирской платформы имеют общие изотопно-геохимические признаки (отрицательные значения ε_{Nd}, древний модельный возраст, источник EM-1), резко отличные от слюдяных пикритов и щелочных пород зиминского комплекса Восточного Присаянья.

Существование двух (среднерифейской и среднепалеозойской) эпох тектономагматической активности, сопровождающейся формированием алмазоносных лампроитовых (кимберлитовых) тел в пределах южной окраины Сибирской платформы, подтверждается наличием «древних» докембрийских и фанерозойских типов алмазов в россыпях рек Бирюса и Ингашет. По типоморфизму алмазов из Шелеховской (Ингашетской) россыпи выделяются два их основных коренных источника мантийного типа: а) богатые кимберлитовые тела фанерозойского возраста и б) лампроиты (кимберлиты) с незначительной алмазоносностью докембрийского возраста (рис. 5).

В пределах Присаянской минерагенической зоны прогнозируются лампроиты рифейского и среднепалеозойского возраста и выделяются две перспективные площади: Зиминско-Ингашинская и Ингашетская.

Удино-Тунгусская алмазоносная минерагеническая зона пространственно отвечает одноименной мантийно-коровой ослабленной тектонической зоне, которая выявлена по данным глубинных сейсмических зондирований и протягивается в субмеридиональном на-

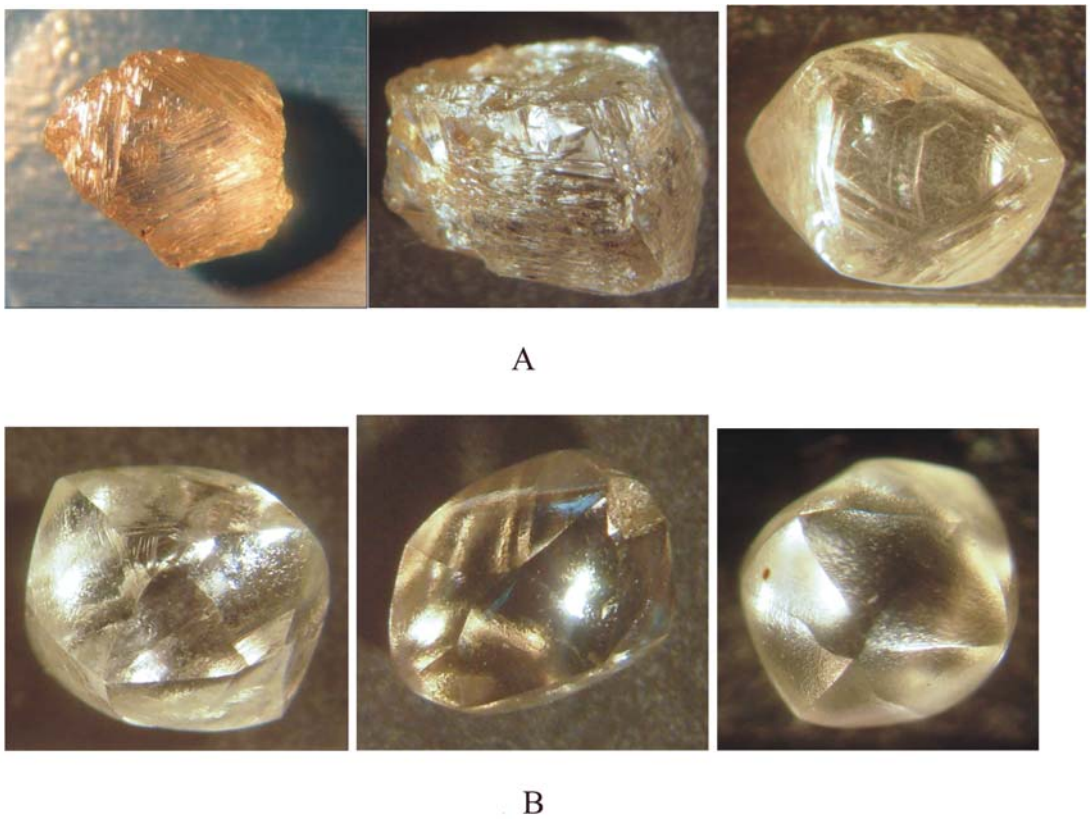


Рис. 5. Морфогенетические особенности алмазов октаэдрического габитуса (фанерозойский высокоалмазоносный кимберлитовый коренной источник) (*A*) и алмазов додекаэдрического габитуса (докембрийский лампроитовый или кимберлитовый архангельского типа коренной источник) (*B*) из Шелеховской россыпи.

Fig. 5. Specific morphogenetic features of diamonds of octahedral habitus (the Phanerozoic high-diamond-bearing kimberlite primary source) (*A*) and diamonds of pre-octahedral habitus (the Precambrian lapmroite or kimberlite primary source of the Arkhangelsk type) (*B*) from the Shelekhov placer.

правлении от р. Уда на юге до р. Нижняя Тунгуска на севере (см. рис. 4). Эта зона пересекает Бирюсинско-Ангаро-Оленекский кратон в южной части, область деструктурированной литосферы в средней и Байкитский кратон в северной части. Повышенная проницаемость литосферы предопределила многочисленные проявления субщелочного магматического комплекса в нижнем мезозое. В Удино-Тунгусской зоне выделяется шесть перспективных площадей: Тангуй-Удинская, Андочинская, Чукшинская, Бирюсинско-Чунская, Муро-Ковинская, Магдонская.

На Тангуй-Удинской площади в верховьях алмазоносной долины р. Тарма в интервалах глубин 30–70 м и 65–109 м среди нижнепалеозойских отложений выявлены небольшие жилообразные тела щелочно-ультраосновных пород, содержащих хромшпинелиды и единичные пиропы дунит-гарцбургитового состава неправильно-угловатой формы размером до 0.8 мм [*Egorov et al., 2003*]. В северной части минерагенической зоны располагается Чадобецкое кимберлитовое поле мезозойского возраста.

Важной особенностью минерагенической зоны является приуроченность к ней Чушинской, Тарминской и Тангуй-Удинской россыпей алмазов. В бассейне р. Чукши найдено 103 кристалла, Тангуй-Удинская россыпь алмазов прослежена от устья на 36 км вверх по течению. Всего по бассейну р. Тангуй-Удинский обнаружено 145 кристаллов, средний вес которых составляет 38.7 мг, а вес наиболее крупного – 476.6. В пределах западной части зоны находки алмазов известны в нижнем течении р. Чуна, в районе устья р. Екунчет и в нижнем течении р. Ужет (левого притока р. Бирюса).

Типоморфные особенности шлихоминералогических ассоциаций тяжелой фракции нижнекарбоновых отложений баероновской свиты, современного аллювия бассейнов Чукши, Тангуй-Удинского, а именно: низкая концентрация индикаторных минералов, их незначительный размер (не более 1.5–2.0 мм), отсутствие пикроильменита, наличие желто-оранжевых грана-

тов эклогитового парагенезиса дают возможность предположить несколько генетических коренных источников алмаза [*Egorov et al., 2001*].

В центральной части зоны все известные находки алмазов приурочены к современным русловым отложениям. В аллювии р. Кова найдено 26 кристаллов общим весом 263.5 мг.

В этой части зоны установлены пять разновозрастных промежуточных коллекторов индикаторных минералов кимберлитов: позднедевонский, каменноугольный, пермский, юрский и неоген-четвертичный [*Egorov et al., 2002; Егоров и др., 2004*]. Морфологические особенности алмазов, находки (до весовых) пикроильменита, типохимические особенности хромшпинелидов и пикроильменитов, а также высокая концентрация пиропов, среди которых присутствуют гранаты всех типов глубинных парагенезисов, в т.ч. алмазного дунит-гарцбургитового, указывают на возможный кимберлитовый характер коренных источников. На присутствие кимберлитов могут указывать находки плоскогранных остроребериых октаэдров, октаэдров с полицентрически растущими гранями, с параллельной штриховкой, ромбододекаэдров с полосами пластической деформации, характерных для Малоботуобинского кимберлитового поля.

Следует отметить, что помимо мантийного геолого-генетического типа коренных источников алмазов на юго-западе Сибирской платформы возможно присутствие алмазов корового генезиса. В аллювиальных отложениях россыпных проявлений алмазов Удино-Тунгусской минерагенической зоны встречаются кубоиды II разновидности, которые схожи с кристаллами из метаморфических комплексов кумдыкольского типа. Возможно гранаты пироп-гроссуляр-альмандинового состава, хромово-ванадиевые минералы (голдманиты, лавровиты), встречающиеся в россыпных проявлениях, могут быть косвенными минералами-спутниками кубических алмазов [*Егоров и др., 2006*].

В последнее время на территории Удино-Тунгусской зоны найдены шлакоподобные обломки импактитов (до 10–15 мм), представленные стекловатым матриксом, включающим дендритовидные образования армолколита, обособления кремнийсодержащего титаномагнетита, самородного железа и, редко, самородного алюминия. Локализованный ареал импактитов, приуроченный к Игинтейской купольно-кольцевой морфоструктуре центрального типа, свидетельствует о возможном взрыве крупного космического объекта над территорией юго-западной части Сибирской платформы [*Egorov et al., 2010a*]. Не исключено, что находки мелких (0.15–0.20 мм) осколков алмазов в пределах водосборных бассейнов рек Игинтей и Талая принадлежат алмазам ударно-метаморфогенной природы.

В Удино-Тунгусской минерагенической зоне прогнозируются коренные источники алмазов кимберлитового и лампроитового типов среднепалеозойского и мезозойского возраста.

Ангаро-Вилюйская алмазоносная минерагеническая зона (см. рис. 4) трассируется одноименным региональным разломом. Зона имеет определенно выраженную структурную позицию, вписывается в контур Непско-Ботуобинского сводового поднятия по поверхности фундамента и трассируется линейным воздыманием (с юго-запада на северо-восток) поверхности докарбонового цоколя в осадочном чехле. Ограничениями зоны являются протяженные корово-мантийные разломы северо-восточного простирания. Зона характеризуется интенсивно проявленным трапповым магматизмом.

В пределах зоны алмазы установлены в аллювиальных отложениях речных долин: Ангары и ее притоков р. Тушама (24 кристалла), Илим (17 кристаллов), Катанга (23 кристалла) и Непа (73 кристалла). Из индикаторных минералов кимберлитов карбонового, пермского, юрского и современного коллекторов выявлены: пиропы, хромшпинелиды, пикроильмениты и, редко, хромдиопсид.

В Ангаро-Вилюйской минерагенической зоне прогнозируются коренные источники алмазов кимберлитового типа среднепалеозойского возраста и выделяются семь перспективных площадей: Илимская, Верхнекатангская, Тушамская, Тубинская, Икская, Чангильская, Верхнечонская.

Таким образом, на территории Иркутской области (в рамках Ангаро-Вилюйского рудного пояса) выделены перспективные площади (адекватные кимберлитовому или лампроитовому полю) с утвержденными в Министерстве природных ресурсов РФ прогнозными ресурсами категории Р3 в 212 млн карат и минерагеническим потенциалом в 192 млн карат. Приуроченность перспективных площадей нашей области к единой геологической структуре и близкая пространственная связь с промышленными месторождениями алмазов Якутии выдвигают их в разряд наиболее перспективных на территории России.

Прогнозные ресурсы Присаянской алмазоносной минерагенической зоны по категории Р2 и Р3 ожидаемых коренных и россыпных месторождений алмазов увеличены на 21 млн карат, из них Шелеховской (Ингашетской) россыпи – на 3 млн карат. Высокосортные алмазы из Шелеховской россыпи аналогичны ювелирным алмазам из древних россыпей Урала, и в сопоставимых классах крупности их цена достигает 200–300 дол/кар.

Вышеизложенные научные разработки включены в обоснование прогнозных ресурсов алмазов на территории Иркутской области и в общероссийскую Программу «Алмазы России до 2012 г.». Кроме того, полученные результаты использованы в обосновании перспективности лицензионных площадей и проектах на алмазопоисковые работы четырех инвестиционных компаний, в т.ч. Иркутского филиала «Геологоразведка» совместного российско-канадского ОАО «Сибир-

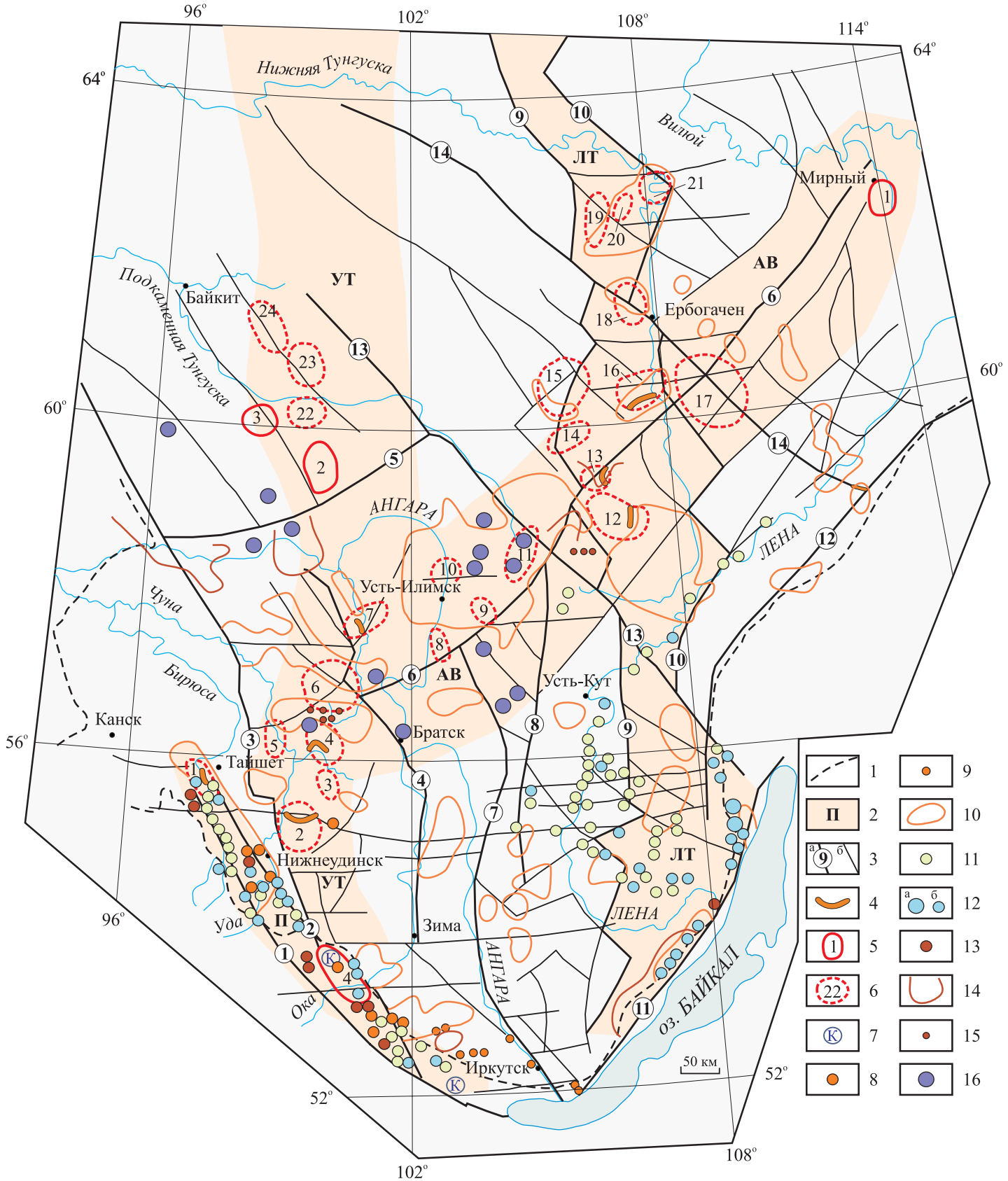

96°
102°
108°
114°
64°
60°
56°
52°
Нижняя Тунгуска
Вилюй
Подкаменная Тунгуска
Чуна
Бирюса
Ока
Уда
АНГАРА
ЛЕНА
оз. БАЙКАЛ
ЛТ
УТ
АВ
П
Мирный
Байкит
Ербогачен
Усть-Илимск
Усть-Кут
Канск
Тайшет
Братск
Нижнеудинск
Зима
Иркутск
50 км

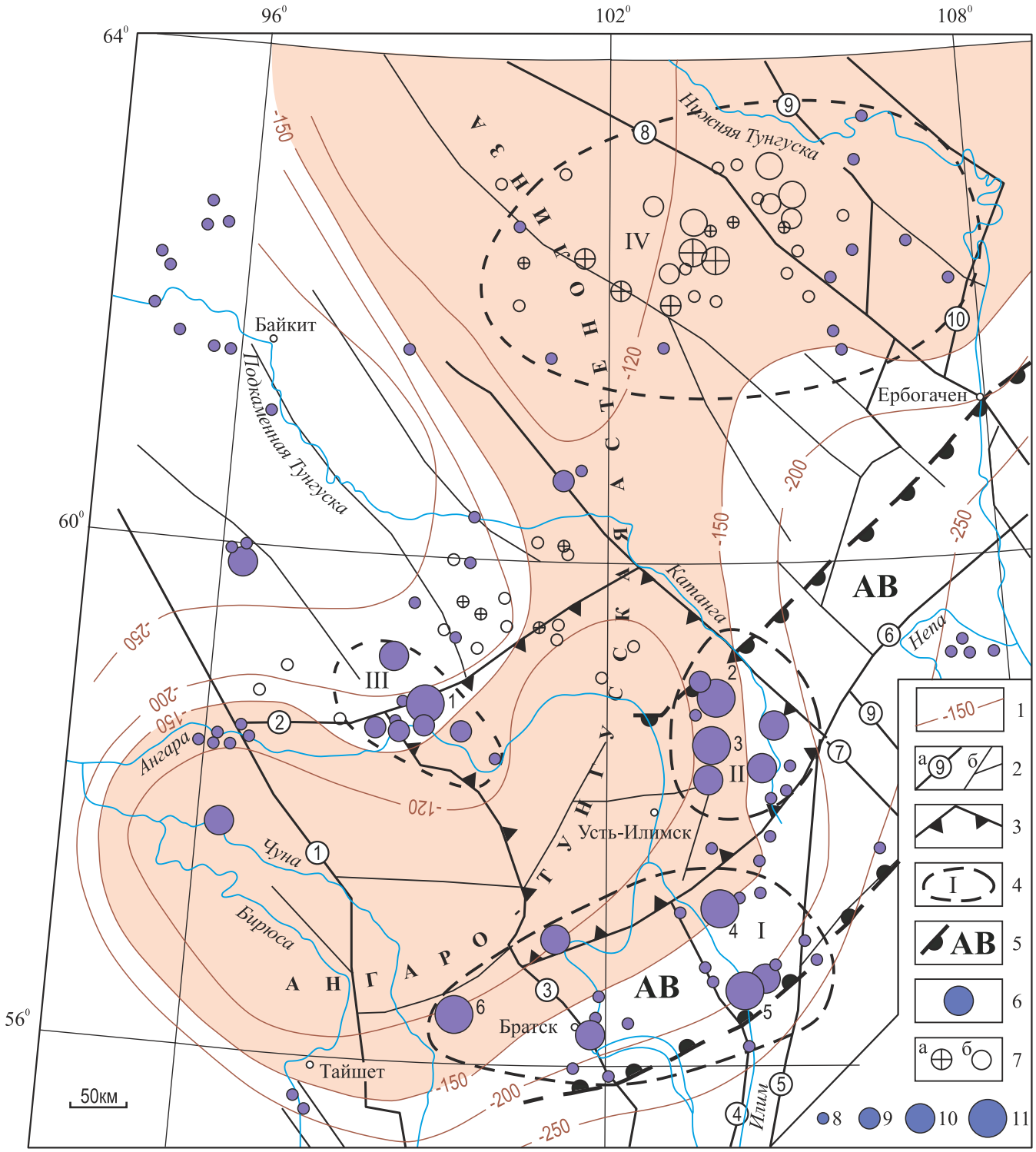
Рис. 6. Распределение месторождений и рудопроявлений различных твердых полезных ископаемых в минерагенических алмазоносных зонах юга Сибирской платформы. *1* – граница распространения осадочного чехла платформы; *2* – минерагенические зоны: Присаянская (П), Удино-Тунгусская (УТ), Ангаро-Вилюйская (АВ), Нижнетунгусская (ЛТ); *3* – глубинные разломы: региональные (а), прочие (б). Региональные разломы: *1* – Главный Саянский, *2* – Бирюсинский, *3* – Присаяно-Енисейский, *4* – Окино-Вихоревский, *5* – Ангаро-Катангский, *6* – Ангаро-Вилюйский, *7* – Ангарский, *8* – Каймоново-Кутский, *9* – Таймыро-Байкальский (западный), *10* – Таймыро-Байкальский (восточный), *11* – Приморский, *12* – Акиткано-Джербинский, *13* – Байкало-Катангский, *14* – Витимо-Тунгусский; *4* – россыпи алмазов (непромышленные); *5* – кимберлитовые и лампроитовые поля: *1* – Мирнинское, *2* – Чадобецкое, *3* – Тайгино-Тарыдакское, *4* – Ингашинское; *6* – прогнозируемые перспективные площади, адекватные кимберлитовому или лампроитовому полю: *1* – Ингашетская, *2* – Тангуй-Удинская, *3* – Андочинская, *4* – Чукшинская, *5* – Бирюсинско-Чунская, *6* – Мурская, *7* – Магдонская, *8* – Илимская, *9* – Тубинская, *10* – Тушамская, *11* – Верхнекатангская, *12* – Чангильская, *13* – Икская, *14* – Немуйская, *15* – Алтыбская, *16* – Ереминская, *17* – Верхнечонская, *18* – Верхнекочемская, *19* – Нижнекочемская, *20* – Верхнеапкинская, *21* – Нижнеапкинская, *22* – Тарыдакская, *23* – Шушукская, *24* – Хушмуканская; *7* – карбонатиты; *8* – проявления рудного золота; *9* – россыпи золота эксплуатировавшиеся; *10* – контуры шлиховых ореолов золота; *11* – рудопроявления меди; *12* – месторождения (а) и рудопроявления (б) свинца и цинка; *13* – рудопроявления олова; *14* – шлиховые ореолы касситерита; *15* – шлиховые пробы с касситеритом; *16* – промышленные железорудные месторождения (крупные).

Fig. 6. Distribution of deposits and ore occurrences of various solid minerals in mineragenic diamond-bearing zones in the southern part of the Siberian platform. *1* – boundary of the sedimentary cover of the platform; *2* – mineragenic zones: Prisayanskaya (П), Udino–Tungusskaya (УТ), Angaro–Viluiskaya (АВ), Nizhnetungusskaya (ЛТ); *3* – deep faults: regional (a), other (б); regional faults *1* – Main Sayan, *2* – Biryusinsky, *3* – Prisayano– Eniseisky, *4* – Okino–Vikhorevsky, *5* – Angaro–Katangsky, *6* – Angaro–Viluisky, *7* – Angarsky, *8* – Kaimonovo–Kutsky, *9* – Taimyro–Baikalsky (western), *10* – Taimyro–Baikalsky (eastern), *11* – Primorsky, *12* – Akitkano–Dzherbinsky, *13* – Baikalo–Katangsky, *14* – Vitimo–Tungussky; *4* – (non–industrial) placers of diamonds; *5* – kimberlite and lamproite fields: *1* – Mirninskoe, *2* – Chadobetskoe, *3* – Taigino–Tarydakskoe, *4* – Ingashinskoe; *6* – forecasted promising areas (similar to kimberlite or lamporite field): *1* – Ingashetskaya, *2* – Tangui–Udinskaya, *3* – Andochinskaya, *4* – Chukshinskaya, *5* – Biryusinsko–Chunskaya, *6* – Murskaya, *7* – Magdonskaya, *8* – Ilimskaya, *9* – Tubinskaya, *10* – Tushamskaya, *11* – Verkhnekatangskaya, *12* – Changilskaya, *13* – Ikskaya, *14* – Nemuykaya, *15* – Altybskaya, *16* – Ereminskaya, *17* – Verkhnechonskaya, *18* – Verkhnechemskaya, *19* – Nizhnekochemskaya, *20* – Verkhneapkinskaya, *21* – Nizhneapkinskaya, *22* – Tarydakskaya, *23* – Shushukskaya, *24* – Khushmukanskaya; *7* – carbonatites; *8* – ore gold occurrence; *9* – mined alluvial gold deposits; *10* – contours of gold placers; *11* – copper ore occurrence; *12* – deposits (a) and occurrence (б) of lead and zinc; *13* – tin ore occurrence; *14* – kassiterite placers; *15* – placer samples with kassiterite; *16* – (large) industrial iron ore deposits.

ские алмазы». Филиал ООО «Геологоразведка» является оператором трех инвестиционных компаний, владеющих семью лицензиями на территории Иркутской области, и выполняет геологоразведочные работы с целью поисков и оценки месторождений алмазов.

Следует отметить, что в пределах Ангаро-Вилюйского рудного пояса структурно-вещественные неоднородности астеносферы и литосферы, составляя геоструктурный каркас алмазоносных минерагенических зон, обусловили пространственную совмещенность зарождающихся в подлитосферной мантии не только алмазоносных кимберлитов (лампроитов), но и эндогенных месторождений благородных и цветных металлов в земной коре [*Барышев и др., 2008*]. В частности, в Присаянской минерагенической зоне существуют месторождения и проявления редких металлов, золота, меди, свинца, цинка, олова и платины (рис. 6). В Удинско-Тунгусской и Ангаро-Вилюйской зонах известны, прежде всего, месторождения железа, а также проявления золота, олова.

Главные железорудные районы Ангарской провинции, ресурсы которой насчитывают 1.5 млрд тонн, находятся в двух алмазоносных минерагенических зонах [*Барышев и др., 2008*]. Среднеангарский железорудный район располагается в Удино-Тунгусской минерагенической зоне, а Ангаро-Илимский и Ангаро-Катский районы – в юго-западном окончании Ангаро-Вилюйской зоны. Однако их глубинную структурную позицию определяет региональная верхнемантийная неоднородность. Некоторые исследователи [*Фон-дер-Флаас, Никулин, 2000*] считают, что пространственно железорудные объекты связаны с внутриплатформенными бортами трапповых впадин-синеклиз. Однако следует заметить, что синеклизы формируются над апикальными частями астенолинз. Первопричиной проявления масштабного базитового магматизма и квазисинхронного с ним процесса образования железных руд является Саяно-Тунгусская астенолинза. Реальное существование астенолинзы делает предметной тектономагматическую активизацию и снимает вопросы энергетического обеспечения и рудного вещества. Астенолинза определила термический режим в занимаемом ею геологическом пространстве. В астенолинзе температура на поверхности Мохоровичича составляет 750–850 °С, а температура солидуса достигается на глубинах 110–120 км и составляет 1200 °С. В кратонной области, где астеносфера погружается до 200–250 км, температура на подошве земной коры равна 300–400 °С [*Поспеев и др., 1984*]. Контур астенолинзы определяет и геологическое пространство, в котором при наличии других необходимых факторов образуются железорудные месторождения. Астенолинза обусловливает общий флюидопоток в литосфере и земной коре. Концентрация же металлогенных флюидов происходит в зонах повышенной проницаемости литосферы и, прежде всего, в глубинных разломах. В этом



аспекте сеть глубинных разломов является распределительной системой для продвижения магматических расплавов и рудоносных флюидов. Следовательно, зоны глубинных разломов представляют собой места наиболее вероятного образования месторождений железа. Положение железорудных объектов Ангарской провинции относительно глубинных разломов наглядно подтверждает это (рис. 7).

Месторождения железа в подавляющем большинстве располагаются в контуре Ангаро-Тунгусской астенолинзы, тяготея к ее краевой части, которая условно очерчена по изогипсе кровли астеносферы – 150 км. Железорудные районы располагаются в узлах пересечения и сочленения глубинных разломов: Ангаро-Илимский железорудный район – в пространстве сочленения Окино-Вихоревского, Каймоново-Кутского и Ангаро-Вилюйского разломов, Ангаро-Катский железорудный район – в восточном углу Катангско-

Рис. 7. Положение железорудных объектов Ангарской провинции в глубинной структуре. *1* – изогипсы поверхности астеносферы (в км); *2* – глубинные разломы: региональные (а) и прочие (б). Региональные разломы: *1* – Присаяно-Енисейский, *2* – Ангаро-Катангский, *3* – Окино-Вихоревский, *4* – Ангарский, *5* – Каймоново-Кутский, *6* – Ангаро-Вилюйский, *7* – Байкало-Катангский, *8* – Витимо-Тунгусский, *9* – Таймыро-Байкальский (западный), *10* – Таймыро-Байкальский (восточный); *3* – Катангско-Ковинский интенсивно базифицированный блок; *4* – железорудные районы: *I* – Ангаро-Илимский, *II* – Ангаро-Катский, *III* – Среднеангарский, *IV* – Нижнетунгусский; *5* – контуры Ангаро-Вилюйской минерагенической алмазоносной зоны; *6* – магнетитовые месторождения Ангаро-Илимского типа (*1* – Тагарское, *2* – Нерюндинское, *3* – Копаевское, *4* – Рудногорское, *5* – Коршуновское, *6* – Октябрьское); *7* – геофизические аномалии: с выходами руды (а), без рудных выходов (б); *8–11* – запасы магнетитовых руд железорудных месторождений вместе с прогнозными в млн т: *8* – от 100 до 200, *9* – от 200 до 400, *10* – от 400 до 800, *11* – от 800 и более.

Fig. 7. Locations of iron-ore objects of the Angarskaya province at depths. *1* – isohyps of the asthenosphere surface (km); *2* – deep faults: regional (a), other (б); regional faults: *1* – Prisayano-Eniseisky, *2* – Angaro-Katangsky, *3* – Okino-Vikhorevsky, *4* – Angarsky, *5* – Kaimonovo-Kutsky, *6* – Angaro-Viluisky, *7* – Baikalo-Katangsky, *8* – Vitimo-Tungussky, *9* – Taimyro-Baikalsky (western), *10* – Taimyro-Baikalsky (eastern); *3* – Katangsko-Kovinsky block with intense basification; *4* – iron ore regions: *I* – Angaro-Ilimsky, *II* – Anrago-Katsky, *III* – Sredneangarsky, *IV* – Nizhnetungussky; *5* – contours of the Angaro-Viluiskaya mineragenic diamond-bearing zone; *6* – magnetite deposits of the Angaro-Ilimsky type (*1* – Tagarskoe, *2* – Neryundinskoe, *3* – Kopaevskoe, *4* – Rudnogorskoe, *5* – Korshunovskoe, *6* – Oktyabrskoe); *7* – geophysical anomalies: with ore outcrops (a), without ore outcrops (б); *8–11* – magnetite ore reserves of iron–ore deposits, including forecasted reserves (M t): *8* – from 100 to 200, *9* – from 200 to 400, *10* – from 400 to 800, *11* – from 800+.

Ковинского блока и ограничивается Ангаро-Вилюйским и Байкало-Катангским разломами, Среднеангарский железорудный район – в северо-западном углу Катангско-Ковинского блока в узле пересечения Ангаро-Катангского и Окино-Вихоревского разломов. Нижнетунгусский железорудный район с востока ограничен Таймыро-Байкальским (восточным) разломом. Нахождение незначительного числа месторождений в кратонной части вполне объяснимо, ибо тектономагматическая активизация охватывала и ее, но уже в значительно ослабленной форме.

Следует отметить, что в Ангаро-Вилюйской и Удино-Тунгусской минерагенических зонах имеются все структурные и магматические предпосылки для образования сульфидных медно-никелевых месторождений.

5. Заключение

Проведение поисков алмазов и сопутствующих видов минерального сырья в пределах Ангаро-Вилюйского рудного пояса (в т.ч. в зоне влияния трубопроводной системы Восточная Сибирь (г. Тайшет) – Тихий океан (Бухта Перевозная) и транспортной магистрали Иркутская область – Якутия) позволит решить ряд первоочередных задач, значимых для социально-экономического развития Иркутской области, а именно: привлечение инвестиций в регион, сохранение и увеличение количества рабочих мест в организациях геологической и горно-промышленной отраслей, увеличение доходной части областного бюджета.

Расширение минерально-сырьевой базы Иркутской области за счет вовлечения в эксплуатацию различных видов полезных ископаемых, обладающих ценными технологическими и потребительскими свойствами, не только способно поддержать экономический потенциал региона, но и может послужить дополнительной основой для перехода к устойчивому развитию в будущем. Концентрированное расположение осваиваемых и подготовленных к освоению месторождений, находящихся в пределах перспективных площадей на иные полезные ископаемые, делает реальным появление на территории области новых крупных горнодобывающих комплексов России.

6. Литература

Ангаро-Вилюйский рудный пояс Сибирской платформы / М.М. Одинцов, В.Г. Домышев, Л.Г. Страхов и др. Новосибирск: Наука, 1980. 109 с.

Барышев А.С., Егоров К.Н., Кошкарев Д.А. Алмазоносные субпровинции, зоны и прогнозные площади юга Сибирской платформы // Отечественная геология. 2008. № 3. С. 22–29.

Барышев А.С., Егоров К.Н., Скрипин А.И., Секерин А.П., Галенко В.П. Перспективы открытия промышленных месторождений алмазов на юге Сибирской платформы // Разведка и охрана недр. 2004. № 8–9. С. 8–17.

Егоров К.Н., Зинчук Н.Н., Мишенин С.Г., Серов В.П., Секерин А.П., Галенко В.П., Денисенко Е.П., Барышев А.С., Меньшагин Ю.В., Кошкарев Д.А. Перспективы коренной и россыпной алмазоносности юго-западной части Сибирской платформы // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании "АЛРОСА": современное состояние, перспективы, решения. Мирный: Мирнинская типография, 2003. С. 50–85.

Егоров К.Н., Кошкарев Д.А., Зинчук Н.Н. Минералогия россыпных проявлений алмазов Ангаро-Удинского междуречья юга Сибирской платформы // Записки Всероссийского минералогического общества. 2006. № 2. С. 1–15.

Егоров К.Н., Мишенин С.Г., Меньшагин Ю.В., Секерин А.П. Кимберлитовые минералы из нижнекарбоновых отложений Муро-Ковинского алмазоносного района // Записки Всероссийского минералогического общества. 2004. № 1. С. 32–40.

Месторождения алмазов СССР / Б.М. Владимиров, Ю.М. Дауев, Б.М. Зубарев и др. В двух книгах. Кн. 1. М.: ЦНИГРИ, 1984. 242 с.

Михаил Михайлович Одинцов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 174 с.

Одинцов М.М. Минеральные ресурсы Восточной Сибири. Иркутск: Иркутское областное изд-во, 1940. С. 107–108.

Одинцов М.М. К геологии медных и свинцовых руд нижнего палеозоя Иркутского амфитеатра (Восточная Сибирь) // Записки Всесоюзного минералогического общества. 1948. Ч. 77. № 4. С. 307–313.

Одинцов М.М. Материалы по геологии и алмазоносности Сибирской платформы // Труды Восточно-Сибирского филиала СО АН СССР. Серия геологическая. 1958. Вып. 14. С. 37–75.

Одинцов М.М. Основные закономерности размещения полезных ископаемых на Сибирской платформе // Развитие производительных сил Восточной Сибири. Геологическое строение. М.: Госгеолтехиздат, 1960. С. 44–55.

Одинцов М.М. Геологические предпосылки и перспективы алмазоносности юго-западной части Сибирской платформы // Советская геология. 1965. № 5. С. 71–82.

Одинцов М.М. К проблеме структурно-металлогенического районирования юга Восточной Сибири // Геология и геофизика. 1972. № 6. С. 15–29.

Одинцов М.М. Минерально-сырьевые ресурсы Восточной Сибири и перспективы их развития // Известия Восточно-Сибирского отделения географического общества СССР. 1976. Т. 69. С. 33–45.

Одинцов М.М. Формирование и эндогенное оруденение Тунгусской структурно-вулканической области Сибирской платформы в мезозойский тектогенез Восточной Азии // Корреляция эндогенных процессов Восточной Сибири. М.: Наука, 1980. С. 28–45.

Одинцов М.М. Проблемы геологии и природные ресурсы Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. 260 с.

Одинцов М.М., Бухаров А.А. Минеральные ресурсы зоны БАМ // Вестник АН СССР. 1975. № 9. С. 44–49.

Одинцов М.М., Владимиров Б.М., Рассказчиков А.Н., Твердохлебов В.А. Общие черты геологической истории запада Африканской и Сибирской платформ // Геология и геофизика. 1970. № 1. С. 50–56.

Одинцов М.М., Домышев В.Г. Ангаро-Вилюйский рудный пояс (к металлогении Сибирской платформы) // Геология и геофизика. 1977. № 1. С. 3–15.

Одинцов М.М., Сериков А.П. Промышленные перспективы месторождений Ленских медистых песчаников // Очерки по геологии и полезным ископаемым Восточной Сибири. Иркутск: Иркутское областное изд-во, 1947. С. 26–28.

Одинцов М.М., Твердохлебов В.А., Владимиров Б.М. Структура, вулканизм и алмазоносность Иркутского амфитеатра. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 179 с.

Одинцов М.М., Файнштейн Г.Х. Основные черты алмазоносности Сибирской платформы // Совещание по геологическому строению и минеральным ресурсам Сибирской платформы. Вып. 3. Иркутск: Иркутское книжное изд-во, 1960. С. 53–59.

Одинцов М.М., Флоренсов Н.А., Хренов П.М. Некоторые геологические закономерности размещения полезных ископаемых на юге Восточной Сибири // Известия Восточно-Сибирского филиала АН СССР. 1957. № 2. С. 29–42.

Поспеев В.И., Ипатьев С.Н., Кильдюшевская О.М. Глубинные электромагнитные исследования южной части Восточной Сибири // Геология и полезные ископаемые юга Восточной Сибири. Иркутск: ВостСибНИИГГиМС, 1984. С. 137–141.

Файнштейн Г.Х. За нами встают города. Иркутск: Восточно-Сибирское кн. изд-во, 1988. 97 с.

Фон-дер-Флаас Г.С., Никулин В.И. Атлас структур рудных полей железорудных месторождений. Иркутск: Изд-во Иркутского государственного университета, 2000. 185 с.

Egorov K.N., Andryushchenko L.G., Karnaushenko M.G. The First Find of Impactites of a New Astrobleme in the Southwest of the Siberian Platform // Doklady Earth Sciences. 2010a. V. 432. № 2. P. 737–741. doi:10.1134/S1028334X1006005X.

Egorov K.N., Denisenko E.P., Men'shagin Yu.V., Sekerin A.P., Koshkarev D.A. New Occurrence of Alkaline Ultramafic Rocks in the Southern Siberian Platform // Doklady Earth Sciences. 2003. V. 390. № 4. P. 478–481.

Egorov K.N., Kiselev A.I., Men'shagin Yu.V., Minaeva Yu.A. Lamproite and Kimberlite of the Sayany Area: Composition, Sources, and Diamond Potential // Doklady Earth Sciences. 2010b. V. 435. № 2. P. 1670–1675. doi:10.1134/S1028334X10120251.

Egorov K.N., Men'shagin Yu.V., Sekerin A.P., Koshkarev D.A., Ushchapovskaya Z.F. New Data on Mineralogy of Sedimentary Reservoirs of Diamonds in the Southwestern Siberian Platform // Doklady Earth Sciences. 2002. V. 382. № 1. P. 109–111.

Egorov K.N., Menshagin Yu.V., Sekerin A.P., Koshkarev D.A. On the problem of primary diamond sources of the South-Western Siberian platform // Revista Brasileira de geociencias. 2001. V. 31(4). P. 163–167.

Egorov K.N., Solov'eva L.V., Kovach V.P., Men'shagin Yu.V., Maslovskaya M.N., Sekerin A.P., Bankovskaya E.V. Mineralogical and Isotope–Geochemical Characteristics of Diamondiferous Lamproites of the Sayan Region // Doklady Earth Sciences. 2005. V. 403. № 3. P. 861–865.

Егоров Константин Николаевич, канд. геол.-мин. наук,
зав. лабораторией геологии и магматизма древних платформ
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия
Тел.: (3952)425434 (служебный), (3952)563094 (домашний)

Egorov, Konstantin N., Candidate of Geology and Mineralogy,
Head of Ancient Platforms Geology & Magmatism Laboratory, Siberian Branch of RAS
664033, Irkutsk, Lermontov street, 128, Russia
Tel.: (3952)425434 (office), (3952)563094 (home)