УДК 551.31 + 553.81

В.Н.УСТИНОВ, *канд. геол.-минерал. наук, начальник отдела оценки продуктивности новых территорий, alrosaspb@mail.ru*
АК «АЛРОСА», Санкт-Петербург

V.N.USTINOV, *PhDr. g.-m. Sci., Head of Department of Evaluation of New Territories, alrosaspb@mail.ru*
ALROSA Co. Ltd., Saint-Petersburg

ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ ТИПЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОГРЕБЕННЫХ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОЛЕЙ В ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ АЛМАЗОВ

На основе комплекса литолого-стратиграфических, минералогических, фациально-динамических, палеогеоморфологических и морфогенетических признаков древних посткимберлитовых терригенных коллекторов и синхронного реконструированного рельефа предложены три прогнозно-поисковые модели проявления погребенных кимберлитовых полей. Показано, что разбраковка перспективных алмазоносных территорий на различные типы позволяет ориентировать геолого-разведочные работы на выявление месторождений алмазов определенного генезиса, что дает возможность применять соответствующую методику поисков. С использованием предложенных критериев анализа перспективных территорий выполнена прогнозная оценка алмазоносности промышленных районов Сибирской, Восточно-Европейской и Африкано-Аравийской платформ.

***Ключевые слова*:** прогнозно-поисковые типы, модели, кимберлитовые поля, алмазы, терригенные, коллекторы алмазов, ореолы рассеяния, индикаторные минералы кимберлитов, месторождения, россыпи.

PREDICTION AND PROSPECTING TYPES OF REFLECTION OF BURIED KIMBERLITE FIELDS IN TERRIGENOUS DIAMOND-BEARING ROCKS

On the basis of complex of lithologic-stratigraphic, mineralogical, facial-dynamic, paleogeomorphologic and morphogenetic features of post-kimberlitic terrigenous diamond-bearing rocks and reconstructed synchronous relief three prediction and prospecting types of reflection of buried kimberlite fields are distinguished. It is shown that ranging of diamondiferous territories to various types enables to direct exploration works to discovery of diamond deposits of the certain origin and makes possible to select proper prospecting technique. With the use of suggested criteria of research of promising territories the evaluation of diamond presence in the industrial regions of the Siberian, East-European and African-Arabian platforms is carried out.

***Key words*:** prediction and prospecting types, models, kimberlite fields, diamonds, terrigenous, diamond-bearing rocks, haloes of dispersion, kimberlite indicator minerals, deposits, placers.

Все экспонированные на дневную поверхность известные коренные месторождения алмазов России (трубки Зарница, Мир, Удачная и другие) были выявлены в течение 1954-1956 годов. С тех пор, несмотря на значительные объемы геолого-разведочных работ, все открытия связаны только с погребенными кимберлитовыми телами (трубки Интернациональная, Юбилейная, Ботуобинская, Нюрбинская, группа трубок Золотицкого поля и другие). Поиски коренных месторождений алмазов на Сибирской и Вос-

точно-Европейской платформах проводятся в настоящее время преимущественно на глубине 50-100 м и более. На территории других алмазоносных провинций мира работы по обнаружению глубоко залегающих месторождений алмазов практически не начинались, что объясняется не только капиталоемкостью работ, но и рядом других причин, среди которых главной является отсутствие комплекса методов разбраковки перспективных закрытых территорий на прогнозно-поисковые типы. Это не позволяет судить о соотношении коренных и россыпных месторождений алмазов на площади, характере проявления кимберлитовых полей в виде ореолов рассеяния индикаторных минералов кимберлитов в древних терригенных толщах, ряде других признаков, дающих возможность правильно ориентировать дальнейшие поиски.

Проблемы моделирования и отражения отдельных кимберлитовых полей в разновозрастных терригенных коллекторах рассматривались различными авторами [2, 3, 4, 6, 7, 9, 12 и др.]. Тем не менее, проведенные исследования не охватывают всего разнообразия обстановок, имевших место в процессе эволюционного развития полей и их последующего погребения. Накопленный в последние годы обширный материал по условиям формирования древних осадочных толщ, перекрывающих коренные источники алмазов в пределах крупнейших синеклиз (Тунгусской, Мезенской, Конго, Калахари и других), свидетельствует о специфике концентрации индикаторных минералов кимберлитов и конвергентных пород (ИМК) в древних ореолах рассеяния и россыпях алмазов. Прежде всего следует отметить преимущественно незначительный (от 1 км до первых десятков километров) разнос кимберлитовых минералов от источников во время накопления посткимберлитовых толщ, который обусловлен чередованием малоамлитудных тектонических движений. Для сравнения укажем, что на этапе новейшего развития платформ в условиях активизации неотектонических движений разнос ИМК происходил на многие десятки и сотни километров [1, 5, 8]. Быстрое разубоживание ИМК в древних коллекторах хорошо увязывается с относительно низкой контрастностью существовавшего палеорельефа, незначительными уклонами палеоповерхностей и пологими уклонами продольных профилей рек, что обусловило относительно малоактивную динамику рельефообразующих процессов. Специфика морских и солоноватоводных палеобассейнов, трансгрессировавших на выположенную сушу краевых частей синеклиз, заключалась в отсутствии длительной пересортировки материала в пляжевой зоне.

При проведении прогнозно-поисковых работ на алмазы на закрытых территориях необходимо учитывать, что коренные источники до окончательного захоронения претерпели различные события. Многократные чередования эпох размыва коренных источников, транспортировки ИМК и последующей их аккумуляции в терригенных коллекторах могли привести в конечном итоге к значительному разносу продуктов разрушения кимберлитов на площади до их окончательного захоронения в осадочных толщах. Интенсивность размыва коренных источников обуславливает не только суммарную дальность транспортировки тяжелых минералов от первоисточников, но и размер их денудационного среза, что напрямую увязывается с объемом алмазов, переведенных в россыпи. Следовательно, ореолы рассеяния ИМК и россыпи в посткимберлитовых терригенных коллекторах содержат информацию не только о последнем этапе развития, но и об особенностях предыдущей эволюции поля, а прежде всего о количестве этапов переотложения кимберлитовых минералов до погребения, что обычно характеризуется соответствующими изменениями первичных признаков кимберлитовых минералов (концентрация, степень износа, сортировка, мономинеральность), которые позволяют качественно производить оценку процесса.

С использованием предложенного комплекса литолого-стратиграфических, минералогических, фациально-динамических, палеогеоморфологических и морфогенетических критериев анализа и оценки древних

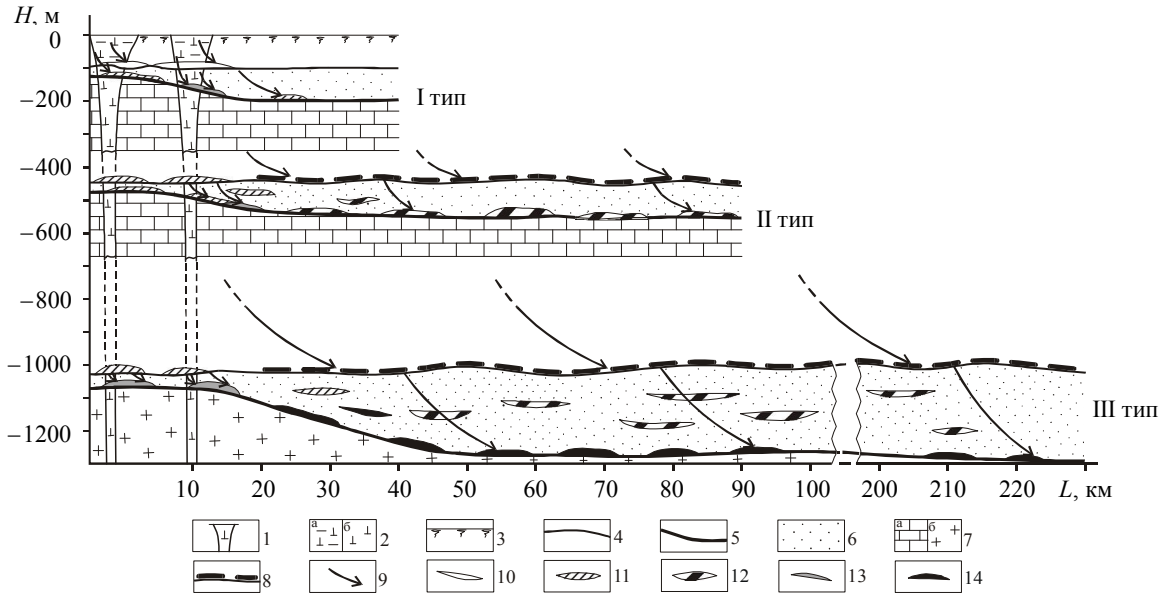


Рис.1. Прогнозно-поисковые типы проявления погребенных кимберлитовых полей в терригенных коллекторах

1 – тела кимберлитов и родственных пород; 2 – фации коренных алмазоносных пород (*а* – кратерные, *б* – диатремовые); 3 – дневная поверхность на момент внедрения коренных источников; 4 – поверхность выравнивания последнего этапа развития рельефа; 5 – поверхность кимберлитовмещающего цоколя, погребенная толщей терригенных коллекторов алмазов; 6 – терригенные коллекторы алмазов; 7 – породы кимберлитовмещающего цоколя (*а* – чехла платформы, *б* – кристаллического основания); 8 – реконструированный шлейф разноса кимберлитовых минералов от коренных источников на поверхности денудационного выравнивания; 9 – доминирующие направления переотложения кимберлитовых минералов; 10-12 – ореолы рассеяния ИМК: 10 – первичные, 11 – смешанные, 12 – вторичные; 13-14 – россыпи алмазов: 13 – смешанные, 14 – вторичные

посткимберлитовых терригенных толщ и синхронно реконструированного рельефа [13], сформированных до начала новейшего тектонического этапа, выделяются три прогнозно-поисковых типа проявления кимберлитовых полей в древних терригенных коллекторах на закрытых территориях (рис.1). К I типу отнесены слабо срезанные кимберлитовые поля с локальным шлейфом рассеяния ИМК, ко II – умеренно срезанные поля с площадным шлейфом рассеяния ИМК, а к III – сильно срезанные поля с региональным шлейфом рассеяния ИМК. Каждый тип площадей характеризуется определенными особенностями строения, минерального состава, фациально-динамических условий формирования коллекторов, палеорельефа и морфогенетическими признаками ореолов рассеяния ИМК, которые напрямую увязываются с суммарной дальностью транспортировки кимберлитовых минералов от первоисточников и размером денудационного среза трубок кимберлитов и родственных пород (далее – кимберлитов).

Рассмотрим различные прогнозно-поисковые типы погребенных кимберлитовых полей на примерах хорошо изученных автором моделей, расположенных в пределах Сибирской, Восточно-Европейской и Африкано-Аравийской платформ (см. таблицу).

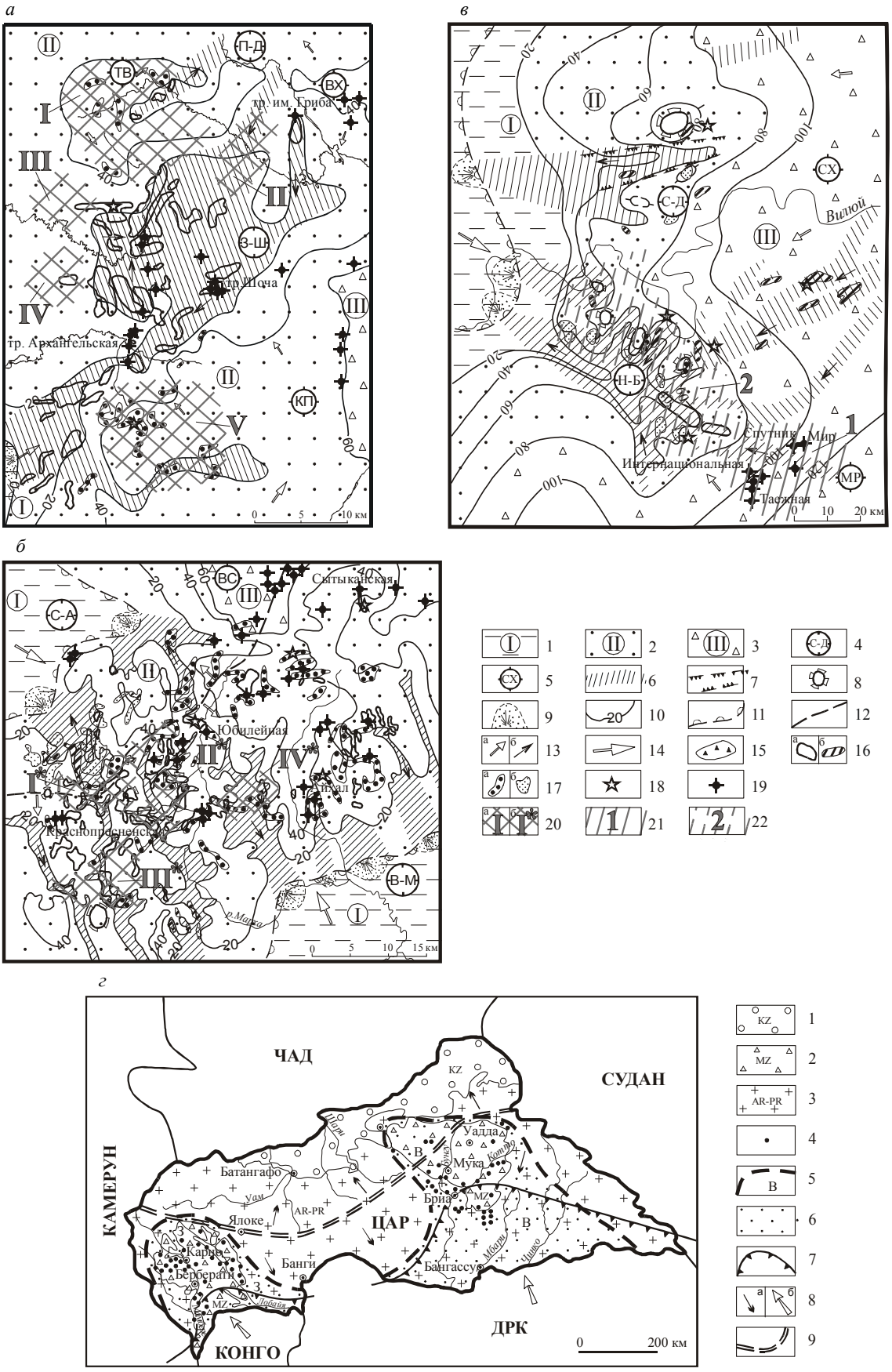
Слабо срезанные кимберлитовые поля с локальным шлейфом рассеяния ИМК (I прогнозно-поисковый тип). Денудационный срез погребенных коренных источников, для которых нередко характерна частичная сохранность кратерной зоны или верхней части диатремы, составляет десятки – первые сотни метров. Площадь ареала рассеяния ИМК в древних коллекторах, представленных образованиями одного этапа развития территории, незначительно превышает площадь развития коренных источников. Количество продуктивных горизонтов в терригенных коллекторах не превышает четырех. Мощность толщи, содержащей ореолы рассеяния ИМК, соизмерима с амплитудами рельефа и составляет 40-60 м. Формируются главным образом первичные

Основные критерии оценки и признаки проявления погребенных кимберлитовых полей различных прогнозно-поисковых типов в терригенных коллекторах алмазов

Группы критериев	Критерии оценки	Признаки кимберлитовых полей		
		Слабо срезанные поля с локальным шлейфом рассеяния ИМК, I тип	Умеренно срезанные поля с площадным шлейфом рассеяния ИМК, II тип	Сильно срезанные поля с региональным шлейфом рассеяния ИМК, III тип
Литолого-стратиграфические	1. Возраст коренного источника – возраст наиболее древнего коллектора, млн лет	Десятки	Десятки	Сотни
	2. Положение ореолов ИМК в разрезе	Базальные горизонты разнопорядковых циклитов	Базальные горизонты разнопорядковых циклитов	Базальные горизонты разнопорядковых циклитов, внутриформационные конгломераты
	3. Суммарная мощность «продуктивной» части терригенных коллекторов, м	Десятки	Десятки – первые сотни	Сотни
	4. Количество «продуктивных» литолого-стратиграфических уровней	1-5	5-10	Более 10
	5. Наличие россыпей алмазов:			
	в древних коллекторах	Не установлены, но возможно обнаружение очень мелких россыпей	Очень мелкие россыпи	Очень мелкие и мелкие россыпи
	в четвертичных россыпях	Очень мелкие россыпи	Мелкие россыпи	Мелкие и средние россыпи
Минералогические	1. Минеральный состав песчаной и глинистой фракций	Соответствует породам ближайшего геологического окружения	Соответствует породам ближайшего геологического окружения и сопредельных территорий	Широкие вариации состава
	2. Значения $\hat{E}_{ó}^{*}$ и $\hat{E}_{ì}^{**}$	Высокие в низах разреза, низкие в верхах	Высокие в низах разреза, низкие в верхах	Высокие
Палеогеоморфологические	1. Денудационный срез коренных источников	Низкий, десятки – первые сотни метров	Умеренный, сотни метров	Высокий, сотни и более 1000 м
	2. Положение коренных источников в палеорельефе	Слабовозвышенные и возвышенные равнины	Возвышенные денудационные равнины	Высокие денудационные равнины
	3. Длительность периода денудации, млн лет	Десятки	Десятки, сотни	Сотни
	4. Преобладающие рельефообразующие процессы	Денудация различной интенсивности и аккумуляция	Малоактивная денудация	Активная денудация
	5. Количество ярусов палеорельефа	Два или три	Три	Три и более
	6. Положение ореолов ИМК и россыпей в формах палеорельефа различного ранга:			
	мега	Средний ярус	Средний и верхний ярусы	Нижний, средний, верхний ярусы
	макро	Впадины и возвышенности	Впадины, реже возвышенности	Впадины, реже возвышенности
	мезо	Речные долины, останцы	Речные долины, останцы, склоны поверхностей выравнивания	Ледниковые шлейфы, речные долины и аллювиальные равнины

Группы критериев	Критерии оценки	Признаки кимберлитовых полей		
		Слабо срезанные поля с локальным шлейфом рассеяния ИМК, I тип	Умеренно срезанные поля с площадным шлейфом рассеяния ИМК, II тип	Сильно срезанные поля с региональным шлейфом рассеяния ИМК, III тип
Фациально-динамические	1. Фации терригенных коллекторов	Чередование континентальных и бассейновых (преобладают)	Чередование континентальных (преобладают) и бассейновых	Преобладают континентальные (аллювиальные)
	2. Фации отложений, содержащих ореолы ИМК и россыпи алмазов	Делювиальные, аллювиальные, прибрежно-бассейновые	Делювиальные, аллювиальные, прибрежно-бассейновые	Делювиальные, аллювиальные, прибрежно-бассейновые, ледниковые
	3. Динамические типы отложений, содержащие ореолы ИМК и россыпи алмазов	Малоактивные, активные	Активные, реже малоактивные,	Преобладают активные
Морфогенетические	1. Основные морфогенетические типы ореолов ИМК и россыпей	Делювиальные и аллювиальные в верховьях палеодолин; пляжевые на локальных палеовозвышенностях и склонах поверхностей выравнивания	Делювиальные и аллювиальные в верховьях палеодолин; пляжевые на локальных палеовозвышенностях и склонах поверхностей выравнивания	Флювиогляциальные; русловые россыпи малых и средних рек, русловые россыпи аллювиальных равнин
	2. Дальность переноса ИМК за время формирования циклитов I-II порядка	Ближнего, умеренного переноса	Ближнего, умеренного переноса	Ближнего, умеренного, реже дальнего переноса
	3. Суммарное расстояние транспортировки ИМК от коренных источников ко времени захоронения, км	10-20	80-100	Десятки-сотни
	4. Количество этапов переотложения ИМК до погребения в наиболее древнем коллекторе	Возможно незначительное переотложение в течение одного этапа	Несколько	Многократное переотложение
	5. Масштаб проявления шлейфа рассеяния ИМК в древних коллекторах от коренных источников (*S* алм. поля, района / *S* кимб. поля, района)	Локальный (1,1-1,2)	Площадной (25-30)	Региональный (десятки-сотни)
	6. Вариации первичных признаков ИМК в ореолах и россыпях различных фаций			
	Концентрация	Падает на расстоянии первых километров от источников / Различная***	Ниже, чем в коренных источниках / Различная	Различная (концентрации алмазов менее 1 кар/м^3)
	Степень износа	Слабая / средняя, высокая	Средняя, высокая / высокая	Высокая (износ на алмазах)
	Степень сортировки	Слабая / Средняя, высокая	Средняя / Высокая	Различная
	Мономинеральность (изменение первичной ассоциации ИМК в ореоле по сравнению с коренным источником)	Не проявлена	Изменяется на расстоянии первых десятков километров от коренных источников	Минералы-спутники алмаза отсутствуют
	7. Типы ореолов ИМК и россыпей по источникам питания	Первичные и смешанные	Преобладают вторичные, реже смешанные	Вторичные

*$K_у$ – коэффициент устойчивости, по А.П.Сигову [10].
**$K_м$ – коэффициент мономинеральности, по В.П.Казаринову [11].
*** В числителе для континентальных фаций, в знаменателе – для бассейновых.


а
в
б
г
тр. Архангельская
тр. Шона
тр. им. Гриба
Спутник Мир
Интернациональная
Таежная
Вилюй
Ю-Ш
Ю-Ю
Ю-В
Ю-З
С-А
С-Д
Н-Б
П-Д
ТВ
ВХ
ВС
СХ
КП
МР
Сытыканская
Юбилейная
Краснопресненская
Нюрбинская
Ботуобинская
Ирелях
Мастах
Ыгыатта
Ахтарандинская
Ленская
Среднеботуобинская
Чаяндинская
Талаканская
Верхнечонская
Ярактинская
Ковыктинская
Марковская
Куюмбинская
Терско-Камовская
Непская
Юрубчено-Тохомская
Ванкорская
Пайдугинская
Пякяхинская
Уренгойская
Ямбургская
Медвежья
Губкинская
Заполярная
Ен-Яхинская
Харасавэйская
Бованенковская
Крузенштернская
Русановская
Ленинградская
Штокмановская
Долгинская
Приразломная
Варандей-море
Варандей-суша
Хыльчуюская
Ардалинская
Ошская
Ферганская
Ташкентская
Бухаро-Хивинская
Прикаспийская
Мангышлакская
Устюртская
Предкарпатская
Закарпатская
Днепровско-Донецкая
Причерноморская
Крымская
Волго-Уральская
Тимано-Печорская
Предуральская
Западно-Сибирская
Енисей-Хатангская
Лено-Вилюйская
Предверхоянская
Верхоянская
Колымская
Чукотская
Анадырская
Охотская
Камчатская
Сахалинская
Курильская
Северо-Сахалинская
Западно-Камчатская
Восточно-Камчатская
Корякская
Ангаро-Ленская
Алданская
Предджугджурская
Предсаянская
Предбайкальская
Забайкальская
Амурская
Ханкайская
Буреинская
Сунгарийская
Ляохэ
Бохайская
Северо-Китайская
Ордосская
Цайдамская
Таримская
Джунгарская
Турфанская
Или
Тянь-Шаньская
Алакольская
Зайсанская
Чуйская
Кура
Ачинская
Минусинская
Тувинская
Кузнецкая
Ленская
Вилюйская
Тунгусская
Хатангская
Анабарская
Оленекская
Лено-Анабарская
Предверхоянская
Верхоянская
Колымская
Чукотская
Анадырская
Охотская
Камчатская
Сахалинская
Курильская
Северо-Сахалинская
Западно-Камчатская
Восточно-Камчатская
Корякская
Ангаро-Ленская
Алданская
Предджугджурская
Предсаянская
Предбайкальская
Забайкальская
Амурская
Ханкайская
Буреинская
Сунгарийская
Ляохэ
Бохайская
Северо-Китайская
Ордосская
Цайдамская
Таримская
Джунгарская
Турфанская
Или
Тянь-Шаньская
Алакольская
Зайсанская
Чуйская
Кура
Ачинская
Минусинская
Тувинская
Кузнецкая
Ленская
Вилюйская
Тунгусская
Хатангская
Анабарская
Оленекская
Лено-Анабарская
ЧАД
СУДАН
КАМЕРУН
ЦАР
ДРК
КОНГО
Батангафо
Ялоке
Карнот
Бербератти
Банги
Бангассу
Уадда
Мука
Бриа
Шари
Уам
Мбари
Ибенди
Чинко
Габай
KZ
MZ
AR-PR
В
0 5 10 15 км
0 10 20 км
0 200 км

и смешанные ореолы рассеяния (по В.Т.Подвысоцкому [4]), удаленные от коренных источников на расстояние не более 20 км. Минеральный состав ИМК в целом соответствует составу кимберлитовых минералов в источниках. Участки размыва более древних промежуточных коллекторов фиксируются «окнами» с повышенной степенью износа ИМК. Ореолы континентальной морфогенетической группы пространственно связаны с коренными источниками, а бассейновые (пляжевые) не обнаруживают с ними пространственной связи, хотя вблизи отдельных кимберлитовых тел последние проявляют себя низкой и средней степенью износа ИМК. Возможно формирование россыпей алмазов ближнего переноса. Характерной особенностью эволюции слабо срезанных полей является незначительная длительность планации рельефа, которая чаще всего измеряется первыми миллионами лет, реже десятками миллионов лет. Время формирования наиболее древнего терригенного коллектора ИМК приближено ко времени формирования коренных пород. Кимберлитовые тела располагаются чаще всего в пределах слабовозвышенных или возвышенных денудационных равнин.

На площадях I типа создаются наиболее простые поисковые обстановки. Все первичные и смешанные ореолы континентального ряда имеют тесную пространственную (фациальную, геоморфологическую) связь с размываемыми коренными источниками. При выявлении, например, морфогенетического типа делювиальных ореолов конусов выноса, сформированных в малоактивных динамических обстановках, необходима постановка детальных поисковых работ с целью прямого подсечения коренного источника. Тип аллювиальных ореолов верховьев палеодолин требует более детального изучения морфологических особенностей палеорельефа с целью получения более полной информации о морфологии речных долин, их размерах, уклонах продольных профилей, выявления общих и локальных путей транспортировки кимберлитовых минералов, прослеживания изменений фациального состава отложений. После оконтуривания ореола в рамках определенной формы мезорельефа с учетом комплекса других данных будут получены выводы о вероятном удалении от коренных источников. На перспективных площадях необходима постановка поискового бурения.

Рис.2. Модели проявления погребенных кимберлитовых полей в древних терригенных коллекторах алмазов:
а, *б* – I тип площадей; *в* – II тип площадей; *г* – III тип площадей

Условные обозначения к рис.2, *а-в*: 1-9 – формы реконструированного позднепалеозойского рельефа: 1-3 – мегаформы (1 – низменная аккумулятивная равнина, нижний ярус; 2 – слабо возвышенная денудационно-аккумулятивная равнина, средний ярус; 3 – возвышенная денудационная равнина, верхний ярус), 4-5 – макроформы (впадины: 4 – Нижне-Ботуобинская (Н-Б), Сюльдюкарская (С-Д), Верхне-Мархинская (В-М), Средне-Алакитская (С-А), Золотицко-Шочинская (З-Ш), Падунская (П-Д); возвышенности: 5 – Мирнинская (МР), Сюльдюкар-Холомолохская (СХ), Верхнесохсолохская (ВС), Кепинская (КП), Товская (ТВ), Верхотинская (ВХ)); 6-9 – мезоформы (6– речные долины, 7 – тектонические депрессии, 8 – денудационные останцы, 9 – предполагаемые авандельты); 10 – изогипсы поверхности палеорельефа суши, м; 11 – береговые линии минимального уровня развития бассейна; 12 – ось главного водораздела; 13 – направления сноса терригенного материала (*а* – общие, *б* – местные, по основным палеоводотокам); 14 – направления трансгрессии бассейна; 15-17 – морфогенетические типы позднепалеозойских ореолов рассеяния ИМК: 15 – делювиальные ореолы конусов выноса, 16 – аллювиальные ореолы верховьев речных долин, 17 – пляжевые ореолы на локальных палеовозвышенностях (*а* – первичные и смешанного питания, *б* – вторичные); 18 – места находок алмазов в терригенных коллекторах; 19 – кимберлитовые тела; 20-22 – элементы прогноза алмазоносности: 20 – площади, рекомендуемые для поисков кимберлитовых тел (*а* – I – Верхне-Падунская, II – Средне-Падунская, III – Северо-Золотицкая, IV – Южно-Золотицкая, V – Кадьская; *б* – I* – уч. Кылах-Южный, Юг, Алакитский; II* – уч. Глубокий, Болотный; III* – уч. Лесной, Усун-Юрях; IV* – уч. Байтахский); 21 – площади, рекомендуемые для поисков кимберлитовых тел и россыпей алмазов ближнего переноса (1 – Мирнинская); 22 – площади, рекомендуемые для поисков позднепалеозойских россыпей алмазов (2 – Нижне-Ботуобинская)

Условные обозначения к рис.2, *г*: 1-3 – группы пород: 1 – кайнозойских, 2 – мезозойских (меловых), 3 – докембрийских; 4 – промышленные россыпи алмазов; 5 – районы россыпной алмазоносности: З – Карно-Берберати (Западный), В – Мука-Уадда (Восточный); 6 – области прогнозируемых россыпей алмазов; 7 – области распространения прогнозируемых коренных источников алмазов (протерозойских кимберлитов); 8 – основные направления транспортировки алмазов в кайнозойское (*а*) и докайнозойское (*б*) время; 9 – ось Главного Центрально-Африканского водораздела эоценового заложения

Морфогенетические типы ореолов ИМК и россыпей алмазов, сформированные в бассейновых палеообстановках, менее информативны, но и они могут быть использованы для оценки относительной удаленности от коренных источников. Для этого требуется проведение палеогеоморфологического анализа древнего рельефа и фациальных обстановок осадконакопления с целью выяснения особенностей миграции кимберлитовых минералов в пределах древних пляжей.

Типичными примерами площадей I прогнозно-поискового типа являются Алакит-Мархинское поле (Далдыно-Алакитский район, Сибирская платформа) и кимберлитовые поля Зимнебережного района, Восточно-Европейская платформа. Среди изученных эталонных объектов наиболее перспективными на обнаружение кустов слабо эродированных среднепалеозойских трубок являются склоны палеовпадин: Золотицко-Шочинской, Падунской (рис.2, *а*) и Нижне-Мархинской (рис.2, *б*), в пределах которых располагаются первичные и смешанные делювиальные ореолы конусов выноса и аллювиальные ореолы ИМК в верховьях палеодолин, сформированные в условиях ближнего и умеренного сноса. На незначительном удалении от коренных источников могут быть установлены россыпи алмазов.

Таким образом, модель I типа предусматривает проведение поисковых работ, нацеленных прежде всего на выявление слабо срезанных коренных источников и россыпей алмазов ближнего переноса.

Умеренно срезанные поля с площадным шлейфом рассеяния ИМК (II прогнозно-поисковый тип) характеризуются полностью размытой кратерной зоной и срезанной верхней частью диатремы. Размытая часть составляет первые сотни метров. Территории отличаются значительным (десятки раз) превышением площади ареала разноса ИМК над площадью, занимаемой коренными источниками. Примером полей с умеренным денудационным срезом является Мирнинское поле (Мало-Ботуобинский район). Продукты разрушения кимберлитов и промышленные россыпи алмазов выявлены в позднепалеозойских, мезозойских и кайнозойских коллекторах. Количество основных продуктивных горизонтов в отложениях верхнего палеозоя и мезозоя равняется соответственно 5 и 4. Суммарная мощность продуктивной толщи составляет не менее 80 м. На удалении первых десятков километров от кимберлитовых тел в результате сортировки ИМК по гидравлической крупности происходит смена существенно пикроильменитовой минералогической ассоциации пироп-пикроильменитовой [9]. Все сохранившиеся до настоящего времени позднепалеозойские и мезозойские ореолы являются вторичными, реже смешанными, сформированными в обстановках ближнего и умеренного переноса. Общая дальность транспортировки ИМК в древних палеогеографических обстановках на площадях этого типа достигает 100 км и более. Известны россыпи и россыпные проявления алмазов ближнего и умеренного переноса.

Время планации умеренно денудированных полей, расположенных в пределах возвышенных равнин, измеряется десятками, реже первыми сотнями миллионов лет. Начало формирования наиболее древнего сохранившегося от размыва терригенного коллектора ИМК оторвано от времени внедрения коренных пород на десятки миллионов лет.

В пределах умеренно срезанных полей, испытавших в отличие от площадей I типа до погребения более длительную и интенсивную денудацию, поисковая ситуация усложняется. Б□льшая часть ореолов рассеяния ИМК сформирована за счет размыва более древних терригенных коллекторов, а ореолы смешанного типа встречаются лишь на относительно небольшом (1-15 км) расстоянии от коренных источников. Здесь наряду с восстановлением общей палеогеографической ситуации и выделением морфогенетических типов ореолов необходимо провести их диагностику по типам источников питания. Вторичные ореолы не могут быть использованы при проведении прямых поисков кимберлитов и родственных пород. Изучение палеогеографических условий их формирования приведет к обнаружению древних промежуточных коллекторов, россыпей алмазов или к оконтуриванию областей их былого развития.

На территории изученного Мало-Ботуобинского района выявление кимберлитовых тел за пределами Мирнинского поля проблематично, но имеются перспективы обнаружения позднепалеозойских россыпей алмазов в краевых частях Нижне-Ботуобинской впадины в пределах среднего яруса реконструированного рельефа (рис.2, *в*).

На территориях II прогнозно-поискового типа работы необходимо ориентировать на выявление как коренных, так и россыпных месторождений, которые в равной степени могут представлять промышленный интерес. Среди россыпей будут доминировать россыпи ближнего и умеренного переноса.

Сильно срезанные поля с региональным шлейфом рассеяния ИМК (III прогнозно-поисковый тип) включают кимберлитовые тела, представленные нижними частями диатрем или подводящими каналами. Размер денудации всегда оценивается сотнями метров, нередко достигая 1000 м. Примерами площадей с высоко эродированными коренными источниками могут служить алмазоносные поля, входящие в состав районов Мука-Уадда и Карно-Берберати на северном борту синеклизы Конго Африканской провинции, где прогнозируются протерозойские кимберлиты [14], а крупные горные компании проводят их интенсивные поиски.

Территории характеризуются огромными (сотни километров) ареалами распространения алмазов в древних коллекторах, которые в сотни раз превышают площади предполагаемых коренных источников. Мощность продуктивной толщи широкого возрастного диапазона с большим количеством алмазоносных горизонтов измеряется от десятков до сотен метров. Уже на расстоянии 40-50 км от коренных источников [15] в результате процессов многократного переотложения и химического выветривания россыпи алмазов характеризуются мономинеральным составом при полном отсутствии других кимберлитовых минералов.

Россыпи и россыпные проявления сформированы за счет размыва более древних промежуточных коллекторов и заключены в фациях ближнего, умеренного, реже дальнего переноса. Характерной особенностью эволюции высоко денудированных полей является значительная (сотни миллионов лет) длительность планации рельефа. Время формирования наиболее древнего терригенного коллектора ИМК сильно оторвано от времени формирования коренных пород, расположенных в области активной денудации на высоких равнинах.

На площадях III типа возникают наиболее сложные поисковые ситуации. Значительный срез источников обуславливает большее количество этапов переотложения и пересортировки обломочного материала, тем самым предполагаются большие суммарные расстояния транспортировки алмазов и других минералов от коренных пород. Несмотря на приуроченность ореолов преимущественно к фациям ближнего или умеренного, реже дальнего переноса, ИМК на большей части территорий поступали из более древних промежуточных коллекторов. В такой обстановке значительная часть коренных источников алмазов переведена в россыпи, с которыми и связаны основные перспективы площадей. Оконтуривание и выявление тел кимберлитов и родственных пород, которые обладают на площадях III типа незначительными размерами, крайне сложно, основные перспективы алмазоносности связаны с россыпями. Средства, затрачиваемые на поиски коренных месторождений, как правило, не оправдываются.

Проведенный анализ обстановок формирования погребенных мезозойских и палеозойских терригенных коллекторов, четвертичных россыпей алмазов районов Мука-Уадда и Карно-Берберати позволил установить, что основные события истории россыпеобразования (размыв коренных источников, транспортировка алмазов и их аккумуляция в терригенных коллекторах) относятся к докайнозойскому времени. Реконструкция путей транспортировки алмазов в палеозое и мезозое показывает, что они были ориентированы с юга на север в соответствии с существовавшим в то время уклоном

палеоповерхности и противоположны современному направлению. Последнее обстоятельство меняет поисковую обстановку в данном регионе, позволяет с других позиций выделить площади, наиболее перспективные на обнаружение новых россыпных месторождений алмазов, и наметить местоположение их коренных источников. Высоко эродированные протерозойские кимберлиты могут быть установлены на территории юго-восточной и юго-западной частей Центральноафриканской республики (ЦАР) и прилегающих к ней северных территориях Конго и Демократической республики Конго (рис.2, *г*). Именно эти территории являлись областями преимущественной денудации в докайнозойское время.

На площадях III прогнозно-поискового типа могут быть выявлены крупные россыпи алмазов, сформированные за счет глубокого размыва коренных источников. Поиски глубоко залегающих коренных месторождений, представленных нижними частями диатрем и подводящими каналами, должны иметь второстепенное значение в силу их небольших размеров, сложности обнаружения и значительных затрат на проведение работ.

Таким образом, на основе анализа комплекса предложенных критериев выделены три прогнозно-поисковых типа проявления погребенных кимберлитовых полей в древних терригенных коллекторах алмазов. По мере накопления фактического материала по особенностям строения перспективных площадей на закрытых территориях древних платформ рассмотренные признаки будут уточняться и детализироваться. Предлагаемые критерии разбраковки погребенных кимберлитовых полей на различные прогнозно-поисковые типы позволяют прежде всего оценивать территории с точки зрения обнаружения экзогенных или эндогенных месторождений алмазов, их соотношения и масштаба проявления. Это дает возможность ориентировать работы на поиски месторождений алмазов определенного генезиса, выбирать соответствующую методику проведения геолого-разведочных работ и выделять площади, благоприятные для установления объектов различного ранга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Афанасьев В.П.* Зависимость сноса кимберлитовых минералов от условий и дальности транспортировки / В.П.Афанасьев, В.А.Варламов, В.К.Гаранин // Геология и геофизика. 1984. № 10. С.119-125.

2. Геология, прогнозирование, методика поисков, оценки и разведки месторождений алмазов. Кн.1. Коренные месторождения / В.М.Подчасов, В.Е.Минорин, И.Я.Богатых, Ю.К.Голубев, С.А.Граханов и др. Якутск: ЯФ ГУ «Издательство СО РАН», 2004. 548 с.

3. *Голубев Ю.К.* Особенности проведения поисковых работ на алмазы в областях развития ледниковых отложений // Тр. ЦНИГРИ. 1987. Вып.218. С.66-70.

4. *Подвысоцкий В.Т.* Терригенные алмазоносные формации Сибирской платформы. Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2000. 332 с.

5. *Подвысоцкий В.Т.* Состав и условия формирования древних осадочных коллекторов и россыпей алмазов / В.Т.Подвысоцкий, Е.Н.Белов / Якутский научный центр СО РАН. Якутск, 1995. 164 с.

6. Прогнозно-поисковые системы для месторождений алмазов / В.И.Ваганов, В.А.Варламов, А.А.Фельдман и др. // Отеч. геология. 1995. № 3. С.42-53.

7. *Рущак В.С.* Возможности применения шлихового метода поисков в районах развития ледниковых отложений / В.С.Рущак, Т.Е.Щербакова // Тр. ЦНИГРИ. 1987. Вып.218. С.70-76.

8. *Салтыков О.Г.* Эволюция зерен пикроильменита в потоковых отложениях Мало-Ботуобинского района (Зап. Якутия) / О.Г.Салтыков, Г.И.Скриплева // Геология и геофизика. 1973. № 2. С.112-117.

9. *Салтыков О.Г.* Модель проявления кимберлитового поля в терригенных коллекторах / О.Г.Салтыков, Ю.М.Эринчек // Докл. АН СССР. 1992. Т.326, № 1. С.154-158.

10. *Сигов А.П.* К вопросу применения промышленного прогноза по терригенным компонентам // Разведка и охрана недр. 1956. № 10. С.14-22.

11. *Славин В.И.* Методы палеогеографических исследований / В.И.Славин, Н.А.Ясаманов. М.: Недра, 1982. 255 с.

12. *Устинов В.Н.* Модель эволюции среднепалеозойского кимберлитового поля в позднем палеозое // Проблемы прогнозирования и поисков месторождений алмазов на закрытых территориях, научное и методико-технологическое обеспечение их решений. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. С.45-54.

13. *Устинов В.Н.* Методы палеогеографических исследований при прогнозировании и поисках погребенных месторождений алмазов // Руды и металлы. 2008. № 5. С.27-40.

14. *Устинов В.Н.* Алмазоносные районы Центральной Африки: палеогеографический анализ и прогнозная оценка // Природные и техногенные россыпи. Проблемы. Решения / Крымское отделение Украинского государственного геологоразведочного института. Симферополь, 2007. С.128-137.

15. *Sutherland D.G.* The transport and Sorting of Diamonds by fluvial and Marine Processes // Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists. November 1982. V.77. P.1613-1620.

REFERENCES

1. *Afanasiev V.P.* Dependence of kimberlite minerals erosion on conditions and distance of transport / V.P.Afanasiev, V.A.Varlamov, V.K.Garanin // Geology and Geophysics. 1984. № 10, pp.119-125.

2. Geology, prediction, technique of prospecting, evaluation and exploration of diamond deposits. Book 1. Primary deposits / V.M.Podchasov, V.E.Minorin, I.Ya.Bogatykh, Yu.K.Golubev, S.A.Grakhanov et al. Yakutsk: Yakutian Branch of State Enterprise «Publising House of Siberian Department of Academy of Sciences of Russia». 2004. 548 p.

3. *Golubev Yu.K.* Peculiarities of diamond prospecting in the areas of glacial environments // Transactions of CNIGRI. 1987. Vol.218, pp.66-70.

4. *Podvysotsky V.T.* Terrigenous diamond-bearing formations of Siberian Platform. Yakutsk: Yakutian Branch of Siberian Department of Academy of Sciences of Russia. 2000. 332 p.

5. *Podvysotsky V.T.* Composition and conditions of formation of ancient sedimentary diamond-bearing rocks and placers / V.T.Podvysotsky, Eu.N.Belov // Yakutian Scientific Center of Siberian Department of Academy of Sciences of Russia. Yakutsk, 1995. 164 p.

6. Prediction and prospecting systems for diamond deposits / V.I.Vaganov, V.A.Varlamov, A.A.Feldman et al. // National Geology. 1995. № 3, pp.42-53.

7. *Rushchak V.S.* Possibilities of application of heavy minerals sampling technique in the regions of glacial environments / V.S.Rushchak, T.Eu.Scherbakova // Transactions of CNIGRI. 1987. Vol.218, pp.70-76.

8. *Saltykov O.G.* Evolution of picroilmenite grains in fluvial sediments of Malo-Botuobinsky region / O.G.Saltykov, G.I.Skriplyova // Geology and Geophysics. 1973. № 2, pp.112-117.

9. *Saltykov O.G.* Model of reflection of kimberlite field in terrigenous rocks / O.G.Saltykov, Yu.M.Erinchek // Contributions of Academy of Sciences of USSR. 1992. Vol.326, № 1, pp.154-158.

10. *Sygov A.P.* To the problem of application of industrial prediction by terrigenous components // Exploration and Protection of Mineral Resources. 1956. № 10, pp.14-22.

11. *Slavin V.I.* Methods of paleogeographic research / V.I.Slavin, N.A.Yasamanov. Moscow: Nedra, 1982. 255 p.

12. *Ustinov V.N.* Evolution model of Middle Paleozoic kimberlite field in Late Paleozoic // Problems of Forecasting and Prospecting of Diamond Deposits on Closed Territories. Yakutsk: Yakutian Scientific Center of Siberian Department of Academy of Sciences of Russia. 2008, pp.45-54.

13. *Ustinov V.N.* Methods of paleogeographic research in prediction and exploration of buried diamond deposits // Ores and Metals. 2008. № 5, pp.27-40.

14. *Ustinov V.N.* Diamondiferous regions of Central Africa: paleogeographic research and evaluation of diamond potential // Natural and technogenous placers. Problems. Decisions. Crimean Branch of Ukrainian State Exploration Institute. 2007, pp.128-137.

15. *Sutherland D.G.* The transport and Sorting of Diamonds by fluvial and Marine Processes // Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists. November 1982. Vol.77, pp.1613-1620.