

УДК 326.6

© Н.Н.Зинчук, А.В.Герасимчук, 2006

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ АЛМАЗНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Н.Н.Зинчук, А.В.Герасимчук (Акционерная компания «АПРОСА»)

На протяжении полувековой истории алмазопроисковой геологии на Сибирской платформе развивались в основном два направления исследований — региональные прогнозные и поисково-оценочные. Первые, базирующиеся на общегеологических (глубинных, структурно-тектонических, магматических, физико-петрологических) сведениях и характеризующие перспективы алмазности больших по площади регионов и территорий, имеют стратегическое значение для выбора направлений геологоразведочных работ на алмазы. Вторые направлены на изучение геологии, структурных особенностей, геоморфологии, эндогенной и экзогенной минерализации конкретных алмазоперспективных площадей и участков; их конечная цель — открытие и оценка алмазносных объектов.

Применение геологами-практиками и учеными геологоразведочного комплекса АК «АПРОСА», а также специалистами других научно-производственных учреждений страны, в первую очередь ЦНИГРИ [1, 2], системного минерагенического подхода привело к созданию иерархического ряда алмазносных (потенциально алмазносных) прогнозно-поисковых таксонов: провинция, субпровинция, зона, поле, куст тел, трубка. В соответствии с масштабом таксонов сложилась достаточно обоснованная прогнозно-поисковая система (табл. 1), позволившая перейти к стадийной технологии геологоразведочных работ (ГРП) на алмазы.

В настоящее время стратегия алмазопроисковых работ строится на региональном и мелкомасштабном прогнозе, который ориентирован на выделение новых субпровинций или крупных областей (зон) внутри уже известных, перспективных на проявления кимберлитового магматизма ранга поле. При определении направлений поисковых работ на алмазы, наряду с минерагеническим районированием территории по типоморфизму алмазов [6], используются данные по разграничению кристаллического фундамента Сибирской платформы на кратоны [3]. В их пределах выделяются стабильные ядра ка-

тархейской — раннеархейской консолидации коры — ортократоны, перспективные на обнаружение алмазносных кимберлитов, и подвижные пояса. Применительно к Сибирской алмазносной провинции для ранних стадий прогнозно-поисковых исследований разработана технология выделения и картирования таких промежуточных прогнозно-поисковых объектов, как литосферный алмазопроизводящий корень, кимберлитоконтролирующая глубинная зона, продуктивное кимберлитовое поле. Данная технология основана на интегральном анализе сейсмических, магнитных, электромагнитных, гравиметрических и геологических данных и позволяет прогнозировать площади с наличием потенциально алмазносных магматитов [7].

Средне- и крупномасштабный прогноз нацелен на поиски нескольких сближенных тел (кустов) и отдельных алмазносных трубок в пределах известных или предполагаемых кимберлитовых полей. Многолетний опыт проведения алмазопроисковых работ указанных масштабов в различных районах и горно-геологических условиях Западной Якутии, особенно в регионах, освоенных алмазодобывающей промышленностью, к концу 80-х годов прошлого века был закреплен внедрением в геологоразведочную практику так называемых типовых прогнозно-поисковых комплексов [8].

В последующие годы в основном подтвердилась достаточно высокая геологическая эффективность разработанных комплексов — были открыты коренные и россыпные месторождения алмазов в Средне-Мархинском, множество кимберлитовых тел в Далдыно-Алакитском алмазносных районах и особенно на севере Якутской алмазносной субпровинции. Вместе с тем, выход на новые территории выявил ряд новых геологопоисковых ситуаций, затрудняющих успешное проведение алмазопроисковых работ. Многие вещественно-индикационные характеристики поисковых объектов на новых территориях к настоящему времени слабо изучены или не определены. Нередко они оцениваются субъек-

1. Структура прогнозно-поисковой системы ведения геологоразведочных работ на алмазы

Иерархический ряд прогнозно-поисковых объектов	Стадии прогнозно-поискового процесса	Конечный ожидаемый результат	Основные задачи научно-прикладных исследований
Алмазоносная провинция — субпровинция (потенциально алмазоносный литосферный блок)	Ранняя А1 — предварительная прогнозная оценка территорий на наличие алмазоносных пород	Минерагеническая специализация региона	Определение границ возможного распространения кимберлитов и конвергентных им пород в ранге магматической субпровинции
Кимберлитоконтролирующая зона (минерагеническая) — кимберлитовое поле	Ранние А2 и А3 — прогнозно-поисковые исследования первого этапа	Закономерности размещения и прогноз ресурсов по категориям P_3 и P_2	Определение границ кимберлитоконтролирующих зон и локализация площадей, перспективных на обнаружение кимберлитовых полей
Кусты кимберлитовых тел — отдельные кимберлитовые тела	Поздние В1 и В2 — среднемасштабные и детальные алмазопроисковые исследования	Выявленные кимберлитовые тела и прогнозные ресурсы по категории P_1	Разработка критериев и методических приемов локализации кустов и единичных кимберлитовых тел, аппаратно-технологических комплексов их поисков и изучения околотрубочной геологической среды
Коренные месторождения алмазов	Оценочно-разведочные работы	Геометризация, подсчет запасов категорий C_2 и C_1 , временные кондиции, ТЭД	Выделение критериев алмазоносности кимберлитов для диагностики промышленных алмазоносных тел

тивно. В настоящее время перед алмазопроисковой геологией стоят задачи обнаружения погребенных кимберлитовых тел, преимущественно слабоконтрастных по своим параметрам (небольших по размерам, слабомагнитных, содержащих незначительные количества минералов-спутников алмазов, что характерно, например, для Средне-Мархинского района), или залегающих в сложных ландшафтно-геологических условиях на площадях, перекрытых мощными толщами терригенных и магматических (траппы) пород.

Резкое усложнение алмазопроисковых работ из-за сложных ландшафтно-геологических обстановок и поисков малокаонтрастных объектов по традиционным индикаторным параметрам свидетельствует о необходимости существенного увеличения наукоемкости всего геологоразведочного процесса на алмазы. В этой связи возрастает роль научно-исследовательских, опытно-методических и вещественно-аналитических работ, выполняемых прикладной наукой в АК «АЛРОСА» и отраслевых институтах страны. Некоторые вопросы при решении этой проблемы требуют более широкого привлечения новых фундаментально-теоретических разработок академических геологических учреждений.

Многие положительные результаты в практической алмазной геологии, сосредоточенной в ос-

новном в АК «АЛРОСА», достигнуты в последнее время благодаря техническому перевооружению. Это дало возможность геологам и ученым геологоразведочного комплекса АК «АЛРОСА» количественно и качественно повысить результативность изучения геологического строения разведываемых коренных и россыпных месторождений алмазов, опрашиваемых алмазоперспективных площадей и участков, поднять уровень химико-физических исследований алмазов и их минералов-спутников. Опробование и внедрение геофизической аппаратуры позволяет существенно оптимизировать комплекс поисковых геофизических методов, о чем свидетельствуют результаты производственных работ экспедиций и опытно-методических исследований специалистов ЯНИГП ЦНИГРИ, а также привлекаемых на договорной основе научно-производственных организаций страны.

Однако в целом эффективность алмазопроисковых работ на закрытых территориях пока довольно низкая, а критерии среднемасштабного и локального прогноза для закрытых площадей, в первую очередь в районах распространения пород трапповой формации, за редким исключением, еще недостаточно разработаны. Актуальная задача прикладной алмазной науки — создание физико-геологических моделей прогнозно-поисковых объектов для сред-

немасштабных и детальных алмазопроисковых работ и определение комплекса методов для их надежного оконтуривания. Важнейшая роль при этом придается углублению минералого-аналитического изучения индикаторных минералов кимберлитов (ИМК) с возможно полным охватом всего фактического материала, получаемого при поисках, оптимизации комплекса минералого-физических иссле-

ований алмазов в целях поисков алмазных месторождений по самим алмазам. При этом значение оперативного научно-методического обеспечения геологоразведочных работ существенно возрастает, а круг решаемых задач расширяется (табл. 2).

Существующие методико-технологические, технические и лабораторно-аналитические мощности геологоразведочных предприятий АК «АЛ-

2. Оперативное научное обеспечение текущих геологоразведочных работ на алмазы

Направления НИР	Конечный результат исследований
Совершенствование имеющихся и разработка новых факторов среднемасштабного и локального прогнозирования новых месторождений алмазов	<p>Методики минералогического районирования алмазоносных площадей и картирования ореолов на основе комплекса типоморфных особенностей минералов-индикаторов кимберлитов (пиропов, пикроильменитов, хромшпинелидов).</p> <p>Методики и критерии среднемасштабного минералогического районирования территории по типоморфным особенностям алмазов с прогнозом их коренных источников.</p> <p>Методы и методики изучения состава и условий формирования разновозрастных осадочных коллекторов алмазов, расчленения и корреляции терригенных алмазоносных толщ.</p> <p>Методы и критерии геофизического прогнозирования проявлений кимберлитов на основе усовершенствованных технологий их поисков и методик обработки материалов</p>
Опытно-методические исследования по разработке аппаратурно-методического геофизического комплекса для детальных алмазопроисковых работ, разработка новых и внедрение современных методик изучения минералов кимберлитов и других горных пород	<p>Усовершенствованный комплекс детальных поисковых геофизических методов для основных районов ГРП, адаптированный к сложным геолого-поисковым условиям, геофизические методы и методики — индуктивной и импульсной электроразведки, исследований скважин, радиоволнового просвечивания, георадарных технологий, модификации градиентной гравиразведки и магниторазведки.</p> <p>Рекомендации по оптимизации типов и разработок геофизической аппаратуры, применяемой при алмазопроисковых ГРП.</p> <p>Внедренные в практику ГРП методы изучения: алмазов — фотолюминесценции, катодолюминесценции, спектроскопии поглощения, КР- и ИК-спектроскопии, лазерной томографии, изотопии углерода, электронного парамагнитного резонанса; минералов кимберлитов — растровой электронной микроскопии; кимберлитов и вмещающих пород — рентгено- и термоллюминесценции, химического (рентгенофлюоресцентного), рентгенофазового и термографического анализов, изотопно-геохимических</p>
Исследование геолого-генетических аспектов алмазоносности кимберлитов и формирования месторождений алмазов, типоморфных особенностей алмазов, составов и преобразований других магматитов	<p>Данные о геологическом строении (структуре, вещественном составе пород) месторождений алмазов, включая параметры распределения в них полезного компонента, минералов основной массы, минералов-индикаторов кимберлитов, ксеногенного материала.</p> <p>Усовершенствованные петролого-минералогические, петро- и геохимические критерии продуктивности алмазных месторождений.</p> <p>Рекомендации по минералого-технологическому картированию типов руд и опорных горизонтов коренных месторождений алмазов для их оптимальной отработки.</p> <p>Результаты комплексного изучения вещественного состава магматитов различной возрастной и фашиальной принадлежности</p>
Разработка и создание методико-технических средств и специализированных полигонов для метрологической поверки и стандартизации скважинной и электроразведочной аппаратуры геологоразведочных предприятий АК «АЛРОСА»	<p>Современные оптимальные технологии стандартизации и метрологии геофизической аппаратуры применительно к условиям проведения работ на объектах АК «АЛРОСА».</p> <p>Аттестованные специализированные геофизические полигоны и контрольно-градуировочные скважины для стандартизации и поверки геофизической аппаратуры.</p> <p>Нормативная документация по метрологической поверке, калибровке, стандартизации и контролю качества измерений геофизической аппаратуры</p>

РОСА», включая ЯНИГП ЦНИГРИ, возможности их гибкого технического перевооружения требуют постановки опытно-методических и опытно-производственных исследований по наработке и внедрению новых технологий и методов для уточнения участков локализации кимберлитового магматизма. При среднемасштабных алмазопрогнозных исследованиях актуально следующее:

изучение глубинного геоэлектрического разреза кимберлитовых полей на основе площадных магнитотеллурических зондирований (МТЗ) для выявления (подтверждения) прогнозного критерия кимберлитового магматизма — размещения кимберлитовых тел в пределах локальных проводящих литосферных неоднородностей. Метод успешно опробован в Мало-Ботуобинском и Зимнебережном алмазодносных районах, где в пределах высокоомных литосферных блоков локализованы проводящие глубинные неоднородности, интерпретируемые как вероятные границы кустов кимберлитовых трубок. В краевых частях таких неоднородностей размещаются все известные кимберлитовые тела Мирнинского и Золотицкого полей;

изучение сейсмических особенностей глубинного строения консолидированной коры по данным МОВ-ОГТ для выделения субвертикальных транскоровых аномалий полей рассеянных волн гетерогенного типа, приуроченных к проявлениям кимберлитового магматизма;

изучение внутренней структуры кимберлитоконтролирующих и кимберлитовмещающих тектонических зон в границах кимберлитовых полей с определением взаимоотношений и роли разновозра-

стных пликативных и разрывных дислокаций путем проведения структурно-петрофизических и тектонофизических исследований;

анализ эволюции ореолов ИМК во времени и пространстве на основе минералогического районирования и картирования ассоциаций ИМК и их гравитационных спутников, а также изучения зональности пространственного распределения минералов-спутников по их химическим параметрам на основе полных микрорентгеноспектральных определений.

На этапе детальных поисковых работ на закрытых площадях первостепенными задачами научно-методического обеспечения являются адаптация, опробование и внедрение новых методик и методов для локализации кимберлитоперспективных участков. При этом, на наш взгляд, необходимо:

использование алмазов всех классов размерности, включая оптимизацию способов пробоотбора, первичной обработки проб и их обогащения, физико-химического изучения кристаллов на основе новых технических возможностей и методик (табл. 3);

проведение опытно-экспериментальных исследований продуктов регрессивных процессов преобразования ИМК и основной массы кимберлитов для определения их устойчивости в различных средах. Выявление «кимберлитовой» составляющей (серпентин, магнезиальный хлорит, сапонит и др.) как продуктов указанных процессов путем изучения минералов легкой фракции из диатрем, осадочных коллекторов и приплотиковой части разреза околотрубного пространства возможно рентгено-

3. Методы аналитических исследований алмазов, адаптированные и внедренные в ЯНИГП ЦНИРИ для обеспечения геологоразведочных работ АК «АЛРОСА»

Методы исследований	Разработанные методики анализа и обработки результатов
Лазерная томография алмазов (с использованием лазера ЛГИ 21 и бинокляра Nikon SMZ-U)	Методика классификации алмазодносных объектов. Методика диагностики алмазов в ореолах их рассеяния
Спектрометрия поглощения алмазов в инфракрасной области (с использованием спектрометра ФСМ 1201 и ИК Фурье микроскопа МИК-15)	Методика определения азотных дефектов (А, В1, В2, С и группы С-Н) в алмазах методом спектрометрии поглощения в ИК-области. Методика классификаций алмазодносных объектов с использованием типоморфных признаков алмазов по дефектам их кристаллической решетки
Спектрометрия поглощения алмазов в видимой и ультрафиолетовой областях (с использованием установки на базе монохроматора МДР-41 и микроскопа МСФУ-К)	Методика регистрации спектров (определение концентраций N3, GR1 и диагностика N3, N4 дефектов) и обработки результатов исследований алмазов, полученных спектрометрией поглощения в видимой и ультрафиолетовой областях
Регистрация спектров фотолюминесценции и кинетики фотолюминесценции алмазов (с использованием азотного лазера ЛГИ 505 и монохроматора ДМР-4)	Методика регистрации спектров и обработки результатов исследований фотолюминесценции и кинетики фотолюминесценции алмазов

структурным (с использованием дифрактометра DMAX-2400 «Rigaku») и термографическим (с применением установки Derivatograph C3434) методами. Расшифровка природы регрессивных преобразований ИМК позволит усовершенствовать минералогический критерий прогнозирования коренной алмазности и шлихоминералогический метод поисков кимберлитовых тел на различных стадиях геологоразведочных работ;

опытное опробование новых технологий производства электроразведочных работ, геофизических исследований скважин (ГИС), радиоволнового просвечивания (РВП).

Совершенствование комплекса ГИС целесообразно для получения более полной информации по физическим параметрам горных пород в естественном залегании, которые необходимы для выбора методики проведения, обработки и интерпретации наземных геофизических исследований. Совершенствование имеющихся и применение новых типов скважинной аппаратуры должны сопровождаться их стандартизацией и метрологической аттестацией для качественного измерения параметров.

К перспективным направлениям развития электроразведочных методов относится импульсная индуктивная электроразведка с закрепленным источником на базе новой аппаратуры «Импульс-Десант» (разработка специалистов института СНИИГТиМС, г. Новосибирск), а также аудиоманнитотеллурическое зондирование (АМТЗ) на базе отечественной аппаратуры АКФ-4м (создана в НИИ земной коры Санкт-Петербургского государственного университета) и импортной аппаратуры фирмы «Феникс» (Канада). Проведенные в ЯНИГП ЦНИГРИ опытно-методические работы показали, что импульсная индуктивная электроразведка площадных зондирований становлением поля с закрепленным источником, реализуемая с аппаратурой «Импульс-Десант», обеспечивает оперативность изучения больших площадей с высоким разрешением, технологичность и высокую плотность наблюдений, высокую эффективность выявления аномалий избыточной проводимости, пространственно совпадающих с искомыми геологическими объектами. Опробование метода АМТЗ показало возможность получения достаточно объективных данных о геологическом строении разрезов до глубин 500–700 м, выделения аномалий над кимберлитовыми и туфовыми трубками в разрезах, перекрытых терригенными образованиями. Необходимо развивать методы опробования площадей, бронированных трапповыми образованиями (в алмазописковой практике так называемых площадей IV и V геотипов).

Ведущий геофизический метод, позволяющий в настоящее время проводить опосредованное межскважинное пространство для выявления кимберлитовых тел на закрытых площадях, в том числе в полях развития траппов, — радиоволновое просвечивание. Применение метода сдерживает использование разнотипных аппаратно-методических технологий РВП, не позволяющих с одинаковой эффективностью решать задачу в сложных геоэлектрических разрезах разных алмазносных районов — Мало-Ботубинского, Далдыно-Алаиктского, Средне-Мархинского. Поэтому актуальными задачами этого направления являются:

унификация применяемой аппаратуры РВП, а также методик и программ обработки данных. Основой может стать аппаратура нового поколения РПД-3, которая опробована в ЯНИГП ЦНИГРИ и отличается повышенной (более чем в 2 раза) чувствительностью приемника и эффективной дальностью (более чем в 1,5 раза) радиоволнового просвечивания;

разработка методических рекомендаций, регламентирующих производство работ этим методом, включая выбор оптимальных сетей бурения, требования к подготовке и обеспечению сохранности скважин, методику проведения работ, оценку качества измерений, методики обработки данных и основные способы интерпретации результатов, технологию заверки аномалий РВП и детализационных работ на аномалиях, выделенных в процессе интерпретации.

Одно из важнейших условий эффективного проведения указанных опытно-методических геофизических исследований — наличие специально подготовленного полигона с разнообразными горно-геологическими поисковыми условиями. В настоящее время такой полигон создан и обустроен Амакинской геологоразведочной экспедицией компании «АЛРОСА».

Оценка перспектив алмазности отдельных территорий Российской Федерации, выполненная за последние годы ЦНИГРИ и ЯНИГП ЦНИГРИ АК «АЛРОСА» в ходе тематических и ревизионно-экспертных исследований, анализ специализированной на алмазы изученности алмазоперспективных регионов показывают, что открытие новых богатых месторождений с высококачественными алмазами может ожидать, в первую очередь, в Западной Якутии, а также в Архангельской области. Вместе с тем, выделяются регионы, где также имеются реальные перспективы открытия алмазных месторождений. К ним относятся: в южной и юго-западной частях Сибирской платформы — территории в Красноярском крае, Эвенкии, Иркутской об-

ласти, в европейской части России — в Северо-Западном регионе (Мурманская область, Республика Карелия). В последнее время несколько изменились и территориальные приоритеты алмазописковых работ, значительные объемы которых проводятся компанией «АЛРОСА» в Архангельской области и Карелии. При этом перед учеными-алмазниками в числе основных ставятся задачи:

прогнозная оценка алмазности новых для компании «АЛРОСА» регионов в соответствии с ее потребностями;

определение направлений геологоразведочных работ по выбору и предварительной оценке перспективных площадей и участков и эффективной технологии на каждом из объектов ГРП;

проведение комплекса опытно-методических исследований в целях совершенствования существующих и разработки новых методов поисков и разведки месторождений алмазов для конкретных горно-геологических условий различных алмазоперспективных территорий.

В настоящее время большой объем в исследованиях ЯНИГП ЦНИГРИ занимают опережающие научно-исследовательские и опытно-методические работы на алмазы на территории европейской части Российской Федерации, включающие:

проведение (совместно с ЦНИГРИ) обобщающих тематических и научно-исследовательских работ для предварительного районирования по перспективам алмазности Восточно-Европейской платформы с составлением специализированных на алмазы карт (глубинного строения, структурно-тектонической, размещения платформенного магматизма, специализированного на алмазы минералогического изучения, прогноза алмазности) м-ба 1:2 500 000 (с врезками м-ба 1:1 000 000 на наиболее изученные регионы), а также банков минералогической информации и данных по составу алмазносных и потенциально алмазносных магматитов;

обоснование перспективных площадей и разработку рекомендаций по направлению и методике алмазописковых работ АК «АЛРОСА» в Северо-Западном и Карело-Кольском регионах Восточно-Европейской платформы с составлением специализированных карт м-бов 1:1 000 000–1:500 000;

проведение тематических и опытно-методических геолого-минералогических и геофизических исследований применительно к поисковым объектам и горно-геологическим условиям алмазоперспективных площадей Архангельской алмазносной провинции и прилегающих территорий с выработкой рекомендаций по критериям их прогнозирования и принципам районирования.

Архангельская алмазносная провинция является второй после Западной Якутии территорией Российской Федерации с разведанными коренными месторождениями алмазов. Наиболее перспективная и изученная ее часть — Зимнебережный алмазносный район. Практически все известные здесь трубки взрыва, включая коренные месторождения алмазов, обнаружены геофизическими методами поисков, в основном магниторазведкой. В настоящее время для поисков новых трубок взрыва филиалом АК «АЛРОСА» — «АЛРОСА-Поморье» используется традиционный поисковый комплекс, включающий магнито- и электроразведку с применением новой высокоточной аппаратуры [9]. Петрофизической основой для постановки этих методов служит достаточно контрастная дифференциация кимберлитов и вмещающих пород на уровне верхних горизонтов (падунская свита) по электрическим и магнитным характеристикам. Весьма высокая электропроводимость кимберлитов обусловлена, прежде всего, значительной их обводненностью слабоминерализованными захороненными водами и сильной преобразованностью кимберлитовых брекчий, основной объем которых составляет тонкодиспергированный сапонит [5]. Вместе с тем, магнитная восприимчивость кимберлитов многих трубок зачастую понижена, особенно для тех тел, у которых сохранились кратерные фации, что затрудняет их поиски магнитометрическим методом.

Применение шлихоминералогического метода поисков в Архангельской алмазносной провинции не столь эффективно, как в Западной Якутии. Причина заключается в низких содержаниях ИМК в коренных телах и вторичных коллекторах, низком уровне денудации кимберлитовых тел, преобладании площадей с мощным покровом ледниковых отложений.

Минералогический метод при поисках коренных источников алмазов в закрытых районах Якутской и Архангельской алмазносных провинций зачастую применяется как вспомогательный. При этом находки ИМК с минимальным износом служат признаком близости коренного источника. В то же время, для многих кимберлитовых трубок и россыпных проявлений обеих провинций получен объемный фактический материал о химическом составе важнейших минералов-спутников алмаза (граната, хромшпинелидов, клинопироксена и ильменита) на основе их полных электронно-зондовых анализов. Разработаны (В.К.Гаранин, Г.П.Кудрявцева и др., геологический факультет МГУ) химико-генетические классификации минералов из кимберлитов с разбивкой данных по составу каждого минерала на хи-

мико-генетические группы с выделением парагенезисов минералов, в том числе и алмазоносных. Это позволяет проводить минералогическую паспортизацию эталонных кимберлитовых тел для генетических построений и в поисковых целях.

Одно из прогрессирующих в последние годы направлений — определение элементов-примесей, позволяющее выявлять более тонкие отличительные признаки ИМК в пределах тех или иных парагенетических ассоциаций. Например, в гранатах часто отмечается характерное обогащение тяжелыми редкоземельными элементами (Dy, Er, Yb) относительно легких (La, Ce, Pr, Nd) при закономерной тенденции снижения общего содержания всех редкоземельных элементов в ряду перидотиты – пироксениты – эклогиты с небольшими Eu аномалиями в гранатах из эклогитов. Вследствие применения прецизионного изучения кимберлитовых минералов расширяются возможности использования шлихоминералогического метода поисков алмазов.

Многие из обозначенных подходов к оптимизации прогнозно-поисковых технологий в Западной Якутии применимы, на наш взгляд, и к алмазоперспективным площадям Архангельского региона. Перспективным для повышения эффективности прогнозно-поисковых работ в Юго-Восточном Беломорье может стать решение следующих проблемных научно-прикладных задач:

выявление закономерностей размещения алмазоносных кимберлитов на основе изучения и анализа глубинного и структурно-тектонического строения земной коры провинции и прогнозирование на этой основе новых проявлений алмазоносных магматитов;

изучение литолого-фациальных закономерностей строения, вещественного состава и условий формирования позднепалеозойских (вторичных) коллекторов алмазов;

изучение регрессивных процессов преобразования индикаторных минералов кимберлитов для усовершенствования методов поисков и оценки коренных месторождений алмазов.

Решение первой задачи во многом базируется на среднемасштабных исследованиях особенностей глубинного геоэлектрического разреза и структуры кимберлитовых полей Архангельской алмазоносной провинции для выявления прогнозных факторов проявлений кимберлитового магматизма методами МТЗ и АМТЗ с современной аппаратурой (на начальном этапе в опытно-производственном режиме). Как отмечалось выше, имеется положительный опыт решения этой задачи в условиях Западной Якутии.

Проблема промежуточных коллекторов в Ар-

хангельской алмазоносной провинции связана с корреляцией разрезов, прослеживанием по площади и в разрезе разновозрастных горизонтов, содержащих индикаторные минералы, и определением их фациальной принадлежности. Эти вопросы должны решаться в комплексе с реконструкциями рельефа и палеогеографическими построениями на время формирования продуктивных горизонтов, содержащих ИМК. Определение оптимального комплекса методов корреляции позднепалеозойских разрезов является первоочередной задачей при изучении коллекторов алмазов. Она может быть решена на основе изучения опорных разрезов с применением методов каротажа скважин, циклического анализа и палеонтологических методов. Позднепалеозойский рельеф, существовавший во время разрыва кимберлитовых тел и формирования коррелятных ему отложений, обычно выступает в качестве надежного поискового инструмента при поисках погребенных кимберлитов. Задачу по восстановлению позднепалеозойского рельефа необходимо решать с использованием комплекса палеогеоморфологических методов, главный из которых, очевидно, — метод реперных поверхностей, хорошо зарекомендовавший себя при прогнозно-поисковых работах в пределах Мирнинского и Алаkit-Мархинского кимберлитовых полей.

В верхних частях некоторых кимберлитовых тел Архангельской алмазоносной провинции установлены коры химического выветривания [4, 10], в которых в значительных концентрациях наблюдаются слоистые силикаты типа сапонита и смешанослойные образования. Наличие этих минеральных образований в перекрывающих кимберлиты терригенных позднепалеозойских коллекторах — прямой поисковый признак, свидетельствующий о близости кимберлитовых тел.

Важное место в научно-методическом сопровождении геологоразведочных работ на алмазы занимает их информационно-компьютерное обеспечение, что во многом уже реализуется в ЯНИГП ЦНИГРИ для Сибирской и в ЦНИГРИ — для Восточно-Европейской платформ. Оно предусматривает создание и пополнение специализированных на алмазы разномасштабных (в зависимости от стадии и масштаба ГРП) карт, отражающих, в числе разнообразной информации, такие параметры, как: прогноз и ранжирование новых алмазоперспективных площадей; подсчет прогнозных ресурсов; контуры и мониторинг геологоразведочных работ на лицензированных площадях; степень опосредованности территорий и текущее состояние минерально-сырьевой базы алмазов. Очевидно, что подобные карты должны составляться в графическом и цифровом ви-

де с использованием ГИС-технологий и сопровождаются системой соответствующих банков данных различной геолого-геофизической информации. Масштаб базовых карт 1:2 500 000–1:1 500 000 (на платформы); эти карты являются своеобразным графическим меню для листов карт масштабов 1:1 000 000–1:200 000 и крупнее. Фактически речь идет о создании комплексных информационно-справочных систем, где к базовой карте («меню») «привязаны» многочисленные разнообразные более локальные блоки (частные банки данных) — картографические, минералогические, петрохимические и т.д. Такие системы позволяют оперативно учитывать поступающую информацию, вести мониторинг выполненных разнонаправленных геологических исследований, избегать дублирования работ, что имеет важнейшее значение при прогнозировании алмазоносного магматизма и планировании ГРП на алмазы.

Таким образом, эффективность геологоразведочных работ на алмазы как в Якутской, так и в Архангельской алмазоносной провинции может быть повышена за счет включения в прогнозно-поисковый комплекс новых вышеописанных и других методов и методик, основанных на передовых аппаратной и интерпретационной базах и лабораторно-аналитических технологиях. Апробация этих методов и методик и доведение их до стадии производственных работ, а также информационно-аналитический мониторинг геологоразведочных работ и яв-

ляются первоочередной задачей прикладной алмазной геологической науки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ваганов В.И. Алмазные месторождения России и мира. – М.: Геоинформмарк, 2000.
2. Голубев Ю.К., Ваганов В.И., Прусакова Н.А. Принципы прогнозирования алмазоперспективных площадей на Восточно-Европейской платформе // Руды и металлы. 2005. № 1. С. 55–70.
3. Дукардт Ю.А., Борис Е.И. Авлакогенез и кимберлитовый магматизм. – Воронеж, 2000.
4. Зинчук Н.Н. Постмагматические минералы кимберлитов. – М.: Недра, 2000.
5. Зинчук Н.Н., Бондаренко А.Т., Гарат М.Н. Петрофизика кимберлитов и вмещающих пород. – М.: Недра, 2002.
6. Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. – М.: Недра, 2003.
7. Манаков А.В. Технология выделения литосферного корня на основе интегрированного анализа геофизических данных // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. Воронеж, 2001. С. 270–277.
8. Методические указания по поискам коренных месторождений алмазов на Сибирской платформе (Якутская алмазоносная провинция). – Л.: НПО «Рудгеофизика», 1989.
9. Специфика поисков месторождений алмазов в Архангельской провинции, проблемы их научного сопровождения / В.В.Вержак, Г.В.Минченко, В.А.Ларченко и др. // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании «АЛРОСА»: современное состояние, перспективы решения. Мирный, 2003. С. 34–42.
10. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов мира. – М.: Недра, 1998.