

Оценка алмазоносного потенциала Северо-Западных Территорий Канады по материалам дистанционного зондирования

Ю.Н. Серокуров, К.В. Громцев

Институт дистанционного прогноза руд, Москва

E-mail: idpr@yandex.ru

В статье приведены результаты специализированного анализа дистанционных материалов (зональные космические снимки «Modis» и «Landsat», цифровой рельеф GTOPO30 и SRTM, рисунок речной сети) для Северо-Западных Территорий Канады с целью выделения признаков разноглубинных очаговых активизаций, которые в совокупности обеспечивают миграцию кимберлитов из мантии к поверхности. По результатам анализа построена специализированная космоструктурная схема региона, где отражены благоприятные структурные факторы, установленные при изучении эталонных алмазоносных площадей мира. Компьютерное суммирование этой информации позволяет выделить аномалии, где проявление очаговых энергодинамических процессов в земной коре наиболее вероятно. Эти участки предлагается рассматривать в качестве перспективных площадей для миграции мантийных магм (в том числе и кимберлитовых) и флюидов в земной коре к поверхности.

Ключевые слова: кимберлиты, алмазоносный потенциал, материалы дистанционного зондирования, дистанционный прогноз.

Канада стремительно вошла в группу стран, добывающих алмазы, в девяностые годы прошлого века в связи с обнаружением кимберлитов на Канадском щите. В настоящее время занимает одно из ведущих мест по их продажам в мире. В пределах страны определилось три геолого-геоморфологических провинции, которые наиболее перспективны для обнаружения новых промышленных месторождений алмазов - Северо-Западные Территории, Восточные территории и провинция Саскачеван.

К наиболее богатым кимберлитами и сложным по условиям ведения их поисков относятся Северо-Западные Территории, расположенные в арктической части Канады. Здесь низкая плотность населения и крайне суровые климатические условия. К отличительным особенностям ландшафта можно отнести огромное количество поверхностной воды, сосредоточенной в системе бессточных озер. Гидросеть не имеет протяженных рек и ручьёв, что зрительно сближает эту территорию с северо-западными областями России и восточной Финляндией. Такие ландшафты осложняют дистанционный анализ, так как именно речная сеть играет ключевую роль при дешифрировании разрывных тектонических элементов. Рельеф региона пологоволнистый, выположенный на востоке и сильно расчлененный на западе, где расположены Кордильеры.

Вещественный покров на большей части региона представлен флювиогляциальными и моренными отложениями мощностью от первых десятков сантиметров до 1-2 м. Движение последнего ледника происходило с востока на запад, о чём свидетельствует направление штриховки, борозд выпаживания и, косвенно, расположение озера, сложенных песчано-галечным материалом мощностью до 20-30 метров. В значительной степени распределение ледниковых отложений на площади обусловлено рельефом ледникового ложа, а формирование морен происходило на расчлененных, повышенных участках палеорельефа. Флювиогляциальные отложения накапливались на равнинных и пониженных участках в бессточных озёрах и на дне малых водотоков.

В геотектоническом плане Северо-Западные Территории Канады расположены в пределах северо-западной части Канадского щита Северо-Американской платформы. Верхнюю часть земной коры здесь образуют несколько архейских кратонов, разделенных раннепротерозойскими под-

вижными поясами. Накопление собственно платформенного чехла началось в позднем кембрии - раннем ордовике и в настоящее время он развит в западной и северной его частях. В позднем ордовике - девоне чехол распространялся практически на весь Канадский щит и состоял из трех комплексов: морского ранне- и среднепалеозойского (кварцевые песчаники, мелководные карбонаты, эвапориты и битуминозные сланцы); паралического позднепалеозойского (угленосные формации) и окраинно-морского мезозойско-палеогенового. Верхний комплекс чехла распространен исключительно вдоль западной окраины древней платформы, прилегающей к Кордильерам.

Первое алмазоносное тело (Пойнт-Лейк) в Северо-Западных Территориях открыто в 1991 году на озере Пойнт под водой на глубине 140-280 м. В 1992 году обнаружены трубки Коала и Панда, а к настоящему времени в регионе выявлено несколько сотен кимберлитовых тел в виде трубок и даек. Как правило, кимберлиты перекрыты ледниковыми отложениями и для их обнаружения использовались методики, сочетающие шлиховое опробование, геофизические методы и бурение [1].

Подавляющая часть обнаруженных кимберлитов расположена в пределах кратона Слейв. Полученная информация свидетельствует о том, что они имеют разный возраст, соответствующий кембрию, ордовику-силуру, перми, юре, мелу и эоцену. Наиболее продуктивными являются эоценовые (55-50 млн. лет) кимберлиты района Лак де Грас в центре кратона Слейв, где успешно идет добыча алмазов на нескольких рудниках. Более древние кимберлиты расположены по периферии тектонического блока Слейв. Для многих трубок установлена многофазность внедрения кимберлитов в верхнекорое пространство и генетическая сопряженность в образовании жильных и трубчатых форм.

Дистанционный прогноз перспектив алмазоносности этого обширного региона был выполнен с применением методики анализа космической и традиционной информации, которая разработана нами при изучении алмазоносных территорий мира [2 - 4]. Она базируется на принципах поэтапного минерагенического анализа, реализуемого на базе космических снимков разных уровней генерализации и данных геофизических съёмок всё повышающейся детальности. В результате создаются системы прогнозно-поисковых моделей, позволяющие последовательно оконтуривать благоприятные участки для поисков рудных таксонов всё более высокого ранга.

Задачей этих работ являлось выделение в ландшафтах региона следов подкорковых и коровых очагов тектоно-магматической активизации, которые обуславливали подъём мантийных магм и флюидов в земной коре и возникновение ареалов кимберлитового или лампроитового магматизма в её приповерхностных частях.

Для дистанционной оценки алмазоносного потенциала всей обширной (более 1,5 млн. кв. км) территории нами использовались космические снимки низкого разрешения, полученные американским спектрометром «Modis» в четырёх зонах спектра и цифровой рельеф GTOPO30 с разрешением 250 м/п. Более детальный анализ на локальных участках проводился с использованием фотопланов, созданных на базе зональных снимков со спутника «Landsat-ETM+» и цифрового рельефа SRTM с разрешением 90 м/п.

Вся первичная дистанционная информация, а также необходимые для интерпретации картографические геологические, геофизические и металлогенические данные были организованы в виде электронных банков данных в оболочке ArcView. Ряд сетевых проектов объединяли слои различной информации, что позволяло оперативно в процессе анализа находить необходимые сведения, проводить их обработку в различных специализированных пакетах, формировать необходимые итоговые карты и схемы.

С помощью специализированных пакетов обработки изображений были подготовлены многочисленные «композиции» (варианты синтеза, цветового кодирования, разнообразных фильтраций, сегментаций, перепадов яркостей т.д.), усиливающие те или иные черты геологического строения региона, а также устраняющие посторонние «шумы». Традиционная информация также подвергалась дополнительной обработке, заключающейся в построении вспомогательных геологических, тектонических и металлогенических схем, необходимых трансформаций геофизических полей.

Анализ (дешифрирование) всех дистанционных материалов проводилось целенаправленно визуальными и компьютерными методами. Главная цель – поиск форм проявления наложенных

активизационных процессов фанерозоя разной глубинности. Основные трудности при дешифрировании были связаны с неблагоприятными ландшафтными условиями (огромное количество озёр, скрывающих значительную часть земной поверхности; повсеместное развитие ледниковых отложений) и сложной геологической ситуацией, обязавшей суммированию всей фаз истории тектонической эволюции на современной поверхности.

По результатам анализа дистанционных материалов (космических и геофизических) низкого разрешения в регионе выделены: а) стабильные и менее стабильные блоки литосферы; б) протяжённые линейные и дуговые зоны вертикальной проницаемости земной коры континентального и регионального ранга; в) кольцевые структуры диаметром около 200 и 80 км, которые можно интерпретировать в качестве следов активизации очагов подкорового и нижнекорового заложения. Для оценки морфологии, внутренней структуры и степени выраженности последних привлекались дистанционные материалы среднего разрешения.

Основные результаты дешифрирования отражены на специализированной космоструктурной схеме региона, а количественные – в соответствующих таблицах. Это позволило провести ранжирование искомым активизационным структурам по степени выраженности в современных ландшафтах.

Для региональной прогнозной оценки использовалась прогнозно-поисковая модель в ранге «район кимберлитового магматизма», которая разработана нами при изучении промышленно алмазодосных площадей мира. Основными её элементами являлись:

- ✓ площади над очагами активизации, расположенными в подошве земной коры, которые обеспечивали энергетическую подпитку процесса проникновения мантийных магм в нижние части земной коры;

- ✓ площади над очагами активизации в пределах первых, расположенными в нижних частях земной коры, которые обеспечивали энергетическую подпитку процесса магм в средние части земной коры;

- ✓ площади влияния региональных линейных зон деструкции длительного развития и глубинности, обеспечивающие благоприятную сквозькоровую проницаемость для фанерозойских магм и флюидов.

Компьютерное суммирование этой информации с определённой количественной её оценкой на этапе кодирования позволяет получить картину пространственного размещения участков с аномальным их присутствием (рисунок). Изолиниями со значениями кратными стандартному отклонению выделено 9 обособленных участков, которые могут рассматриваться в качестве благоприятных для миграции мантийных магм в земной коре. Наиболее крупной и интенсивной (со значениями более 3σ) является аномалия, пространственно совпавшая с центральной частью кратона Слейв, где уже обнаружены сотни кимберлитовых тел. Её размеры и сложная конфигурация объясняется тем, что аномалия фиксирует несколько близко расположенных районов кимберлитового магматизма, формирование которых было растянуто во времени. Локальные участки максимального присутствия благоприятных признаков (3σ и более) отвечают центральным частям отдельных районов кимберлитового магматизма, где уже разрабатываются богатые алмазные месторождения.

Несколько аномалий, расположенных за пределами кратона Слейв, свидетельствуют о дополнительном потенциале региона по выявлению новых районов кимберлитового магматизма. В одной из них (залив Амундсена) уже имеются прямые признаки кимберлитового процесса. Остальные аномалии нуждаются в дополнительной дистанционной детализации и наземной проверке на присутствие прямых признаков процесса, так как часть из них расположена в области развития платформенного чехла, способного скрывать тела кимберлитов.

Следует подчеркнуть, что результаты дистанционного прогноза можно корректировать с учётом дополнительных благоприятных и неблагоприятных признаков, полученных при анализе традиционных геологических и геофизических материалов, имеющих площадную выраженность. Их анализ позволяет изучить особенности строения литосферы в целом, строение и состав нижних, средних и верхних частей земной коры, границы распространения посткимберлитовых покровов и т.д. Часть информации можно непосредственно включать в дистанционную прогнозную модель,

часть оценивать визуально путём пространственного сопоставления позиции благоприятных аномалий и площади распространения признака. В первом варианте происходит некоторая коррекция конфигурации аномальных участков и значений их интенсивности, во втором добавляются сведения о возможной продуктивности и условиях проведения поисковых работ.

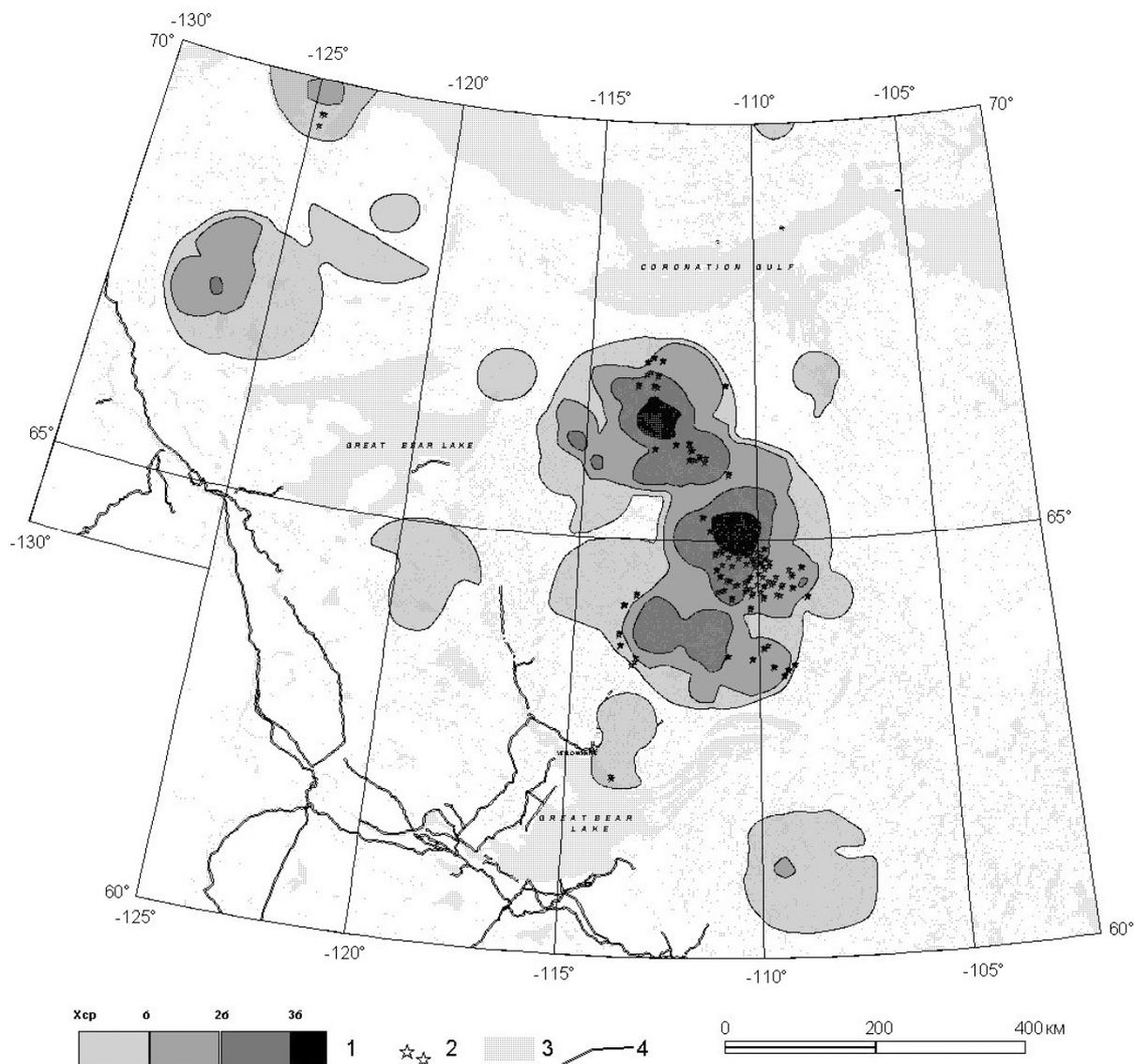


Рис. 1. Позиция аномалий совпадения благоприятных дистанционных признаков, указывающих на возможность локализации районов кимберлитового магматизма (по дистанционной модели): 1- области пространственного совмещения благоприятных признаков (изолинии кратны стандартному отклонению); 2 - известные кимберлитовые тела; 3 – озёра и морские заливы; 4 - дороги

Таким образом, мы делаем вывод, что материалы дистанционного зондирования несут достаточно информацию для выделения информативных признаков конкретных рудных процессов, что позволяет использовать прогнозно-поисковые модели, созданные при изучении алмазоносных площадей мира, для оконтуривания похожих на них благоприятных участков. Плановое совпадение с выделенными аномалиями известных районов проявления кимберлитового магматизма свидетельствует о надёжности модели. Остальные аномалии позволяют оценить дополнительный прогнозный потенциал региона в отношении алмазоносности и координировать поисковые работы на открытие в их пределах новых проявлений кимберлитового магматизма.

Литература

1. Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Зуев В.М. История алмаза. М.: Недра, 1997. 661с.
2. Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д., Зуев В.М. Космические методы при прогнозе и поисках месторождений алмазов – Недра, 2001. – 198 с.
3. Серокуров Ю.Н. Возможности материалов дистанционного зондирования при выделении площадей, перспективных для поисков кимберлитов // Отечественная геология, 2006. № 3. С. 6–11.
4. Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д., Громцев К.В. Технология дистанционного картирования очаговых активизационных процессов в земной коре восточной части Балтийского щита // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научных статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2007. Вып. 4. Т. II. С.156 – 162

The diamond-bearing potential of North-West territories of Canada definition by remote sensing materials

Yu.N. Serokurov, K.V. Gromtsev

Institute of Remote ore Prognosis, Moscow

E-mail: idpr@yandex.ru

Results of the specialized analysis of remote materials (zone space images «Modis» and «Landsat», digital terrain models GTOPO30 and SRTM, pattern of a river network) for North-West territories of Canada within the purpose of allocation of different-depth focuses of activation's features which in aggregate provides kimberlites migration from a mantle to a surface are resulted in article. The special cosmostructural scheme where the favorable structural factors detected at studying of the reference diamond-bearing areas of the world are reflected, is made by results of the analysis. Computer summation of this information allows to allocate anomalies where occurrence of focal energo-dynamic processes in earth crust is the most probable. These sites are offered to be considered as the perspective areas for mantle magmas (including kimberlite) and fluids migration in earth's crust to a surface.

Keywords: kimberlites, diamond-bearing potential, remote sensing materials, remote prognosis.