

## ОТЗЫВ

официального оппонента **Игнатова Петра Алексеевича**  
на диссертацию **Шахурдиной Надежды Константиновны «Принципы выделения  
нового кимберлитового поля и оценка его потенциальной продуктивности в  
Ыгыаттинском алмазоносном районе  
(Западная Якутия)»** представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-  
минералогических наук по специальности 1.6.10 – Геология, поиски и разведка твердых  
полезных ископаемых, минерагения

*Актуальность темы* диссертации Н.К. Шахурдиной определяется реальной сложностью открытия коренных алмазных месторождений в Ыгыаттинском алмазоносном районе Якутии, в котором обоснованы перспективы их нахождения. Здесь в Сюльдюкарском поле в 2015 г. открыто одноименное рудопроявление алмазов.

В этой связи *целью* данных исследований являлась разработка поисковых критериев и признаков выделения в этом районе нового потенциального алмазоносного поля с оценкой его прогнозных ресурсов. Ыгыаттинский район вместе с Мало-Ботуобинским и Средне-Мархинским районами с промышленно алмазоносными кимберлитами, входит в Вилуйско-Мархинскую зону (ВМЗ) глубинных разломов. Для них характерно сложное геологическое строение, где прямые признаки алмазоносных кимберлитов известны под толщей мезозойских траппов и мезо-кайнозойских отложений. К настоящему времени в ВМЗ проведены значительные объемы поискового бурения, наземных и аэрогеофизических съемок, что предопределяет необходимость комплексного анализа материалов в геоинформационной среде.

*Задачи исследований* включали:

1. анализ продуктивности кимберлитовых тел Якутской алмазоносной провинции как основы возможностей новых открытий;
2. создание структурно-тектонической модели кимберлитового поля в пределах Ыгыаттинского алмазоносного района;
3. разработка методики минералогического районирования для среднемасштабного прогноза на основе шлихоминералогических данных;
4. обоснование методики оконтуривания кимберлитовых тел ранга «кимберлитовое поле»;
5. оценка потенциальной алмазоносности нового алмазоносного поля.

*Фактический материал и личный вклад автора* выражен в полевых и камеральных исследованиях, выполненных Надеждой Константиновной Шахурдиной в рамках поисковых работ Ботуобинской геологоразведочной экспедиции АК «АЛРОСА» (ПАО) в 2001-2006 гг., тематических исследованиях в Научно-исследовательском геологическом предприятии АК «АЛРОСА» (ПАО) в 2006-2022 гг. Для построения и анализа картографических схем, использованы цифровые данные, полученные по результатам разномасштабных геологосъемочных, поисковых и геофизических работ, выполненных специалистами геологоразведочного комплекса АК «АЛРОСА» (ПАО) в пределах Вилуйско-Мархинской минерагенической зоны. Что составляет сотни тысяч погонных метров разрезов по поисковым скважинам, десятков тысяч шлихо-минералогических анализов, результатов опробования и анализа на алмазы, сотнях различных, прежде всего магнитометрических и других геофизических и геологических карт масштабов от 1:10 000 до 1:200 000, сведенных автором диссертации в базу данных и авторский ГИС-проект.

*Научная новизна* рецензируемой диссертации заключается в том, что в ней впервые:

- создана цифровая база данных коренных и россыпных проявлений алмазов Якутской алмазоносной провинции, по которой составлена карта коренной и россыпной алмазоносности Западной Якутии, масштаба 1:1000000;

разработана методика среднемасштабного минералогического районирования, апробированная в Ыгыаттинском районе;

- в узле пересечения центральной подзоны ВМЗ с Ыгыаттинской секущей зоной выделена перспективная площадь, характеризующаяся повышенной плотностью разрывных нарушений.

*Практическая значимость* исследований выражена в следующем:

- на основе комплекса прогнозно-поисковых признаков кимберлитового магматизма оконтурено Еркютейское новое прогнозируемое кимберлитовое поле и проведена оценка его потенциальной алмазонасности;

- определены минералогические критерии для таксона рангов «минералогический узел» и «минералогический участок». Обосновано выделение Еркютейского прогнозируемого кимберлитового поля, в пределах которого предложено выполнить поисково-заверочные работы и дана количественная прогнозная оценка его продуктивности.

По теме работы опубликовано десять статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, а также десять публикаций в сборниках материалов Всероссийских и Международных конференций.

Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения, содержит 36 рисунков, 13 таблиц, список использованной литературы из 83 наименований.

В диссертации приведено обоснование трех защищаемых положений. Доказательства первого из них *«Для решения комплекса геологических задач, возникающих на различных стадиях геологоразведочных работ и объективной интерпретации структурно-тектонических, геофизических и минералогических результатов исследований, разработана и адаптирована к условиям Якутской алмазонасной провинции унифицированная структура ГИС-интегрированной базы данных, содержащая основные параметры всех коренных месторождений и проявлений алмазов. Установлена ее максимальная эффективность и результативность на стадии среднемасштабного геологического картирования (1:50000 — 1:100000)»* приведены в 1 главе.

Основу цифровой базы данных (\*.mdb, \*.shp) кимберлитовых тел составили данные Брахфогеля Ф.Ф. (1979) Ягнышева Б.С. (1988, 1992), Морозовой Н.Е. (2016), опубликованные материалы по кимберлитовому магматизму. Она содержит: координаты, характеристики кимберлитовых тел (форма тела, морфология, размеры, простираие длинной оси, тип пород, среднее содержание кристаллов, площадь), принадлежность к полю, району, субпровинции, провинции, возраст кимберлитовых тел (абсолютный, полученный по изотопным датировкам, и относительный).

Всего в базе данных 1319 объектов, из них 1051 кимберлитовых тела, 155 родственных тел, по 116 объектам нет данных. Алмазонасных кимберлитовых тел 282. На территории Якутии на протяжении почти 65 лет открыто более 1051 кимберлитовых тела, в том числе 24 месторождений алмазов.

Автором создана единая цифровая база данных россыпных месторождений и проявлений алмазов Якутской алмазонасной провинции. В качестве основы использованы фондовые материалы Ботуобинской ГРЭ, Амакинской ГРЭ, ОАО «Нижнеленское», АО «Алмазы Анабара» и опубликованные материалы.

Цифровая база данных по россыпям содержит: название объекта, участок, общие характеристики (площадь объекта, ширина, длина, мощность, среднее содержание алмазов кар/м<sup>3</sup>, возраст), принадлежность к алмазонасному району, генетический тип (аллювиальный, пролювиальный, прибрежно-морской, русловой и пр.), статус (разведка, разработка, резерв, отработан), промышленное значение (месторождения: балансовые, забалансовые, отработанные; проявления: перспективные, неперспективные), категории запасов и ресурсов, источник (автор, год, название отчета, проекта и т.д.). Тип цифровых данных полигональный и линейный, для использования в картографии различного масштаба. Система координат GCS\_Pulkovo\_1942. Всего в базе данных 514 россыпных объектов по всем алмазонасным районам Якутской провинции.

Особый интерес представляет созданная на базе данных цифровая карта коренной и россыпной алмазности Якутской провинции масштаба 1:1 млн, кадастр коренных месторождений алмазов (табл. 1), каталоги кимберлитовых тел и полей Якутской алмазносной провинции (табл. 3,4).

Проведен краткий сравнительный анализ собранных материалов. Показано экспоненциальное распределение кимберлитов по площадным размерам и среднему содержанию алмазов (рис. 6, 7). Отмечено отсутствие корреляции содержания алмазов от размеров и формы тел.

Также интересно выделение эталонных месторождений для каждого рудного поля по геологическим и экономическим (средние содержания алмазов, площади тел, глубины их залегания, запасы, процент от общего числа) параметрам (табл. 2).

Тезисное положение вполне обосновано и достаточно раскрыто. Представленные данные постоянно пополняются и будут несомненно использованы как учеными, так и практиками.

Замечания по нему.

Надо отметить, что подтверждается правило Ципфа. В Центрально-Сибирской субпровинции на 157 (100%) алмазносных кимберлитов («рудопроявлений»), приходится 67% низкоалмазносных («если их считать мелкими месторождениями») (42.67%), 12% средне- и высокоалмазносных (0,3–3,0 кар/т) («если их считать средними месторождениями») и 4% уникально алмазносных (>3 кар/т) («если их считать крупными месторождениями»). Для алмазных месторождений некорректно будет считать только содержание в кар/т, необходимо считать запасы, или коррелирующую с ними характеристику, например, площадную продуктивность.

Не корректно приведено понятие «промышленный тип месторождений» (стр. 11), как промышленное значение. В.М. Крейтер ввел понятие промышленного типа месторождений как наиболее значимого по освоению в мире или стране, добыча из которого составляет более 1-3%.

Второе защищаемое положение «Узлы пересечения центральной подзоны Вилуйско-Мархинской зоны глубинных разломов (ВМЗ) с секущей Ыгыаттинской зоной, характеризующиеся повышенной плотностью разрывных нарушений, являются дополнительными структурно-тектоническими предпосылками выделения внутри ее локальных площадей, благоприятных для проявления кимберлитового магматизма.» раскрыто во 2 и 3 главах диссертации.

В главе 2 приведена лаконичная стандартная **геологическая характеристика** Ыгыаттинского алмазносного района. Приведен подробный анализ поисковых работ на алмазы и геолого-геофизической изученности района. Это хорошая компиляция по известным данным предыдущих исследователей.

Показано положение прогнозируемого Еркютейского кимберлитового поля и площади с разными сложными поисковыми на коренные месторождения алмазов геотипами. Выполнено районирование территории по условиям проведения поисков (рис. 13, табл. 4).

В главе 3 раскрыты тектонические закономерности локализации кимберлитов в пределах Вилуйско-Мархинской зоны (ВМЗ) глубинных разломов. Интересен обзор истории изучения структурного контроля кимберлитового магматизма (раздел 3.3). Перспективы тектонической позиции площади потенциального кимберлитового поля определяется узлом пересечения центральной подзоны ВМЗ с Ыгыаттинской ветвью одноименной секущей зоны. В целом эта площадь локализована на северо-восточном склоне Холомолах-Аппычинского выступа, осложненного тремя грабенообразными прогибами, сопровождающими Холомолахский, Утунинский и сближенными глубинными разломами ВМЗ – Параллельный, Центральный-2 и Лиендокитский.

Ключевым построением является карта плотности разломов, построенная в ГИС-среде по геологическим и магнитным данным (рис. 16). Использован модуль Kernel Dencity.

Радиус поиска расчета плотности выбран методом «буферизации» и составил 5000 м, размер ячейки для набора данных – 200 м. Установлено, что плотность нарушений варьируется от 0,05 до 2,5 км/км<sup>2</sup>. Максимальное их сгущение считается перспективным для внедрения кимберлитов, поскольку в пределах известных кимберлитовых полей она достигает 1,3–2,5 км/км<sup>2</sup>.

Второе защищаемое положение следует считать в целом доказанным.

Замечания по нему такие.

Не полно обоснован возраст разломов. Докимберлитовые и, особенно, посткимберлитовые нарушения не так важны для прогноза, следовало бы выделить и показать пространственное положение разломов времени внедрения кимберлитов. Также не отмечены конседиментационные разломы, включая разломы действовавшие во время накопления ботубинской свиты и фиксировавшие структурный план наиболее близкий внедрению кимберлитов.

В характеристиках разломов надо было акцентировать внимание на то, что рассматриваются среднемасштабные нарушения, связанные с локализацией кимберлитовых полей и кустов. Видимо, поэтому по истории изучения структурных условий контроля кимберлитов не упомянуты детали работы В.С. Гладкова, К.Ю. Бушкова, К.В. Новикова, Я.И. Штейна и наши данные.

При описании стратиграфии района не отмечены коры выветривания поздний девон-раннекарбонического возраста.

Опечатка на стр. 75, наверное, не (рис. 3.3), а (рис. 16).

При описании среднепалеозойского магматизма не отмечены Сюдьюкарские кимберлиты.

Материал по третьему защищаемому положению *«Ограничение количества параметров типоморфных и типохимических характеристик ИМК, определение их минимально аномальных значений при обработке результатов анализов позволили выполнить среднемасштабное минералогическое районирование Ыгыаттинского алмазоносного района. В результате районирования по прогнозно-поисковым критериям и признакам кимберлитового магматизма наиболее перспективным является Восточный минералогический узел, в пределах которого прогнозируется Еркютейское кимберлитовое поле.»* представлен в главах 4 и 5.

В 4 главе приведена методика статистической обработки и картирования результатов анализа ИМК в ГИС-среде. Данные по характеристикам минералов индикаторов кимберлитов (ИМК) показаны в главе 4. Минералогическое районирование выполнено по главным основным признакам: содержание ИМК в пробе и в ее тяжелой фракции, ассоциация, гранулометрия, сохранность, химический состав (табл. 6 по И.И. Антипину). Выделены минералогические узлы и участки.

Н.К. Шахурдиной создана цифровая база минералогических данных по тысячам анализов, включая 24765 зерен, из них 2256 гранатов, 4423 ильменита и 18086 хромшпинелидов. Минимально аномальным значением концентраций ИМК на стандартную пробу принято содержание ИМК > 25 знаков на десятилитровую пробу. Установлено, что для минимально аномальной концентрации ИМК по отношению к 1 г тяжелой фракции шлиха, необходимо не менее 25 зерен пиропов гранулометрического класса -1+0,5 мм.

Рассчитаны фоновые и аномальные параметры минералогического поля для Ыгыаттинского алмазоносного района (табл. 8). В ГИС среде по созданной базе данных с помощью конструктора моделей ArcGIS (Model Builder) обработаны цифровые минералогические данные и выделены аномалии. Установлены два сопоставимых аномальных ореола в Ыгыаттинском районе: Сюдьюкарский с известным алмазоносным кимберлитом и Восточный.

В 5 главе приведена методика выделения границ потенциального Еркютейского кимберлитового поля и собственно его выделение. Для оконтуривания кимберлитовых

полей использованы структурно-тектонические, минералогические, геофизические и признаков кимберлитового магматизма. Процесс оконтуривания включал суммирование всех прогнозно-поисковых признаков и объединение полигональных данных в один цифровой слой. В результате оконтурено Еркютейское прогнозируемое кимберлитовое поле, площадью 1390 км<sup>2</sup>.

Оценка прогнозных ресурсов алмазов категории P<sub>2</sub> этого потенциального поля выполнена методом аналогии с известными полями ВМЗ. Для выбора эталонного объекта Еркютейского поля выполнен сравнительный анализ основных характеристик алмазов и ИМК с аналогичными параметрами известных алмазоносных месторождений Якутской алмазоносной провинции. Статистическое сопоставление объектов по основным характеристикам выполнено с использованием Web-приложения «PassportObject», которое позволило формировать отчетные материалы из БД «RSearch-геопривязка», «RSearch-Алмазы», «RSearch-MCA» с возможностью выборки данных по различным факторам (по контуру, по объектам и пр.).

Представлены данные по алмазам, гранатам и хромшпинелидам всех известных алмазоносных тел ВМЗ в сравнении с данными по Еркютейскому прогнозируемому полю (табл. 12, рис.32-35). Расчет P<sub>3</sub> выполнен по формуле:

$$Q = S \times h \times c \times d \times \text{кп} \times n$$

S – средняя площадь сечения, м<sup>2</sup>.

h – высота блока (глубина прогноза), м

c – среднее содержание алмазов в блоке, кар/т

d – объемный вес кимберлита, т/м<sup>3</sup>.

кп – коэффициент подобия

n – количество прогнозируемых объектов

Аналогом для прогнозной оценки нового кимберлитового поля является типовая трубка Мирнинского кимберлитового поля со следующими характеристиками: площадь среднего сечения – 71500 м<sup>2</sup>, среднее содержание алмазов 4,7 кар/т, глубина прогноза до 200 м, удельный вес кимберлита 2,4 т/м<sup>3</sup>, коэффициент подобия 0,1. В прогнозируемом поле выделено 4 перспективных участка.

Третье положение надо считать обоснованным.

Замечания по нему следующие. Данное положение состоит из двух частей – научно-методической и практической рекомендации. Наверное, целесообразно защищаемое положение ограничить первой частью.

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук, профессор,

заведующий кафедрой геологии месторождений полезных ископаемых

Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования

«Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго

Орджоникидзе»

Игнатов Петр Алексеевич

 (подпись)

\_\_\_\_\_ ноября 2024 г.

Контактные данные: тел.: +7 (495) 255-15-10, e-mail: ignatovpa@mrgi.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 25.00.11 – «Геология, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых, минерагения».

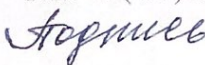
Адрес места работы:

117997, Москва, ГСП-7, ул. Миклухо-Маклая, д. 23

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго

Орджоникидзе, кафедра геологии месторождений полезных ископаемых.

Тел.: +7 (495) 255-15-10, доб. 21-60; E-mail: kaf-geol@mrgi.ru

 Игнатов П.А.

Орджоникидзе»



имени Серго

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА

ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ

О.О. МЕЛЬНИКОВА

ст. и. 2024.