



КОРОБКОВ Илья Георгиевич

**Структурно-тектонические, литолого-фациальные
и магматические факторы минерагенического районирования
и локального прогноза алмазоносности на востоке Тунгусской
синеклизы**

(Якутская алмазоносная провинция)

Специальность 25.00.11 - геология, поиски и разведка твёрдых полезных
ископаемых, минерагения

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук

Томск - 2014

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

- Научный консультант:** Поцелуев Анатолий Алексеевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор
- Официальные оппоненты:** Чернышов Алексей Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» г. Томск
- Гладкочуб Дмитрий Петрович, доктор геолого-минералогических наук, ФГБУН «Институт земной коры Сибирского отделения Российской Академии наук» г. Иркутск
- Толстов Александр Васильевич, доктор геолого-минералогических наук, ФГБУН «Институт геологии и минералогии имени В.С. Соболева Сибирского отделения Российской Академии наук», г. Новосибирск
- Ведущая организация:** ФГБОУ ВПО Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва

Защита диссертации состоится 22 мая 2014 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.269.07 при ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, НИ ТПУ (корпус 20, ауд. 504), E-mail: tvn@tpu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национального исследовательского Томского политехнического университета (ул. Белинского, 55).

Автореферат разослан _____ 2014 г.

Ученый секретарь диссертационного совета, доктор геолого-минералогических наук



Арбузов С.И.

Введение

Актуальность проблемы. Якутия традиционно является главным поставщиком алмазов для России, которая сегодня занимает лидирующее положение на мировом рынке. Для сохранения этого уровня требуется постоянное восполнение минерально-сырьевой базы и, в первую очередь, за счёт выявления новых коренных и россыпных источников алмазов. Фонд легко открываемых месторождений на обширной территории Якутской алмазоносной провинции уже давно себя исчерпал. В настоящее время поисковые работы в пределах алмазоносных районов, проводятся на площадях, где кимберлитовмещающие отложения нижнего палеозоя перекрыты более молодыми осадками верхнего палеозоя и мезозоя, а также породами трапповой формации. Всё это приводит к тому, что проводимые здесь поисковые работы, направленные на открытие новых месторождений становятся всё более трудоёмкими и недостаточно эффективными.

В этой связи весьма важным становится установление связей между тектоническими позициями нижнепалеозойских кимберлитовмещающих отложений, верхнепалеозойскими алмазоносными коллекторами и пермо-триасовыми образованиями трапповой формации Сибирской платформы.

Для целей разработки методики поисков на закрытых площадях, весьма актуальным является целенаправленное изучение конкретных кимберлитоконтролирующих структур, а также форм их отображения в прогнозно-поисковых моделях.

Восстановление условий осадконакопления древних коллекторов алмазов, основанное на литолого-фациальном анализе, в том числе выявление характера распределения по латерали и в разрезе фациальных обстановок формирования продуктивных горизонтов и выявление их связей с морфоструктурными элементами плотика имеют важное значение как при палеогеографическом районировании обширных территорий, так и прогнозных оценках погребённой россыпной алмазоносности перспективных площадей и локальных участков.

В составе перекрывающих пород на перспективных площадях, кроме верхнепалеозойских отложений весьма значительный объём занимают магматические образования трапповой формации. Обладая контрастными петрофизическими свойствами, при этом интродуруя осадки верхнего и нижнего палеозоя, они существенно ограничивают возможности применения геофизических методов. Следовательно, для повышения эффективности поисков в закрытых алмазоносных районах весьма значимым становится целенаправленное геолого-геофизическое изучение базитовых образований. Реконструкция процессов формирования полифациальных магматитов, основанная на применении структурно-формационного анализа, в том числе установление характера распределения объёмов базитовых интрузий и отображение ими в различных формах своего строения элементов кимберлитовмещающих структур, также имеют большое значение при прогнозных оценках.

Сегодня из всего используемого при алмазопоисковых работах комплекса прогнозных факторов, наименее разработанными являются предпосылки локального прогноза коренной и россыпной алмазоносности. Это, в первую очередь, связано с необходимостью получения и обработки большого объёма доказательного фактического материала, а также его апробации в различных геолого-ландшафтных поисковых ситуациях.

Таким образом, важнейшим направлением в проведённых исследованиях являлось создание поисковых моделей, основанных на проявленности разработанных автором структурно-тектонических, литолого-фациальных и магматических прогнозных факторов, позволяющих проводить на основе их комплексного анализа минера-

геническое районирование обширных алмазоносных территорий. Адаптация этих моделей в процесс оценки перспективности закрытых площадей повышает достоверность прогнозных построений направленных на локализацию участков благоприятных на проявления коренных и россыпных источников алмазов.

Цель исследований – выявление парагенетических связей между линейными отрицательными кимберлитоконтролирующими структурами, литолого-фациальными комплексами алмазоносных коллекторов и образованиями базитового магматизма для решения задач минерагенического районирования и локального прогноза коренной и россыпной алмазоносности на закрытых территориях восточного борта Тунгусской синеклизы.

Задачи исследований:

1. Рассмотреть пространственное размещение кимберлитовых полей в общих структурных позициях авлакогенов.
2. Разработать модели алмазоносных вулканотектонических структур.
3. Изучить структуры кимберлитовмещающих образований в пределах наиболее продуктивных полей Якутской алмазоносной провинции.
4. Реконструировать фациальные условия формирования алмазоносных отложений верхнего палеозоя.
5. Исследовать влияние структурных элементов на формирование погребённого рельефа карбонатного плотика и характер распределения алмазоносных литолого-фациальных комплексов перекрывающих образований.
6. Районировать территории алмазоносных районов на площадях широкого развития мезозойских базитов для выделения вулканических структур и установления их связей с морфоструктурами карбонатного цоколя и структурами кимберлитовмещающего осадочного чехла.
7. Дать рекомендации по совершенствованию системы палеогеологических факторов локального прогноза погребённой коренной и россыпной алмазоносности.

Объекты исследований. Основными объектами исследований являлись Малоботуобинский, Среднемархинский, Моркокинский, Ыгыаттинский, Далдыно-Алакитский, Мунский, Муно-Тюнгский и Нижнеолёнский алмазоносные районы, в пределах которых уже установлены или прогнозируются высокопродуктивные коренные и россыпные источники алмазов.

Научная новизна проводимых исследований заключается в следующем:

1. На основе современной фактографической базы созданы структурно-тектонические модели высокопродуктивных кимберлитовых полей Якутской алмазоносной провинции, в том числе Мирнинского, Накынского, Алакит-Мархинского, Далдынского и Верхнемунского.
2. Уточнены структуры осадочного чехла Малоботуобинского, Среднемархинского, Ыгыаттинского алмазоносных районов и показана их генетическая связь с эволюцией вулканотектонических структур Патомско-Вилуйского авлакогена.
3. Изучены вещественно-индикационные параметры полифациального комплекса магматитов Сунтарской вулcano-тектонической структуры и определены пространственно-генетические взаимосвязи ее эксплозивных образований трубчатого типа с линейными структурами, выраженными разноранговой системой грабенов.
4. Восстановлены условия осадконакопления верхнепалеозойских отложений алмазоносных районов, расположенных в пределах восточного борта

Тунгусской синеклизы, в том числе реконструирована система каменноугольных водотоков разного порядка.

5. Исследованы литогенетические типы алмазоносных отложений и определены фациальные обстановки наиболее благоприятные для формирования ореолов кимберлитовых минералов.
6. Установлена пространственно-генетическая связь погребенных палеодолин с отрицательными структурами кимберлитовмещающих образований нижнего палеозоя.
7. Выполнено районирование обширных территорий восточного борта Тунгусской синеклизы с выделением вулканических структур, изучены особенности их строения, вещественный состав и определены связи с линейными морфоструктурами и структурами осадочного чехла, имеющими важное прогнозно-поисковое значение.

Практическая значимость. Получены дополнительные данные о связях кимберлитового магматизма с вулканотектоническими структурами авлакогенов, что позволяет использовать их в региональных и среднемасштабных прогнозных построениях. Установлены локальные структуры осадочного чехла кимберлитовых полей и дана оценка их минерагенического потенциала. Выделены наиболее продуктивные литолого-фациальные комплексы верхнепалеозойских отложений и определен набор прогнозно-поисковых признаков и предпосылок, благоприятных для выявления погребенных россыпей алмазов. Разработаны методические приемы картирования базитовых вулканоструктур и определены возможности использования элементов их строения для выделения предпосылок локального прогноза. Усовершенствован комплекс прогнозных факторов направленных на локализацию алмазоносных площадей. Выделен ряд участков перспективных на проявление коренной алмазоносности и даны рекомендации по их заверке.

Методы исследований. Для решения поставленных задач использован комплекс методов, включающий: анализ и обобщение научной и фондовой литературы по исследуемым направлениям; ГИС – технологии создания баз данных и цифровых специализированных карт; морфоструктурный анализ кимберлитовмещающих терригенно-карбонатных отложений нижнего палеозоя; литолого-фациальный анализ алмазоносных отложений верхнего палеозоя; структурно-формационный анализ базитовых образований; экспертно-аналитический анализ и оценка прогнозных признаков и предпосылок разноранговых поисковых объектов; физико-геологическое моделирование; проведение полевых и камеральных работ; исследования направленные на адаптацию системы разрабатываемых прогнозных факторов.

Защищаемые положения:

1. Основными структурно-тектоническими элементами осадочного чехла высокопродуктивных кимберлитовых полей Якутской алмазоносной провинции являются линейные депрессии, представленные грабенами и желобами, связанными с зонами динамического влияния авлакогенов. Минерагеническое значение этих структур определяется тем, что только в их пределах формируются все известные кимберлитовые тела.
2. В алмазоносных районах восточного борта Тунгусской синеклизы наиболее продуктивными коллекторами алмазов и их минералов-спутников являются базальные горизонты каменноугольных отложений, представленные пролювиально-аллювиальными и аллювиальными осадками палеоводотоков, что является важным фактором минерагенического

районирования и локального прогноза россыпной алмазоносности.

3. Долины водотоков каменноугольного возраста развивались в пределах линейных депрессий нижнепалеозойского основания, унаследовано подчёркивая его кимберлитоконтролирующие структуры – грабены и желоба, к которым в алмазоносных районах приурочены проявления кимберлитового магматизма, что служит основным поисковым фактором при прогнозировании месторождений алмазов.
4. Пермо-триасовый трапповый магматизм на востоке Тунгусской синеклизы связан с широким площадным развитием вулканических структур. Внедрение основных объемов их магматических расплавов происходило вдоль тальвегов каменноугольных долин, что привело к появлению крупных протяженных массивов валообразной формы. Особенности морфологии и изменения мощностей интрузий трассируют линейные структуры кимберлитовмещающих осадочных образований, что лежит в основе прогнозно-поисковых моделей локальных перспективных участков и позволяет корректировать методику и направление алмазопоисковых работ.

Достоверность защищаемых положений подтверждаются:

- многолетними (более 35 лет) исследованиями автора на территории Якутской алмазоносной провинции в области поисков, оценки и разведки месторождений, а также изучения проблем прогнозирования и мониторинга минерально-сырьевых ресурсов алмазов Западной Якутии, Урала и Европейского Севера России;
- результатами физико-геологического моделирования, большим объемом фактографической базы производственных и научных материалов и высокой степенью их сходимости;
- значительным числом изученных площадей в пределах всех основных алмазоносных районов Якутии и других регионов России;
- большим количеством используемого фактического материала, полученного как лично соискателем, так и заимствованного из многочисленных отчётов, публикаций в открытой печати и в ведомственных изданиях;
- практической реализацией полученных разработок в практику прогнозных построений при алмазопоисковых работах;
- широкой апробацией на научных конференциях и семинарах.

Реализация результатов исследований. Основные выводы и рекомендации, полученные в процессе исследований, используются при определении методик и направлений различных стадий поисковых работ геологоразведочного комплекса АК «АЛРОСА» (ОАО) в пределах алмазоносных районов Якутской провинции. Структурные, морфоструктурные, палеотектонические, палеогеографические и прогнозные построения служат основой для воссоздания истории геологического развития регионов, в том числе и на моменты эпох кимберлитообразования, мониторинга прогнозных ресурсов, а также рекомендаций по заверке перспективных площадей и локальных участков. Установленные литолого-фациальные и палеогеоморфологические предпосылки россыпной алмазоносности являются основой для воссоздания условий формирования и определения строения древних погребенных россыпей алмазов, в том числе и оценки их прогнозного потенциала. Полученные материалы по фитостратиграфии и вещественному составу верхнепалеозойских отложений используются при увязке частных разрезов и создании корреляционных схем исследуемых территорий восточного борта Тунгусской синеклизы.

Выявленные пространственно-генетические связи между реконструированными погребенными палеодолинами и характером площадного распределения объёмов базитовых интрузий дают возможность расшифровывать природу геофизических аномалий при детальном поисковых работах, а также осуществлять прогнозную оценку локальных участков перспективных на проявления коренной и россыпной алмазности.

Апробация работы. Основные результаты исследований докладывались и получили положительную оценку на:

– *Международных конференциях:*

«Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений» (Симферополь-Судак, 1999), «Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства» (Томск, 2001), 32nd International Geological Congress (Florence, 2004), «Геология, геохимия и экология Северо-Запада России» (Санкт-Петербург, 2005), «Строение, геодинамика и минерогенетические процессы в литосфере» (Сыктывкар, 2005), «Спектроскопия, рентгенография и кристаллохимия минералов» (Казань, 2005), «Новые идеи в науках о Земле» (Москва, 2003; 2005; 2007; 2009), «Происхождение магматических пород» (Апатиты, 2005), «Палеомагнетизм и магматизм горных пород: теория, практика, эксперимент» (Борок, 2006), «Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения» (Новосибирск, 2010), 10th International Kimberlite Conference (Bangalore, 2012), «Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от В.А. Обручева, М.А. Усова, Н.Н. Урванцева до наших дней» (Томск, 2013).

– *Всесоюзных и Всероссийских научных конференциях и семинарах:* «Поисковая минералогия: современное состояние и перспективы развития» (Алма-Ата, 1987), «Базитовый магматизм Сибирской платформы и его металлогения» (Якутск, 1989), «Основные направления повышения эффективности и качества геологоразведочных работ на алмазы» (Иркутск, 1990), «XIV Всесоюзная конференция молодых ученых по геологии и геофизике Восточной Сибири» (Иркутск, 1990), «Вулканизм в структурах Земли и различных геодинамических обстановках» (Иркутск, 1992), «Алмазы и алмазность Тимано-Уральского региона» (Сыктывкар, 2001), «Строение литосферы и геодинамика» (Иркутск, 2001; 2009), «Суперконтиненты в геологическом развитии докембрия» (Иркутск, 2001), «Стратегия поисковых работ на алмазы на территории Российской Федерации в 2001-2005 гг.» (Мирный, 2001), «Вулканизм и геодинамика» (Улан-Удэ, 2006; Петропавловск-Камчатский, 2009), «Всероссийская конференция посвящённая 100-летию члена-корреспондента Академии наук СССР М.М. Одинцова» (Иркутск, 2011), «Геология, тектоника и металлогения Северо-Азиатского кратона» (Якутск, 2011).

– *Региональных научно-практических конференциях:*

«Схемы базитового магматизма железорудных и алмазносных районов Сибирской платформы» (Иркутск, 1987), «VIII Якутская республиканская научно-практическая конференция» (Якутск, 1988), «Геология и прогнозирование месторождений полезных ископаемых Восточной Сибири» (Иркутск, 1989), «Геология, геохимия и полезные ископаемые Дальнего Востока» (Магадан, 1989), «Минералогические аспекты металлогении Якутии» (Якутск, 1990), IV юбилейные чтения памяти М.М. Одинцова «Геология промежуточных коллекторов алмазов» (Иркутск, 1991), VI Восточно-Сибирское петрографическое совещание «Магматические и метаморфические комплексы Восточной Сибири: проблемы петрогенеза, корреляции, геологического картирования» (Иркутск, 1997), «Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий» (Магадан, 2001), «Актуальные проблемы геологиче-

ской отрасли АК «АЛРОСА» и научно-методическое обеспечение их решений» (Мирный, 2003), «Геодинамика, магматизм и минералогия континентальных окраин севера Пацифики» (Магадан, 2003), XXXVII Тектоническое совещание «Эволюция тектонических процессов в истории Земли» (Новосибирск, 2004), «Эффективность прогнозирования и поисков месторождений алмазов: прошлое настоящее и будущее (АЛМАЗЫ-50)» (Санкт-Петербург, 2004), «Вопросы методики прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых» (Мирный, 2004), «Актуальные вопросы литологии» (Екатеринбург, 2010), «Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского» (Пермь, 2013).

Основные результаты исследований отражены также в 26 научно-производственных отчётах составленных при участии автора или непосредственно под его методическим руководством, которые хранятся в фондах Ботубинской ГРЭ, Амакинской ГРЭ и Научно-исследовательского геологоразведочного предприятия (НИГП) АК «АЛРОСА» (ОАО).

Публикации. В настоящее время по теме исследований опубликовано 93 печатных работы, в том числе 2 монографии, 91 статей и тезисов докладов. 11 статей опубликовано в рецензируемых научных журналах, включённых в перечень ВАК.

Структура и объём. Работа состоит из введения, 7 глав и заключения. Она изложена на 370 страницах текста, включая 163 рисунков, 16 таблиц и библиографический список, содержащий 321 наименование.

Фактические материалы и личный вклад автора. Основу проводимых научных исследований составляют материалы, собранные исполнителем в 1976–2013 гг. при проведении тематических, поисковых, поисково-оценочных и разведочных работ на алмазы, а также глубинном геологическом картировании (ГГК) масштабов 1:50000 и 1:200000. Общий объём задокументированного керна составил более 50000 пог. м. Различным видам анализов было подвергнуто более 6000 образцов, шлиховых и мелко-объёмных проб, что дало возможность осуществить многоплановые петрографические, петрологические, гранулометрические, минералогические, кристаллооптические, химические, рентгенодифрактометрические, литологические, палинологические и другие специализированные исследования. Интерпретация результатов аналитических работ проводилась автором. Исходной информацией для разработки и обоснования защищаемых положений послужили данные полученные в ходе реализации на территории всех основных алмазоносных районов Якутии более 30 производственных и научно-исследовательских проектов, в которых автор принимал непосредственное участие в качестве исполнителя полевых, камеральных и научно-методических работ, в том числе по 10 проектам, выступал в роли ответственного исполнителя. При написании работы использовались также многочисленные опубликованные и фондовые материалы алмазопроисловых экспедиций АК «АЛРОСА» (ОАО) и других производственных и научных организаций в которых рассматривались вопросы геологического строения и истории развития исследуемых территорий Якутской алмазоносной провинции.

Постановка задач, выбор направлений и методов решения осуществлялись лично автором. Техническую поддержку в реализации многих поставленных задач оказали геологи Чернышевской, Ботубинской и Амакинской алмазопроисловых экспедиций, за что автор выражает им свою благодарность.

Автор глубоко признателен научному консультанту, профессору, доктору геолого-минералогических наук А.А. Поцелуеву за поддержку и содержательные консультации по основным направлениям исследований.

Автор выражает искреннюю признательность члену-корреспонденту РАН,

профессору, доктору геолого-минералогических наук Е.В. Складову, под научным руководством которого начинались данные исследования.

Соискатель благодарен за своевременную поддержку и консультации академиком РАН, Ф.А. Летникову, Н.П. Похиленко, профессорам, докторам геолого-минералогических наук В.В. Гавриленко, В.К. Гаранину, Н.Н. Зинчуку, А.Ф. Коробейникову, В.К. Маршинцеву, Р.Г. Матухину, Е.Г. Пановой, А.Я. Ротману, А.П. Смелову.

При выполнении исследований автор пользовался консультациями член-корреспондента РАН Б.В. Олейникова, докторов геолого-минералогических наук Н.И. Акулова, В.П. Афанасьева, В.И. Будникова, В.И. Ваганова, Б.М. Владимирова, Н.В. Владыкина, С.А. Граханова, А.И. Киселёва, В.Л. Масайтиса, А.В. Округина, С.Ф. Павлова, В.Т. Подвысоцкого, В.Н. Устинова, В.А. Цыганова, А.Д. Харькива, Б.Р. Шпунта, кандидатов геолого-минералогических наук И.В. Будникова, Е.И. Бориса, С.Ф. Бессмертного, А.В. Герасимчука, Ю.К. Голубева, Н.И. Горева, В.В. Иванова, К.М. Константинова, В.П. Леднёвой, М.И. Лелюха, Е.Д. Мильштейн, М.В. Михайлова, О.Г. Салтыкова, А.Г. Скрипина, В.И. Тараненко, М.Д. Томшина Г.Х. Файнштейна и других учёных и специалистов.

Автор признателен руководству геологоразведочного комплекса АК «АЛРОСА» (ОАО) А.Т. Васильеву, М.Н. Гарату, А.В. Герасимчуку, Е.М. Гончарову, А.И. Крючкову, С.М. Мишенину, Ю.Т. Подмогову, В.В. Поляничко, А.Н. Разумову, В.П. Серову, И.Г. Цою, С.Д. Чёрному, В.Н. Щукину за поддержку данных исследований.

Структура автореферата сформирована согласно защищаемым положениям.

Структуры кимберлитовых полей

Важнейшей задачей всей алмазопромышленной геологии сегодня является разработка научных и практических основ структурного контроля кимберлитового магматизма. Актуальность решения этой задачи обусловлена тем, что структурно-тектонические предпосылки прогноза кимберлитового магматизма отражают роль конкретных кимберлитовмещающих структур, благоприятных для проявлений эксплозивного магматизма трубчатого типа. Их исследования проводились в пределах Мирнинского, Накынского, Алакит-Мархинского, Далдынского и Верхнемунского кимберлитовых полей, являющихся самыми продуктивными на территории Якутской алмазональной провинции (рис. 1). Они включали картирование и изучение всех тектонических элементов осадочного чехла, как на площадях самих кимберлитовых полей, так и участках околотрубчатых пространств с целью установления возможности их использования в качестве локальных и узколокальных структурно-тектонических факторов прогноза.

Полученные результаты позволили сформулировать *первое защищаемое положение*:

«Основными структурно-тектоническими элементами осадочного чехла высокопродуктивных кимберлитовых полей Якутской алмазональной провинции являются линейные депрессии, представленные грабенами и желобами, связанными с зонами динамического влияния авлакогенов. Минерагеническое значение этих структур определяется тем, что только в их пределах формируются все известные кимберлитовые тела».

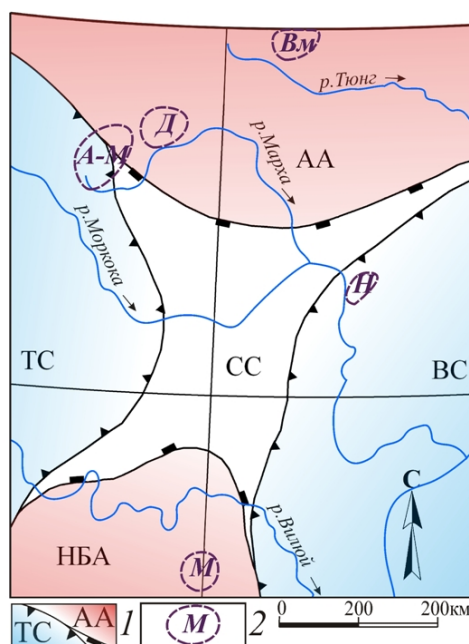


Рис. 1. Тектоническая схема Якутской алмазоносной провинции

1 – структуры I порядка: АА – Анабарская антеклиза; ВС – Вилюйская синеклиза; НБА – Непско-Ботуобинская антеклиза; ТС – Тунгусская синеклиза; СС – Сюгджерская седловина; *2* – кимберлитовые поля и их названия: М – Мирнинское; Н – Накынское; А-М – Алаkit-Мархинское; Д – Далдынское; Вм – Верхнемунское

Структурный план кимберлитовмещающих образований на площадях данных полей изучался по разным горизонтам осадочного чехла. Их выбор для построений определялся как степенью изученности разрезов на глубину, так и общей величиной эрозионного среза.

Анализ построенных структурных карт и схем позволил выделить на площадях характеризуемых полей основные тектонические элементы, а также определить их пространственно-генетические связи с кимберлитовыми телами.

Мирнинское кимберлитовое поле территориально входит в Малоботуобинский алмазоносный район, который в региональном тектоническом плане находится на северо-восточном борту Непско-Ботуобинской антеклизы (рис. 1). Данное поле включает семь кимберлитовых трубок, пять из которых являются месторождениями. Изучение строения кимберлитовмещающего основания показало, что в пределах поля широко распространены линейные депрессии, выделяемые в ранге грабенов (Горев, Мананов, Эринчек и др., 1988; Шахурдина, Коробков, 2011), которые характеризуются азимутальными переходами и разветвлениями различной протяжённости и амплитуды (рис. 2). К категории наиболее контрастных из них относится серия субмеридиональных именных грабенов, отходящих от более крупного Иреляхского (И) грабена. Всего в этой серии выделяется пять основных грабенов с востока на запад: Нижнеиреляхский (НИ), Восточный (В), Центральный (Ц), Западный (З), и Буордахский (Б). Они имеют протяженность до 30 км при ширине по днищу от 1 до 2 км. Глубина залегания их осевых линий в среднем составляет 80–120 м, достигая иногда 180–200 м. Нередко они имеют в плане чётковидное строение, обусловленное чередованием участков расширения и пережимов. К осложняющим элементам относятся также мелкие и менее контрастные ответвления в виде оперяющих грабенов и микрограбенов про-

тяженностью до 4–6 км. В отдельных случаях вблизи основных грабенов выделяются сателлитные, субпараллельные им грабены, имеющие протяженность до 10–18 км.

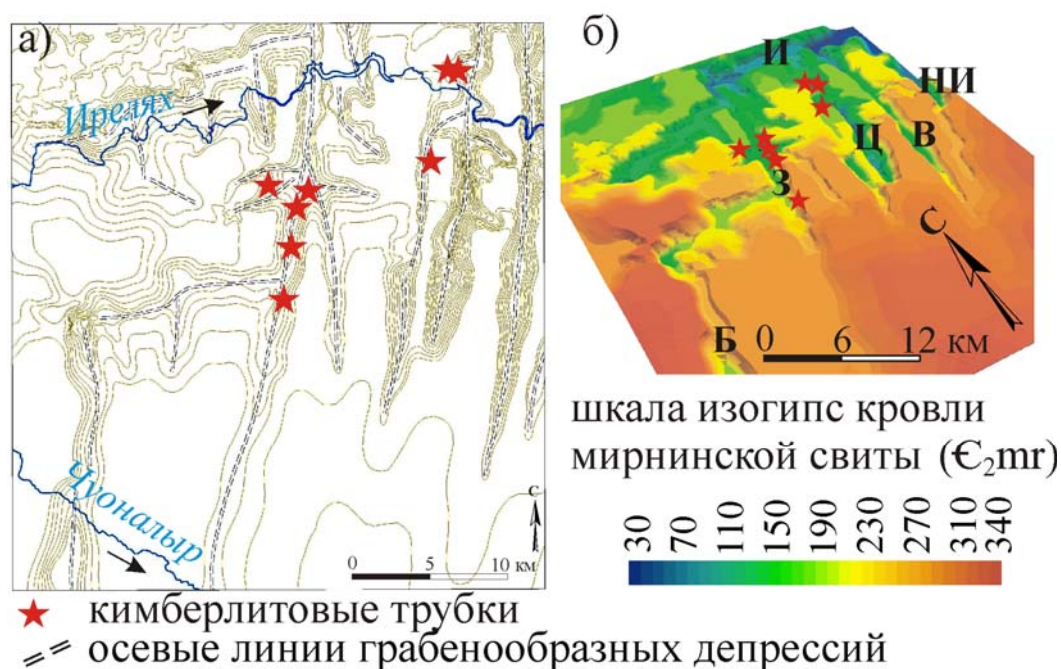


Рис. 2. Структурная карта (а) и её объемная модель (б) Мирнинского кимберлитового поля

Примерами этих сателлитных структур служит грабен, отождествляемый с Параллельным разломом, в том числе два подобных грабена, сопровождающие Западный разлом. По простиранию грабенов нередко наблюдаются их коленообразные изгибы со смещениями и разрывами осевых линий. Во многих случаях ответвления в виде мелких грабенов, коленообразные изгибы и разрывы осевых линий происходят на участках, где основные грабены пересекаются северо-западными разломами, выделенными по геофизическим данным. Прогнозное значение подобных северо-западных разрывных нарушений определяется тем, что они трассируются в пределы околотрубочного пространства практически всех кимберлитовых тел Мирнинского поля. Проведенные построения свидетельствуют о том, что наиболее значимыми с прогнозной точки зрения структурами поля являются сложные по своему строению геологические разломы, основным выражением которых служат субмеридиональные грабены, вмещающие все известные здесь кимберлитовые тела.

Накынское кимберлитовое поле находится в пределах Среднемархинского алмазодносного района, который в региональном тектоническом плане расположен на северо-западном борту Вилуйской синеклизы (см. рис. 1). В пределах поля выявлены две кимберлитовые трубки – «Нюрбинская» и «Ботубинская», а также две дайки – «Майская» и «Мархинская». По содержанию и качеству кристаллов алмаза они относятся к категории уникальных объектов, имеющих высокий промышленный потенциал. При исследовании структур кимберлитовмещающих образований отмечено, что на эрозионной поверхности пород нижнего палеозоя, под мезокайнозойскими осадками в южной части поля обнажаются ордовикские, а в северной части – кембрийские отложения (Коробков, Евстратов, Коробкова, 2010). Проведённые построения показали, что строение северной части поля характеризуется спокойным моноклиальным падением к югу, в сторону Ыгыаттинской впадины (рис. 3). Перепад абсо-

лютных отметок здесь не превышает 20–40 м на 1 км, и только вблизи с границей выходов ордовикских отложений выделяется слабоконтрастная структурная ступень, характеризующаяся перепадом отметок от 40 до 60 м, реже до 80 м на 1 км. Общий моноклиальный характер залегания нижнепалеозойских пород этой части площади осложнён малоамплитудными линейными депрессиями, имеющими довольно пологие борта и ширину до 2–3 км. Глубина залегания их осевых частей не превышает 40–60 м. Положение осевых линий этих депрессий подчиняется общему структурному плану, а их ориентировка отвечает южным и юго-восточным румбам. Структурный план в поле выхода на эрозионную поверхность нижнего палеозоя ордовикских отложений имеет заметные отличия. Эта часть поля также представляет собой моноклиаль, погружающуюся к юго-востоку. Общий перепад абсолютных отметок здесь составляет те же 20–40 м на 1 км. Однако большая часть моноклинали расчленена многочисленными и весьма контрастными грабенами, которые характеризуются и более крутыми бортами с перепадом отметок до 160–180 м. Ширина их различна и составляет от 1 до 3 км. Многие из них также ориентированы согласно общему структурному плану и открываются в сторону Вилуйской синеклизы. Отдельные и, как правило, наиболее контрастные части грабенов имеют юго-западную ориентировку и отвечают направлению главных тектонических нарушений осевой части Вилуйско-Мархинской зоны разломов. Кимберлитовые тела Накынского поля пространственно приурочены к участкам выклинивания четырёх сближенных и непротяженных линейных депрессий северо-западной ориентировки. В свою очередь, эти депрессии являются боковыми ответвлениями от более протяженного и контрастно выраженного грабена, имеющего север-северо-восточную ориентировку.

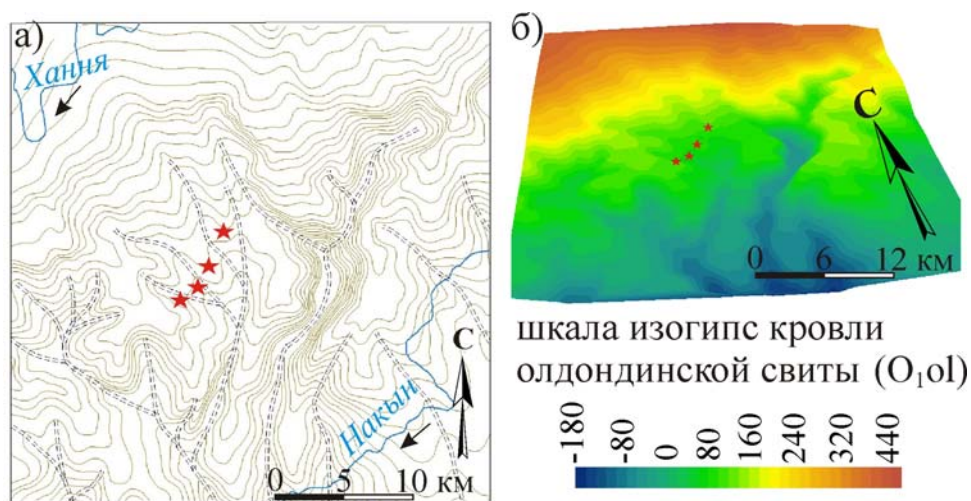


Рис. 3. Структурная карта (а) и её объемная модель (б) Накынского кимберлитового поля. Условные обозначения см. рис. 2.

Алакит-Мархинское кимберлитовое поле расположено в пределах Далдыно-Алакитского алмазоносного района и в тектоническом отношении располагается в зоне сочленения Анабарской антеклизы с Тунгусской синеклизой (см. рис. 1). В этом поле известно более 60 кимберлитовых тел, 6 из которых представляют собой промышленные месторождения. В структурном плане по подошве силурийских отложений данное поле представляет собой моноклиаль, погружающуюся на юго-запад в сторону Тунгусской синеклизы. Детальные построения на площади поля показывают, что здесь широким распространением пользуются грабенообразные линейные де-

прессии, выделяемые в ранге грабенов и структурных желобов, которые находят своё отображение, как на уровне морфоструктурной поверхности карбонатного плотика, так и по более глубинным (подошва силура) горизонтам. Протяжённость этих структур на площади поля составляет первые десятки километров при ширине до 2–4 км (рис. 4). В рельефе карбонатного цоколя эти структуры контролируют положение тальвегов верхнепалеозойской гидросети, а также размещение валообразных интрузий долеритов. Прогностическое же значение этих структур определяется тем, что на участках их выклинивания, а также в пределах их коротких боковых ответвлений, расположено практическое большинство известных здесь кимберлитовых тел.

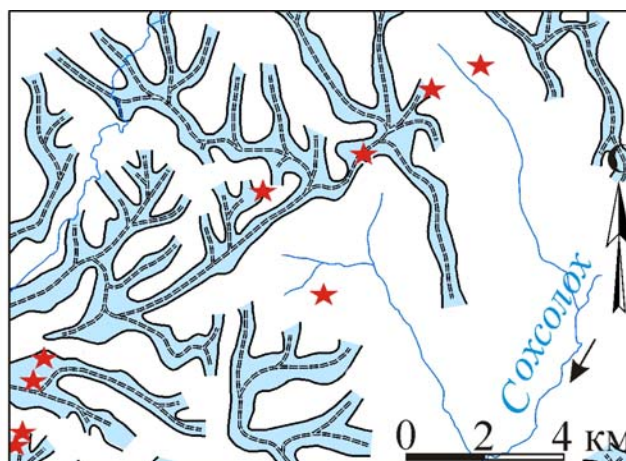


Рис. 4. Структурная карта центральной части Алакит-Мархинского кимберлитового поля.
Условные обозначения см. рис. 2

Далдынское кимберлитовое поле территориально также входит в состав Далдино-Алакитского алмазоносного района. В региональном тектоническом плане данное поле располагается на юго-западном склоне Анабарской антеклизы (см. рис. 1). В пределах поля открыты 61 трубка, из которых к категории промышленных месторождений относятся только трубки «Удачная» и «Зарница». Особенности тектонического строения Далдынского поля исследовались по структурной карте, построенной по подошве ордовикских отложений (рис. 5). Анализ этих построений показывает, что территория поля располагается в пределах двух структурных ступеней. На площади наиболее возвышенной северной части поля абсолютные отметки подошвы этих отложений укладываются в диапазон от 530 до 610 м, в южной части поля колебание этих отметок составляют от 300 до 530 м. Данная ступенчато-моноклиальная структурная поверхность в значительной мере осложнена грабенообразными депрессиями с различной контрастностью и углубкой. Наименее контрастные линейные структуры этого типа развиты на севере поля. При ширине до 1,5 км они имеют, как правило, пологие борта, а их глубина составляет от 20–30 до 40–60 м. В южной части характеризуемого поля строение грабенов более выразительное, что и подчёркивается их глубиной до 80–100 м при той же ширине по днищу до 1,5 км, а также более крутыми бортами. Минерагеническое значение картируемых грабенов на площади поля выражается в том, что все известные здесь кимберлитовые тела располагаются только в пределах этих линейных структур.

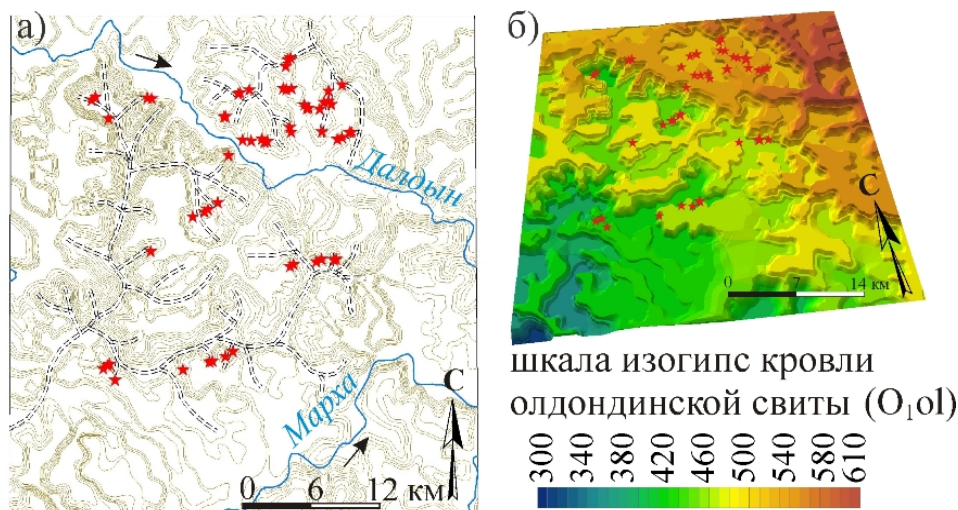


Рис. 5. Структурная карта (а) и её объемная модель (б) Далдынского кимберлитового поля. Условные обозначения см. рис. 2

Верхнемунское кимберлитовое поле расположено на территории Мунского алмазного района. В региональном плане данное поле находится в пределах южного склона Анабарской антеклизы (см. рис. 1). На территории поля открыты 16 кимберлитовых трубок, сгруппированные в две цепочки северо-западного простирания. При этом 4 трубки имеют статус промышленных месторождений. Локальные структуры этого поля, установленные по подошве верхнекембрийских отложений, представлены разноплановыми линейными депрессиями, отвечающими категории структурных желобов. Непосредственно в пределах поля они имеют север-северо-западную и субмеридиональную ориентировку. Их ширина по днищу составляет от 1,0 до 2,5 км, а глубина не превышает 15–20 м (рис. 6). Минерагеническая роль этих структурных желобов определяется тем, что все кимберлитовые тела рассматриваемого поля пространственно приурочены к участкам их торцевого выклинивания.

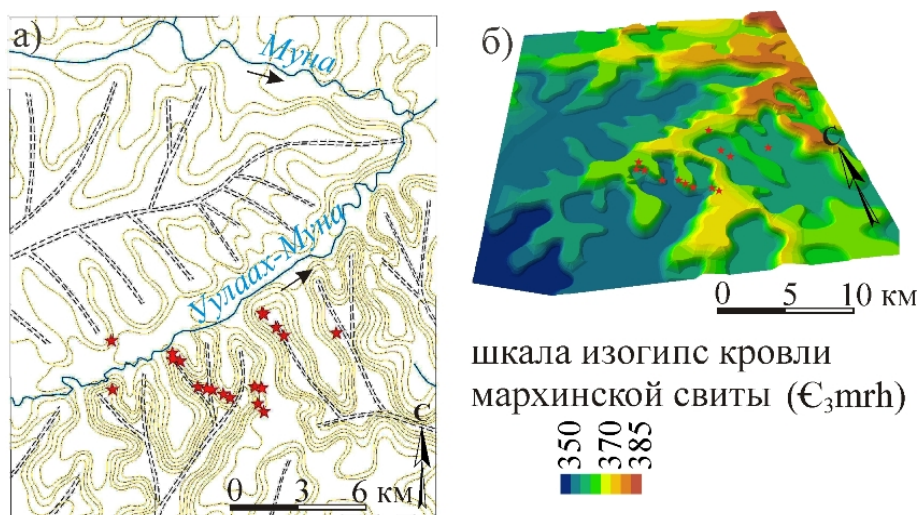


Рис. 6. Структурная карта (а) и её объемная модель (б) Верхнемунского кимберлитового поля. Условные обозначения см. рис. 2

В отличие от рассмотренных выше тектонических элементов, выраженных в линейных отрицательных формах анализируемых поверхностей, следующая группа

структур кимберлитовых полей имеет положительный знак. Самыми мелкими элементами (микроструктурами) здесь являются антиклинальные и гребневидные складки. Размеры этих структур в отдельности не велики и составляют от 3–5 до 10–50 м по ширине и от 20–50 до 100–300 м по длинной оси. Пространственно данные складчатые формы тяготеют к бортам грабенных и структурных желобов, где они образуются в условиях сжатия, возникающего при сопротивлении полужесткого карбонатного основания с одной стороны и раздвиговых усилий, формирующих грабенообразные депрессии с другой. Зоны складчатых деформаций кимберлитовмещающих отложений в форме отдельных складок или их сближенных серий зафиксированы в ближайших окружениях таких известных месторождений, как трубки «Мир», «Дачная», «Интернациональная», «Удачная», «Айхал», а также и других кимберлитовых диатрем, в том числе: «Восток», «Салют», «Моркока» (Алакит-Мархинское поле); «Русловая», «Обнажённая», «30/77» (Куойкское поле). Мелкие антиклинальные и гребневидные складки известны в пределах Мерчимденского и Верхнемунского кимберлитовых полей. И это далеко не полный перечень подобных примеров.

Выполненные построения подтверждают, что обязательными тектоническими элементами осадочного чехла в пределах всех изученных кимберлитовых полей являются грабенообразные линейные депрессии. Теоретическая проработка и оценка роли грабенных и структурных желобов как магмопроводящих структур для интрузивных и взрывчатых кимберлитовых образований показывает, что они занимают самое крайнее положение в иерархическом ряду рифтогенных структур, входящих в зоны динамического влияния древних авлакогенов – Патомско-Вилуйского (Мирнинское и Накынское поля) и Вилуйско-Котуйского (Алакит-Мархинское, Далдынское и Верхнемунское поля). В этой связи, очевидно, что все кимберлитовые поля Лено-Анабарской субпровинции являются производными процессов формирования Билиро-Уджинского авлакогена (рис. 7). Модели связывающие кимберлитовые расплавы с мантийными плюмами рассматриваются в работах (Добрецов и др., 2001; Киселев и др., 2006; Кузьмин и др., 2003; Ярмолюк и др., 2013).

Установленная приуроченность известных кимберлитовых тел к грабенам и участкам их торцевого выклинивания свидетельствует о том, что они служили теми структурами, по которым происходило внедрение кимберлитового расплава из районов главных рифтовых долин этих авлакогенов к площадям его локализации в виде конкретных кимберлитовых полей и в этом заключается их главное минерагеническое значение. Рифтогенную природу выделяемых грабенообразных депрессий подчёркивают и картируемые в их бортах зоны складчатых деформаций, выраженные в верхних частях нижнепалеозойского разреза как отдельными, так и сериями сближенных гребневидных и антиклинальных складок. Подобные складчатые дислокации характерны для околотрубочного пространства многих кимберлитовых диатрем ЯАП (Коробков, 2006). Широкое проявление охарактеризованных структурно-тектонических элементов в пределах кимберлитовых полей требует их обязательного учета при прогнозировании как промежуточных объектов поисков в ранге локальных и узколокальных высокоперспективных участков, так и непосредственно самих коренных источников алмазов.

Таким образом, полученные выводы свидетельствуют о том, что основными элементами строения нижнепалеозойского осадочного чехла в пределах кимберлитовых полей ЯАП являются грабены и структурные желоба, которые связаны с зонами динамического влияния авлакогенов. Минерагеническое значение данных структур выражается в том, что только в их границах формируются кимберлитовые тела.

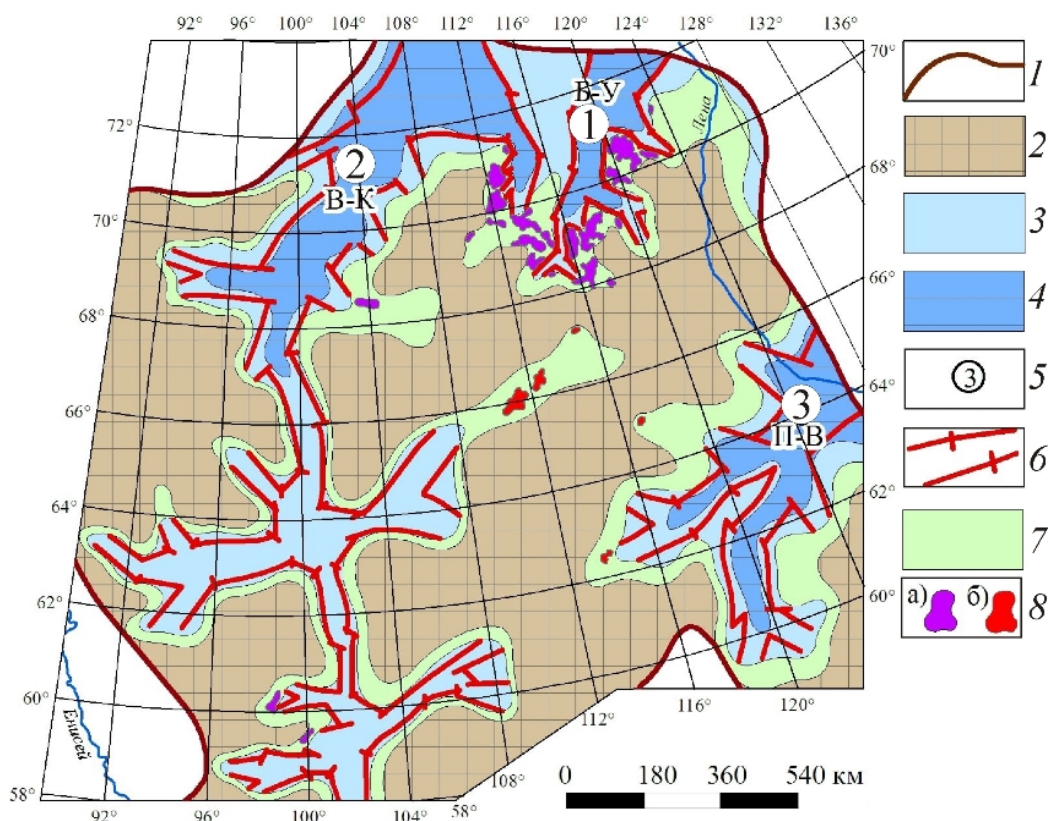


Рис. 7. Схема размещения кимберлитовых полей в пределах областей динамического влияния авлакогенов: Б-У – Билиро-Уджинского, В-К – Вилуйско-Котуйского, П-В – Патомско-Вилуйского
 1 – границы Сибирской платформы; 2 – кратонизированные области земной коры с мощной литосферой; 3 – подвижные области литосферы – «колыбель» авлакогенных структур; 4 – наиболее глубокие части авлакогенов; 5 – позднедокембрийские рифтогенные структуры (по Б.Р. Шпунту, 1987): 1 – Билиро-Уджинская, 2 – Западно-Анабарская 3 – Линденская; 6 – рифтогенные зоны; 7 – области динамического влияния авлакогенов (зоны краевых дислокаций), благоприятные на проявление кимберлитового магматизма; 8 – кимберлитовые поля (а), в том числе включающие промышленные месторождения алмазов (б)

Литология и фации верхнепалеозойских коллекторов алмазов

Выполненные исследования на площадях характеризуемого региона показали, что основной объём алмазов и их минералов-спутников в разрезе верхнего палеозоя сосредоточен в отложениях выделяемых в составе лапчанской (C_21p) и ботубинской ($C_{2-3}bt$) свит. Литолого-фациальный анализ этих отложений проводился на территориях Малоботубинского, Моркокинского, Ыгыаттинского и Далдыно-Алакитского алмазоносных районов. Полученные при этом результаты позволили сформулировать *второе защищаемое положение*:

«В алмазоносных районах восточного борта Тунгусской синеклизы наиболее продуктивными коллекторами алмазов и их минералов-спутников являются базальные горизонты каменноугольных отложений, представленные пролювиально-аллювиальными и аллювиальными осадками палеоводотоков, что является важным фактором минерагенического районирования и локального прогноза россыпной алмазоносности».

Фациальные условия формирования осадков лапчанской свиты (C_21p)

Отложения лапчанской свиты на изученной территории являются наиболее древними среди образований верхнепалеозойского этапа осадконакопления. Её разрез представлен углистыми алевритами и аргиллитами с примесью разномерного

песчаного материала, линзовидными прослоями песчаников и конгломератов. Последние залегают в основании свиты и являются алмазонасными и потенциально алмазонасными коллекторами. Мощность отложений свиты невелика и составляет в среднем 5–10 м, увеличиваясь в пониженных участках палеодолин до 20–25 м. Контуры развития лапчанских отложений представлены в плане линейно-вытянутыми изогнутыми полосами, реже изолированными пятнами, приуроченными к структурно-эрозионным долинам палеорельефа карбонатного цоколя (Коробков, Никулин, 2009). Детальный литолого-фациальный анализ лапчанских отложений позволил выделить в составе рассматриваемой толщи четыре основных типа фаций (рис. 8).

Фация гравийно-галечных пролювиально-аллювиальных осадков временных водотоков. Отложения этого типа развиты во всех палеодепрессиях лапчанской гидросети. Они приурочены к нижним базальным горизонтам свиты и представлены плохо отсортированными гравийно-галечными конгломератами с песчано-глинистым и алевритовым заполнителем. Количество грубообломочного материала изменяется от 30 до 70%. В его составе преобладают кремни, кварциты и кварц. В отдельных разрезах наблюдается возрастание доли обломков подстилающих пород, в том числе доломитов, известняков, мергелей. В пределах Мирнинского кимберлитового поля отложения этого типа содержат высокие концентрации алмазов и их минераловспутников, образуя промышленные погребенные россыпи.

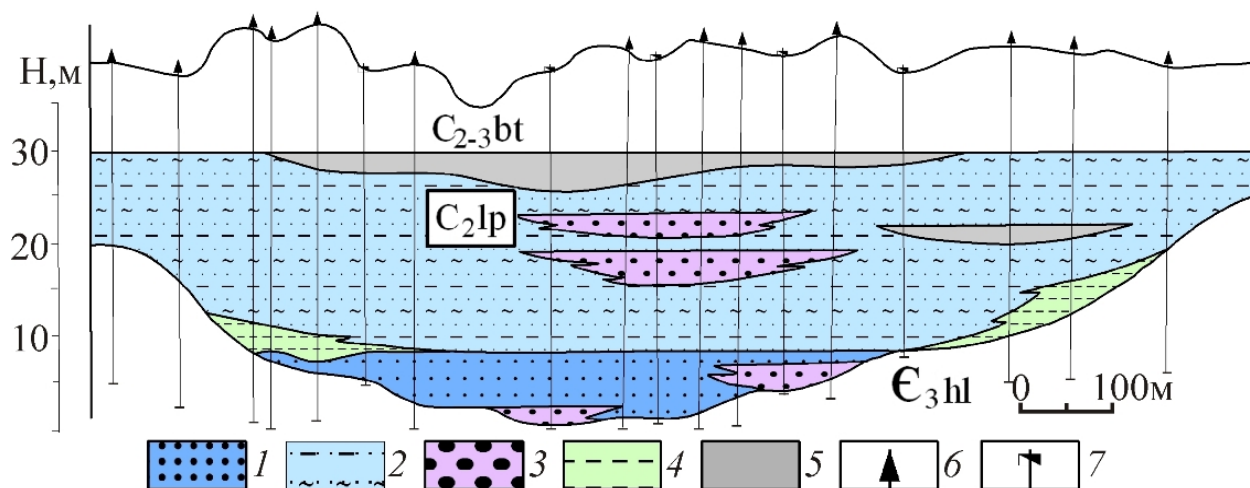


Рис. 8. Распределение основных типов фациальных обстановок лапчанской свиты C_{2lp}

1 – фация гравийно-галечных пролювиально-аллювиальных осадков временных водотоков; 2 – фация песчано-алевритовых и глинистых пролювиальных осадков временных водотоков; 3 – фация песчано-галечных аллювиальных осадков постоянных водотоков; 4 – фация песчано-алевритовых и глинисто-алевритовых осадков поймы; 5 – углистые аргиллиты; 6 – скважины; 7 – шурфы

Фация песчано-алевритовых и глинистых пролювиальных осадков временных водотоков. Данные отложения пользуются широким распространением, слагая нередко весь объем разреза лапчанских осадков. Ведущими литотипами здесь являются разномерные плохо отсортированные песчаники, грубые запесоченные алевриты и алевритистые глины (аргиллиты). Текстуры характеризуются линзовидной, прерывисто-волнистой, косоволнистой типами слоистости. Характерной особенностью данных отложений является рассеянные

включения гравия, галек, отдельных валунов кварцитов, кремней, кварца, эффузивов, а также обломков нижнепалеозойских пород. Повышенные концентрации минералов-спутников алмазов (МСА) в данных отложениях отмечаются лишь вблизи коренных источников Мирнинского кимберлитового поля.

Фация песчано-галечных аллювиальных осадков постоянных водотоков. Отложения данного типа имеют ограниченное распространение. Они также приурочены к нижним базальным горизонтам свиты и картируются в виде узких непротяженных полос в наиболее пониженных участках палеодепрессий. Основным литотипом здесь являются песчаники с включениями гравия и галек. Структура песчаников разномзернистая, в основном мелкозернистая, редко средне-крупнозернистая. Скопления грубообломочного материала тяготеют к нижним частям разреза, иногда в виде отдельных включений встречаются и по всему разрезу. В его составе преобладают кремни, кварц, кварциты, роговики, заметна роль и мелких обломков нижнепалеозойских пород. Количество грубообломочного материала в скоплениях редко превышает 20%. Находки МСА в данном литотипе единичны и представлены лишь мелкими зернами пиропов и хромшпинелидов. Однако в пределах Мирнинского кимберлитового поля осадки этого литотипа содержат их повышенные концентрации, входя в состав продуктивного комплекса погребенных промышленных россыпей.

Фация песчано-алевритовых и глинисто-алевритовых осадков поймы. Отложения этого типа пользуются ограниченным распространением. Они представлены глинистыми и песчанистыми алевритами со слабо выраженной мелкой горизонтальной, горизонтально-волнистой и линзовидной, иногда косой однонаправленной типами слоистости. МСА в отложениях данного типа встречаются в единичных знаках и представлены в основном мелкими зернами пиропов.

Фациальные условия формирования осадков ботубинской свиты (C_{2-3bt})

В составе ботубинской свиты выделяются два элементарных ритма, соответствующих нижней и верхней подсвита и характеризующих два историко-геологического этапа развития региона.

Нижнеботубинская подсвита

Детальное изучение рассматриваемых отложений и восстановление условий их формирования вызвано наличием в них значительного объема МСА, образующих на изученной территории высоко контрастные площадные ореолы. Разнообразие литогенетических типов пород подсвиты позволило выделить в ее составе семь типов фаций (рис. 9).

Фация песчано-гравийно-галечных осадков русла палеоводотоков 1-го порядка. Отложения этой фации имеют широкое линейное распространение в пределах долин крупных транзитных рек, прослеживаемых в западной части исследуемого региона. Основными литогенетическими типами здесь являются разнообломочные конгломераты и галечники с включениями валунов, реже с прослоями и линзами гравелитов и крупнозернистых песчаников с косой однонаправленной слоистостью. Гравийно-галечный материал представлен кварцем, кремнями, кварцитами, кислыми и средними эффузивами, гнейсами и другими метаморфическими породами. В подчиненном количестве присутствуют обломки терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя и крупные обломки и щепы углефицированной древесины. Количество грубообломочного материала в конгломератах часто достигает 40–60%.

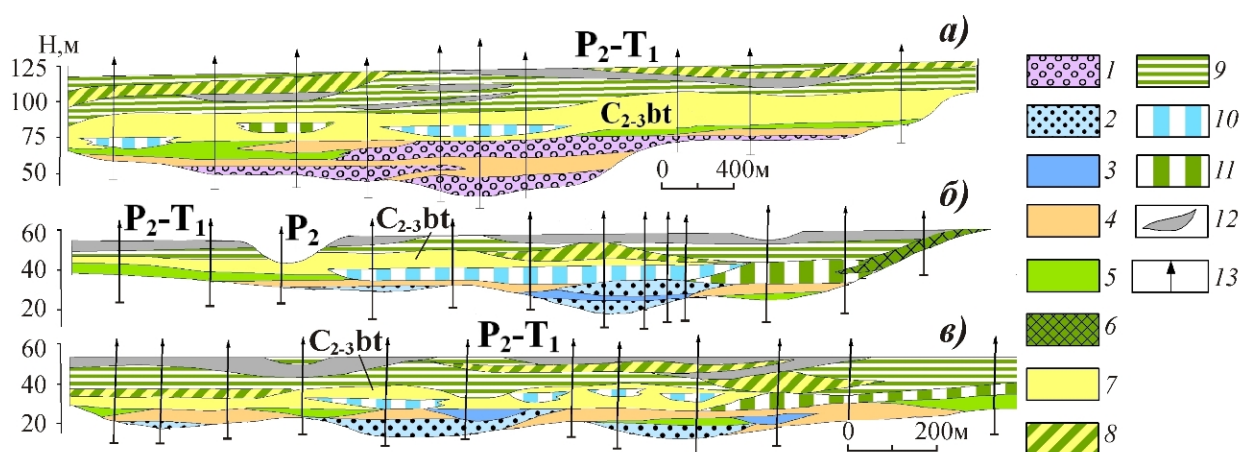


Рис. 9. Распределение основных типов фациальных обстановок ботубинской свиты ($C_{2-3}bt$) на поисковых площадях: а – Мало-ботубинского; б – Моркокин-ского; в – Ыгыятинского алма-зоносных районов

1 – фация песчано-гравийно-галечных осадков русла палео-водотоков I порядка; 2 – фации гравийно-галечных и крупнозернистых песчаных осадков русла палеоводотоков II и III порядков и песчаных осадков русла палеоводотоков III порядка; 3 – фация гравийно-галечных и песчано-гравийных осадков стрежневого аллювия палеоводотоков II и III порядков; 4 – фация песчаных и песчано-гравийно-галечных осадков кос и прирусловых отмелей; 5 – фация песчаных, песчано-алевритовых и глинисто-алевритовых осадков поймы; 6 – фация дресвяно-щебнистых, песчано-алеврито-глинистых, делювиально-пролювиальных склоновых осадков; 7 – фация песчаных осадков открытого подвижного мелководья бассейна; 8 – фация песчаных и песчано-алевритовых осадков слабоподвижного мелководья бассейна; 9 – фация глинистых, алевритовых и песчано-глинистых осадков застойного мелководья бассейна; 10 – фация гравийных, песчано-гравийных и песчаных осадков центральных частей дельты; 11 – фация песчано-алевритовых и алеврито-глинистых осадков краевых частей дельты; 12 – угли и углистые аргиллиты; 13 – скважины

Заполняющая масса представлена разнозернистыми полимиктовыми песчаниками с незначительной примесью глинисто-алевритового материала. Установленные здесь МСА характеризуются преобладанием пироповой ассоциации (по весовым концентрациям) при более высоком абсолютном содержании зерен пикроильменитов мелких гранулометрических классов. Участки с их повышенными содержаниями имеют в плане слабо вытянутую, иногда изогнутую форму и приурочены к приустьевым частям боковых притоков.

Фация гравийно-галечных и крупнозернистых песчаных осадков русла палеоводотоков II-го и III-го порядков. Отложения этого комплекса включают в себя два основных литогенетических типа: галечники и песчаники преимущественно крупнозернистые с отдельными включениями гравия и гальки. Галечные отложения развиты практически во всех палеодолинах II-го порядка и фрагментарно участвуют в составе руслового аллювия палеоводотоков III-го порядка. Количество грубообломочного материала здесь варьирует от 25 до 40%, достигая максимальных значений в нижних частях разреза. В его составе преобладают кремни, кварциты, метаморфические породы, в меньшей степени отмечаются кварц, кислые и средние эффузивы. Нередко встречаются уплощенные обломки нижнепалеозойских пород, количество которых увеличивается вблизи бортов долин.

На исследуемой территории русловые галечники палеоводотоков являются одним из основных коллекторов алмазов и МСА. На отдельных участках с данными

грубообломочными осадками связаны погребенные россыпи алмазов.

Ко второму литотипу руслового аллювия относятся песчаники крупнозернистые с включениями гравия и гальки. Они широко развиты в пределах многих долин палеоводотоков, где частично перекрывают вышеописанные гравийно-галечные отложения. Включения приурочены в основном к нижним частям разреза и представлены гравийно-галечным материалом и угловато-сглаженными обломками углистых и глинистых алевритов. Количество грубообломочного материала не превышает 5–10%, достигая изредка 20–25%. В составе гравийно-галечного материала преобладает кварц, кремни, кварциты. Велика доля и мелких уплощенных обломков нижнепалеозойских пород, количество которых возрастает по направлению к бортам долин. Отложения этого литогенетического типа являются по значимости вторым, после галечников, коллектором алмазов и МСА. Участки с их повышенными концентрациями имеют в плане вытянутую, иногда слабоизогнутую форму. В крупнообъемных пробах выявлены находки алмазов.

Фация песчаных осадков русла палеоводотоков III-го порядка. Данные водотоки имели слабые гидродинамические характеристики и в целом обладали невысокой транспортирующей способностью. Их осадки представлены песчаными разностями с примесью глинисто-алевритового материала и единичными включениями гравия, мелкой гальки кварц-кремнистого состава, в том числе и обломков местных пород. Структура песчаников мелко-среднезернистая. В пределах отдельных палеоводотоков в данном литотипе фиксируются повышенные концентрации МСА. Участки их развития имеют в плане узкую форму, вытянутую вдоль тальвегов водотоков.

Фация гравийно-галечных и песчано-гравийных осадков стрежневого аллювия палеоводотоков II-го и III-го порядков. В составе отложений этого типа участвуют мелкогалечные конгломераты с частыми включениями обломков нижнепалеозойских пород, гравелиты и крупнозернистые песчаники существенно кварцевого состава. Отличительной их особенностью от других литотипов руслового аллювия является резко пониженное содержание глинисто-алевритовой составляющей, что свидетельствует о повышенной гидродинамике водных потоков на этих участках русла. Среди обломочного материала в конгломератах, наряду с кварцем, отмечаются кремни, кварциты, кислые и средние эффузивы. Количество обломочного материала изменяется от 20 до 40%. Для отложений стрежневого аллювия характерны пониженные концентрации МСА, которые представлены в основном мелкими окатанными и вторично колотыми зернами пикроильменитов.

Фация песчаных и песчано-гравийно-галечных осадков кос и прирусловых отмелей палеоводотоков. Данные отложения представлены песчаниками мелко-средне-зернистыми и среднезернистыми с включениями гравия, мелкой гальки и обломков местных пород. В целом эти литотипы по своим генетическим признакам во многом сходны с таковыми из русловых отложений и отличаются от них наличием в цементирующей массе повышенного количества глинисто-алевритового материала, поступавшего сюда во время паводков. Среди грубообломочного материала преобладают гравийные зерна кварца и кремней. Галечный материал, размерность которого не превышает 3 см, представлен кислыми и средними порфиритами и кварцитами. Группа местных пород состоит из угловато-сглаженных, линзовидно-уплощенных обломков глинистых алевритов и углистых аргиллитов. При непосредственном налегании на породы карбонатного цоколя в этой группе появляются обломки известняков, сидеритов и мергелей. В целом содержание обломочного материала невелико и не превышает 5–10% при самых различных

соотношениях его вещественного состава. Отложения кос и прирусловых отмелей содержат значительное количество МСА, являясь одним из основных коллекторов на исследуемой территории. В пределах отдельных ореолов выявлены находки алмазов.

Фация песчаных, песчано-алевритовых и глинисто-алевритовых осадков поймы. Основными литогенетическими типами пойменных образований являются мелко-тонкозернистые песчаники, алевролиты и глинистые алевролиты, связанные между собой постепенными переходами. Находки МСА в отложениях этих типов весьма ограничены и представлены лишь мелкими зернами пиропов, реже пикроильменитов.

Фация дресвяно-щебнистых, песчано-алеврито-глинистых делювиально-пролювиальных склоновых осадков. Отложения этого типа имеют в целом незначительное распространение и тяготеют к нижним частям разрезов ботубобинской свиты. Их формирование происходило в пределах коротких ложков и линейных понижений, развитых на склонах долин и локальных водоразделов. Осадки этого типа представлены практически несортированным глинисто-алевритовым и песчаным материалом с включениями дресвы и щебня пород карбонатного цоколя.

Находки МСА здесь крайне редки и представлены мелкими зернами пиропов, иногда пикроильменитов.

Верхнеботубобинская подсвита

В начальный период позднеботубобинского времени на характеризующейся территории происходит резкая смена фациальных условий осадконакопления, связанная с начавшейся широкой ингрессией эпиконтинентального бассейна на господствовавшую обширную аллювиальную равнину (Тараненко, Яныгин, 1985). Это привело к подтоплению большей части гидросети раннеботубобинских водотоков и формированию осадков открытого подвижного, слабоподвижного и застойного мелководий бассейна, а также целого комплекса литогенетических типов приустьевых и дельтовых, в том числе и подводно-дельтовых отложений.

В целом отложения верхнеботубобинской подсвиты обладают весьма слабыми коллекторскими свойствами. Участки с повышенными концентрациями кимберлитовых минералов имеют здесь весьма ограниченное распространение. Реконструкции условий осадконакопления этого периода позволили выделить пять фациальных обстановок. В их состав вошли: *фация песчаных осадков открытого мелководья бассейна; фация песчаных и песчано-алевритовых осадков слабоподвижного мелководья бассейна; фация глинистых, алевритовых и песчано-глинистых осадков застойного мелководья бассейна; фация гравийных, песчано-гравийных и песчаных осадков центральных частей дельты; фация песчано-алевритовых и алеврито-глинистых осадков краевых частей дельты* (см. рис. 9).

Далеко не все из перечисленного комплекса среднекаменноугольных фациальных обстановок относятся к благоприятным для накопления алмазов и их минералов-спутников. И хотя элементы алмазности установлены почти во всех литотипах верхнепалеозойского разреза, характер распределения их концентраций является резко дифференцированным как в вертикальном разрезе, так и по латерали (Борис, Иванов, 1974). Основной объем МСА приурочен к разновозрастному базальному горизонту верхнепалеозойского разреза в пограничной области с терригенно-карбонатными образованиями нижнего палеозоя (Зинчук, Борис, 1981; Зинчук, Борис, Яныгин, 2004). Практически во всех случаях наблюдается резкое падение концентраций кимберлитовых минералов вверх по разрезу (Вуйко, Коробков, 1989). И только в отдельных случаях, когда наиболее грубообломочный базальный горизонт является подвешенным, отдельные вспышки повышенных концентрации

МСА могут наблюдаться выше приплотиковой части.

Из фациальных обстановок лапчанского времени наиболее высокие коллекторские свойства присущи фациям гравийно-галечных пролювиально-аллювиальных и песчано-алевритовых пролювиальных осадков временных водотоков, а также фациям песчано-галечных аллювиальных осадков постоянных водотоков.

В составе фациальных обстановок раннеботуобинского времени высокие коллекторские свойства характерны лишь для фаций гравийно-галечных и крупнозернистых песчаных осадков русла палеоводотоков II и III порядков, а также фаций песчаных и песчано-гравийно-галечных осадков кос и прирусловых отмелей.

Среди фациальных комплексов верхнеботуобинской подсвиты ярко выраженные коллектора МСА отсутствуют, хотя отдельные находки единичных мелких зерен отмечены в большинстве развитых здесь литотипов. Относительно повышенные коллекторские свойства, подчеркиваемые локальными разрозненными ореолами присущи лишь гравийным и песчано-гравийным осадкам дельтовых отложений.

Сохранявшаяся здесь поступательная динамика водных потоков имела близкие параметры с теми, в которых формировались продуктивные гравийно-галечные и песчано-гравийно-галечные осадки палеоводотоков III порядка. Об этом же свидетельствуют и их практически идентичный литолого-минералогический состав, а также особенности распределения минералов легкой, тяжелой и глинистой фракций, приводящие к близким по составу минеральным ассоциациям.

Анализируя в целом особенности литологического состава алмазоносных горизонтов можно составить для них ряды характерных минералов легкой, тяжелой и глинистой фракций по количественному принципу. В соответствии с полученным распределением они будут иметь следующий вид: лапчанская свита – кварц ÷ ильменит + гранат (эпидот + сфен) ÷ каолинит + хлорит + гидрослюда; нижнеботуобинская подсвита – кварц + калиевые полевые шпаты + плагиоклаз ÷ ильменит + эпидот + гранат ÷ каолинит + монтмориллонит + гидрослюда + хлорит; верхнеботуобинская подсвита – кварц + плагиоклаз + калиевые полевые шпаты ÷ эпидот + ильменит + гранат ÷ каолинит + хлорит + гидрослюда.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что фациальные обстановки осадконакопления оказали значительное влияние на распределение кимберлитовых минералов, причем как по латерали, так и в вертикальном разрезе каменноугольных отложений. Все основные продуктивные отложения фациальных комплексов характеризуются общностью распределения минералов легкой, тяжелой и глинистой фракций с образованием близких литолого-минералогических ассоциаций (Коробков, 2006).

Эти результаты также подтверждают, что в алмазоносных районах восточного борта Тунгусской синеклизы основными коллекторами алмазов и их минералов-спутников служат базальные горизонты каменноугольных отложений, которые формировались в определённых фациальных обстановках и характеризуются близким вещественным составом литогенетических типов в пределах единых стратиграфических уровней. Повышенные концентрации алмазов связаны с пролювиально-аллювиальными и аллювиальными осадками палеоводотоков.

Условия формирования верхнепалеозойских коллекторов алмазов

При восстановлении условий образования продуктивных толщ верхнего палеозоя весьма важным являлась реконструкция рельефа подстилающего карбонатного

цоколя. Его строение во многом повлияло на распределение по латерали и в разрезе выделенных литогенетических типов, а соответственно на фациальные обстановки осадконакопления и формирование палеоландшафтных зон. Установлено, что кроме эрозионно-денудационных процессов, участие в зарождении и развитии многих форм палеорельефа сыграли и более глубинные структурные элементы, в том числе и кимберлитоконтролирующие, что позволило сформулировать *третье защищаемое положение*:

«Долины водотоков каменноугольного возраста развивались в пределах линейных депрессий нижнепалеозойского основания, унаследовано подчёркивая его кимберлитоконтролирующие структуры – грабены и желоба, к которым в алмазоносных районах приурочены проявления кимберлитового магматизма, что служит основным поисковым фактором при прогнозировании месторождений алмазов».

Проведение структурного и морфоструктурного анализов кимберлитовмещающей толщи во многих алмазоносных районах показало наличие определённых взаимосвязей между элементами карбонатного плотика и конкретными структурами, выделенными в толще нижнепалеозойских отложений. Выполненные построения выявили высокую степень сходимости (параллельности) поверхности погребенного рельефа с более глубинными структурными горизонтами. Наложение погоризонтных планов рельефа цоколя, литолого-фациальных и структурных карт показало, что палеоводотоки унаследовано закладывались в пределах тектонических линейных депрессий, представленных как крупными грабен-синклиналями протяженностью многие десятки километров, так и более мелкими грабенами и структурными желобами различной протяженности и контрастности (Коробков, 2006; Gerasimchuk, Korobkov, Veretennikov, 2004; Gorev, Korobkov, Veretennikov, 2004). Зародившись в среднепалеозойский этап (D_{2-3}) эти грабены и желоба унаследованно продолжили свое развитие в начале верхнего палеозоя, что и нашло свое выражение в сопряженности палеодолин с этими отрицательными структурами (Евстратов, Коробков, 2011а; Евстратов, Новопашин, Коробков, 2009б). Соответственно и разделяющие их возвышенные водораздельные пространства находят свое отображение в положительных структурах нижнепалеозойского разреза.

При обосновании выводов о подобии эрозионно-структурной поверхности рельефа цоколя более глубинным структурным горизонтам проводилась оценка роли структурных факторов в процессах формирования поверхности погребенного рельефа.

Для ее выполнения была решена принципиально важная задача по количественной оценке структурных факторов в процессах развития рельефа кимберлитовмещающих образований. Само выполнение задачи сводилось, по сути, к доказательству подобия (параллельности) двух сравниваемых поверхностей (плоскостей). Эти доказательства строились на взаимной параллельности двух пар пересекающихся прямых, принадлежащих сравниваемым плоскостям. В нашем случае сложных криволинейных поверхностей данное доказательство опиралось как на сравнительный анализ самих погоризонтных структурных планов, так и на корреляционный анализ, проводимый путем расчета радиуса корреляции множества пар абсолютных отметок (как составных частей пересекающихся прямых), принадлежащих сравниваемым поверхностям. Успешное решение данной задачи имеет важное значение, поскольку помимо общего понимания процессов геологического развития рассматриваемого региона позволяет выявить пространственно-генетические связи различных форм погребенного рельефа со структурными элементами кимберлитовмещающего основания.

В качестве прикладного вывода это решение также обосновывает правомочность выбора погребенной поверхности рельефа для детальных структурных построений с привлечением всего фонда поисковых скважин и горных выработок. Последнее особенно важно при крупномасштабных прогнозных построениях, основанных на анализе проявленности локальных и узколокальных структурно-тектонических факторов кимберлитоносности. Практическое решение настоящей задачи осуществлялось на различных площадях Малоботуобинского и Далдино-Алакитского алмазонасных районов. Во всех случаях была установлена прямая корреляционная зависимость. Полученная степень взаимосвязи (коэффициента корреляции) при статистически значимых выборках составила от 0,825 до 0,912 (рис. 10), убедительно доказывая «параллельность» сравниваемых поверхностей и возможность равноценного использования особенностей поверхности карбонатного цоколя для структурных построений кимберлитовмещающей толщи.

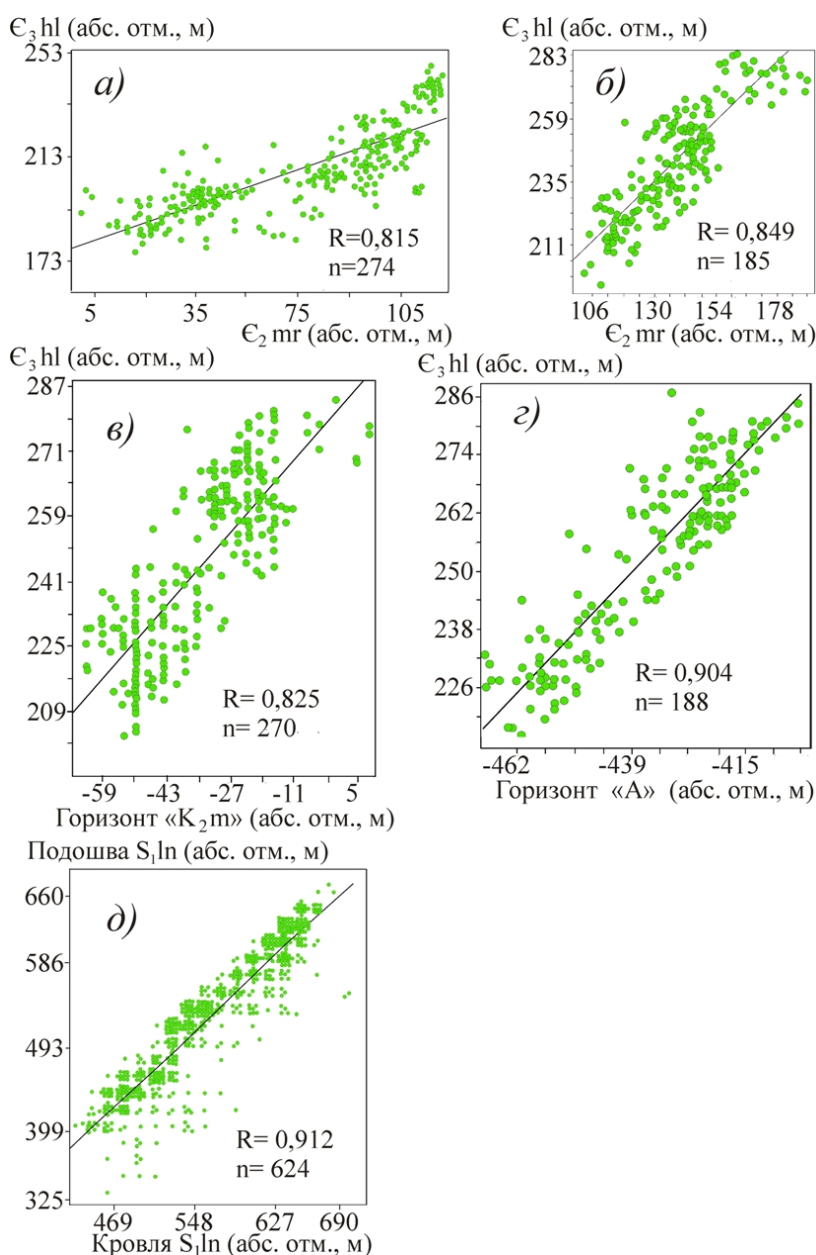


Рис. 10. Зависимости между абсолютными отметками: поверхностей кровли холмолохской ($\epsilon_3 hl$) и мирнинской ($\epsilon_2 mr$) свит на участках «Водораздельный» (а) и «Южно-Лапчанский» (б); поверхностей кровли холмолохской свиты ($\epsilon_3 hl$) и сейсмоотражающих горизонтов: в) – «K₂m» (метегерская свита, $\epsilon_2 mt$) и г) – «А» (чарская свита, $\epsilon_1 \check{c}r$) (участок «Южно-Лапчанский»); д) – поверхностей кровли и подошвы силурийских отложений ($S_1 ln$) (Алакит-Мархинское поле)

Проведенные исследования свидетельствуют также о том, что эрозионные процессы, затрагивающие нижнепалеозойские образования в постсреднепалеозойский этап развития районов, развивались унаследованно с тектоническим планом карбонатного основания, препарируя и подчеркивая его основные структурные элементы.

Эти исследования позволяют также сделать следующие весьма важные прогнозные выводы:

- долины каменноугольных палеоводотоков закладывались в пределах различно ориентированных структурных желобов и грабен-синклиналей, что позволяет с большей достоверностью восстанавливать палеорельеф на время формирования продуктивных алмазоносных горизонтов;
- эрозионные рельефообразующие процессы в постсреднепалеозойский этап развивались с учетом уже существовавшего тектонического плана карбонатного основания, унаследовано подчеркивая его основные структурные элементы.

Реконструкция палеорельефа для нескольких последовательно возрастных срезов, позволяет проследить историю его развития, оценить степень влияния эндогенных и экзогенных процессов на его формирование, выявить пути переноса и места захоронения обломочного материала, в том числе и включающего продукты дезинтеграции кимберлитов. Исходной матрицей при восстановлении рельефа на закрытых площадях послужила неравномерно эродированная поверхность нижнепалеозойского кимберлитовмещающего основания. Касаясь возраста рельефа, необходимо подчеркнуть, что наиболее древними осадками, непосредственно перекрывающими карбонатный цоколь, в пределах рассматриваемых районов являются среднекаменноугольные отложения в составе лапчанской ($C_2\text{ lp}$) и конёкской ($C_2\text{ kn}$) свит, а также нижнеботуобинской ($C_{2-3}\text{ bt}_1$) и нижнеайхальской ($C_{2-3}\text{ ah}_1$) подсвит. Именно в этот период заложились и наиболее активно развивались основные формы рельефа. Более высокие его уровни перекрыты уже позднекарбонными бассейновыми осадками верхнеботуобинской и верхнеайхальской подсвит, когда процессы размыва и денудации были проявлены значительно слабее. Таким образом, возраст реконструированного рельефа на закрытых территориях можно считать среднекаменноугольным.

Выражением морфоструктурных предпосылок при прогнозных построениях является то, что все каменноугольные коллектора содержащие основной объём кимберлитовых минералов, в том числе и самих алмазов, приурочены к линейным понижениям карбонатного плотика. Детальные построения, направленные на восстановление условий осадконакопления этих коллекторов и реконструкцию рельефа подстилающих отложений показали, что данные линейные понижения представляют собой разветвлённую систему палеодолин в пределах которых формировались ореолы минералов-спутников, а также россыпепроявления и россыпи алмазов (Коробков, 2011; Коробков, Никулин, 2009).

Рассматривая палеоландшафтные зоны характеризуемых территорий следует отметить, что в целом поверхность восстановленного рельефа представляет собой сложно построенную разновысотную равнину, в пределах которой выделяются три уровня I порядка, связанные с циклами формирования общей поверхности выравнивания. Первый, наиболее высокий уровень, представляет собой холмисто-грядовую поверхность с системой локальных субизометричных и вытянутых положительных морфоструктур II порядка, которые разделены линейно-вытянутыми, реже неправильно-изометричными депрессионными морфоструктурами. Этот структурно-денудационный ярус (возвышенная денудационная равнина) с его линейно-цепочным расположением более мелких положительных морфоструктур, является фрагментом

(осевой линией) более крупной платформенной структуры – своеобразного «большого барьерного рифа», приуроченного к Сюгджерской седловине и северному окончанию Непско-Ботуобинской антеклизы, который на протяжении длительной геологической истории развития региона разделял два крупнейших бассейна седиментации – Тунгусский и Вилуйский.

К западу и юго-западу от этой возвышенной равнины располагается более низкая гипсометрическая ступень поверхности, представляющая собой пологохолмистую равнину. В ее пределах широко распространены пологие линейные депрессии, унаследовано развитые в границах грабенных и структурных желобов, которые, в свою очередь, выражены повышенными остаточными мощностями нижнепалеозойских отложений. Линейный характер этих морфоструктур подчеркивается также развитием верхнепалеозойских русловых осадков, частично бронированных валлообразными интрузиями долеритов.

Линейные депрессии с пологохолмистой равнины плавно переходят в палеодолины самого низкого гипсометрического уровня, который представляет собой низменную аллювиальную равнину, характеризующуюся разветвленной системой палеодолин и дельтовых проток. Положение этого яруса контролируется крупными отрицательными структурами, которые представлены сложнопостроенными грабен-синклиналями, а также оперяющими их линейными впадинами.

Таким образом, устанавливается, что для наиболее крупных геоморфологических структур I порядка, образующих на рассматриваемой территории 3 разновысотных яруса, характерны в основном структурно-тектонические факторы формирования.

Рассмотрение литолого-фациальных особенностей продуктивных толщ верхнего палеозоя на востоке Тунгусской синеклизы показывает, что они подчиняются общей схеме генетического ряда, согласно которой от области размыва к области аккумуляции происходит постоянная и последовательная смена отложений от элювиальных, делювиальных и аллювиальных к дельтовым и бассейновым осадкам. Преобладающее развитие в плане фациальных комплексов для нижних, наиболее продуктивных частей каменноугольного разреза, определяется их тесной взаимосвязью с формами подстилающего рельефа. Анализ этой взаимосвязи и характер латерального распределения фациальных комплексов в пределах изученного региона, свидетельствует о формировании продуктивных на алмазы отложений в трех последовательно сменяющихся к западу палеоландшафтных зонах: возвышенная денудационная, низкая пологохолмистая, низменная аллювиальная равнины. Каждая из этих зон характеризуется соответствующим преобладанием определенного набора фациальных обстановок, основными из которых являются делювиальные, пролювиальные и аллювиальные (Коробков, 1991).

Возвышенная денудационная равнина характеризуется холмисто-грядовой поверхностью. В пределах ее наиболее высоких участков широко распространены элювиальные образования, развитые на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя. В пределах пологих склонов накапливаются маломощные делювиальные и делювиально-пролювиальные дресвяно-щебнистые и песчано-алевритоглинистые отложения лапчанского и раннеботуобинского возрастов.

В пределах *низкой пологохолмистой равнины* располагаются верховья практически всех наиболее протяженных палеодолин. В разрезе господствующих здесь лапчанских отложений развиты фации песчано-алевритовых и глинистых пролювиальных осадков временных водотоков. В наиболее пониженных частях палеорельефа появляются фации гравийно-галечных пролювиально-аллювиальных осадков временных водотоков, фрагментарно картируются пойменные образования.

В пределах палеоландшафта *низменной аллювиальной равнины* формирование продуктивных алмазоносных толщ связано с зарождением и развитием разветвленной системы палеоводотоков самого различного порядка. Наибольшим распространением здесь пользуются русловые фациальные комплексы раннеботубинских палеоводотоков, залегающие на глубоко эродированной поверхности карбонатного плотика и реликтах лапчанских отложений. В наполнении палеодолин принимают участие фации песчано-гравийно-галечных осадков русла, закономерно сменяющиеся в поперечном профиле и вверх по разрезу фациями песчаных и песчано-гравийно-галечных осадков кос и прирусловых отмелей. На отдельных участках среди руслового комплекса выделяются песчано-гравийные и гравийно-галечные осадки стречневого аллювия. Особо следует подчеркнуть, что именно комплексы русловых фаций палеоводотоков II и III порядков (за исключением участков развития стречневого аллювия) несут в плане алмазоносности основную нагрузку коллекторских свойств, формируя на исследованной территории ряд высококонтрастных ореолов кимберлитовых минералов. В пределах долин всех палеоводотоков русловой комплекс полностью или частично перекрывается фациями песчаных, песчано-алевритовых и глинисто-алевритовых осадков поймы. На склонах отдельных водораздельных пространств и локальных возвышенностях аллювиальной равнины развиты фации дресвяно-щебнистых и песчано-алеврито-глинистых делювиально-пролювиальных осадков.

Таким образом, реконструированные условия формирования продуктивных толщ в пределах выделенных палеоландшафтных зон и установленное влияние древнего рельефа на характер распределения фаций позволяют сделать вывод о том, что каменноугольные водотоки формировали свои долины в границах линейных депрессий нижнепалеозойского основания, унаследовано подчёркивая его основные структурные элементы – грабены и желоба, к которым на территориях алмазоносных районов приурочены практически все проявления кимберлитового магматизма.

Базитовые вулканоструктуры алмазоносных районов

В геологическом строении региона образования трапповой формации играют весьма значительную роль. Поля их развития здесь составляют от 50 до 80% и более. На основании материалов исследований, включающих изучение взаимоотношений данных магматитов с вмещающими осадками и между собой, на характеризующей территории закартированы палеовулканические структуры различного порядка.

Все это позволило сформулировать *четвертое защищаемое положение*:

«Пермо-триасовый трапповый магматизм на востоке Тунгусской синеклизы связан с широким площадным развитием вулканических структур. Внедрение основных объемов их магматических расплавов происходило вдоль тальвегов каменноугольных долин, что привело к появлению крупных протяженных массивов валообразной формы. Особенности морфологии и изменения мощностей интрузий трассируют линейные структуры кимберлитовмещающих осадочных образований, что лежит в основе прогнозно-поисковых моделей локальных перспективных участков и позволяет корректировать методику и направление алмазопоисковых работ».

Представительный объем фактического материала в совокупности с разработанными автором методическими приемами структурно-формационного анализа послужили основой для выделения на востоке Тунгусской синеклизы более 80 вулканоструктур. Построение комплекта разномасштабных палеовулканических карт дало возможность провести районирование характеризующей территории с локализацией отдельных групп, объединяющих пространственно сближенные однотипные вулканоструктуры, имеющие свои характерные особенности строения.

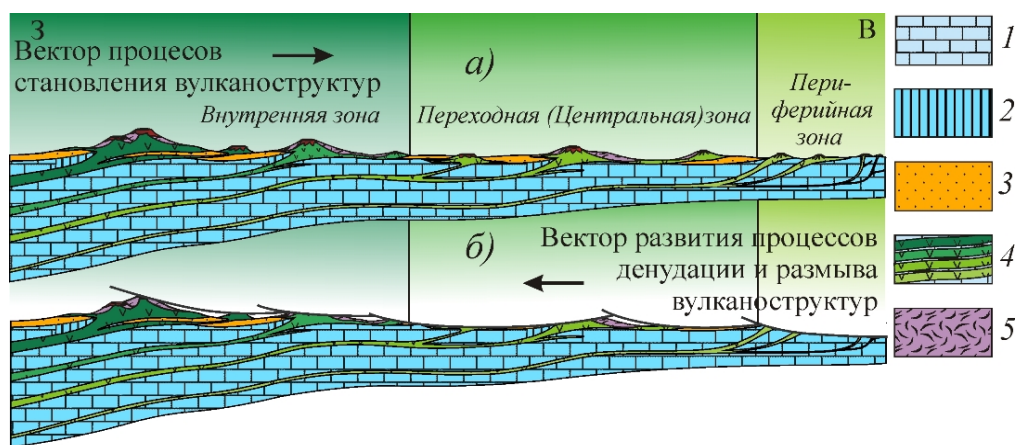


Рис. 11. Принципиальная схема процессов заложения, формирования (а) и деструкции (б) вулканоструктур на востоке Тунгусской синеклизы.

1 – терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя; 2 – инъективные блоки пород нижнего палеозоя в зонах подводящих каналов; 3 – терригенные отложения верхнего палеозоя; 4 – разноглубинные внедрения интрузий долеритов; 5 – взрывные образования эпицентральных областей вулканоструктур

Анализ латерального распределения этих групп показывает, что все они подчиняются единой схеме эволюционного развития. Она включает в себя процессы заложения и становления вулканоструктур (конструктивные этапы), а также последующие разрушения и размыв слагающих их вулканических и интрузивных образований (деструктивные этапы), вплоть до обнажения наиболее глубоких корневых частей, в том числе и самих подводящих каналов. При этом установлено, что процессы заложения и формирования вулканоструктур латерально развивались с запада на восток, то есть от центра Тунгусской синеклизы к ее периферии. Последующие же деструктивные процессы зарождались на самом востоке вулканического поля и постепенно распространялись в западном направлении (рис. 11). В результате совокупности всех этих процессов, сближенные группы вулканоструктур локализовались в секторальные зоны, объединяющие однотипные вулканоструктуры, отличающиеся от других своими размерами, объемами и преобладающими типами вулканогенных образований, а также степенью общей эродированности. Несмотря на то, что вулканизм охватывал весьма обширные территории на восточной окраине Тунгусской синеклизы его проявления носили четкий дискретный характер, локализуясь на конкретных площадях и участках.

Благодаря проведенным на данной территории алмазопромышленными работами, накоплен огромный объем геолого-геофизической информации, дающей возможность картировать вулканические структуры в виде вулканоплутонических ассоциаций конкретных геологических тел. Выполненные палеовулканические реконструкции позволили выделить на характеризуемой территории многочисленные разнообразные по форме и строению структуры, состоящие из определенного набора составных элементов с различным вещественным наполнением. Всего в строении каждой из выделяемых вулканоструктур принимают участие три основных комплекса пород, в том числе – вулканогенных, интрузивных, а также контактово-метаморфических. Поскольку в прогнозных построениях участвуют только вулканогенные и интрузивные образования вулканоструктур именно им в настоящей работе уделено основное внимание.

При исследовании взаимосвязей между морфоструктурными особенностями

карбонатного плотика и строением вулканоструктур было установлено, что они имеют разноранговый характер. Так региональные элементы рельефа, которые предопределили положение палеоландшафтных зон, повлияли и на размещение объёмов интрузивного каркаса крупных вулканоструктур. В пределах низкого яруса древнего рельефа, который контролируется среднепалеозойскими впадинами и грабен-синклиналями, и где в среднем карбоне господствовали палеоландшафты низменной аллювиальной равнины, картируются эпицентральные области наиболее крупных вулканоструктур. Именно к этим областям и приурочены основные объёмы их интрузивных и эксплозивных образований, которые частично, а иногда и полностью замещают верхнепалеозойские отложения. В пределах развития среднего яруса рельефа (пологохолмистая равнина) нередко происходит бронирование поверхности цоколя интрузивными массивами. Наиболее высокий ярус рельефа, представляющий возвышенную равнину, также влияет на характер поведения интрузивного комплекса крупных вулканоструктур вызывая его определённые изменения. Они заключаются в подъёме подошвы интрузий на более высокие гипсометрические уровни и в зависимости от крутизны подъёма выражаются в появлении апофиз, участков расщепления, резком или плавном уменьшении мощностей интрузий, вплоть до их полного выклинивания с образованием обширных бестрапповых площадей над наиболее возвышенными площадками водоразделов откуда сносился местный, в том числе и кимберлитовый материал.

Выделение подобных водораздельных площадей актуально при мелкомасштабном (1:200000) прогнозировании, где объектами прогноза являются территории новых кимберлитовых полей. При средне- и крупномасштабном (1:50 000 – 1:10 000) прогнозировании, когда в качестве искоемых объектов выступают локальные участки перспективные на выявление кустов кимберлитовых тел и отдельных диатрем, а также погребённых россыпей в анализ вовлекаются уже совсем другие соразмерные морфоструктурные и структурные элементы кимберлитовмещающей толщи. Установлено, что ведущую роль здесь играют линейные депрессии, выделяемые в ранге грабенов и структурных желобов которые унаследовано находят отражение в подобных отрицательных морфоструктурах погребённого плотика. Данные морфоструктуры в свою очередь также находят своё отражение и в особенностях строения интрузивного комплекса вулканоструктур (рис. 12).

Для трассирования этих линейных форм палеорельефа на участках развития базитового магматизма были использованы схемы изопакит интрузивного каркаса вулканоструктур. Детальные построения в районах площадного распространения этих интрузий показали, что характер распределения их мощностей и поведение подошвы обусловлены динамикой и направлением внедрения расплавов. Так, участки повышенной мощности имеют в плане вытянутые валообразные, иногда слабоизогнутые формы, ориентированные длиной осью вдоль направлений, по которым происходило основное продвижение магмы. Отмечено, что наиболее «любимым» местом для внедрения данных интрузий служили древние палеодолины. Слагающий их комплекс русловых отложений, обладая повышенной проницаемостью, вызванной значительной пористостью, влагонасыщенностью и пониженной степенью литификации осадков, являлся наиболее благоприятным для проникновения магматических расплавов. Важно также подчеркнуть, что вектор движения расплавов всегда направлен вверх по долинам. В самых верховьях палеодолин расплав «упирается» в водоразделы, где за счёт этого нередко образуются интрузивные массивы, которые в современном эрозионном срезе формируют весьма контрастные трапповые уступы.

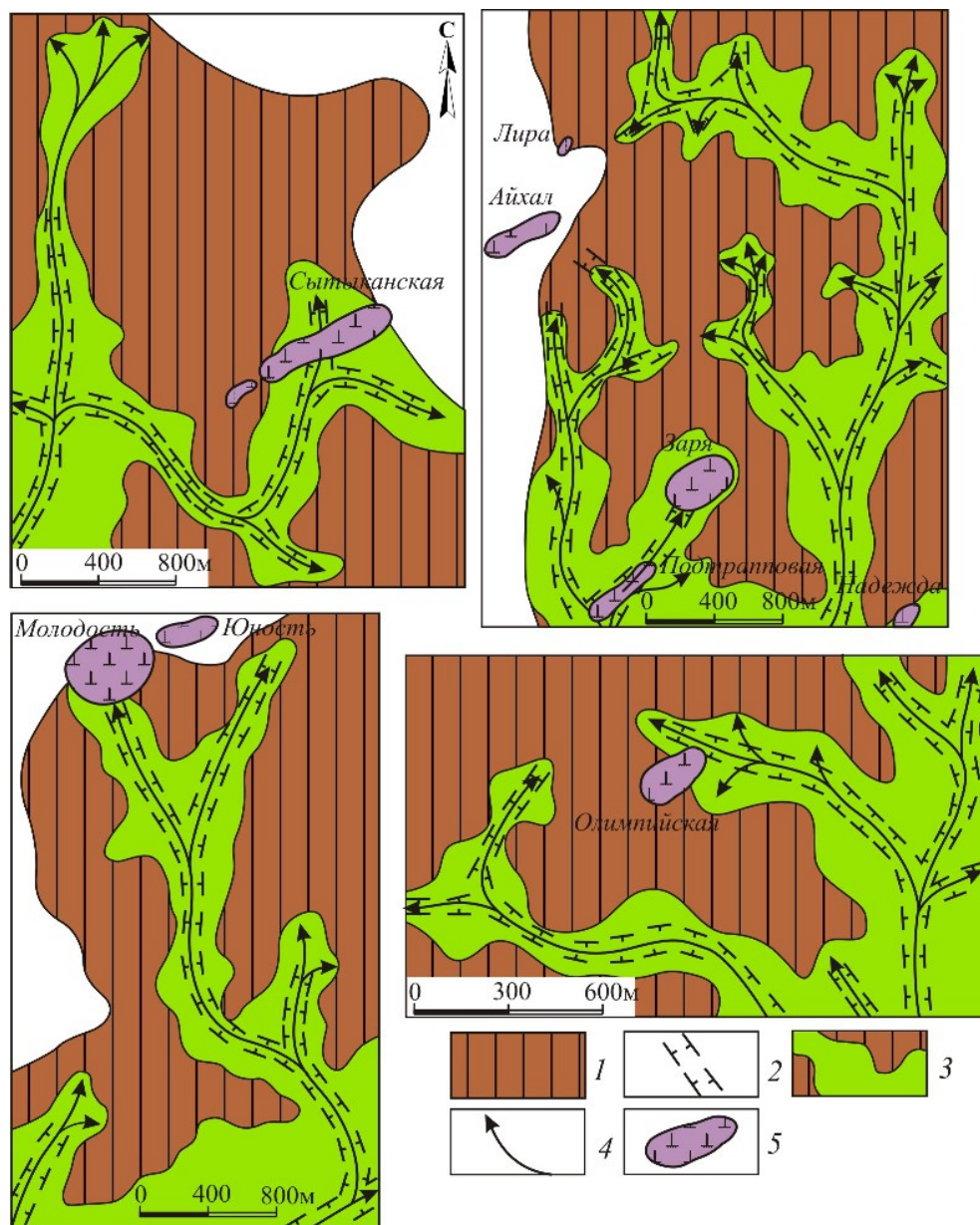


Рис. 12. Структуры околотрубочных пространств отдельных тел Алакит-Мархинского кимберлитового поля

1 – положительные структуры; 2 – осевые части линейных депрессий; 3 – участки развития валовообразных интрузий долеритов; 4 – направления движения магматического расплава; 5 – кимберлитовые тела и их названия

В тех случаях, когда палеодолины унаследовано формировались в пределах заведомо кимберлитоконтролирующих грабенов и структурных желобов иногда возникают геолого-ландшафтные обстановки когда из-под этих трапповых уступов частично обнажаются кимберлитовые трубки. Широко известными примерами подобных ситуаций служат над- и околотрубочные пространства кимберлитовых тел «Молодость», «Юность» и некоторых других, а также таких известных коренных месторождений алмазов, как трубки «Сытыканская» и «Айхал».

Сопряженность тальвегов верхнепалеозойских водотоков и векторов движения магматических расплавов выявлена нами практически на всех территориях алмазных районов, где развиты образования вулканоструктур (рис. 13).

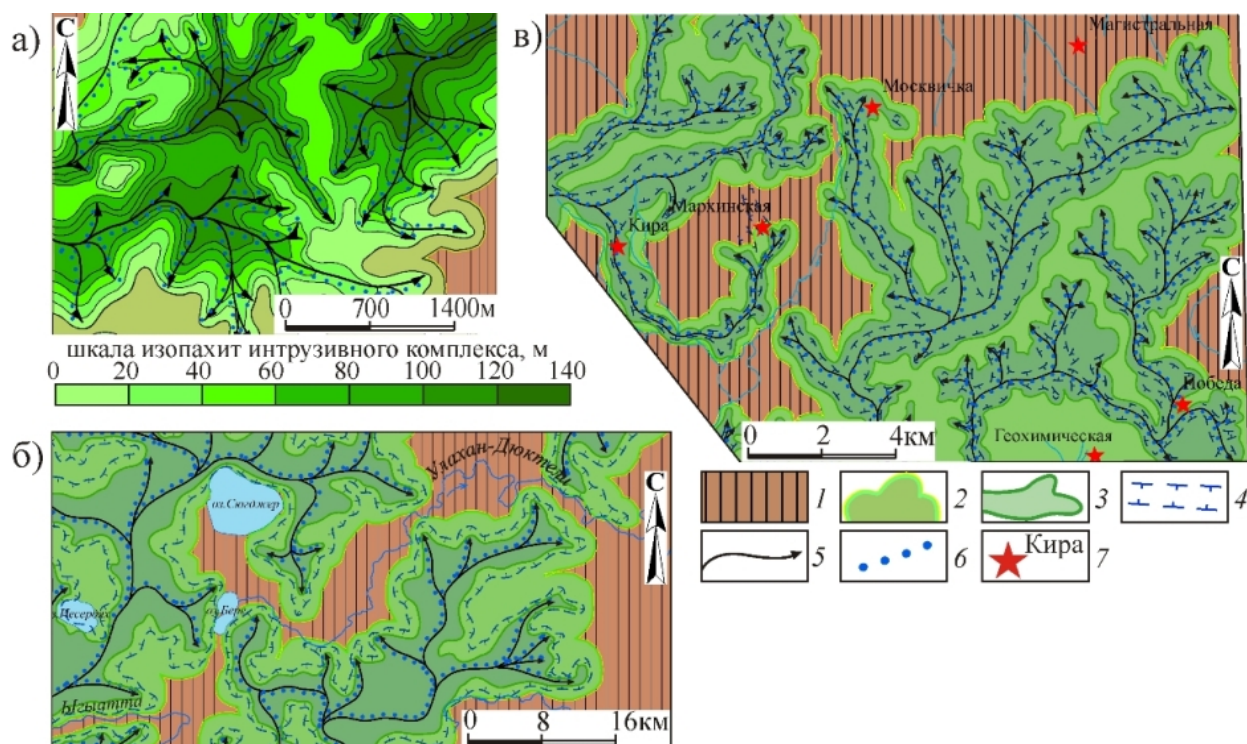


Рис. 13. Схема распространения интрузий долеритов на примере отдельных площадей алмазonoсных районов: а) Курунг-Юряхске прогнозируемое поле; б) Ыгыаттинская площадь; в) Алакит-Мархинское поле

1 – водораздельное пространство; 2 – граница площадного развития вулканоструктур; 3 – валообразные интрузивные массивы; 4 –линейные депрессии; 5 – направления движения магматических расплавов; 6 – тальвеги палеоводотоков; 7 – кимберлитовые трубки и их названия

Установленная закономерность обусловлена тем, что обладающая избыточным давлением газо-флюидная составляющая расплавов, являющаяся их основной движущей силой, всегда стремится вверх к наиболее высоким гипсометрическим уровням земной коры. Избирательно внедряясь по наиболее пониженным участкам палеорельефа, базитовый расплав огибает встречающиеся на его пути положительные морфоструктурные элементы, что приводит к резкому сокращению над ними мощностей интрузивных тел, иногда вплоть до их полного выклинивания с образованием своеобразных бестрапповых «коридоров» и «окон» (рис. 14). Подобные бестрапповые участки возникают и над линейными зонами складчатых деформаций, которые приурочены к бортам кимберлитоконтролирующих грабенов.

Использование выявленных закономерностей в площадном характере распределения мощностей интрузий является весьма актуальным при реконструкции погребенного рельефа на площадях, где трапповые массивы полностью или частично заместили стратифицированные объемы верхнепалеозойского разреза. Одним из наиболее ярких примеров площадей подобного типа является Алакит-Мархинское кимберлитовое поле, территория которого на 80% бронирована интрузивным каркасом развитых здесь вулканоструктур. Необходимо отметить, что установленный по данным бурения характер распределения мощностей интрузивных массивов находит свое отображение в гравимагнитных геофизических полях в виде повышенных значений над осевыми линиями валообразных массивов (рис. 15).

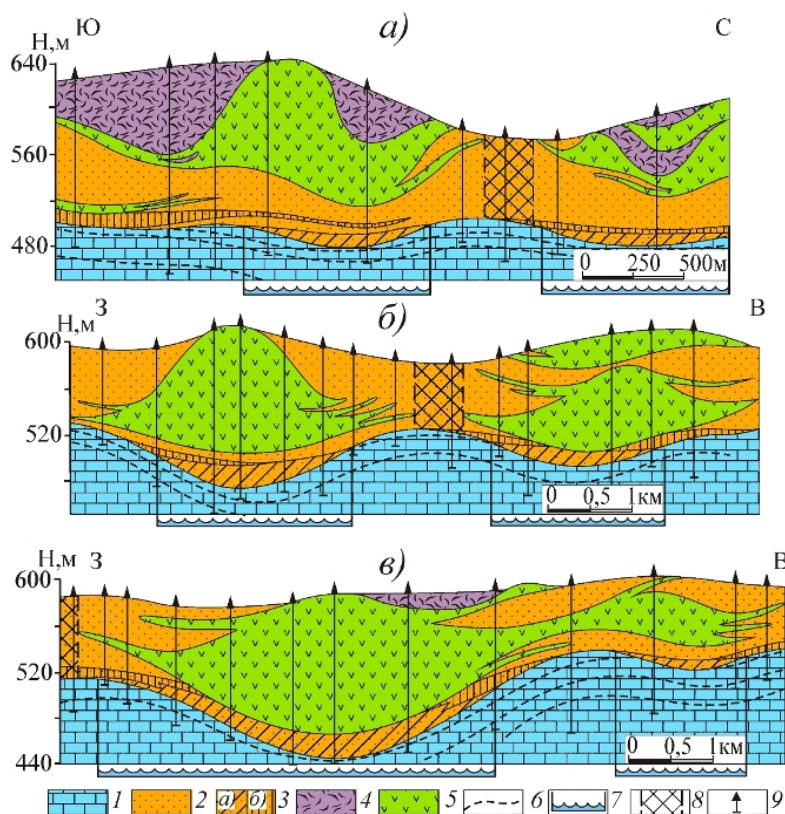


Рис. 14. Типовое распределения мощностей интрузивного комплекса вулканоструктур в пределах палеодолин на территориях: а) – Далдыно-Алакитского; б) – Ыгыаттинского;

в) – Малоботуобинского алмазонасных районов

1 – терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя; 2 – терригенные отложения верхнего палеозоя; 3 – фации палеодолин: русловые (а), пойменные (б); 4 – туфы; 5 – долериты; 6 – границы структурных поверхностей в разрезе нижнего палеозоя; 7 – центральные части палеодолин; 8 – участки бестрапповых «коридоров» и «окон»; 9 – скважины

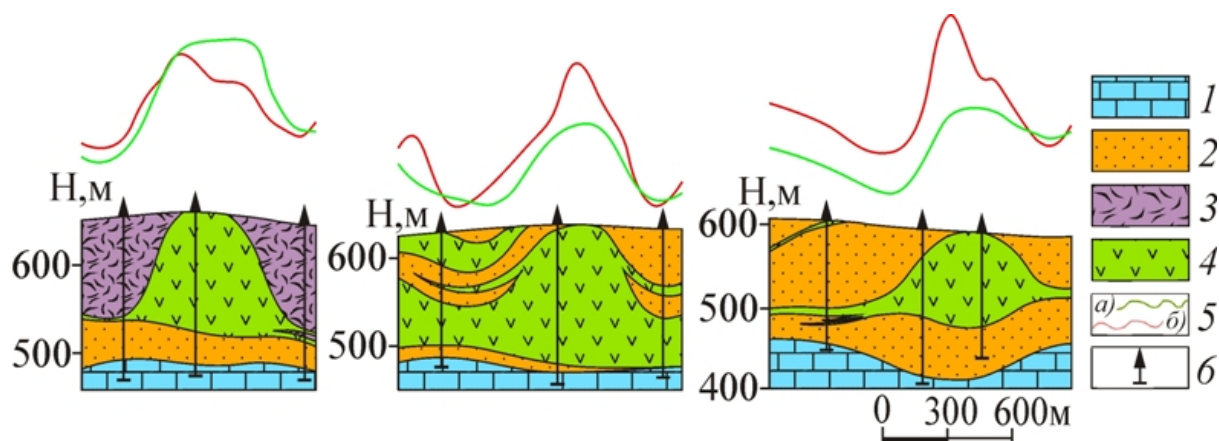


Рис. 15. Отображение валлообразных массивов долеритов в геофизических полях (Алакит-Мархинское поле)

1 – терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя; 2 – терригенные отложения верхнего палеозоя; 3 – туфы; 4 – долериты; 5 – графики значения геофизических полей: а) гравитационного; б) магнитного; 6 – скважины

Последнее представляется весьма важным при изучении площадей с широким развитием трапповых интрузий с целью их районирования и структурного картирования кимберлитовмещающего основания.

Таким образом, полученные результаты позволяют составить иерархический ряд унаследованного отображения структур нижнепалеозойского основания в особенностях строения трапповых образований: разноплановая система грабенов и структурных желобов – валообразное распределение интрузий долеритов; зоны сближенных гребневидных (антиклинальных) складок, а также грядообразные и горстообразные морфоструктуры – широкие и протяженные бестрапповые «коридоры»; отдельные складки, мелкие водораздельные валы, структурные носы грядообразных морфоструктур – узкие и непротяженные «коридоры», «тоннели» и «окна», выраженные резким сокращением мощностей интрузивного каркаса вулканоструктур.

Для выделения и прогнозной оценки локальных кимберлитоперспективных участков, кроме проявленности охарактеризованных морфоструктурных и структурных предпосылок, необходимо также и понимание как самого образа модели околотрубочных пространств, так и форм отражения непосредственно самих кимберлитовых трубок в структурах бронирующих интрузий долеритов. Эталонными объектами для создания данных моделей послужили известные кимберлитовые трубки закрытой части Алакит-Мархинского поля (рис. 16). Обобщение имеющегося материала (Методические рекомендации по палеогеологическим..., 1985; Никулин, Лелюх, Фон-дер-Флаасс, 2002), а также выполненные в рамках специализированного изучения базитового комплекса построения, позволяют объединить все известные на сегодня модели околотрубочных пространств в пять основных типов (Евстратов, Коробков, 2011 б; Коробков, Евстратов, 2011 а; 2011 б).

Образование прогнозно-поисковых моделей I и II типов обусловлено тем, что интродуцирующий верхнепалеозойские отложения, базитовый расплав в краевых частях вулканоструктур чутко реагирует на все неоднородности кимберлитовмещающего плотика (Коробков, Борис, Бондарев, 1997). Приближаясь к положительным формам и микроформам нижнепалеозойского рельефа, в том числе и тем, которые созданы собственно кимберлитовыми телами, он поднимается на более высокие гипсометрические горизонты, нередко расщепляясь при этом на отдельные апофизы. Именно этот подъём плоскости внедрения и создаёт при остывании купольные и тоннельно-арочные надтрубочные структуры, которые отчётливо выражены в возвышении подошвы интрузивных тел над кимберлитовыми трубками.

Третий тип моделей объединяет структурно-магматические особенности строения околотрубочных пространств, где происходит полное бронирование кимберлитовых тел интрузиями долеритов и туфолововыми образованиями. Суммарные мощности перекрывающих базитовых образований здесь нередко составляют от 60–80 до 100–150 м. Подобные геологические разрезы картируются, в основном, в центральных частях базитовых вулканоструктур. Именно в пределах этих площадей широко распространены интрузивные массивы, повышенной мощности, в том числе и валообразной формы, приуроченные к долинам верхнепалеозойских водотоков. Напомним, что заложение долин этих водотоков, в свою очередь, происходило в пределах линейных грабенообразных структур, в том числе и кимберлитовмещающих. Магматический расплав, формировавший эти валообразные массивы, обладал повышенным интродуцирующим потенциалом. При внедрении в околотрубочные пространства он не только вытеснял большую часть разреза верхнепалеозойских осадков, но и нередко срезал верхние части самих кимберлитовых трубок. Модели III типа установлены над трубками «Олимпийская», «им. В.С. Соболева», «Надежда», «Заря», «Амакинская», «Победа», «им. М.М. Одинцова».

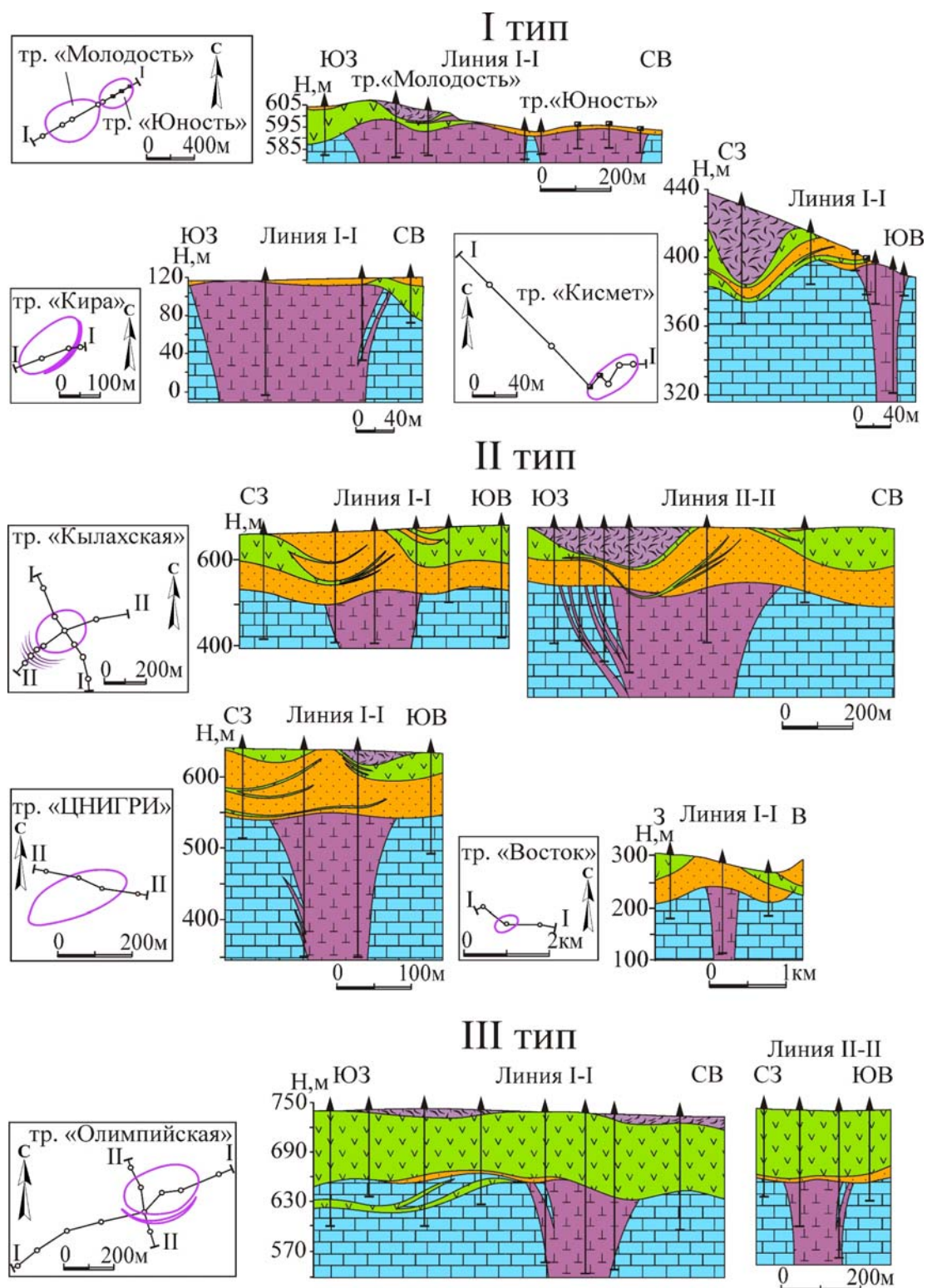


Рис. 16. Примеры взаимодействия интрузивных пород базитового комплекса вулканоструктур и кимберлитов в моделях I–V типов

I – терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя; 2 – латерально перемещенные блоки пород нижнего палеозоя; 3 – кимберлитовые тела; 4 – терригенные осадки пермокарбона; 5 – туфы; 6 – интрузии долеритов (*а*) – в том числе в зонах подводящих каналов (*б*); 7 – скважины: *а* – в плане; *б* – на разрезе; 8 – кимберлитовые тела в плане; 9 – линии разрезов

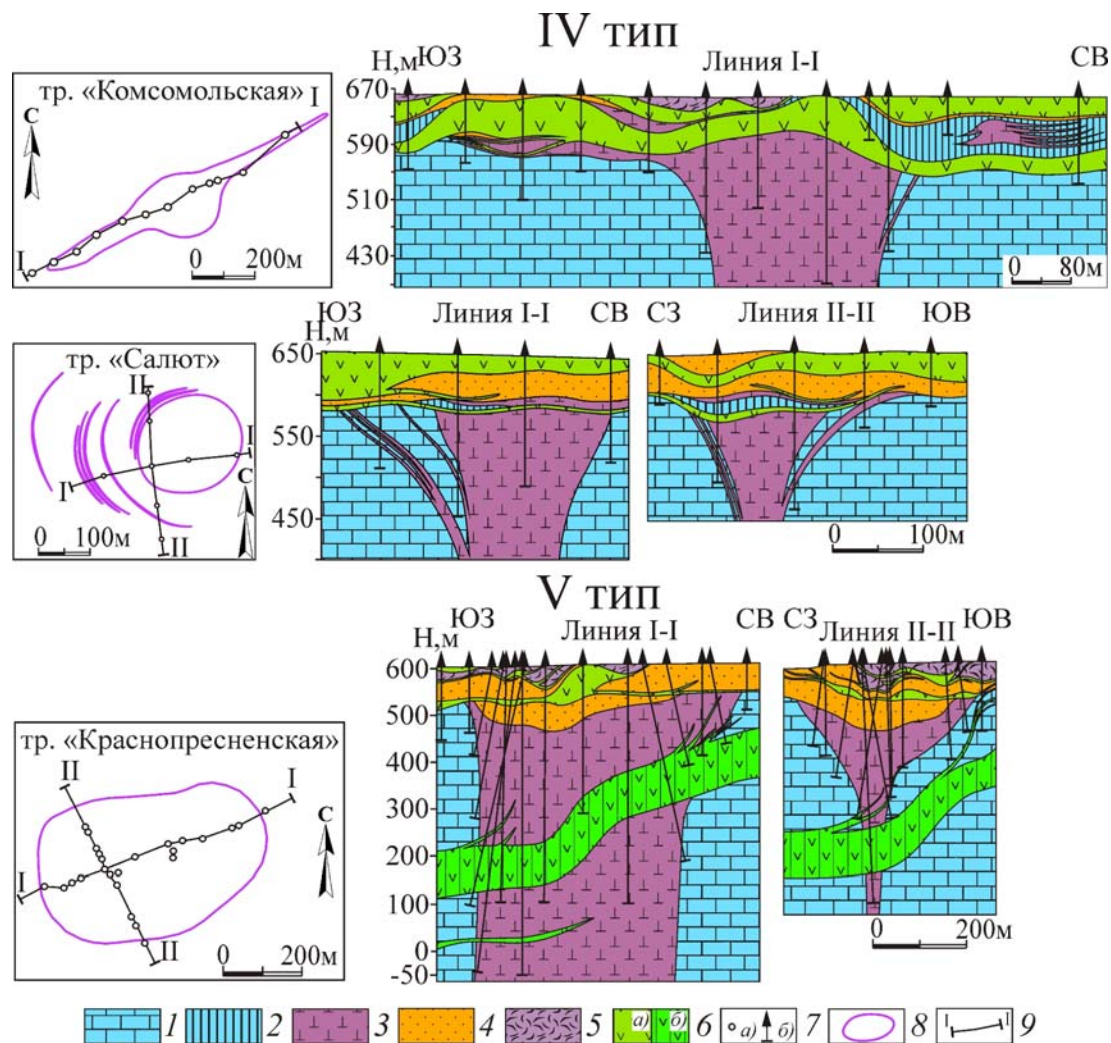


Рис. 16. Окончание

Первый тип этих моделей характеризуется обстановками, когда на современном уровне эрозионного среза картируется лишь частичное перекрытие кимберлитовых тел интрузиями долеритов. На площади рассматриваемого поля такие разрезы широко развиты по периферии и вдоль границ вулканоструктур, которые проводятся по контуру распространения интрузивных тел. При более глубоком эрозионном врезе и размыве интрузий в долинах мезокайнозойской гидросети нередко происходит частичное или полное обнажение самих кимберлитовых трубок. Подобные ситуации привели к открытию в середине прошлого столетия таких известных коренных месторождений алмазов, как трубки «Сытыканская» и «Айхал». Другими примерами подобных типовых моделей в пределах рассматриваемого поля являются трубки «им. Н.А. Бобкова», «Молодость», «Юность», «Кира», «Кисмет», «Байтахская», «30-ти летия Айхала», «Радиоволновая» и некоторые другие.

Второй тип прогнозно-поисковых моделей включает ситуации, когда над трубочными телами кимберлитов, в сплошном поле развития интрузивного каркаса базитовых вулканоструктур, появляются своеобразные положительные структуры типа «куполов» и «арочных тоннелей». При повышенном уровне эрозионного среза над этими структурами образуются соответственно бестрапповые «окна» и «коридоры». В качестве примера подобных моделей на площади Алакит-Мархинского поля служат такие трубки как «им. Г.Х. Файнштейна», «Кыллахская», «ЦНИГРИ», «Восток», «им. В.Н. Щукина», «Юбилейная» и ряд других.

Четвёртый тип моделей связан с появлением в составе интрузивного комплекса тел, обусловленных кристаллизационной эволюцией крупных массивов эпикентральных частей вулканоструктур и выжимками из них более поздних порций расплава, которые формировали маломощные субпластовые апофизы относимые к завершающим стадиям становления вулканоструктур. Эти тела имеют в целом небольшую мощность, составляющую в большинстве случаев от 5 до 20 м, редко до 40–60 м. В вертикальном разрезе интрузивного комплекса они занимают самые низкие гипсометрические позиции, внедряясь вблизи границы верхнего и нижнего палеозоя. Магматический расплав, который образовал эти маломощные тела, по объёму был невелик, однако при этом он обладал несоизмеримо высоким интрузирующим потенциалом. Именно эти тела создают в околотрубочных пространствах наиболее контрастные изменения. Они часто отрывают и перемещают по латерали блоки нижнепалеозойских пород и интрузируют многие трубки, приводя к появлению так называемых «кимберлитовых отторженцев» (Богатых, 1976; Богатых, Сафьянников, Судаков, 1981). Подобные модельные ситуации на площади Алакит-Мархинского поля зафиксированы в окружающих пространствах таких трубок как «Юбилейная», «Комсомольская», «Структурная», «Салют», «Подтрапповая», «Чукукская». Кроме того интрузирование поздними порциями базитового расплава верхних частей кимберлитов в виде маломощных инъекций и апофиз отмечено в трубках «им. Г.Х. Файнштейна», «им. М.М. Одинцова», «им. В.Н. Щукина», «им. В.С. Соболева», которые в целом отнесены к I–III типам рассмотренных моделей.

Пятый тип прогнозно-поисковых моделей представляет ситуации, где кимберлитовые трубки пересекаются мощными (100–120 м) полого- и крутовосстающими интрузиями с многочисленными дайкообразными апофизами, которые в своей совокупности представляют собой подводящие каналы базитовых вулканоструктур. Подобными примерами взаимоотношений среднепалеозойских кимберлитов и мезозойских базитов на площади рассматриваемого поля является трубка «Краснопресненская».

Выполненные построения, на основании которых проведена типизация прогнозно-поисковых моделей, отражают практически все ситуации взаимодействия кимберлитов и интрузивного комплекса базитовых вулканоструктур. Использование образов данных моделей является весьма актуальным при прогнозной оценке перспективных площадей и участков алмазоносных районов на востоке Тунгусской синеклизы, где широко проявлен базитовый вулканизм.

Оценивая роль палеовулканических структур в прогнозных построениях подчеркнем, что проведенные исследования, основанные на фациально-формационном анализе, базитовых образований позволили установить наиболее значимые формы отражения морфоструктурных и структурных прогнозных факторов россыпной и коренной алмазности (Коробков, Борис, Бондарев, 1997; Коробков, Евстратов, 2011а; 2011б; 2012; Коробков, Евстратов, Захаров, 2011). Данные формы отражения, овеященные в отдельных элементах строения вулканоструктур, таких как закономерное размещение валлообразных интрузивных массивов, в пределах алмазоносных палеодолин и кимберлитоконтролирующих грабенов, а также локальные структуры, обусловленные характерным поведением интрузий в околотрубочных пространствах, рекомендованы к широкому их использованию при прогнозировании новых коренных и россыпных источников алмазов.

Проведённые исследования базитовых образований и полученные при этом выводы свидетельствуют о том, что базитовый магматизм в пределах восточного борта Тунгусской синеклизы привел к широкому площадному развитию палеовулканиче-

ских структур. При формировании их интрузивного каркаса вдоль тальвегов каменноугольных долин происходило избирательное внедрение основных объемов магматических расплавов, которое привело к появлению массивов валлообразной формы, характеризующихся повышенными мощностями. Установленные закономерности строения и особенности площадного распределения мощностей интрузий позволяют картировать линейные отрицательные структуры кимберлитовмещающего основания, создавать типовые модели локальных кимберлитоперспективных участков и корректировать методику и направление алмазопроисловых работ.

Заключение

Выполненные исследования позволили выявить парагенетические связи между линейными отрицательными кимберлитоконтролирующими структурами, литолого-фаціальными комплексами алмазонасных коллекторов и образованиями базитового магматизма и показали возможность использования этих связей при решении задач локального прогноза коренной и россыпной алмазонасности. Исследования структур, благоприятных для проявлений эксплозивного магматизма трубчатого типа проведено в пределах Мирнинского, Накынского, Алакит-Мархинского, Далдынского и Верхнемунского кимберлитовых полей, являющихся самыми продуктивными на территории ЯАП. Они включали картирование и изучение структур осадочного чехла в пределах околотрубчатых пространств и определение возможности их использования в качестве локальных и узколокальных прогнозных факторов. В результате выполненных построений установлено, что основными структурными элементами осадочного чехла в пределах всех изученных кимберлитовых полей являются грабенообразные линейные депрессии. Оценка роли этих грабенов как кимберлитопроводящих структур показала, что они занимают самое крайнее положение в иерархическом ряду рифтогенных структур, входящих в зоны динамического влияния древних авлакогенов – Патомско-Вилуйского (Мирнинское и Накынное поля) и Вилуйско-Котуйского (Алакит-Мархинское, Далдынное и Верхнемунское поля). Приуроченность известных кимберлитовых тел к грабенам свидетельствует о том, что они служили теми структурами, по которым происходило внедрение кимберлитового расплава от районов главных рифтовых долин этих авлакогенов к площадям его локализации в виде конкретных кимберлитовых полей и в этом заключается их главное минерогеническое значение.

Восстановлены условия накопления алмазонасных отложений верхнего палеозоя и выявлен характер распределения в них индикаторных минералов кимберлитов. Изучение закономерностей этого распределения свидетельствует о том, что основной объем алмазов и их минералов спутников сосредоточен в базальных горизонтах каменноугольных отложений. Установлено, что наиболее благоприятные фаціальные условия для образования высококонтрастных ореолов кимберлитовых минералов существовали в период формирования лапчанских аллювиально-пролювиальных и раннеботуобинских аллювиальных осадков. Для лапчанских отложений в составе продуктивного комплекса ведущая роль принадлежит фации гравийно-галечных пролювиально-аллювиальных осадков и фации песчано-алевритовых и глинистых пролювиальных осадков временных водотоков, а также фации песчано-галечных аллювиальных осадков постоянных водотоков. Литологические типы этих фаціальных обстановок имеют близкий состав минералов легкой, тяжелой и глинистой фракций. В разрезе отложений ботуобинской свиты наиболее благоприятными для накопления алмазов и их минералов спутников служили фации гравийно-галечных и крупнозернистых песчаных осадков русла палеоводотоков II и III порядков, в том числе фации песча-

ных, песчано-гравийно-галечных осадков кос и прирусловых отмелей. Литогенетические типы данного фациального комплекса также характеризуются своими ассоциациями породообразующих, терригенных и глинистых минералов.

При палеогеографических исследованиях на изученной территории восточного борта Тунгусской синеклизы реконструирована разветвленная система палеоводотоков. Установлено, что долины каменноугольных водотоков унаследовано формировались в пределах грабенов и структурных желобов карбонатного основания.

Выполнено моделирование процессов формирования базитовых образований в алмазоносных районах и выявлены закономерности распределения продуктов магматизма. Проведено районирование характеризуемого региона с выделением трех основных зон, в том числе, внутренней, центральной и периферийной. Каждая из этих зон характеризуется отличительным набором разноранговых вулканоструктур. Всего в строении каждой из выделяемых вулканоструктур принимают участие три основных комплекса пород, в том числе вулканогенных, интрузивных, а также контактово-метаморфических.

Разработан эволюционный ряд геолого-петромагнитных моделей формирования эксплозивных образований и интрузивных массивов, относящихся к различным петромагнитным группам. Установлено, что морфология интрузивных тел и их мощность, напрямую зависели от их положения относительно эпицентров вулканоструктур. Роль палеовулканических структур в прогнозных построениях определяется формами отражения морфоструктурных и тектонических прогнозных факторов. Основные из них представлены элементами строения вулканоструктур, такими как закономерное размещение валлообразных интрузивных массивов в пределах алмазоносных палеодолин и кимберлитоконтролирующих грабенов. Другие формы отражения представляют собой типизированные прогнозно-поисковые модели, охватывающие практически все ситуации взаимодействия кимберлитовых трубок и интрузий долеритов. Использование образов данных моделей также является весьма актуальным при прогнозной оценке перспективных площадей и участков, где широко проявлен базитовый вулканизм.

Разработан комплекс структурно-тектонических, палеогеоморфологических, литолого-фациальных и магматических предпосылок прогнозирования. Данный комплекс применяется для локализации площадей и участков, перспективных на выявление россыпной и коренной алмазоносности.

Список основных опубликованных работ по теме

Монографии:

1. **Коробков И. Г.** Геология и фации верхнепалеозойских отложений алмазоносных районов на востоке Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков ; под ред. В. В. Гавриленко. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2006. – 164 с.
2. **Коробков И. Г.** Базитовые вулканоструктуры алмазоносных районов восточного борта Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков, А. А. Евстратов, Е. Д. Мильштейн; отв. ред. А. А. Поцелуев. – Томск : STT, 2013. – 270 с.

Статьи в ведущих рецензируемых научных изданиях:

1. **Коробков И. Г.** Роль базитовых вулканоструктур в прогнозной оценке алмазоносных районов на востоке Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков, А. А. Евстратов // Отечественная геология. – 2012. – № 1. – С. 40–47.
2. **Коробков И. Г.** Структуры осадочного чехла кимберлитовых полей Западной Якутии – как основа инновационного подхода к прогнозированию новых коренных источников алмазов / И. Г. Коробков, Н. К. Шахурдина // Руды и металлы. – 2011. – № 5. – С. 27–34.
3. **Коробков И. Г.** Вулканотектонические структуры западной Якутии и их роль в формировании кимберлитовых полей Среднемархинского и Малоботуобинского алмазоносных районов / И. Г. Коробков, А. В. Новопашин, А. И. Коробкова // Изв. вузов. Геология и разведка. – 2011. – № 5. – С. 49–55.
4. **Коробков И. Г.** Прогнозно-поисковые факторы локализации погребенных россыпей алмазов на востоке Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков, А. И. Коробкова // Наука и образование. – 2011 – № 4 (64). – С. 11–17.
5. **Коробков И. Г.** Модели базитовых вулканоструктур и их роль в прогнозной оценке закрытых территорий алмазоносных районов на востоке Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков, А. А. Евстратов // Руды и металлы. – 2011. – № 3/4. – С. 93–94.
6. **Коробков И. Г.** Структуры кимберлитовых полей как основа инновационного подхода к прогнозу коренных месторождений алмазов / И. Г. Коробков, Н. К. Шахурдина // Руды и металлы. – 2011. – № 3/4. – С. 94–95.
7. **Коробков И. Г.** Структурно-тектоническое строение Накынского кимберлитового поля (Западная Якутия) / И. Г. Коробков, А. А. Евстратов, А. И. Коробкова // Вест. С.-Петерб. ун-та. Сер. 7. – 2010. – Вып. 4. – С. 47–57.
8. **Коробков И. Г.** Базитовые вулканоструктуры алмазоносных районов на востоке Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков, А. А. Евстратов // Наука и образование. – 2010. – № 2 (58). – С. 16–20.
9. **Коробков И. Г.** Сравнительный анализ отложений ближнего сноса Среднемархинского и Малоботуобинского алмазоносных районов (Западная Якутия) / И. Г. Коробков, И. И. Никулин // Вест. Воронеж. ун-та. Сер. : Геология. – 2009. – № 2. – С. 50–61.
10. **Коробков И. Г.** Литология и фации алмазоносных отложений верхнего палеозоя на востоке Тунгусской синеклизы // Отечественная геология. – 2008. – № 1. – С. 40–46.
11. **Коробков И. Г.** Геолого-минералогические особенности коренных источников алмазов, ожидаемых в Моркокинском районе Якутской алмазоносной провинции и перспективы их обнаружения / И. Г. Коробков, В. С. Емельянов, В. А. Веретенников // Вест. Воронеж. ун-та. Сер. : Геология. – 2006. – № 1. – С. 78–84.

Статьи в научных и тематических сборниках:

1. **Коробков И. Г.** Морфология и особенности строения мезозойских вулканотектонических структур Вилуйско-Мархинской зоны глубинных разломов / И. Г. Коробков // Геология, геохимия и полезные ископаемые Дальнего Востока : сб. ст. / под ред. С. В. Щепетова. – Магадан, 1989. – С. 9–17.
2. **Коробков И. Г.** Литолого-фациальная характеристика средне-карбоновых палеоводотоков Западной Якутии и их связь с ореолами рассеяния минералов-спутников алмаза / И. Г. Коробков, М. Н. Пелецкий // Геология, геохимия и полезные ископаемые Дальнего Востока : сб. ст. / под ред. С. В. Щепетова. – Магадан, 1989. – С. 35–42.

3. **Коробков И. Г.** Литологическая характеристика русловых отложений палеоводотоков и их роль в формировании локальных ореолов минералов-спутников алмаза (МСА) в западной части Мало-Ботуобинского района / И. Г. Коробков // Минералогические аспекты металлогении Якутии : сб. науч. тр. – Якутск, 1990. – С. 108–114.
4. **Коробков И. Г.** Стратиграфия и фации каменноугольных отложений западной части Мало-Ботуобинского района / И. Г. Коробков // Стратиграфия и литофациальный анализ верхнего палеозоя Сибири : сб. науч. тр. – Новосибирск, 1991. – С. 79–90.
5. **Коробков И. Г.** Кимберлитовый магматизм как продукт эволюции древних структур / И. Г. Коробков // Суперконтиненты в геологическом развитии докембрия : материалы науч. сов. 4-6 июня 2001. – Иркутск, 2001. – С. 111–115.
6. **Коробков И. Г.** Геолого-петрологическая модель палеовулканических структур восточного борта Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения / под ред. Н. Н. Зинчука. – Воронеж, 2001. – С. 73–79.
7. **Коробков И. Г.** Вещественная характеристика интрузивных образований основного состава Сунтарской вулcano-тектонической структуры / И. Г. Коробков, А. В. Чашухин // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. – Воронеж, 2003. – С. 81–86.
8. **Коробков И. Г.** Вещественный состав флюидизатно-эксплозивных образований Вишерского алмазоносного района (Западный Урал) / И. Г. Коробков, О. В. Жаворонкин // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании АЛРОСА : соврем. состояние, перспективы, решения : доп. материалы по итогам регион. науч.-практ. конф. / под ред. Н. Н. Зинчука. – Мирный, 2003. – С. 128–135.
9. **Коробков И. Г.** Структуры осадочного чехла Накынского кимберлитового поля / И. Г. Коробков, А. А. Кондратьев, Н. К. Шахурдина // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании АЛРОСА : соврем. состояние, перспективы, решения : доп. материалы по итогам регион. науч.-практ. конф. / под ред. Н. Н. Зинчука. – Мирный, 2003. – С. 135–140.
10. **Коробков И. Г.** Вещественно-индикационная характеристика базитовых образований трубчатого типа алмазоносных районов Западной Якутии / И. Г. Коробков // Вопросы методики прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых (применительно к объектам геологоразведочных работ АК «АЛРОСА»): сб. ст. / под ред. Н. Н. Зинчука. – Якутск, 2004. – С. 134–141.
11. Прогнозно-поисковые факторы оценки перспектив коренной алмазоносности Моркокинского района (Западная Якутия) / **И. Г. Коробков**, В. С. Емельянов, В. А. Веретенников [и др.] // Вопросы методики прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых (применительно к объектам геологоразведочных работ АК «АЛРОСА»): сб. ст. / под ред. Н. Н. Зинчука. – Якутск, 2004. – С. 142–149.
12. **Коробков И. Г.** Вещественно-фациальные комплексы алмазоносных отложений верхнего палеозоя на востоке Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков, Н. К. Шахурдина, А. П. Шадрин // Геология алмаза – настоящее и будущее (геологи к 50-летнему юбилею г. Мирный и алмазодобывающей промышленности России): сб. – Воронеж, 2005. – С. 286–311.
13. Разработка петромагнитной легенды структурно-вещественных комплексов Якутской алмазоносной провинции / К. М. Константинов, С. Г. Мишенин,

И. Г. Коробков [и др.] // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород : теория, практика, эксперимент : материалы науч. семинара, Борок, 19-22 окт. 2006 г. – М., 2006. – С. 70–75.

14. **Коробков И. Г.** Базитовые вулканоструктуры северо-востока Тунгусской синеклизы на примере Аллара-Делингдинского поля / И. Г. Коробков, А. А. Евстратов // Проблемы геологии и разведки недр Северо-Востока России : материалы регион. науч.-практ. конф., посв. 55-летию инженерного образования в Республике Саха (Якутия), 30 марта 2011 г. – Якутск, 2011. – С. 65–69.
15. **Коробков И. Г.** Сунтарская вулканотектоническая структура и ее влияние на формирование Мирнинского и Накынского кимберлитовых полей Якутской провинции / И. Г. Коробков, А. В. Новопашин // Проблемы геологии и разведки недр Северо-Востока России : материалы регион. науч.-практ. конф., посв. 55-летию инженерного образования в Республике Саха (Якутия), 30 марта 2011 г. – Якутск, 2011. – С. 69–74.
16. Шахурдина Н. К. Структуры осадочного чехла Мирнинского кимберлитового поля / Н. К. Шахурдина, **И. Г. Коробков** // Проблемы геологии и разведки недр Северо-Востока России : материалы регион. науч.-практ. конф., посв. 55-летию инженерного образования в Республике Саха (Якутия), 30 марта 2011 г. – Якутск, 2011. – С. 120–124.
17. **Коробков И. Г.** Прогнозно-поисковые модели кимберлитовых трубок Алаakit-Мархинского поля – как фактор локализации перспективных участков на закрытых площадях алмазоносных районов / И. Г. Коробков, А. А. Евстратов // Геология, тектоника и металлогения Северо-Азиатского кратона. – Якутск, 2011. – Т. 1. – С. 267–271.

Материалы, опубликованные в трудах международных, всесоюзных и всероссийских научных конференций:

1. **Коробков И. Г.** Тектонические элементы модели локального кимберлитоперспективного участка / И. Г. Коробков // Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Ю. Н. Брагина. – Симферополь, 1999. – С. 189–192.
2. **Коробков И. Г.** Тектонические факторы локального прогнозирования коренной алмазоносности / И. Г. Коробков // Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Томск, 2001. – С. 62–65.
3. Gerasimchuk A.V. Interconnection of paleogeomorphological elements of bedrock and ancient diamond placers in the east of tunguskaya syneclise / A. V. Gerasimchuk, **I. G. Korobkov**, V. A. Veretennikov // 32nd Int. Geol. Congr., Florence, Italy, August 20-28, 2004 : abstracts. – Pt. 1. – Рома, 2005. – P. 147–145, 691.
4. Gorev N. I. Structural features of Yakutian diamondiferous province kimberlite fields / N. I. Gorev, **I. G. Korobkov**, V. A. Veretennikov // 32nd Int. Geol. Congr., Florence, Italy, August 20-28, 2004 : abstracts. – Pt. 1. – Рома, 2005. – P. 147–146, 691.
5. **Коробков И. Г.** Вулканотектонические структуры Патомско-Вилуйского авлакогена и их роль в формировании кимберлитовых полей Западной Якутии / И. Г. Коробков, Н. К. Шахурдина // Строение, геодинамика и минерагенические процессы в литосфере : материалы 11 Междунар. науч. конф. (Сыктывкар, 20-22 сент. 2005 г.). – Сыктывкар, 2005. – С. 163–164.
6. Трапповый вулканизм алмазоносных районов на востоке Тунгусской синеклизы / **И. Г. Коробков** [и др.] // Строение, геодинамика и минерагенические процессы в литосфере : материалы 11 Междунар. науч. конф. (Сыктывкар, 20-22 сент. 2005 г.).

– Сыктывкар, 2005. – С. 165–166.

7. **Коробков И. Г.** Использование оптико-спектроскопических исследований гранатов пиропового ряда для оценки проявленности факторов локального прогнозирования коренной алмазоносности / И. Г. Коробков, Д. А. Сень, Т. А. Антонова // Спектроскопия, рентгенография и кристаллохимия минералов: Материалы Международ. науч. конф., Казань. 27-29 сент. 2005 г. – Казань, 2005. – С. 115–116.
8. Вещественный состав магматических образований мезозойских вулканических структур алмазоносных районов Якутии / **И. Г. Коробков** [и др.] // Петрография XXI века : матер. Междунар. (X всерос.) петрограф. совещ. «Происхождение магматических пород» : в 4 т. – Апатиты, 2005. – Т. 2 : Происхождение магматических пород. – С. 113–115.
9. Геолого-петрографическая характеристика магматических пород алмазоносных вулканотектонических структур Западной Якутии / А. В. Чашухин, Н. К. Шахурдина, **И. Г. Коробков** [и др.] // Петрография XXI века : матер. Междунар. (X всерос.) петрограф. совещ. «Происхождение магматических пород» : в 4 т. – Апатиты, 2005. – Т. 2 : Происхождение магматических пород. – С. 275–277.
10. **Коробков И. Г.** Структурные факторы прогнозирования кимберлитовых тел якутской алмазоносной провинции / И. Г. Коробков // Новые идеи в науках о земле : материалы VIII Междунар. конф. Рос. гос. геолог. ун-та им. Серго Орджоникидзе (РГГРУ), РГГРУ, Москва, 10-13 апр. 2007 г. – М., 2007. – С. 185–187.
11. **Коробков И. Г.** Литология и фации верхнепалеозойских коллекторов алмазов на востоке Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков, А. И. Коробкова // Россыпи и месторождения кор выветривания : современные проблемы исследования и освоения : материалы XIV Междунар. совещ. по геологии россыпей и месторожд. кор выветривания (РКВ-2010), Новосибирск, 2-10 сент. 2010. – Новосибирск, 2010. – С. 336–340.
12. **Korobkov I. G.** Volcanictectonic structures of western Yakutia and their role in formation of high-diamondiferous kimberlites / I. G. Korobkov, A. V. Novopashin, A. A. Yevstratov // The 10th Int. Kimberlite Conf., Bangalore, India, 6-11 Febr., 2012. – Bangalore, 2012. – Short Abstr. – P. 305–306.
13. Григорьев И. Г. Использование результатов минералогических исследований для детального расчленения верхнепалеозойских коллекторов алмазов и определения условий их формирования (Мало-Ботуобинский район) / И. А. Григорьев, **И. Г. Коробков** // Поисковая минералогия: современное состояние и перспективы развития : тез. докл. семинара-шк., 4-7 окт. 1987г., г. Алма-Ата. – Алма-Ата, 1987. – Т. 1. – С. 26–27.
14. Расслоенная ассоциация пород Эрбейэкского интрузива и механизм их формирования / А. В. Округин, **И. Г. Коробков**, В. П. Леднева [и др.] // Базитовый магматизм Сибирской платформы и его металлогения : тез. докл. Всесоюз. совещ., 18-20 окт. 1989 г., Якутск. – Якутск, 1989. – С. 65–67.
15. **Коробков И. Г.** Палеовулканические структуры Ахтарандинской зоны разломов / И. Г. Коробков // Базитовый магматизм Сибирской платформы и его металлогения. – Базитовый магматизм Сибирской платформы и его металлогения : тез. докл. Всесоюз. совещ., 18-20 окт. 1989 г., Якутск. – Якутск, 1989. – С. 22–23.
16. **Коробков И. Г.** Палеогеография каменноугольных коллекторов алмаза Западной Якутии / И. Г. Коробков // Основные направления повышения эффективности и качества геологоразведочных работ на алмазы : тез. докл. VI Всесоюз. совещания. Иркутск, 1990. – Иркутск, 1990. – С. 128–130.

17. **Коробков И. Г.** Мезозойские вулканоструктуры восточного борта Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков // Вулканизм в структурах Земли и различных геодинамических обстановках : (тез. докл. VII вулканологич. совещ. и IX палеовулканич. симпоз.). – Иркутск, 1992. – С. 129–130.
18. Евстратов А. А. Фациально-формационный анализ базитовых образований на востоке Тунгусской синеклизы /А. А. Евстратов, **И. Г. Коробков**, А. В. Новопашин // Вулканизм и геодинамика : материалы IV Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии, 22-29 сент. 2009 г. – Петропавловск-Камчатский, 2009. – Т. 1. – С. 125–128.
19. **Коробков И. Г.** Петрографо-петрологическая характеристика интрузивного комплекса мезозойских вулканоструктур на западе Якутской алмазоносной провинции / И. Г. Коробков, А. А. Евстратов, А. В. Новопашин // Вулканизм и геодинамика : материалы IV Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии, 22-29 сент. 2009 г. – Петропавловск-Камчатский, 2009. – Т. 1. – С. 184–187.
20. **Коробков И. Г.** Базитовые образования на востоке Тунгусской синеклизы и их роль в прогнозной оценке алмазоносности перспективных территорий / И. Г. Коробков, А. А. Евстратов, Е. А. Захаров // Материалы Всерос. конф., посв. 100-летию чл.-кор. АН СССР М. М. Одинцова, Иркутск, 7-11 ноября 2011 г. – Иркутск, 2011 : сб. тез. докл. – С. 97–101.
21. **Коробков И. Г.** Модели структур кимберлитовых полей Далдыно-Алакитского алмазоносного района – как прогнозный фактор локализации перспективных площадей на северо-востоке Тунгусской синеклизы / И. Г. Коробков, Е. А. Захаров, Н. К. Шахурдина. – Материалы Всерос. конф., посв. 100-летию чл.-кор. АН СССР М. М. Одинцова, Иркутск, 7-11 ноября 2011 г. – Иркутск, 2011 : сб. тез. докл. – С. 101–105.

Издательство "СТТ"
г. Томск, проспект Ленина, 15Б–1
тел./факс: (3822) 421-455, 421-477
e-mail: stt@sttonline.com
Формат 60х90/16. Усл. печ. л. 1,25. Уч.-изд. л. 1,12
Печать цифровая. Тираж 120 экз. заказ 216.