


На правах рукописи



ПРОЦЕНКО Елена Викторовна

**СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ЛОКАЛИЗАЦИИ АЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОЛЕЙ
В ПРЕДЕЛАХ ВИЛЮЙСКО-МАРХИНСКОЙ
МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
(Западная Якутия)**

Специальность: 25.00.11 - Геология, поиски и разведка твердых
полезных ископаемых, минерагения

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва - 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»)

Научный руководитель: **Толстов Александр Васильевич**, доктор геолого-минералогических наук, НИПП АК «АЛРОСА» (ПАО), директор

Официальные оппоненты: **Самсонов Александр Владимирович**, член-корр. РАН, доктор геолого-минералогических наук, ФГБУН «Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)», лаборатория петрографии имени академика А.Н. Заварицкого, главный научный сотрудник

Бурмистров Алексей Алексеевич, кандидат геолого-минералогических наук, ФГБОУ ВО «Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова», геологический факультет, кафедра геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых доцент

Ведущая организация: ФГБУН Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской Академии наук (ИГАБМ СО РАН)

Защита диссертации состоится «21» апреля 2020 года в 11 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 216.022.01, созданного на базе ФГБУ «ЦНИГРИ»

Адрес: 117545 г. Москва, Варшавское шоссе, 129, корп. 1., ФГБУ «ЦНИГРИ»

С диссертацией можно ознакомиться в геолфонде ФГБУ «ЦНИГРИ» (по адресу: г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1) и на сайте Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов»

http://www.tsnigri.ru/disser/protsenko/Protsenko_E.V._DIS.pdf

Автореферат разослан «16» марта 2020 г.

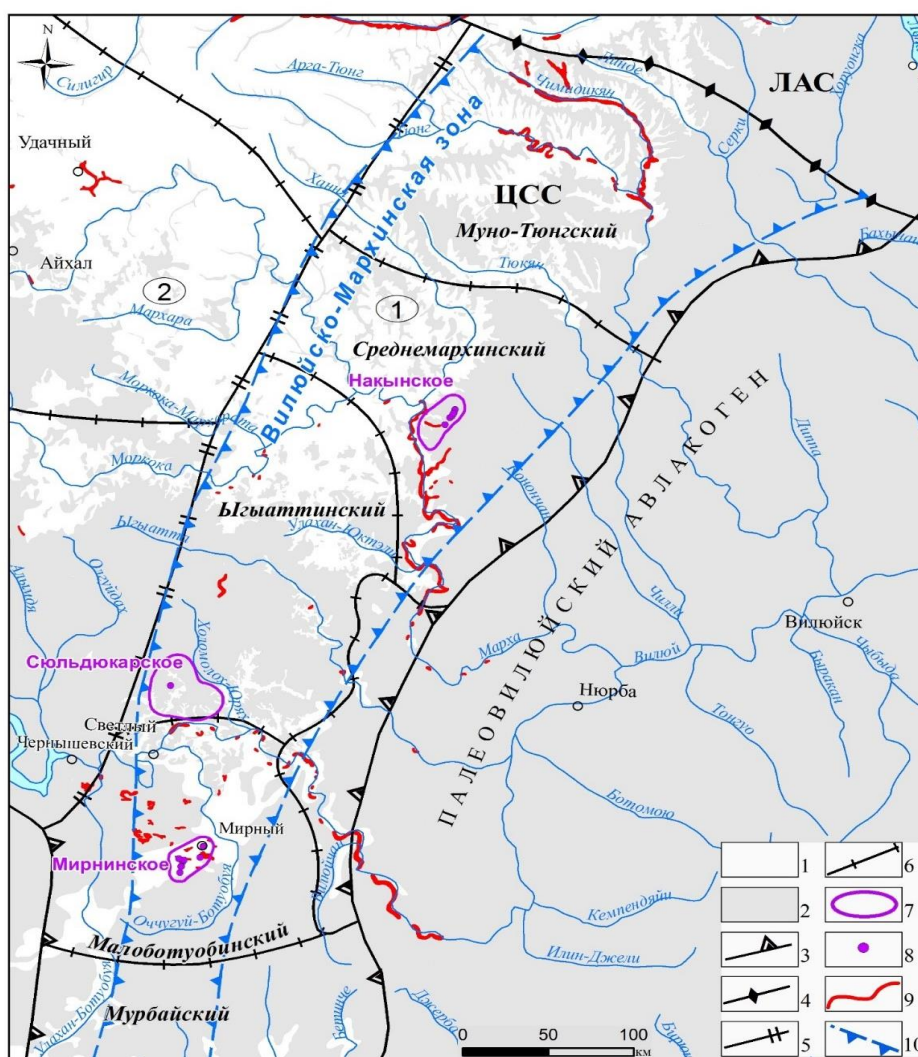
Ученый секретарь
диссертационного совета



Мансуров Р.Х.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Основным источником алмазов в России является Якутская алмазоносная провинция. Наиболее продуктивной частью провинции считается ее южная часть – Центрально-Сибирская субпровинция, а в ее пределах – Вилюйско-Мархинская минерагеническая область. Вилюйско-Мархинской зона разломов, обрамляющая северо-западный борт Палеовиллюйского авлакогена и входящая в состав Вилюйско-Мархинской минерагенической области, считается рудоконтролирующей структурой, поскольку к ней приурочены три продуктивных кимберлитовых поля: Мирнинское, Накынское и Сюльдюкарское, а также многочисленные россыпи и россыпепроявления алмазов. Это позволяет рассматривать Вилюйско-Мархинскую зону в статусе минерагенической (Рис. 1).



Условные обозначения:
 1-2 типы поисковых площадей: 1- открытые для поисков, 2 - закрытые для поисков; 3-7- границы разноранговых алмазоносных таксонов: 3- Якутской алмазоносной провинции, 4 - субпровинций (ЦСС - Центрально-Сибирская, ЛАС - Лено-Анабарская), 5 - алмазоносных областей (1 - Вилюйско-Мархинская, 2 - Верхневиллюйская), 6 - алмазоносных районов (и их названия), 7 - продуктивных кимберлитовых полей (и их названия); - 8 - алмазоносные кимберлитовые тела; 9 - россыпи и россыпепроявления алмазов; 10 - Вилюйско-Мархинская зона разломов (ВМЗ)

Рисунок 1 – Обзорная схема Вилюйско-Мархинской зоны с элементами минерагенического районирования (составлена автором по материалам НИГП и ВГРЭ).

Большая часть территории Вилюйско-Мархинской минерагенической зоны (ВММЗ) перекрыта терригенными и, в меньшей мере, вулканогенными и магматическими породами верхнего палеозоя и мезозоя. При большой мощности перекрывающих образований, наличии долеритов, неинформативных в поисковом

плане отложений прибрежно-морского генезиса эффективность основных поисковых методов, геофизического и шлихоминералогического, значительно снижается. В подобной ситуации правильный выбор площадей для опосредования имеет огромное практическое значение и должен базироваться на использовании комплекса прогнозно-поисковых признаков и предпосылок, важное место в ряду которых занимают структурно-тектонические критерии. Их совершенствованию посвящена предлагаемая к рассмотрению работа. По сравнению с предшествующими разработками выполненные исследования позволяют с большей степенью достоверности определять границы кимберлитовых полей и прогнозировать участки, благоприятные для локализации кустов кимберлитовых тел.

Цель работы – совершенствование структурно-тектонических критериев прогнозирования алмазоносных таксонов (алмазоносных полей и кустов кимберлитовых тел) и обоснование с их использованием перспектив на коренную алмазоносность новых площадей и участков в пределах ВММЗ. Для реализации данной цели предусматривается решение следующих **задач**:

1. Анализ строения верхней части платформенного чехла ВММЗ на основе комплекта составленных структурно-тектонических и палеотектонических карт.
2. Выявление и уточнение структурно-тектонических критериев и закономерностей размещения кимберлитовых полей и кустов на основе выполненного анализа.
3. Выявление в кимберлитовмещающем платформенном комплексе локальных структур, синхронных внедрению кимберлитовых тел, изучение их характерных особенностей.
4. Локализация в пределах ВММЗ новых прогнозных площадей ранга алмазоносного поля.

Научная новизна. Впервые составлены точные структурно-тектонические и палеотектонические карты погребенных районов ВММЗ, а на Накынское кимберлитовое поле – палеотектоническая карта на раннеюрское время. Имеющиеся данные позволили выявить закономерности тектонического контроля кимберлитовых полей и кустов кимберлитовых тел, уточнить прогнозные структурно-тектонические критерии и выделить площади, благоприятные для локализации алмазоносных полей.

Практическая значимость. В работе детально освещен современный структурный план кимберлитовмещающих образований ВММЗ и палеотектоническая обстановка среднепалеозойского этапа тектоно-магматического развития. Выделены в осадочном чехле и прослежены разнотипные и разновозрастные структуры, в том числе и синхронные алмазоносному магматизму, которые, вероятно, участвовали в локализации кимберлитовых полей и кустов кимберлитовых тел, либо образовались в результате их становления. Выявлены характерные структурные идентификационные признаки разноранговых кимберлитовых объектов. Выполненные исследования позволили уточнить структурно-тектонические критерии для регионального и среднемасштабного прогноза коренной алмазоносности в пределах закрытых районов ВММЗ, а на базе имеющегося комплекта тектонических карт выделить площади, перспективные на

обнаружение алмазонасных кимберлитовых полей: Верхнемурбайскую – на южном, и Юлэгирскую площадь – на северо-восточном флангах.

Фактический материал, методы исследования и личный вклад автора.

Диссертация базируется на тематических исследованиях, выполненных автором в течение 10 лет работы в НИГП АК «АЛРОСА». Фактическим материалом для настоящих исследований послужили результаты детального стратиграфического расчленения нижнепалеозойских отложений, выполненного геологоразведочными службами АК «АЛРОСА» по данным геофизических исследований скважин (ГИС), а также результаты геологических и геофизических съемок территории ВММЗ, опубликованные источники и фондовые материалы, посвященные проблеме исследований. Будучи исполнителем разделов по тектонике перспективных площадей в трех отчетах, автор собрал, обобщил и систематизировал более 12 000 геолого-геофизических разрезов поисковых и структурных скважин, на основе которых в программной среде ArcGIS составлены авторские структурно-тектонические и палеотектонические карты и схемы на всю территорию ВММЗ (масштаба 1:200 000), актуализированы среднемасштабные построения (масштаба 1:50 000) на продуктивные Мирнинское, Накынское и Сьюльдюкарское кимберлитовые поля и более детальные карты и схемы (масштаба 1:10 000) на кусты кимберлитовых тел Западный и Дяхтарский. В соавторстве с коллегами из лаборатории прогнозно-методического сопровождения ГРП выполнен тектонический анализ и прогнозная оценка территории исследований.

Защищаемые положения.

1. Анализ структурно-стратиграфических поверхностей нижнего палеозоя позволил установить латеральную зональность Вилюйско-Мархинской минерагенической зоны (ВММЗ), в которой выделены центральная (шириной до 30 км) и западная (до 35 км) подзоны, характеризующиеся усложнением моноклинального залегания нижнепалеозойского (кимберлитовмещающего) комплекса пород. При этом высокоалмазонасные поля Мирнинское и Накынское приурочены к центральной, а среднеалмазонасное Сьюльдюкарское поле — к западной подзоне ВММЗ.

2. Алмазонасные кимберлитовые поля в пределах ВММЗ контролируются узлами пересечения подзон с секущими зонами (размерами до 45 км в поперечнике), трассирующимися со стороны Палеовилюйского авлакогена, которые проявлены в структуре нижнепалеозойских пород линейными депрессиями либо серией линейных прогибов. Характерным признаком этих узлов является усложнение строения кимберлитовмещающей толщи, обусловленное широким развитием в их пределах пликативных структур среднепалеозойского возраста с повышенной мощностью нижнепалеозойских образований.

3. Кусты алмазонасных кимберлитовых тел в пределах Мирнинского и Накынского полей ВММЗ приурочены к локальным структурам среднепалеозойского возраста с повышенной мощностью нижнепалеозойских пород. В Мирнинском поле эти структуры представлены узлами пересечения грабенообразных прогибов, сопровождающих отдельные разломы Вилюйско-

Мархинской и Джункун-Хамтинской зон, в Накынском — малоамплитудной мультисубдуальной депрессией.

4. Выявленные структурно-тектонические закономерности локализации алмазонасных кимберлитовых полей (в составе прогнозно-поисковых критериев, включающих геолого-геофизические и магматические предпосылки и минералогические признаки) позволили выделить на южном фланге Вилюйско-Мархинской минерагенической зоны Верхнемурбайскую, а на северо-восточном — Юлэгурскую (Тюнгскую) перспективные площади ранга кимберлитового поля.

Апробация диссертации. Результаты выполненных исследований отражены в трех научно-производственных отчетах, в двух из которых автор являлся ответственным исполнителем. Полученные выводы и отдельные положения диссертации освещались и обсуждались на заседаниях Ученого Совета НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО). По теме диссертации были представлены доклады на ряде научно-практических, всероссийских и международных конференций: на Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых», Судакские геологические чтения – III (VIII) (Судак, 2012 г.); на III Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского (Санкт-Петербург, 2013 г.); на Всероссийском форуме с международным участием «Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от В.А. Обручева, М.А. Усова, Н.Н. Урванцева до наших дней» (Томск, 2013 г.); на Всероссийском совещании с участием приглашенных исследователей из других стран «Разломообразование и сопутствующие процессы в литосфере: тектонофизический анализ» (Иркутск, 2014 г.); на V полевом научно-практическом семинаре «Геологическое обеспечение минерально-сырьевой базы алмазов: проблемы, пути решения, инновационные разработки и технологии» (Айхал, 2015 г.); на VII Научно-практической конференции «Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных, цветных металлов и алмазов» (Москва, 2017 г.); на V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Эффективность геологоразведочных работ на алмазы: прогнозно-ресурсные, методические, инновационно-технологические пути ее повышения» (Мирный, 2018 г.); на VIII и IX Международных научно-практических конференциях «Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов» (Москва, 2018-2019 гг.); на VIII и IX Всероссийских научно-практических конференциях «Геология и минерально-сырьевые ресурсы северо-востока России» (Якутск, 2018-2019 гг.).

Автором и с его участием было опубликовано 30 научных работ, в том числе – 20 по теме диссертации (из них 6 статей в рецензируемых журналах).

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения. Общий объем работы составляет 149 страниц, работа содержит 1 таблицу, 41 рисунок и список литературы, включающий 149 наименований.

Во **введении** обозначены цели и задачи работы, обоснованы ее актуальность, практическая значимость и научная новизна.

В 1-й главе приведен обзор гипотез структурного контроля разномасштабных алмазоносных таксонов (провинция – субпровинция – зона – кимберлитовое поле – куст кимберлитовых тел), обозначены основные нерешенные вопросы современного этапа исследований.

Во 2-й главе дана краткая геологическая характеристика территории исследований, а также изложены особенности методики тектонического анализа деструктивной стадии среднепалеозойской эпохи на территории Вилуйско-Мархинской минерагенической зоны.

В 3-й главе рассмотрены результаты региональных и среднемасштабных тектонических исследований Вилуйско-Мархинской минерагенической зоны в целом и ее алмазоносных кимберлитовых полей – Мирнинского, Накынского и Слюдякарского, выявлены особенности строения этих территорий, предложенные в качестве дополнительных структурно-тектонических критериев, обоснованы 1-е и 2-е защищаемые положения.

В 4-й главе дан сравнительный тектонический анализ строения Западного и Дяхтарского кустов кимберлитовых тел продуктивных полей ВММЗ, установлены черты их сходства и различия, обосновано 3-е защищаемое положение.

В 5-й главе на флангах Вилуйско-Мархинской минерагенической зоны на основе предложенных среднемасштабных структурно-тектонических критериев с учетом комплекса прогнозно-поисковых предпосылок и признаков выделены две перспективные площади ранга кимберлитового поля – Верхнемурбайская и Юлэгорская (4-е защищаемое положение).

В заключении сформулированы выводы диссертационной работы.

Благодарности: За всестороннюю помощь и поддержку автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д. г.-м. н. Толстову А.В. За неоценимую методическую и практическую помощь на всех этапах исследований автор выражает к. г.-м. н. Гореву Н.И., коллегам из Вилуйской ГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО) – за предоставленный фактический материал для выполнения тематических исследований. За ценные замечания и конструктивные советы автор благодарит коллег из ЦНИГРИ к. г.-м. н. Голубева Ю.К., к. г.-м. н. Прусакову Н.А., коллег из НИГП Шахурдину Н.К., д. г.-м. н. Константинова К.М., к. г.-м. н. Кошкарева Д.А. и др., за техническую помощь в оформлении работы – Захарову О.Н., Трушевскую М.Э., Баторову А.О., Шмакову Е.С.

ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

Положение 1. *Анализ структурно-стратиграфических поверхностей нижнего палеозоя позволил установить латеральную зональность Вилуйско-Мархинской минерагенической зоны (ВММЗ), в которой выделены центральная (шириной до 30 км) и западная (до 35 км) подзоны, характеризующиеся усложнением моноклиналиюного залегания нижнепалеозойского (кимберлитовмещающего) комплекса пород. При этом высокоалмазоносные поля Мирнинское и Накыское приурочены к центральной, а среднеалмазоносное Слюдякарское поле — к западной подзоне ВММЗ.*

Вилуйско-Мархинская минерагеническая зона была предметом всесторонних исследований [Масайтис, Михайлов и др., 1975; Дукардт, Борис, 1996; Зуев, Безбородов, Черный и др., 1998; Горев, 1998; Кондратьев, Горев, 2005 и др.], целью которых было выявление тектонических критериев новых кимберлитовых полей, а также выяснение геодинамических и других особенностей развития кимберлитового и базитового магматизма [Киселев, Егоров, Масловская, 2002].

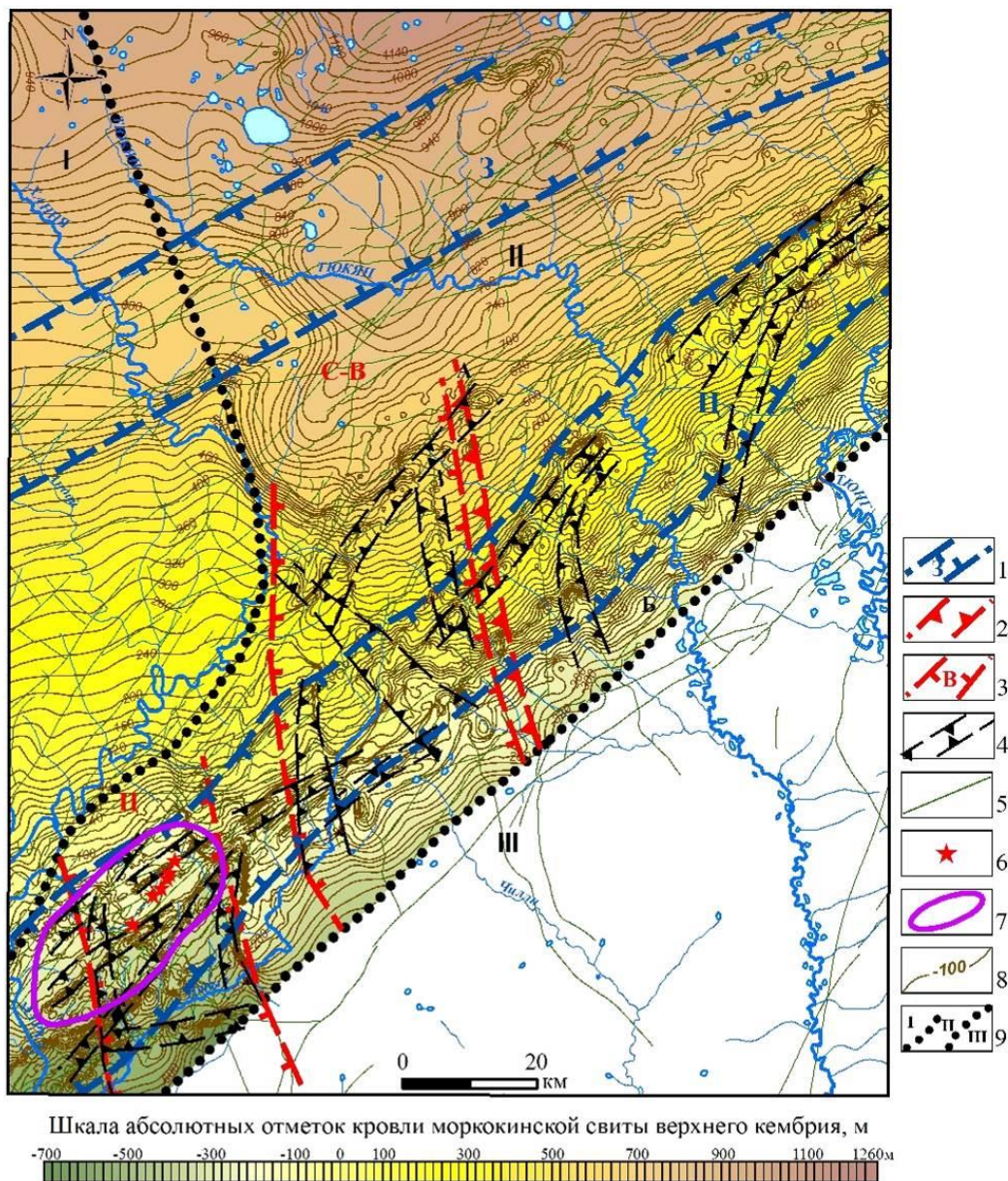
Высокоточные структурно-тектонические карты, построенные в рамках проведенных исследований, позволили изучить строение нижнепалеозойского комплекса пород в пределах ВММЗ, проследить и охарактеризовать ее латеральную зональность. В поперечном сечении строение зоны неоднородно – области моноклинального залегания пород перемежаются участками усложненного структурного плана, в пределах которых широким развитием пользуются складчатые деформации (Рис. 2). Эти участки усложненного строения прослеживаются в виде широкой практически непрерывной полосы в центральной части ВММЗ [Горев, Герасимчук, Проценко и др., 2011], а также фрагментарно фиксируются на ее западном фланге. В связи с этим, в пределах ВММЗ нами выделено две подзоны: центральная и западная (Рис. 2).

Центральная подзона в структуре нижнепалеозойских отложений выделяется уверенно. Ширина ее варьирует от 20 до 30 км. В ее пределах по всей длине зоны фиксируется серия сближенных грабенообразных прогибов, широкое развитие пликативных дислокаций в виде изометричных либо удлиненных синклинальных и антиклинальных складок. Центральная подзона ВММЗ наиболее насыщена разломами и дайками. Довольно выдержанное простираение подзоны, широкое развитие в ее пределах складчатых дислокаций, значительная концентрация разломов, зачастую залеченных протяженными дайками долеритов, свидетельствуют о наличии в этой части ВММЗ крупного долгоживущего разлома (разломов) в фундаменте ВММЗ [Горев, Герасимчук, Проценко и др., 2011]. В пределах центральной подзоны ВММЗ локализованы алмазоносные кимберлитовые поля Мирнинское и Накынское.

Западная подзона ВММЗ выделяется не столь уверенно, фрагментарно. Подзона представлена отдельными участками со сложным структурным планом кимберлитовмещающих отложений, обусловленным либо серией сближенных грабенообразных прогибов, как в центральных областях ВММЗ, либо широким развитием складчатых дислокаций, как на северо-восточном фланге зоны. На южном фланге ВММЗ, при значительно меньшей ширине самой Вилуйско-Мархинской зоны, западная подзона выделена весьма условно. По сравнению с центральной подзоной ВММЗ амплитуды пликативных структур в пределах западной подзоны значительно ниже. Даечные тела, интрузирующие разломы, как правило имеют меньшую протяженность, часто прослежены фрагментарно. Многие из них в наблюдаемом магнитном поле не фиксируются, а выделены в трансформантах аномального магнитного поля. Открытое в 2015 г. Сюльдюкарское кимберлитовое поле приурочено к западной подзоне ВММЗ.

Кроме охарактеризованных подзон, структурный план кимберлитовмещающих отложений осложняют зоны разломов, веерообразно

расходящиеся со стороны Палеовиллюйского авлакогена, по-видимому, генетически связанные с ним. Данный тип дизъюнктивных зон неоднократно выделялся в качестве рифтоподобных структур [Дукардт, Борис, 1996], разломов, сегментирующих авлакогены [Францессон, Лутц, 1995], входящих углов [Мишнин, 1987], секущих зон [Горев, 1998].



Условные обозначения: 1-3 – зоны разломов: 1 – подзоны ВММЗ: з – западная, ц – центральная; 2 – Среднемархинская секущая зона; 3 – ветви СМЗ: ц – центральная, с-в – северо-восточная; 4 – грабенообразные прогибы в структуре нижнепалеозойских пород; 5 – разломы, сопровождаемые дайками среднепалеозойских долеритов; 6 – кимберлитовые тела; 7 – Накынское кимберлитовое поле; 8 – стратоизогипсы кровли моркокинской свиты, м; 9 – области ВММЗ с различной степенью изученности буровыми работами: I – открытые, слабо изученные для структурных построений, II – изученные достаточно для выполнения структурных построений, III – закрытые, слабо изученные для структурных построений

Рисунок 2 – Структурный план нижнепалеозойских отложений северо-восточной части ВММЗ (составлен автором по материалам ВГРЭ и НИГП).

На выполненных структурных построениях эти зоны прослежены линейными прогибами, иногда трассируемыми фрагментарно, либо отдельными опущенными блоками (Рис.2), а на палеотектонических картах – линейными зонами повышенной остаточной мощности нижнепалеозойских пород. При продвижении к внешнему краю ВММЗ амплитуда прогибов уменьшается, и они выклиниваются.

Положение 2. *Алмазоносные кимберлитовые поля в пределах ВММЗ контролируются узлами пересечения подзон с секущими зонами (размерами до 45 км в поперечнике), трассирующимися со стороны Палеовиллюйского авлакогена, которые проявлены в структуре нижнепалеозойских пород линейными депрессиями либо серией линейных прогибов. Характерным признаком этих узлов является усложнение строения кимберлитовмещающей толщи, обусловленное широким развитием в их пределах пликативных структур среднепалеозойского возраста с повышенной мощностью нижнепалеозойских образований.*

Для выявления значимых структурных элементов Мирнинского и Накынского алмазоносных полей и разделения дислокаций на докимберлитовые (либо синхронные кимберлитовому магматизму) и посткимберлитовые составлены детальные тектонические карты и выполнен их анализ.

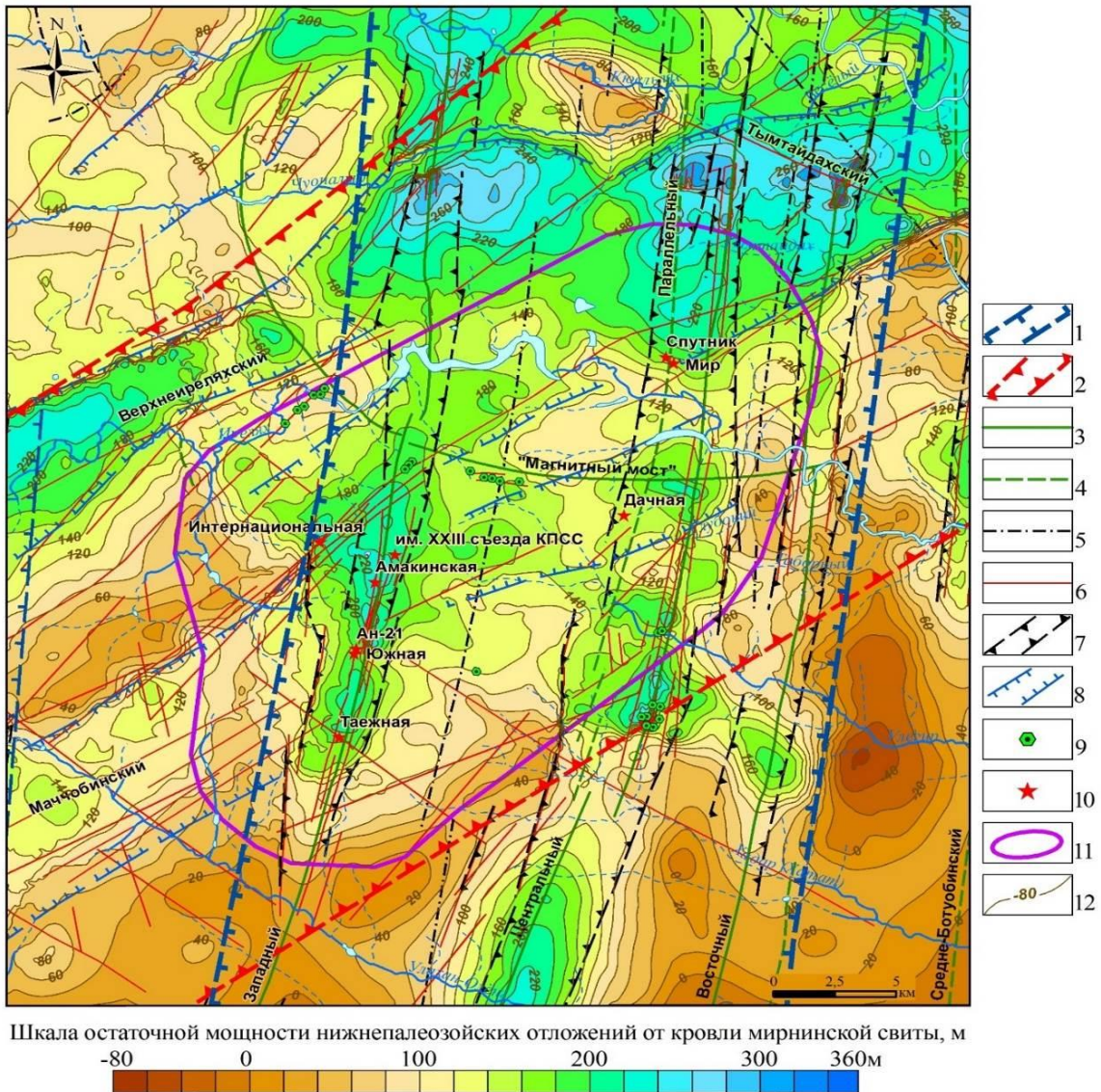
Мирнинское кимберлитовое поле располагается в среднем течении р. Виллюй, на левом берегу его правого притока р. Малая Ботубобия. Тектоническую позицию поля определяет его расположение в узле пересечения центральной подзоны ВММЗ с Укугутской ветвью Джункун-Хампинской зоны (ДХЗ) (Рис. 3). Укугутская ветвь Джункун-Хампинской секущей зоны трассируется на тектонических картах серией грабенов северо-восточного простирания, которыми проявлены в структуре нижнепалеозойских пород ее отдельные нарушения (разломы Верхне-Иреляхский, Маччобинский и др.).

Мирнинское кимберлитовое поле в структурах осадочного чехла представляет собой сложнопостроенный узел пересекающихся грабенообразных прогибов, разделенных приподнятыми участками (антиклиналями). Палеотектоническими реконструкциями установлено, что в осевой части грабенов Виллюйско-Мархинской и Джункун-Хампинской зон мощность нижнепалеозойских пород на 20-80 м больше, чем на их бортах (Рис. 3). В рельефе кровли нижнепалеозойских пород эти структуры не проявлены. Таким образом, палеотектонические построения позволяют определить среднепалеозойское время формирования этих структур.

Накынное кимберлитовое поле находится в среднем течении р. Мархи, на правобережье ее левого притока – р. Накын.

Поле локализовано в узле пересечения центральной подзоны Виллюйско-Мархинской зоны с центральной ветвью Среднемархинской секущей зоны, которая в структуре нижнепалеозойских пород выражена опущенным блоком, ограниченным Кулисообразным и Меридиональным разломами (Рис. 4).

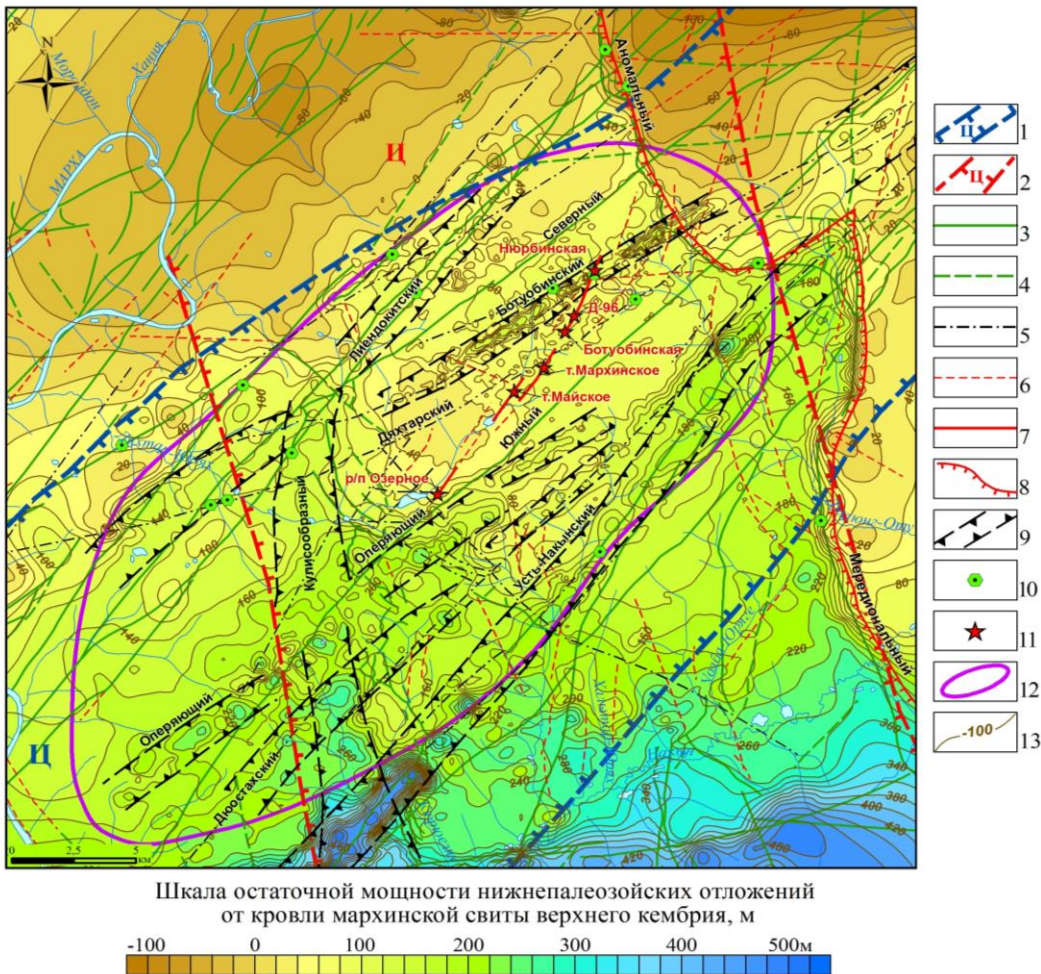
Поле по данным бурения характеризуется довольно сложным структурным планом осадочного чехла по сравнению с сопредельными территориями.



Условные обозначения: 1-2 – зоны разломов: 1 – центральная подзона ВММЗ; 2 – Укугутская ветвь ДХЗ; 3-6 разломные нарушения, выделенные геолого-геофизическими методами: 3 – выполненные мощными протяженными дайками, 4- заполненные маломощными непротяженными дайками, 5- фрагментарно залеченные маломощными кулисообразными дайками; 6- не содержащие магматических пород; 7-8 – грабенообразные прогибы в структуре нижнепалеозойских пород: 7- ВММЗ, 8 – Укугутской ветви ДХЗ; 9- базитовые трубки взрыва; 10- кимберлитовые тела и их названия; 11 – Мирнинское кимберлитовое поле; 12 – изопахиты остаточной мощности нижнепалеозойских отложений от кровли мирнинской свиты, м.

Рисунок 3 – Схема остаточной мощности нижнепалеозойских отложений Мирнинского кимберлитового поля (составлена автором по материалам ВГРЭ и НИГП).

Структура кимберлитовмещающего комплекса в пределах поля осложнена рядом пликативных форм различной амплитуды, как изометричных, так и вытянутых (Рис. 4). Наиболее контрастные дислокации в верхней части нижнепалеозойского разреза представлены грабенообразными прогибами, связанными с разломами Вилюйско-Мархинской и Среднемархинской зон. Они хорошо выдержаны по площади, их амплитуда варьирует от 20 до 150 м.

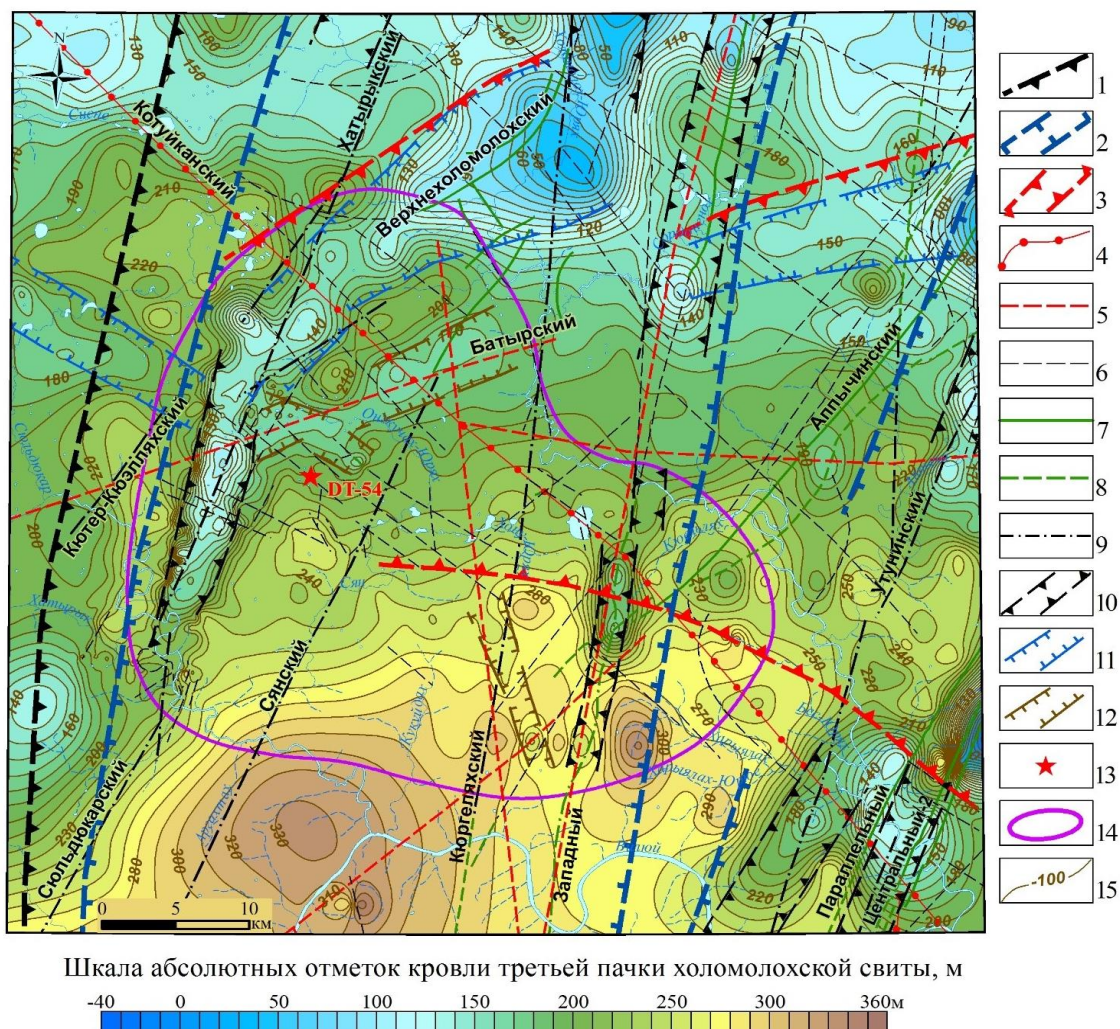


Условные обозначения: 1-2 – зоны разломов: 1 – центральная подзона ВММЗ; 2 – центральная ветвь Среднемархинской зоны; 3-9 – тектонические нарушения, выделенные геолого-геофизическими методами (и их названия), в том числе: 3 – выполненные мощными протяженными дайками, 4 – заполненные мало мощными непротяженными дайками, 5 – фрагментарно залеченные мало мощными кулисообразными дайками, 6 – не содержащие магматических пород, предполагаемые, 7 – кимберлитовмещающие, 8 – сбросы; 9 – грабенообразные прогибы в структуре нижнепалеозойских пород; 10 – эруптивные тела базитовых брекчий; 11 – кимберлитовые тела; 12 – Накынское кимберлитовое поле; 13 – изопахиты остаточной мощности нижнепалеозойских отложений от кровли мархинской свиты (м).

Рисунок 4 – Палеотектоническая схема Накынского алмазоносного поля на среднепалеозойское время (составлена автором по материалам ВГРЭ и НИГП).

Выполненные палеотектонические построения позволили установить, что грабены, осложняющие моноклинальное залегание кимберлитовмещающих отложений Накынского поля, характеризуются повышенной остаточной мощностью нижнепалеозойских пород (Рис. 4). В рельефе кровли карбонатного цоколя, как и в рельефе кровли нижней юры, грабенообразные прогибы практически не фиксируются. Кроме того, эти тектонические элементы не находят своего отражения и в рельефе кровли нижней юры [Горев, Герасимчук, 2017]. В связи с этим, можно с большой долей уверенности утверждать, что все вышеописанные контрастные структуры, проявленные в пределах Накынского поля, имеют среднепалеозойский возраст.

Сюльдюкарское кимберлитовое поле находится в среднем течении р. Виллой, в бассейне его левого притока р. Сюльдюкар. Сложный структурный план нижнепалеозойских пород площади поля обусловлен локализацией поля в узле пересечения нарушений двух разломных зон: Виллойско-Мархинской, представленной западной подзоной, и Батырской ветвью Джункун-Хампинской секущей зоны (ДХЗ) (Рис. 5).



Условные обозначения: 1 – граница ВММЗ; 2 – западная подзона ВММЗ; 3 – Батырская ветвь Джункун-Хампинской зоны; 4-6 – тектонические нарушения, выделенные геолого-геофизическими методами: 4 – глубинные магистральные, 5 – основные, 6 – предполагаемые; 7-9 – дайки долеритов среднепалеозойского возраста: 7 – выходящие на поверхность кимберлитовмещающих пород, 8 – «слепые», 9 – трассируемые по косвенным признакам; 10 – грабены ВММЗ сложного строения: 11-12 – предполагаемые грабены Батырской зоны: 11 – среднепалеозойского возраста, 12 – верхнепалеозойско-мезозойского возраста; 13 – кимберлитовое тело Т-54; 14 – Сюльдюкарское кимберлитовое поле; 15 – стратоизогипсы кровли мирнинской свиты среднего кембрия, м.

Рисунок 5 – Структурный план нижнепалеозойских отложений Сюльдюкарского кимберлитового поля (составлен автором по материалам ВГРЭ и НИГП).

Наиболее контрастно в структуре кимберлитовмещающих отложений в пределах поля проявлены грабены, вмещающие Западный и Хатырыкский разломы ВММЗ, а также Верхнехоломолохский и Батырский разломы Батырской ветви ДХЗ [Проценко, Горев, 2018]. При палеотектонических реконструкциях

установлена повышенная остаточная мощность нижнепалеозойских отложений в пределах этих линейных структур, а также их слабая проявленность в строении подошвенных горизонтов перекрывающего комплекса, что свидетельствует об доверхнепалеозойском (среднепалеозойском) возрасте их формирования.

Таким образом, все три продуктивных поля ВММЗ локализованы в узлах пересечения подзон Вилуойско-Мархинской минерагенической зоны с секущими зонами, проявленными в толще нижнепалеозойских образований опущенными блоками либо серией сближенных грабенообразных прогибов. Эти узлы на фоне сопредельных территорий характеризуются усложнением структурного плана кимберлитовмещающих пород, обусловленного широким развитием пликативных дислокаций. Большинство линейных отрицательных тектонических структур в пределах кимберлитовых полей на палеотектонических схемах выделяется повышенной мощностью нижнепалеозойских отложений, что свидетельствует о формировании либо активизации этих структур в среднепалеозойскую эпоху, синхронную кимберлитообразованию.

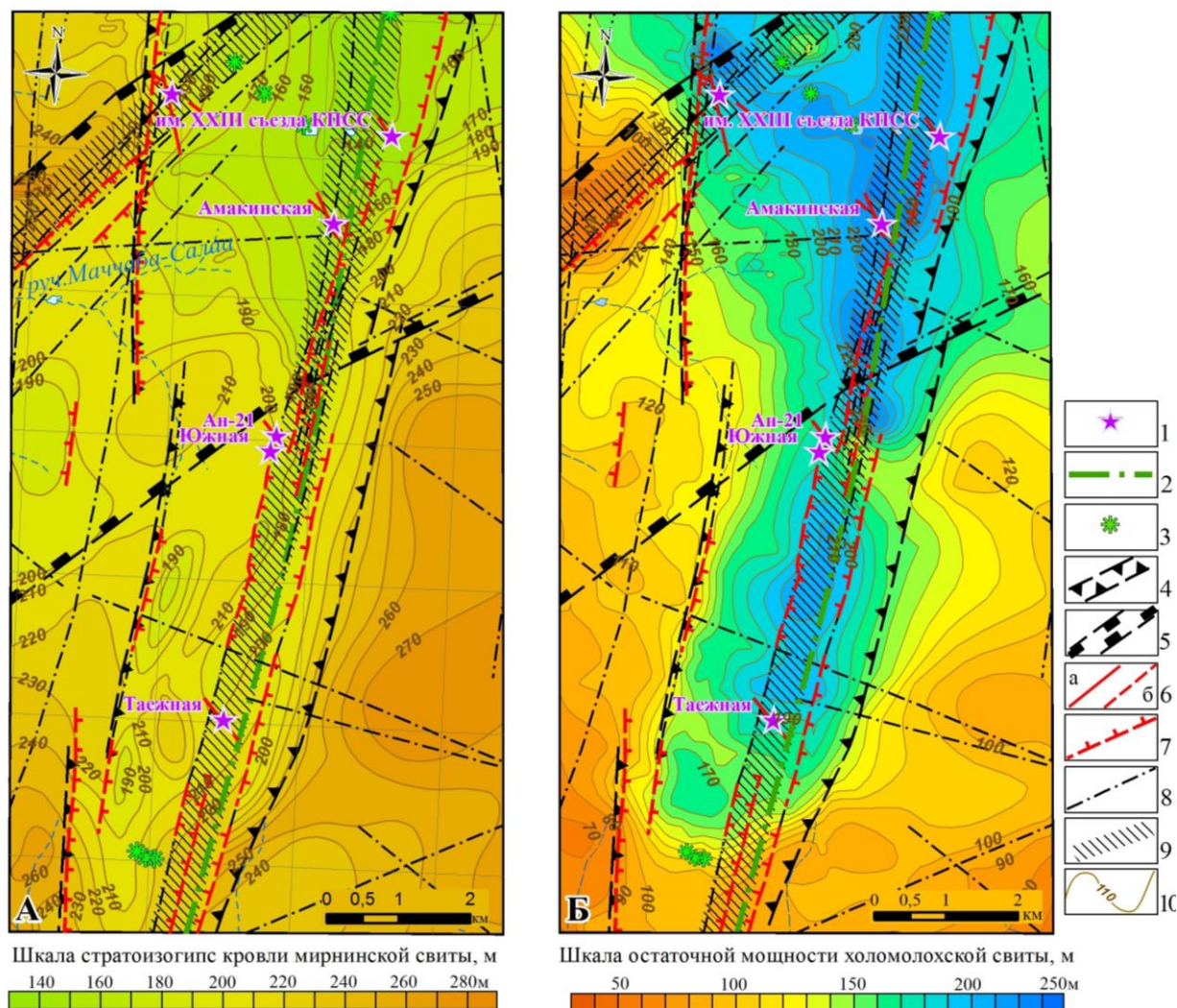
Положение 3. *Кусты алмазоносных кимберлитовых тел в пределах Мирнинского и Накынского полей ВММЗ приурочены к локальным структурам среднепалеозойского возраста с повышенной мощностью нижнепалеозойских пород. В Мирнинском поле эти структуры представлены узлами пересечения грабенообразных прогибов, сопровождающих отдельные разломы Вилуойско-Мархинской и Джункун-Хампинской зон, в Накынском — малоамплитудной мульдообразной депрессией.*

В настоящее время в практике алмазопоисковых работ для картирования структур, контролирующей позицию крупномасштабных алмазоносных таксонов (кусты кимберлитовых тел, отдельные диатремы), широко применяются тектонофизические методы и методы специальной документации керна. Установлен контроль кимберлитовых тел узлами пересечения трех и более разломов, сдвиговыми структурами типа «pull apart», окончаниями сдвигов, участками флюидоразрывов [Гладков, Борняков и др., 2008; Гладков, Кошкарев, 2014; Игнатов, Штейн и др., 2001; Игнатов, Бушков и др., 2008 и др.].

Подобные кимберлитовмещающие структуры уверенно картируются в известных кимберлитовых полях с использованием достаточно регулярной сети буровых работ, однако при выходе на новые перспективные площади, в условиях закрытых территорий с редкой сетью буровых скважин, данных для выделения подобных структур недостаточно.

С использованием крупномасштабных структурно-тектонических и палеотектонических карт (масштаба 1:10 000) автором выполнен детальный структурный анализ участков локализации Западного куста кимберлитовых тел (ЗККТ) Мирнинского алмазоносного поля и Дяхтарского куста кимберлитовых тел (ДККТ) Накынского кимберлитового поля, позволивший выявить особенности их тектонического строения, предложенные в качестве дополнительных структурно-тектонических критериев куста кимберлитовых тел.

В Мирнинском поле Западный куст кимберлитовых тел контролируется узлом пересечения двух тектонических нарушений – Западного разлома ВММЗ и Маччобинского разлома ДХЗ. (Рис. 6).



Условные обозначения: 1 – кимберлитовые трубки; 2 – кимберлитовые дайки и жилы; 3 – дайка долеритов Западного разлома; 4 – базитовые трубки взрыва; 5 – зона Западного разлома; 6 – зона Маччобинского разлома; 7-10 – нарушения, выделенные геолого-геофизическими методами: 7 – разломы кимберлитовмещающие: а)– установленные, б)– предполагаемые; 8-9 – прочие разломы: 8 – сбросы, 9 – с неустановленной кинематикой; 10 – зоны повышенной дислоцированности нижнепалеозойских пород по данным высокочастотной сейсморазведки; 11 – стратонизогипсы кровли мирнинской свиты, м (А), изопахиты остаточной мощности нижнепалеозойских отложений от кровли мирнинской свиты, м (Б).

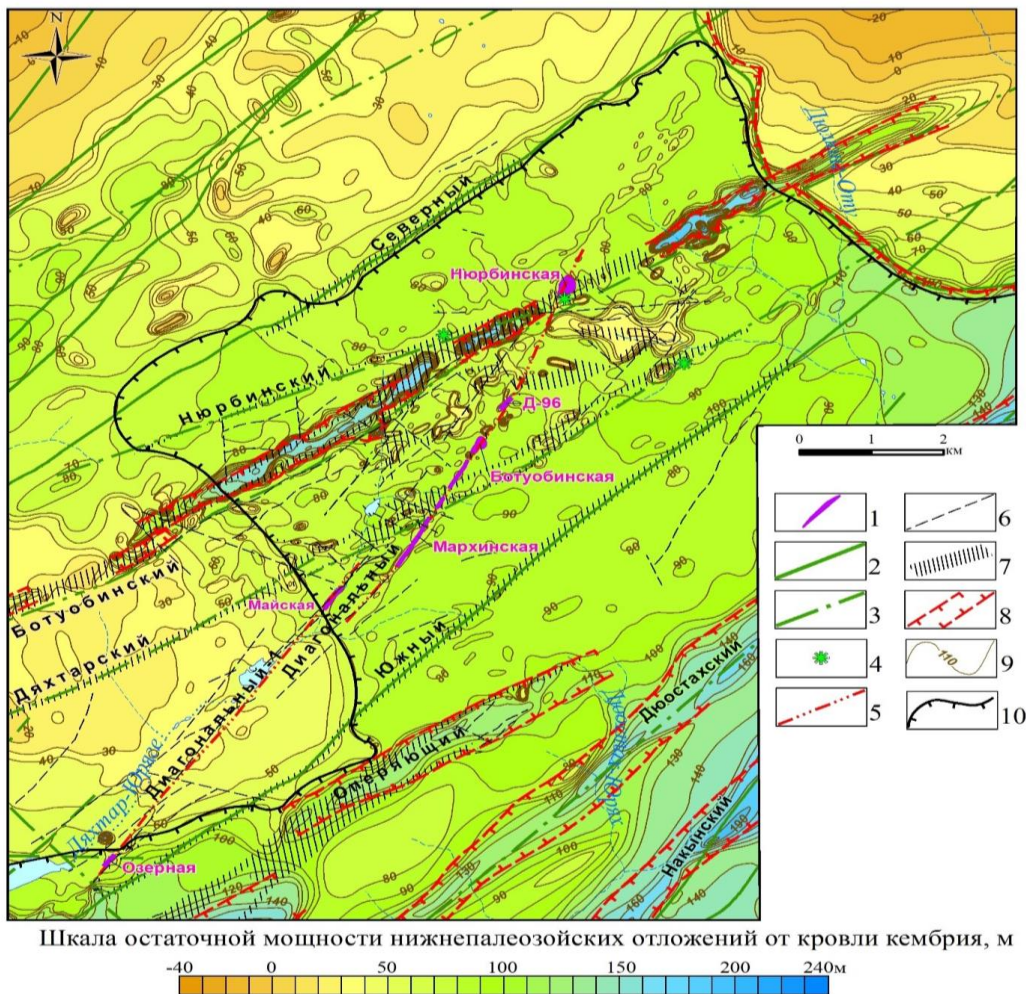
Рисунок 6 – Структура нижнепалеозойских отложений Западного куста кимберлитовых тел: А – современный структурный план, Б – палеотектоническая схема на среднепалеозойское время (схема составлена автором с использованием материалов [Проценко, Горев, 2017]).

В структуре нижнепалеозойских пород эти разломы сопровождаются грабенообразными прогибами. Общая амплитуда Маччобинского грабена в центральной части составляет порядка 50-80 метров, ширина – около 2,5 км. Ширина грабен-синклинали зоны Западного разлома на участке локализации кимберлитовых тел достигает 4 км на севере и уменьшается до 2,5 км на юге. Центральная часть зоны Западного разлома представляет собой грабен шириной

200-500 м, осложненный серией одиночных разломов [Проценко, Горев, 2017]). Максимальная амплитуда смещения пластов по разломам, порядка 40 м, отмечается восточней кимберлитовых жил Ан-21 и Южная (Рис. 6). Наиболее крупный осевой разлом зоны залечен среднепалеозойской дайкой долеритов, не выходящей на поверхность [Проценко, Горев, 2017].

Зона Западного разлома выделяется повышенной мощностью сохранившихся от размыва нижнепалеозойских отложений. Разница остаточных мощностей в осевой части грабен-синклинали и на ее крыльях в целом сопоставима с амплитудой прогиба, картируемого в современном структурном плане нижнепалеозойских пород, и не превышает 70 м.

В Накынском поле алмазоносные тела объединены в Дяхтарский куст кимберлитовых тел (ДККТ) и локализованы на участке между Северным и Южным разломами ВММЗ (Рис. 7).



Условные обозначения: 1 – алмазоносные кимберлитовые тела; 2 – дайки долеритов большой мощности и протяженности; 3 – дайки долеритов маломощные, прерывистые; 4 – эруптивные тела базитовых брекчий; 5-8 тектонические нарушения, выделенные комплексом геолого-геофизических методов: 5-6 – разломы: 5- кимберлитовмещающие, 6 – прочие; 7 – зоны повышенной дислоцированности нижнепалеозойских пород по данным высокочастотной сейсморазведки; 8 – грабены; 9 – изопахиты остаточной мощности нижнепалеозойских отложений от кровли кембрия, м; 10 – область повышенных значений остаточной мощности нижнепалеозойских отложений.

Рисунок 7 – Схема остаточной мощности нижнепалеозойских отложений Дяхтарского куста кимберлитовых тел (составлена автором по материалам ВГРЭ и НИГП).

Более детальное изучение участка локализации ДККТ показало, что в пликативном плане – это участок достаточно спокойного залегания пород платформенного чехла – малоамплитудная мульдообразная впадина, где отложения нижнего палеозоя с абсолютными отметками 70-110 м залегают с незначительным погружением на юго-восток. Градиент погружения составляет 10 м на 1 км, что соответствует углу падения порядка 35'. На палеотектонической схеме участок локализации ДККТ проявлен областью повышенных значений остаточной мощности нижнепалеозойских отложений, которая варьирует от 70 до 90 м, что на 20-30 м выше, чем на сопредельных участках. Также повышенные остаточные мощности нижнепалеозойских отложений (160-170 м) характерны для зоны Ботубинского разлома. Отдельными локальными участками пониженной остаточной мощности (до 40 м) выделяются эрозионные депрессии (экзогенные структуры), фиксируемые и в кровле карбонатного цоколя.

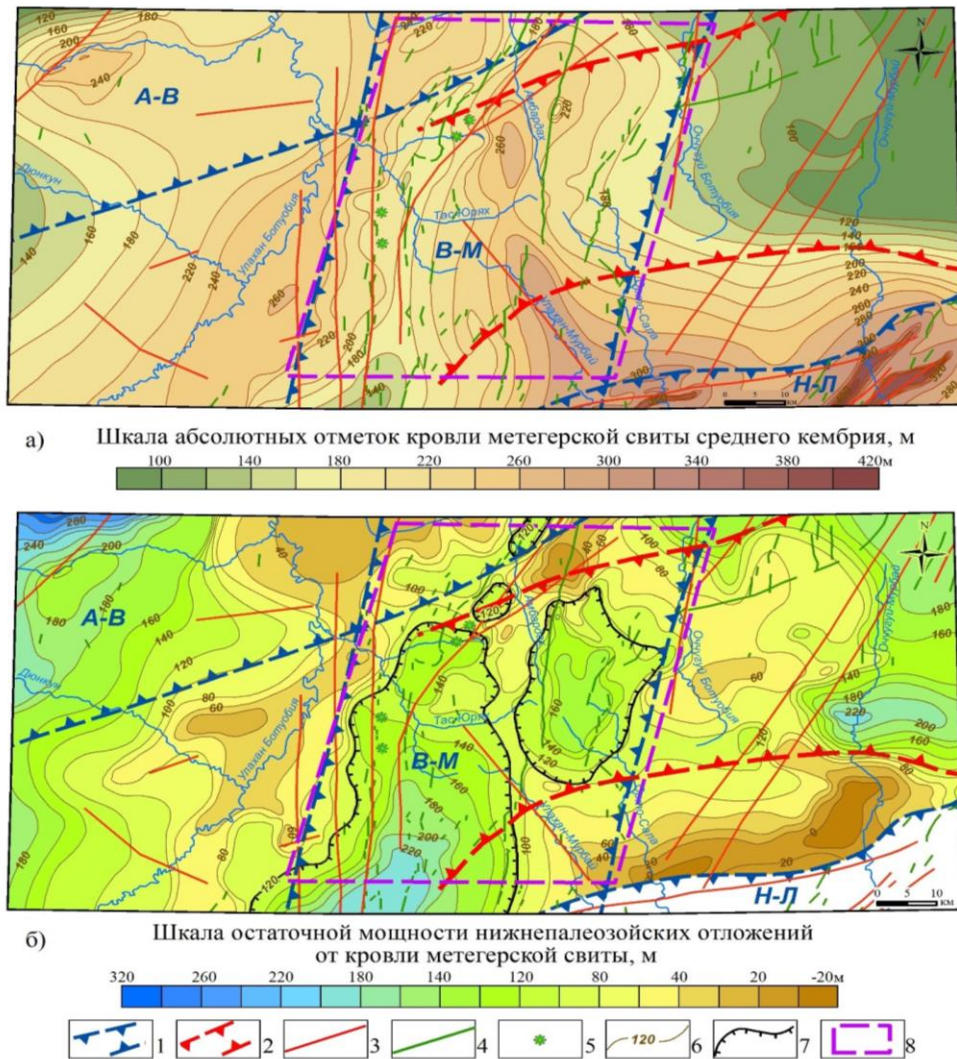
Из вышеизложенного следует, что участки локализации кустов кимберлитовых тел в алмазонасных полях ВММЗ по-разному проявлены в структуре нижнепалеозойских пород (узел пересечения грабенообразных прогибов – мульдообразная впадина), но при этом одинаково характеризуются повышенной мощностью нижнепалеозойских отложений, что может быть использовано в качестве дополнительного тектонического критерия при крупномасштабном прогнозировании.

Положение 4. *Выявленные структурно-тектонические закономерности локализации алмазонасных кимберлитовых полей (в составе прогнозно-поисковых критериев, включающих геолого-геофизические и магматические предпосылки и минералогические признаки) позволили выделить на южном фланге Вилуйско-Мархинской минерагенической зоны Верхнемурбайскую, а на северо-восточном – Юлэгирскую (Тюнгскую) перспективные площади ранга кимберлитового поля.*

С помощью комплекта региональных тектонических карт был выполнен анализ тектонического строения фланговых частей ВММЗ, в ходе которого были выделены две площади – Верхнемурбайская и Юлэгирская, благоприятные по выявленным тектоническим критериям (усложнение строения нижнепалеозойских пород, широкое развитие среднепалеозойских структур с повышенной мощностью кимберлитовмещающих отложений) для локализации кимберлитовых полей.

Верхнемурбайская перспективная площадь находится в 35 км к югу от Мирнинского кимберлитового поля. В ее пределах нижнепалеозойский комплекс пород погребен под более молодыми образованиями, которые алмазопроиском бурением практически не изучены (Рис. 8).

Площадь приурочена к южной оконечности ВММЗ, на ее пересечении с Вилуйчанской секущей зоной, проявленной в структуре нижнепалеозойских пород прогибом северо-восточного простирания.



Условные обозначения: 1-2 – зоны разломов: 1- I порядка (В-М – Вилюйско-Мархинская, А-В – Ангаро-Вилюйская, Н-Л – Непско-Ленская), 2- Вилюйчанская зона разломов II порядка; 3 – основные разрывные нарушения осадочного чехла, выделенные геолого-геофизическими методами; 4 - дайки долеритов; 5- базитовые трубки взрыва; 6 – стратоизогипсы кровли метегерской свиты среднего кембрия (Рис.8а), изопахиты мощности нижнепалеозойских отложений от кровли метегерской свиты среднего кембрия (Рис. 8б); 7 – область повышенных значений остаточной мощности нижнепалеозойских отложений; 8 – Верхнемурбайская перспективная площадь

Рисунок 8 – Структура нижнепалеозойских отложений Верхнемурбайской площади: а)- современный структурный план, б)- палеотектоническая схема на среднепалеозойское время [Проценко, Толстов, Горев, 2018].

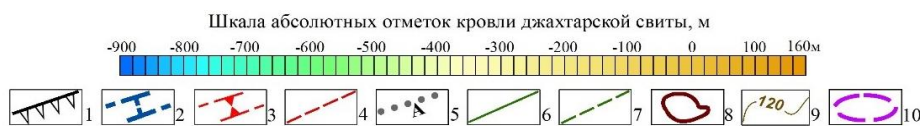
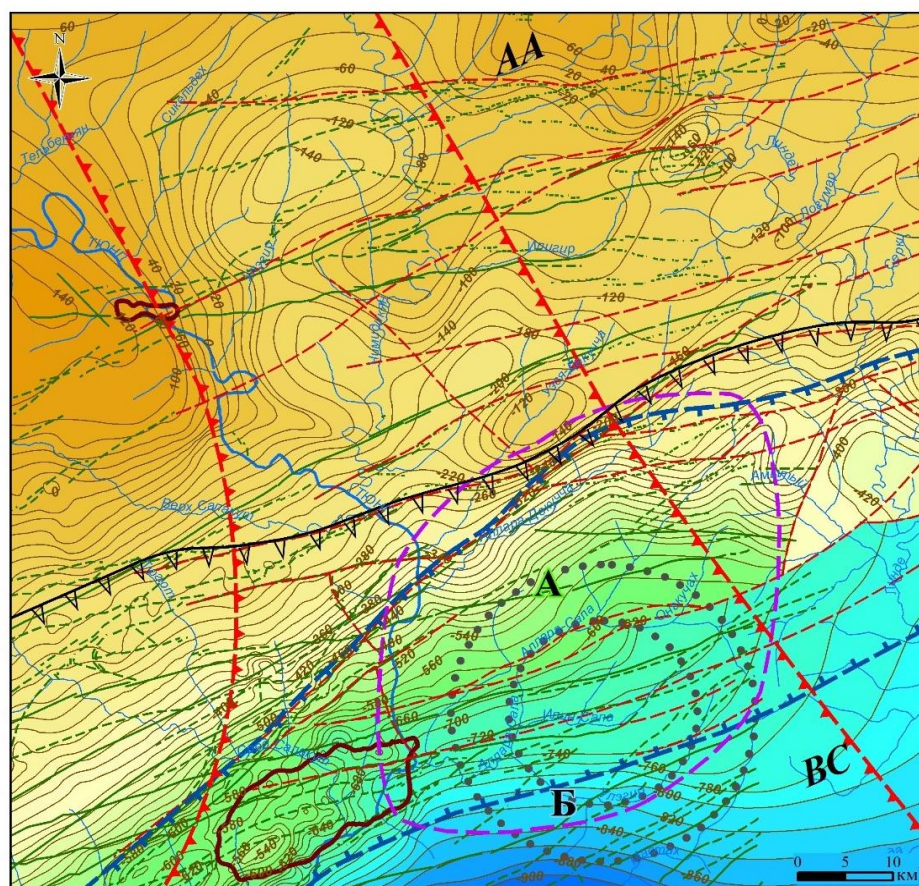
Верхнемурбайская площадь характеризуется сложной тектоникой, что обусловлено пересечением разломов ВММЗ с разрывными нарушениями других направлений и их неоднократной активизацией [Проценко, Горев, Граханов, 2014]. Палеотектонический анализ позволил выявить повышенную остаточную мощность нижнепалеозойских отложений в узле пересечения Вилюйско-Мархинской и Вилюйчанской зон, что свойственно структурам, активизированным в среднепалеозойское время (Рис. 8).

На площади закартированы туфовые трубки, что характерно и для Мирнинского кимберлитового поля.

В центральной части ВММЗ геофизиками ВГРЭ был выявлен ряд локальных магнитных аномалий, рекомендованных к заверке, которые могут служить геофизическими критериями перспективности Верхнемурбайской площади. Минералогические признаки на площади проявлены слабо, что может быть связано с ее недостаточной изученностью. Но, учитывая направления сноса теригенного материала в нижнеюрское время, алмазы, обнаруженные в долине р. Малый Мурбай, могли иметь свои коренные источники в пределах выделенной перспективной площади [Проценко, Толстов, Горев, 2018].

Таким образом, комплекс проявленных на Верхнемурбайской площади прогнозно-поисковых критериев обосновывает ее перспективность и позволяет рекомендовать ее к более детальному опоскованию.

Юлэгирская перспективная площадь располагается на междуречье Тюнг – Линде в бассейнах рр. Мастах и Аллара-Сала. Площадь приурочена к северному флангу ВММЗ, находясь в узле пересечения центральной подзоны ВММЗ с Тюнгской секущей зоной (ТСЗ), фиксируемой в современном структурном плане нижнепалеозойских отложений пологим прогибом (Рис. 9).



Условные обозначения:
 1 - границы структур I-го порядка (АА – Анабарская антеклиза, ВС – Вилъюйская синеклиза);
 2-3 – зоны разломов:
 2 – центральная подзона ВММЗ; 3 – Тюнгская секущая зона;
 4 – разломы осадочного чехла, выделенные геолого-геофизическими методами; 5 – кольцевые структуры: А – Аллара-Сала-Мастахская, Б – Юлэгирская; 6-7 дайки среднепалеозойских долеритов: 6 – мощные, 7 – маломощные или «слепые»; 8 – пластовые интрузии долеритов; 9 – изогипсы кровли джахтарской свиты среднего кембрия, м; 10 – Юлэгирская перспективная площадь

Рисунок 9 – Структурный план нижнепалеозойских отложений Юлэгирской площади (составлен автором по материалам ВГРЭ и НИГП).

Узел пересечения центральной подзоны ВММЗ и Тюнгской секущей зоны характеризуется более сложным планом кимберлитовмещающих пород, что свойственно для известных алмазоносных полей. Палеотектоническими реконструкциями установлено, что Юлэгирская перспективная площадь выделяется относительно сопредельных территорий повышенными значениями сохранившихся от размыва нижнепалеозойских отложений.

В южной части площади по космофотоматериалам дешифрируются Аллара-Сала-Мастахская и Юлэгирская кольцевые структуры, отождествляемые с кимберлитовым полем [Лоскутов и др., 2010].

На Юлэгирской площади проявлены и геофизические предпосылки кимберлитового магматизма, установленные геолого-геофизической службой Ботуобинской ГРЭ. Это слабоконтрастные линейные магнитные аномалии, отождествляемые с кимберлитовмещающими нарушениями, и локальные магнитные аномалии [Бондаренко, 2008ф].

Кроме того, здесь установлены многочисленные находки алмазов и их минералов-спутников, в том числе и высокосохранных, что может свидетельствовать о возможности их поступления в осадочные коллекторы из еще не выявленных близлежащих коренных источников.

Таким образом, по комплексу прогнозно-поисковых признаков и предпосылок в пределах ВММЗ на её северо-восточном и южном флангах выделяются соответственно две площади – Юлэгирская и Верхнемурбайская, благоприятные по тектоническим критериям для выявления кимберлитовых полей, требующие доизучения [Проценко, Толстов, Горев, 2018].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплект структурно-тектонических и палеотектонических карт, в том числе и высокоточных, позволил охарактеризовать строение верхней части нижнепалеозойского комплекса Вилуйско-Мархинской зоны в целом, ее продуктивных кимберлитовых полей и рудных кустов.

Посредством анализа региональных построений установлена латеральная зональность ВММЗ, при которой на общем фоне моноклиналиного залегания нижнепалеозойских пород были выявлены области усложненного структурного плана, образующие подзоны – центральную и западную. Было показано, что секущие зоны, трассирующиеся со стороны Палеовилуйского авлакогена, в верхней части кимберлитовмещающего разреза проявлены пологими линейными прогибами или серией одиночных грабенообразных структур.

Выполненные исследования показали, что алмазоносные кимберлитовые поля, тяготеющие к узлам пересечения подзон ВММЗ с секущими зонами, обладают более сложным, относительно сопредельных территорий, тектоническим строением кимберлитовмещающих толщ, что обусловлено широким развитием в их пределах локальных пликативных структур и погруженных линейных прогибов.

Палеотектонический анализ позволил определить время формирования основных контрастных структур ВММЗ как среднепалеозойское. В региональном

тектоническом плане это подзоны усложненного строения ВММЗ и секущие зоны, в пределах алмазоносных кимберлитовых полей – это, в первую очередь, грабенообразные прогибы, которыми в структуре нижнепалеозойских пород проявлены отдельные разломы ВММЗ и секущих зон, на детальном плане – это локальные отрицательные структуры, вмещающие кусты кимберлитовых тел.

Характерной чертой этих среднепалеозойских структур является повышенная мощность нижнепалеозойских кимберлитовмещающих отложений, что может служить их идентификационным признаком, а также дополнительным структурно-тектоническим критерием выделения площадей, благоприятных для локализации кимберлитового магматизма.

Анализ тектонических особенностей участков размещения кустов кимберлитовых тел в Мирнинском и Накынском полях ВММЗ показал, что они приурочены к областям с повышенной мощностью нижнепалеозойских отложений, но в структуре кимберлитовмещающих образований различных полей проявлены по-разному. В Накынском поле кимберлитовые тела расположены в пределах пологой мульдообразной депрессии, а в Мирнинском поле – на борту грабенообразных прогибов, сопровождающих разломы ВММЗ. Это может быть использовано в качестве дополнительного тектонического критерия при крупномасштабном прогнозировании.

На основе структурно-тектонических критериев с учетом комплекса прогнозно-поисковых признаков и предпосылок в пределах ВММЗ автором выделены две перспективные площади, благоприятные для локализации кимберлитовых полей: Юлэгирская (Тюнгская) – на северо-восточном и Верхнемурбайская – на южном флангах.

Основные публикации по теме диссертации

Статьи в изданиях, включенных в «Перечень...» ВАК Минобрнауки России

1. Горев Н.И., Герасимчук А.В., **Проценко Е.В.**, Толстов А.В. Тектонические аспекты строения Вилуйско-Мархинской зоны, их использование при прогнозировании кимберлитовых полей // Наука и образование. – 2011. – №3. – С.5-10.
2. **Проценко Е.В.**, Горев Н.И., Граханов О.С. Тектонические предпосылки кимберлитового магматизма на юге Якутской алмазоносной провинции// Наука и образование. – 2014. – №3. – С .69-73.
3. Коробков И.Г., **Проценко Е.В.**, Коробкова А.И. Структуры осадочного чехла высокопродуктивных кимберлитовых полей Вилуйско-Мархинской минерагенической зоны (Якутская алмазоносная провинция) // Вестник ВГУ, Серия: Геология. – 2015. – № 1. – С. 22-28.
4. Горев Н.И., Новопащин А.В., Герасимчук А.В., **Проценко Е.В.**, Зайцевский Ф.К. Новая методика анализа геофизических данных при прогнозно-поисковых исследованиях в Накынском кимберлитовом поле (Западная Якутия) // Наука и образование. – 2016. – № 2(82). – С. 7-15.

5. **Проценко Е.В.**, Горев Н.И. Тектонические особенности размещения кимберлитовых тел и их использование при прогнозировании (на примере кимберлитовых полей Западной Якутии) // Руды и металлы. – 2017. – №4. – С.62-69.

6. **Проценко Е.В.**, Толстов А.В., Горев Н.И. Критерии поисков кимберлитов и новые перспективы коренной алмазоносности Якутии // Руды и металлы. – 2018. – №4. – С. 14-23.

Тезисы в материалах конференций

7. **Проценко Е.В.**, Граханов О.С., Разумов А.Н. Перспективы коренной алмазоносности закрытых территорий Центрально-Сибирской субпровинции // Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых: Материалы науч.-практ. конф. / Крымск. отделение Укр. гос. геологоразведочного ин-та (КО УкрГГРИ). – Киев: Академперіодика, 2012. – С. 63-65.

8. Коробкова А.И., **Проценко Е.В.**, Шахурдина Н.К. Модели структур кимберлитовых полей Якутской алмазоносной провинции- как инструмент локализации перспективных площадей при прогнозировании коренных источников алмазов. // Материалы III Межд. науч.-практ. конф. мол. ученых и специалистов памяти ак. А.П. Карпинского. – Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ, 2013. – С.240-244.

9. Евстратов А.А., **Проценко Е.В.** Структурно-тектоническое строение глубоких горизонтов осадочного чехла Накынского кимберлитового поля (Западная Якутия) // Проблемы геологии и освоения недр: Тр. XVII Межд. Симпоз. студентов и мол. ученых. Том I; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – С. 182-184.

10. **Проценко Е.В.**, Граханов О.С., Горев Н.И. Прогнозная оценка территории Малоботуобинского алмазоносного района // Геологическое обеспечение минерально-сырьевой базы алмазов АК «АЛРОСА»: проблемы, пути решения, инновационные разработки и технологии: Материалы V полевого науч.-практ. семинара. – Айхал, 2015. – С. 140-143.

11. Шахурдина Н.К., **Проценко Е.В.** Использование программной среды ARCGIS для анализа разломной тектоники кимберлитовых перспективных территорий на примере Накынского кимберлитового поля (Западная Якутия) // Геологическое обеспечение минерально-сырьевой базы алмазов АК «АЛРОСА»: проблемы, пути решения, инновационные разработки и технологии: Материалы V полевого науч.-практ. семинара. – Айхал, 2015. – С. 225-227.

12. Горев Н.И., **Проценко Е.В.** Тектонические особенности размещения кимберлитовых тел и их использование при прогнозировании (на примере кимберлитовых полей Западной Якутии) // Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных, цветных металлов и алмазов. Сборн. тезисов докл. VII науч.-практ. конф. – М.: ЦНИГРИ, 2017. – С. 66

13. **Проценко Е.В.**, Горев Н.И., Трушевская М.Э. Прогнозирование кустов кимберлитовых тел по структурно-тектоническим критериям в

Среднемархинском алмазоносном районе // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф., в 2 т. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2018. – Том I. – С. 245-249.

14. Тарских О.В., **Проценко Е.В.** Оценка перспектив коренной алмазоносности участка Отулахский, Бахчинская площадь, Западная Якутия // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф., в 2 т. – Якутск: Изд. дом СВФУ, 2018. – Том I. – С. 261-264.

15. **Проценко Е.В.**, Горев Н.И. Сюльдюкарское кимберлитовое поле, его границы и перспективы коренной алмазоносности по результатам тектонического анализа // Эффективность геологоразведочных работ на алмазы: прогнозно-ресурсные, методические, инновационно-технологические пути ее повышения: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием, посв. 50-летию Алмазной лаборатории ЦНИГРИ. – Мирный, 2018. – С.148-151.

16. **Проценко Е.В.**, Горев Н.И., Толстов А.В. Перспективы кимберлитонности флангов Вилуйско-Мархинской зоны глубинных разломов // Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. Сборник тезисов докладов VIII Международной науч.-практ. конф. ЦНИГРИ. – М.: ЦНИГРИ. 2018. – С. 20.

17. Толстов А.В., Горев Н.И., **Проценко Е.В.** Новые перспективы коренной алмазоносности Чаро-Синской зоны глубинных разломов (Южная Якутия) // Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. Сборник тезисов докладов VIII Международной науч.-практ. конф. ЦНИГРИ. – М.: ЦНИГРИ, 2018. – С. 21.

18. Толстов А.В., Горев Н.И., **Проценко Е.В.**, Мальцев М.В. Перспективы прогнозирования новых алмазоносных районов. Тезисы докладов Межд. конф., посв. 110-летию со дня рождения академика В.С. Соболева // ИГМ СО РАН им. В.С. Соболева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2018. – С. 68.

19. **Проценко Е.В.**, Горев Н.И. Тектонические критерии кимберлитовых полей Вилуйско-Мархинской минерагенической зоны // Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. Сборн. тезисов докл. IX Межд. науч.-практ. конф. – М.: ЦНИГРИ, 2019. – С. 39.

20. **Проценко Е.В.**, Горев Н.И. К вопросу о перспективах коренной алмазоносности северо-восточного фланга Вилуйско-Мархинской минерагенической зоны // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: Материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. – Якутск: Изд. дом СВФУ, 2019. – Том I. – С. 160- 165.

Подписано в печать 11.02.2020 г.

Формат бумаги 31x30 1/2

Тираж 99 экз.

Полиграфическая база ФГБУ «ЦНИГРИ»
117545, Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1