

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Крикуна Никиты Сергеевича
«Тектоно-магматическая эволюция и рудоносность южной группы островов Большой
Курильской гряды (острова Кунашир и Итуруп)»,
представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических
наук по специальности 1.6.1. – «Общая и региональная геология. Геотектоника и
геодинамика»

Диссертационная работа Крикуна Никиты Сергеевича состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, библиографического списка. Содержит 182 страницы, 54 рисунка, 8 таблиц, список литературы из 204 наименований и 7 приложений на 26 страницах.

Введение к диссертационной работе производит благоприятное впечатление. Оно качественно проработано, логически выстроено и в необходимой мере содержательно. Введение полностью выполняет свою ключевую функцию: обосновывает актуальность, формулирует цель и задачи, определяет научную новизну и практическую значимость исследования.

Актуальность темы исследования сформулирована комплексно и убедительно. Важно, что автор не ограничивается общими фразами, а приводит конкретные, весомые аргументы, раскрывающие фундаментальный и практический аспекты работы. В частности, подчеркивается уникальность Курило-Камчатской системы как единственной активной зоны субдукции в России и недостаточная её изученность в парадигме тектоники плит. Указание на применение принципа актуализма для моделирования древних процессов добавляет веса научной значимости. Также четко обозначена прямая связь проведённых автором исследований с экономическими интересами страны – прогнозом новых месторождений и расширением минерально-сырьевой базы региона через изучение уникального месторождения рения (вулкан Кудрявый) и золото-серебряного оруденения (Прасоловское месторождение).

Анализ степени изученности лаконичен и содержателен. Автор демонстрирует глубокое знакомство с историей вопроса, умело выделяя ключевые работы и эволюцию научных представлений – от ранних описаний капитана Сноу и японских исследователей через господство геосинклиальной теории к современной тектонике плит. Это показывает способность к критическому анализу и синтезу информации.

Цель и задачи работы сформулированы четко и логически вытекают из актуальности темы. Задачи (5 пунктов) полностью раскрывают путь к достижению поставленной цели, выстроены в логической последовательности: от уточнения методики, к изучению магматизма, далее к реконструкции геологической эволюции региона и, наконец, к установлению связи с рудоносностью.

Научная новизна и практическая значимость представлены в виде конкретных, проверяемых положений. Пункты новизны (например, выделение разрывных нарушений трех иерархических уровней, уточнение модели тектоно-магматической эволюции) являются существенными и доказуемыми результатами. Важно отметить, что практическая значимость

работы подкреплена фактом использования результатов для создания Госгеолкарты-1000, что является весомым достижением.

Методология описана подробно. Указан объем полевых и лабораторных работ (количество проб, шлифов), перечислены основные методы (использование данных дистанционного зондирования Земли, геофизики, петрографии, петрохимии и изотопии), что свидетельствует о солидной фактологической базе исследования.

Положения, выносимые на защиту, отражают суть полученных результатов и сомнений не вызывают.

Первая глава диссертации содержит фундаментальный, систематизированный, критически осмысленный аналитический и литературный обзор исследований, выполненных предшественниками. Она формирует прочную теоретическую основу для проведенного автором исследования. Глава демонстрирует исключительную эрудицию автора, его способность работать с большим объемом разноплановой информации – от исторических источников до современных геодинамических моделей – и выделять ключевые, зачастую дискуссионные, проблемы.

Глава 2 представляет собой структурированный обзор истории изучения разрывных нарушений на островах Кунашир и Итуруп, а также детальное описание современной методики их исследования, применённой в работе. Автор последовательно излагает этапы изучения разрывных нарушений, начиная с первых геологических карт середины XX века и заканчивая современными исследованиями. Это позволяет проследить эволюцию научных представлений и выделить ключевые дискуссионные вопросы. Подробно разбираются противоречия между различными источниками (например, между данными ГГК-200/2 и работами К.Ф. Сергеева), что свидетельствует о глубокой проработке материала и способности автора к критическому мышлению. Методическая часть главы является её сильнейшей стороной. Автор предлагает интегрированный подход, сочетающий: дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли (Sentinel-1, Sentinel-2); анализ геофизических полей (магнитного и гравитационного); полевые наблюдения и верификацию разрывных нарушений; использование ГИС-технологий и специализированного ПО; привлечение фондовых и неопубликованных материалов. Важно отметить, что глава насыщена иллюстративным материалом, который служит важным инструментом аргументации. Также автор обосновывает необходимость изучения разрывных нарушений для понимания тектонической эволюции региона, прогноза землетрясений, оценки гидротермальной активности, прогноза и поиска полезных ископаемых.

В *Главе 3* представлены результаты картирования и интерпретации разрывных нарушений на островах Кунашир и Итуруп, выполненные автором с применением современных методов дистанционного зондирования, геофизических данных и полевых наблюдений. Такой подход позволяет обеспечить высокую достоверность результатов. Отдешифрировано и проанализировано 1167 линеаментов на о. Кунашир и 2855 на о. Итуруп, выполнено их ранжирование по длине и контрастности, что свидетельствует о масштабности проведенной работы. Автор увязывает пространственное распределение и ориентировку разрывных нарушений с региональными тектоническими напряжениями, движением Тихоокеанской плиты и процессами в зоне субдукции. Это придает работе глубину и теоретическую обоснованность. Показана связь зон повышенной трещиноватости с

локализацией месторождений полезных ископаемых и термальными источниками, что открывает возможности для применения результатов в прогнозно-поисковых работах. Глава снабжена качественными схемами, диаграммами и фотографиями, которые значительно облегчают восприятие сложного материала. Предложена оригинальная классификация выявленных разрывных нарушений на три ранга, учитывающая их морфологию, кинематику, время формирования и геодинамическую обусловленность.

Четвертая глава является стержневой частью диссертации, поскольку объединяет полевые наблюдения, лабораторные исследования и геодинамический анализ для реконструкции тектоно-магматической эволюции Южных Курил. Структура главы логична и последовательна: от методов исследования через детальное описание объектов к синтезу данных и построению эволюционной модели. Автор успешно интегрирует данные петрографии, петрохимии, геохимии микроэлементов и изотопной геохронологии (U-Pb, K-Ar). Такой подход позволяет всесторонне охарактеризовать магматические комплексы и обосновать выводы. Глава основана на значительном объеме оригинальных данных, полученных автором в ходе реализации полевых работ и лабораторных исследований (85 шлифов, 85 образцов на РСФА, 33 образца на ICP-MS). Особую ценность представляют новые данные U-Pb датирования, которые позволили принципиально уточнить возраст ключевых комплексов (например, прасоловского и рыбаковского). Автор не просто пересказывает литературные и ретроспективные данные, а критически их переосмысливает, сопоставляет с новыми результатами и вносит существенные уточнения в стратиграфию, возраст и формационную принадлежность комплексов. Составленная сводная таблица (Таблица 4.2.1) является ценным обобщающим материалом. Раздел 4.4 является кульминацией главы, где на основе всего массива данных строится убедительная модель тектоно-магматической эволюции исследуемого региона. Выделение трех этапов и пяти стадий хорошо аргументировано и увязано с процессами в задуговом бассейне Курильской котловины. Попытка связать изменения в магматизме с возрастом субдуцирующей плиты (Рисунок 4.4.1) является смелой и интересной гипотезой. Глава хорошо проиллюстрирована микрофотографиями шлифов, полевыми фото, диаграммами (TAS, AFM, Харкера, спайдер-диаграммы, REE-спектры) и картами-схемами опробования, что значительно облегчает восприятие сложного материала.

Глава 5 посвящена анализу металлических полезных ископаемых островов Кунашир и Итуруп, их связи с тектоническими структурами и магматическими комплексами, а также эволюции рудообразования в регионе. Автор провёл детальный анализ фондовых и опубликованных данных, включая материалы геолого-съёмочных работ, отчёты по разведке, публикации по металлогении и результаты собственных исследований. Это позволило создать целостную картину минерагении региона. Глава логично разделена на подразделы: анализ материалов, описание полезных ископаемых, закономерности их распределения, рудоконтролирующие факторы. Применение микроскопического анализа, геохимических данных, картографических материалов и полевых наблюдений усиливает доказательную базу работы. Сформулированы новые положения о роли разломов разного порядка в контроле оруденения, а также об этапности рудообразования в связи с тектоно-магматической эволюцией. Выделены предполагаемые перспективные участки для дальнейших поисковых работ, что имеет важное значение для расширения минерально-сырьевой базы региона.

Глава 6 является обобщающей частью диссертационного исследования, представляя авторскую модель тектоно-магматической эволюции южной части Большой Курильской гряды. Модель построена на основе интеграции оригинальных данных автора с материалами предшественников. Автор успешно совмещает анализ разрывных нарушений, магматизма и металлогении, что позволяет создать целостную, многофакторную модель развития региона. Такой подход соответствует современным стандартам геологических исследований. Выделение трех крупных этапов (P_3-N_2 , N_2-Q_1 , Q_1-Q_n) и пяти стадий внутри них, с привязкой к геохронологической шкале, делает модель хорошо структурированной и понятной. Для каждой стадии последовательно описаны: геодинамическая обстановка, характер магматизма, тектонические процессы и сопутствующее рудообразование. Предложенная периодизация является развитием и уточнением существующих моделей (Авдейко, Мартынов и др.). Ключевой вклад – установление прямой связи между эволюцией сети разломов разного порядка, этапностью магматизма и формированием конкретных типов минерализации (Au-Ag, полиметаллической, редкометалльной). Это имеет важное прикладное значение для прогноза полезных ископаемых. Модель подкреплена обширным фактическим материалом, включая оригинальные петрохимические и геохимические данные, результаты анализа разломов и полевых наблюдений. Использование графических реконструкций (Рисунок 5.4.1) значительно усиливает наглядность и убедительность выводов. Автор корректно указывает на недостатки предыдущих исследований (акцент на палеофациальные реконструкции без раскрытия причин тектонических подвижек), что обосновывает необходимость и новизну проведенного им исследования.

Раздел *Заключение* представляет логическое завершение диссертационной работы и выполняет ключевую функцию по обобщению и систематизации полученных результатов. Важно отметить, что он не является формальным перечислением проделанной работы, а представляет собой синтез ключевых, наиболее значимых результатов, полученных лично автором. Выводы структурированы и напрямую соотносятся с тремя защищаемыми положениями. Таким образом по итогу проведённой работы установлена трехуровневая иерархия разрывных нарушений с указанием их кинематики и времени формирования; впервые для региона детально обоснована трехэтапная модель тектоно-магматической эволюции с четкой привязкой к геодинамическим режимам (растяжение – ослабление растяжения – сжатие); выявлены конкретные рудоконтролирующие факторы (разломы 1-го и 2-го порядка, контакты магматических комплексов), что имеет прямую практическую значимость для прогноза полезных ископаемых. Все выводы, представленные в заключении, являются прямым следствием исследований, подробно изложенных в основных главах диссертации (анализ дизъюнктивной сети, магматизма, закономерностей рудообразования). Прослеживается четкая логическая связь между задачами, полученными результатами и выводами. В заключении акцентируется, что работа не только уточняет геологическое строение региона, но и предлагает новую методику, применимую для других островов Курильской гряды. Подчеркивается прикладной аспект: выделенные рудоконтролирующие факторы будут учтены при прогнозе новых рудных объектов. Это свидетельствует о комплексном подходе и ценности исследования.

Список литературы содержит 204 источника, что является более чем достаточным для кандидатской диссертации. Тем самым продемонстрирована хорошая осведомленность

автора в изучаемой проблеме. Включены как фундаментальные классические работы (например, Горшков Г.С., 1967; Зоненшайн Л.П., 1979, 1989 и др.), так и самые современные исследования 2023-2024 гг., включая публикации самого автора. Это показывает понимание исторического контекста и владение актуальным состоянием проблемы. Список грамотно сочетает статьи в ведущих рецензируемых отечественных и международных журналах («Геотектоника», «Петрология», «Тихоокеанская геология», «Russian Geology and Geophysics»); фундаментальные монографии и учебные пособия (Гзовский, 1975; Аплонov, 2001; Хаин, Ломизе, 2005 и др.); нормативно-справочные издания (Государственные геологические карты разных поколений и масштабов, а также объяснительные записки к ним); диссертационные исследования; отчеты о НИР, что подтверждает глубокую работу автора с первичным материалом; зарубежные публикации в международных журналах (Geoscience Frontiers, Tectonophysics, Remote Sensing и др.), это указывает на интеграцию работы в мировое научное пространство и использование современных подходов.

Автореферат в необходимой мере информативен и отражает самые важные аспекты, результаты и выводы из диссертационной работы.

Несмотря на высокий научный уровень, к работе имеется ряд замечаний и дискуссионных вопросов.

1) В названии раздела 1.4. обнаружена опечатка – «Статиграфия» вместо правильного «Стратиграфия».

2) Цель и задачи исследования присутствуют во Введении на стр. 5 работы и полностью повторяются в конце первой главы на стр. 34-35. Это избыточно. Достаточно оставить их один раз во Введении.

3) Раздел 1.2 озаглавлен как «Проблема тектонического районирования и геодинамической обстановки территории исследования», но большая его часть посвящена не проблемам районирования, а спору о типе земной коры и природе фундамента под Курилами. Заголовок следовало изменить, например, «Проблема тектонической природы фундамента и геодинамической эволюции региона».

4) Особенно в первой и второй главах работы в виде графических материалов (карты, схемы) приводятся результаты работ предшественников (рисунки 1.1.1 - 1.1.3, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 2.1.1, 2.1.2, 2.2.5). Автор вставил их в свою работу в исходном представлении, часто в виде сканов из книг и статей, далеко не лучшего качества и разрешения. При наличии многочисленных компьютерных графических редакторов и возможностей программного обеспечения для оцифровки и визуализации подобной информации, автор мог бы значительно улучшить визуальное представление обозначенных рисунков.

5) Утверждение, что выводы ГГК-200/2 о связи оруденения с поперечными разломами «противоречат представлениям К.Ф. Сергеева» (стр. 43), связывавшего его с продольными, является несколько упрощенным. В современной геологии рудные месторождения часто контролируются пересечениями разновозрастных разломов различных простираний, и оба типа могут играть роль в локализации оруденения. Более корректно было бы говорить не о противоречии, а о разных аспектах или этапах изучения систем разрывных нарушений.

6) Утверждение, что «ослабленные зоны земной коры являются признаками наличия разрывных нарушений» (стр. 74) – является тавтологией. Разрывное нарушение и есть

ослабленная зона. Правильнее было бы сказать, что линеаменты, выделяемые автором на космоснимках являются вероятными признаками (индикаторами) разрывных нарушений.

7) Выделение линеаментов автоматическими методами упомянуто, но, к сожалению, не раскрыты параметры, при которых они выделялись. Это создает риск того, что в выборку попали не только тектонические структуры, но и линейные элементы рельефа иного генезиса (эрозионные формы, границы растительности, смена литологии и т.д.), что требует строгой геологической верификации. Кроме того, исходя из определения термина «линеамент», непонятно почему автор для автоматического выделения линеаментов в диссертационной работе использует космоснимки (Sentinel-1, Sentinel-2), а не цифровые модели рельефа (ЦМР). При этом в опубликованных работах автора по рассматриваемой территории для решения данной задачи применяются в том числе и ЦМР.

8) При построении роз-диаграмм и сравнении средних длин линеаментов (Таблица 3.1.1 и рисунок 3.1.1) не проведена проверка статистической значимости различий. Утверждения о «сходстве» или «превышении» носят исключительно качественный характер и не имеют математического обоснования.

9) В тексте главы 3 термины «линеамент» и «разлом» часто используются как синонимы, что в корне неверно. Линеамент – это линейная особенность, чаще всего рельефа, выделяемая на аэро- или космоснимке, топокарте, цифровой модели рельефа – возможный признак разлома. Разлом – это установленное геологическими методами нарушение сплошности горных пород со смещением или без него. Далеко не каждый линеамент является разломом (это может быть дайка, литологическая граница, резкая смена растительности на космоснимке и пр.), и, соответственно, не каждый разлом выражен в рельефе как линеамент.

10) На стр. 98 (Глава 4) утверждается, что «характер распределения РЗЭ ... приближает их к базальтам океанических островов (ОИВ)». ОИВ характеризуются сильным обогащением легкими REE (высокое отношение La/Yb) и отсутствием отрицательных Nb-Ta аномалий. Породы островных дуг (IAB), к которым относятся и курильские пробы, всегда имеют ярко выраженную отрицательную Nb-Ta аномалию (что и показано в работе автора на рис. 4.3.7) и, как правило, менее фракционированный REE-спектр. Их геохимия принципиально иная и обусловлена процессами субдукции. Сравнить их с ОИВ некорректно.

11) Утверждение, что сжатие в задуговом бассейне «должно привести к полному прекращению магматической активности» (стр. 106), является упрощением. Магматическая активность в островных дугах в первую очередь контролируется процессами флюидного плавления в мантийном клине, а не напрямую тектоническим режимом в задуговой зоне.

12) В разделе 4.2 (стр. 82) указано, что измеренный возраст рыбаковского комплекса варьирует от 20,6 до 7,32 млн лет (миоцен), но далее предполагается, что формирование могло начаться в олигоцене (31 млн лет). Это требует более четкого обоснования, так как разница в 10 млн лет значительна. Упоминаются U-Pb и K-Ar методы, но не обсуждаются возможные ограничения или погрешности. Например, K-Ar метод может давать завышенные значения для молодых пород из-за потери аргона.

Перечисленные замечания не являются критическими, скорее дискуссионными, и не влияют на значимость полученных результатов. Их следует рассматривать в качестве рекомендаций и советов по дальнейшему развитию исследований в выбранном соискателем направлении.

Подводя итог, необходимо отметить, что работа Н.С. Крикуна – это яркий пример современного междисциплинарного исследования, сочетающего фундаментальную науку с прикладными задачами. Несмотря на некоторые недочеты, применённая новаторская методология, большой объем натуральных и экспериментальных данных, а также практическая направленность, делают ее значимым вкладом в развитие наук о Земле. Диссертационная работа имеет четкую структуру и логичное повествование, сопровождается доступными для понимания графическими материалами. Достоверность и обоснованность защищаемых положений не вызывает сомнений. Представленная диссертация является законченным исследованием, выполненным на современном научно-методическом уровне и полностью соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 16.10.2024), а её автор Крикун Никита Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.1. – «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика».

Официальный оппонент:

Устинов Степан Андреевич,

кандидат геолого-минералогических наук

по специальности 25.00.11 – «Геология,

поиски и разведка твердых полезных

ископаемых, минерагения»,

заместитель директора по научной работе,

ведущий научный сотрудник лаборатории геоинформатики,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных

месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук

(ИГЕМ РАН)

E-mail: ustinov@igem.ru

Тел.: 7 (495) 230-84-16

Адрес организации: 119017, г. Москва, Старомонетный пер., 35, ИГЕМ РАН.

Я, Устинов Степан Андреевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«01» сентября 2025 г.

Устинов С.А.

