

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических
наук Крикуна Никиты Сергеевича
на тему “ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ И РУДОНОСНОСТЬ
ЮЖНОЙ ГРУППЫ ОСТРОВОВ БОЛЬШОЙ КУРИЛЬСКОЙ ГРЯДЫ (ОСТРОВА
КУНАШИР И ИТУРУП “
по специальности 1.6.1 Общая и региональная геология. Геотектоника и
геодинамика

Рецензируемый экземпляр диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений и библиографического списка. Содержит 182 страницы машинописного текста, 54 рисунка, 8 таблиц, список литературы из 204 наименований и 7 приложений на 26 страницах. Указанные параметры в точности соответствуют сведениям о структуре и объеме работы, приведенным в автореферате.

Актуальность избранной темы

Представленная работа посвящена исследованию эволюции формирования геологических структур островов Кунашир и Итуруп и связанных с ними оруденения как результата развития субдукционной зоны Курило-Камчатской островодужной системы (КОД). Комплексное исследование дизъюнктивных структур и магматизма, рассмотренное в работе, позволяет соискателю получить новые представления о взаимосвязи тектонических и магматических процессов, протекающих в пределах Большой Курильской гряды (БКГ), а также преддугового и задугового бассейнов. Изучение тектоно-магматической эволюции КОД дает возможность расширить понимание физических процессов, происходящих в зонах субдукции.

Установление закономерностей размещения полезных ископаемых в зависимости от геодинамических процессов, проявившихся на разных стадиях геологического развития Южных Курил, выявление рудоконтролирующих факторов и этапов рудогенеза играет определяющую роль при прогнозе полезных ископаемых. Это может способствовать расширению минерально-сырьевой базы региона, среди которой наибольший интерес представляют уникальное месторождение рения на вулкане Кудрявый (о. Итуруп), а также ряд объектов золото-серебряной минерализации, в том числе крупное Прасоловское золоторудное месторождение (о. Кунашир).

Степень обоснованности положений, выводов и рекомендаций

Исследование особенностей магматизма и тектонического строения южных Курильских островов реализовывало соискателем в рамках работ по созданию комплектов Государственных геологических карт (Ю.С. Желубовский (ГГК-1000/1), В.Е. Бевз, Т.П. Королева (ГГК-200/1), В.К. Ротман (ГГК-1000/2), П.Ю. Ковтунович (ГГК-200/2)). Соискателем также использованы модели развития островных систем Тихого океана, представленные в работах Г.М. Власова (1978, 1986, 1992), Ю.А. Косыгина (1976, 1984, 1985), Л.И. Красного (1973, 1978) и К.Ф. Сергеева (1976, 1980, 1987). Особенности эволюции магматизма Курильских островов заимствованы из работ Г.С. Горшкова (1958, 1967), Б.Н. Пискунова (1975), В.М. Дуничева (1974, 1983), А.В. Рыбина (1994, 1997), Ю.А. и А.Ю. Мартыновых (в конце XX – начале XXI веков). В работе использованы также новые данные, полученные в последние годы Г.П. Авдейко, Т.К. Злобиным и Н.Л. Добрецовым в исследованиях геодинамических обстановок и глубинного строения региона, а также результаты исследования строения фронтальной части дуги и фундамента, которые проведены Е.П. Леликовым, Р.Г. Кулиничем, Т.А. Емельяновой.

С учетом опубликованных данных соискателем сделан упор на изучение пространственного распределения дизъюнктивных структур, их кинематики, возраста и генезиса. Эти факторы имеют большое значение для понимания геологической эволюции региона, а также для изучения характера распределения тектонических напряжений, прогноза землетрясений и закономерностей распределения полезных ископаемых. Соискателем проведены детальные работы по изучению эволюции магматизма, роли задуговых процессов

в развитии КОД, природы продольной и поперечной геохимических зональностей южного звена БКГ.

Фактический материал для исследования отобраны в ходе полевых работ, проведенных автором в 2019 и 2020 гг. в составе Курильского отряда ФГБУ «ВСЕГЕИ». В подготовке диссертации автором использовались данные дистанционного зондирования высокого разрешения и цифровые модели рельефа, карты аномальных геофизических полей, данные о распределении современных очагов землетрясений, фондовые материалы, в т.ч. первичные данные по геологосъемочным, поисково-оценочным и разведочным работам, проведенным во второй половине XX века. При проведении исследований автором разработана методика картирования разрывных нарушений Южных Курил на основе анализа разнотипных геолого-геофизических данных и ДДЗ. Для изучения особенностей магматизма использовались лабораторно-аналитические методы исследования вещественного состава, выполненные в ЦЛ ФГБУ «ВСЕГЕИ» (85 проб методом РСФА и 33 пробы методом ICP-MS), а также собственные описания шлифов (85 шт.) и аншлифов (10 шт.).

Теоретическая и практическая значимость работы:

Результаты исследования позволили уточнить геологическое строение территории Южных Курил, были использованы при подготовке третьего издания Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 по листам K-55, L-55 и могут быть привлечены при картировании смежных листов. Разработанная методика картирования разрывных нарушений Южных Курил на основе интегрального анализа данных полевых геологических съемок, обработки и интерпретации комплекса геофизических данных и дистанционных материалов может быть использована для уточнения геологического строения других островов Курильского архипелага и современных островодужных систем. Установленная связь размещения золото-серебряного оруденения с выделенными иерархическими уровнями разрывных нарушений и магматических тел способствует повышению достоверности прогноза новых объектов и расширению минерально-сырьевой базы региона.

Апробация результатов. Основные положения диссертационной работы обсуждены на заседаниях кафедры исторической и динамической геологии Санкт-Петербургского Горного университета и совещаниях отдела региональной геологии и полезных ископаемых Дальнего Востока ФГБУ «ВСЕГЕИ» в 2019-2024 гг. Результаты исследования доложены на 4 международных и 1 российской конференциях:

VI Международная научно-практическая конференция «Современная наука и молодые учёные» (Пенза, 2021), Тектоника, глубинное строение и минерагения Востока Азии: «XI Косыгинские чтения» (Хабаровск, 2021), X Международная научная конференция молодых ученых «Молодые - Научкам о Земле» (Москва, 2022), XVIII Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» (Санкт-Петербург, 2022), VI Всероссийская тектонофизическая конференция, приуроченная к 300-летию Российской академии наук (Москва, ИФЗ РАН, 2024).

Публикации. Основные результаты по теме диссертации опубликованы в 10 печатных работах, 3 из которых в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК («Записки Горного института», 2022; «Russian Journal of Earth Science», 2024). Получено 1 свидетельство о государственной регистрации объекта интеллектуальной собственности, приравненное к публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК.

Степень достоверности результатов исследования обусловлена применением современных технологий обработки и интерпретации данных с привлечением в том числе различного программного обеспечения; использованием разнотипных данных для верификации результатов линеаментного анализа, в особенности полевых наблюдений, собственных и предшественников; представительностью и надежностью исходных материалов; детальным анализом литературных источников по исследуемой тематике, а также использованием полученных результатов при построении Государственной геологической карты.

Приведенная информация позволяет оппоненту высоко оценить качество фактического материала, на котором выполнено данное исследование, и характеризовать его как работу, отвечающую современному научному уровню.

Содержание диссертационной работы

Введение к диссертации содержит все необходимые формальные сведения. Здесь обоснована актуальность исследования, обозначены объекты, сформулированы его основные цели и задачи.

Объектами исследования выбраны острова Кунашир и Итуруп Большой Курильской гряды. Цель исследования – реконструкция тектоно-магматической эволюции с установлением закономерностей размещения золото-серебряного оруденения в связи с этапами геологического развития Южных Курил.

Задачи исследования:

1. Уточнить методику картирования разрывных нарушений на основе интегрального анализа данных геологических съемок, результатов обработки и интерпретации комплекса геофизических работ и данных дистанционного зондирования (ДДЗ);

2. Уточнить схему разрывных нарушений, обосновать их пространственные взаимоотношения, морфокинематический тип и относительный возраст заложения;

3. Выявить особенности петрохимического и микроэлементного состава магматических образований, обосновать их формационную принадлежность и геологический возраст;

4. Обосновать этапы тектоно-магматической эволюции и стадии магматизма;

5. Изучить связь со структурными элементами геологического строения и закономерности изменения состава золото-серебряного оруденения в ходе их тектоно-магматической эволюции Южных Курил.

К содержанию Введения замечаний нет.

В главе 1. **Общие сведения о геологическом строении островов Кунашир и Итуруп** приводится описание результатов предметного анализа комплексных исследований особенностей магматизма и тектонического строения Южных Курил. Отражены история геологического изучения, проблемы тектонического районирования, географическая характеристика района исследований, особенности геологического строения.

К содержанию главы 1 замечаний нет.

В главе 2. **История изучения и методика выделения разрывных нарушений островов Кунашир и Итуруп** выполнен аналитический обзор истории изучения разрывных нарушений территории, приведены существующие тектонические схемы и карты. Описана интегральная методика исследования разрывных нарушений региона и разнотипные источники геолого-геофизических данных и космических снимков.

Авторский подход [Крикун, Таловина и др., 2024; Таловина, Крикун и др., 2022] заключался в последовательной корреляции полученных схем линеаментных сетей с различными информационными слоями: результатами полевых наблюдений, собственных и предшественников; данными о распределении очагов мелко-фокусных землетрясений; тектоническими схемами; геологическими картами различного масштаба; построенными автором схемами корреляций разрезов по скважинам [Крикун, Бабенко и др., 2024]; данными по опорным геофизическим профилям.

К содержанию главы 2 замечаний нет.

В главе 3 **Типизация, кинематика и пространственно-временные соотношения разрывных нарушений островов Кунашир и Итуруп** приводится описание результатов

идентификации разрывных нарушений Южных Курил по разработанной автором методике, их классификация, признаки выделения и возможные причины формирования. По результатам проведенного интегрального анализа построены карты разрывных нарушений островов Кунашир и Итуруп. Для оценки рудоконтролирующей роли выявленных структур, на карты были вынесены объекты размещения металлических полезных ископаемых. Информация о дизъюнктивной сети акватории взята из существующих геологических карт.

В ходе построений, опираясь на элементы залегания, морфологию, время заложения и масштаб структур, в пределах островной суши и прибрежной акватории было выявлено 3 основных системы наиболее крупных разрывных нарушений.

На основании приведенных в главе результатов исследования сформулировано **первое защищаемое положение:**

«Геологическая структура островов Кунашир и Итуруп включает три системы разрывных нарушений: 1) продольные разломы первого порядка сдвига-сбросовой кинематики, проявленные в пределах Большой Курильской гряды, преддугового и задугового бассейнов, формирующие общий структурный план территории (P3-N1) и обусловленные процессами над субдуцирующей плитой; 2) поперечные разломы второго порядка, преимущественно сбросо-сдвиговой кинематики, обусловившие клавишное строение островов (N1-2); 3) радиально-кольцевые дислокации третьего порядка, приуроченные к вулканическим структурам (N-Q)».

Замечание: Формирование первой системы разрывных нарушений связывается с процессами над субдукционной плитой. Какие процессы влияли на формирование разрывных нарушений второй и третьей систем разрывных нарушений ?

В главе 4 Вулкано-плутонические комплексы островов Кунашир и Итуруп – петрография, геохимия, формационная принадлежность и этапы магматической активности описана методика исследований вулканических и плутонических образований Южных Курил. Проведен анализ петрохимического и микроэлементного составов горных пород, выделены и охарактеризованы этапы и причины тектоно-магматической эволюции территории, обоснованы стадии проявления магматизма.

На основе приведенных в главе данных сформулировано **второе защищаемое положение:**

«Тектоно-магматическая эволюция островов Кунашир и Итуруп проходила в три этапа: 1) становление стационарного режима субдукции с растяжением в задуговом бассейне, активным интрузивным магматизмом и с субаквальным вулканизмом центрального типа (P3-N2); 2) ослабление режима растяжения в задуговом бассейне с проявлением вулканизма трецинного типа (N2-Q1); 3) проявление субаэрального вулканизма центрального типа в пределах Большой Курильской гряды с затуханием интрузивного магматизма в задуговом бассейне в условиях сжатия (Q1-QH)».

Замечание: Выделяемые три этапа тектоно-магматической эволюции как соотносятся с выделяемыми тремя системами разрывных нарушений ?

В главе 5 Металлические полезные ископаемые островов Кунашир и Итуруп. Их виды, связь с элементами структурно-геологического строения и закономерности изменения состава в ходе тектоно-магматической эволюции отражено исследование закономерностей изменения состава золото-серебряного оруденения в ходе тектоно-магматической эволюции и связи со структурными элементами геологического строения. Охарактеризованы важнейшие рудоконтролирующие факторы и этапы рудогенеза.

На основе приведенных в главе данных сформулировано **третье защищаемое положение:**

«Разломы первого порядка контролируют размещение интрузивных тел прасоловского и

рыбаковского комплексов, в то время как разломы второго порядка контролируют субвулканические тела камуйского комплекса, к контактовым зонам данных магматических образований приурочены основные проявления золото-серебряных руд, сформировавшихся на первом этапе тектоно-магматической эволюции на территории островов Кунашир и Итуруп».

Замечание: В тексте и в защищаемом положении не полностью раскрыта связь магматизма и оруденения с тектоно-магматической эволюцией.

В главе 6 Реконструкция тектоно-магматической эволюции островов Кунашир и Итуруп и этапов рудообразования приведено обобщение результатов по особенностям дизъюнктивной сети региона, магматизма и закономерностям распределения и формирования металлических полезных ископаемых. В сочетании с комплексированием данных предшественников приводится детальная реконструкция тектоно-магматической эволюции островов Кунашир и Итуруп и этапов рудообразования с подробным описанием каждого этапа и моделированием геодинамических условий магматизма территории в ходе ее эволюции. Установлено 3 этапа тектоно-магматической эволюции Южных Курил, в которых можно выделить стадии вулканизма/магматизма. Оруденение сопровождало заложение вулcano-плутонических ассоциаций в ходе каждой стадии на последних постмагматических фазах,

Первый этап: ранний олигоцен (?) – поздний плиоцен P3-N2

Первая стадия: ранний олигоцен (?) – ранний плиоцен (~31 млн. лет ~ 5 млн. лет)

Характеризуется проявлением активного интрузивного магматизма, преимущественно среднего и кислого составов. При этом предполагается, что внедрение интрузий осуществлялось по продольным разломам. С данной стадией связано формирование на последних постмагматических фазах золото-серебряной, полисульфидной и медно-полиметаллической минерализаций в северной части о. Итуруп, приуроченной к субвулканическим фациям рыбаковского комплекса.

Вторая стадия: ранний плиоцен – поздний плиоцен (5 млн. лет ~ 3 млн. лет)

Связана с воздыманием КОД во второй половине неогена (~5 млн. лет). Плиоцен сопровождается кислым магматизмом. Вероятно, в это же время происходит подновление поперечных разломов второго порядка, разбивающих острова на систему блоков: прогибов и поднятий. Кроме того, поперечные дислокации контролируют размещение субвулканических тел камуйского комплекса в центральных частях островов. С данными образованиями связана основная часть рудной минерализации на о. Итуруп (руч. Дольный, Жильное, Перевальное). На о. Кунашир предполагается, что к малым телам камуйского комплекса приурочены объекты Прасоловского рудного поля (проявления Безымянное, Валентиновское, Аметистовое, Докучаевское, Прасоловское месторождение и др.). В первую очередь это связано с повсеместной гидротермальной переработкой пород и заметным усилением преобразований (аргиллизацией и окварцеванием) интрузивных тел прасоловского комплекса на контакте с субвулканическими образованиями камуйского комплекса.

Второй этап: поздний плиоцен – ранний плейстоцен (гелазский ярус) N2-Q1

Третья стадия: поздний плиоцен – ранний плейстоцен (гелазский ярус) (3 млн. лет ~ 2 млн. лет)

Этап сопровождался проявлением андезибазальтового вулканизма, с нетипичным для островодужных систем трещинным характером излияний, и магматизма. С завершающими стадиями этого этапа необходимо связывать интенсивные гидротермально-метасоматические изменения (формирование аргиллизитов и вторичных кварцитов), несущие рудную минерализацию на Охотоморском побережье о. Кунашир (Скрытый, Спиридоновский и др.).

Третий этап: гелазский ярус – голоцен Q1-QH

Четвертая стадия: ранний плейстоцен – средний плейстоцен (2 млн. лет – 700 тыс. лет)

В пределах островов Кунашир и Итуруп третий этап обуславливается переходом от средне-основного трещинного вулканизма к вулканизму центрального типа. Вследствие продолжения проявления блоковой тектоники по разломам второго порядка в некоторых блоках (Парусный, Менделеевский, Головинский) происходит смена субазальной обстановки на субаквальную с

резким возрастанием активности кислого вулканизма и формированием отложений подводных пемзовых пирокластических потоков головнинской свиты.

Пятая стадия: средний плейстоцен – голоцен (700 тыс. лет – наст время)

Активно проявляется андезибазальтовый вулканизм. С ним связано заложение разломов третьего порядка. В позднем плейстоцене (~ 50 тыс. лет назад) произошло затухание эффузивного вулканизма и усиление эксплозивной деятельности. Отмечаются катастрофические извержения с образованием кальдер (Головнинская, Львиная Пасть, Медвежья и др). Вулканизм продолжается до сих пор и характеризуется широким проявлением гидротермально-метасоматических процессов, связанных с неостывшими вулканическими очагами и камерами. В ходе данных процессов происходит формирование серной (месторождение Новое), редкометалльной (влк. Кудрявый) и золото-серебряной (влк. Головнина) минерализаций.

Замечание: Данная глава является обобщающей и представленная в ней информация заслуживает отдельного защищаемого положения. Она хорошо дополняет и полностью раскрывает третье защищаемое положение.

В **Заключение** диссертации указывается, что работа предлагает новое решение актуальной научной задачи — реконструкции тектоно-магматической эволюции южной группы островов Большой Курильской гряды. Подготовленная методика изучения структурно-геологических особенностей островов Кунашир и Итуруп может быть распространена на другие острова Большой Курильской гряды. Полученные в ходе исследования результаты позволили уточнить геологическое строение островов Кунашир и Итуруп, в том числе: особенности дизъюнктивной сети; литолого-стратиграфический разрез; геологические границы и формационную принадлежность магматических подразделений, их химический состав, включая редкие и редкоземельные элементы. Выявленные закономерности размещения полезных ископаемых, выделенные рудоконтролирующие факторы (магматический и тектонический) являются основой при прогнозе новых объектов. Соискатель отмечает, что знания тектоно-магматической эволюции южного звена Большой Курильской гряды на примере островов Кунашир и Итуруп позволяют по-новому взглянуть на историю развития всей островной дуги и в качестве наиболее значимых факторов определить процессы, протекающие в задуговом бассейне. Однако причина таких глобальных тектонических перестроек остается вопросом дискуссионным и требует дальнейшего изучения.

Заключение рецензента

Диссертационная работа Н.С. Крикуна является завершенным фундаментальным научным исследованием на актуальную тему, выполнена на высоком научном уровне. Автореферат полностью отражает содержание работы, суть исследования и отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Все выводы и рекомендации автора в целом обоснованы, частично являются дискуссионными. При анализе диссертации Н.С. Крикуна признаков плагиата не обнаружено. В диссертации все цитирования и научные заимствования сопровождаются корректными и адекватными ссылками на первоисточники данных и научных идей.

Полученные результаты предлагают новое решение актуальной научной задачи — реконструкции тектоно-магматической эволюции южной группы островов Большой Курильской гряды. Полученные в ходе исследования результаты позволили уточнить геологическое строение островов Кунашир и Итуруп, в том числе: особенности дизъюнктивной сети; литолого-стратиграфический разрез; геологические границы магматических подразделений; формационную принадлежность богатырского комплекса; химический состав, включая редкие и редкоземельные элементы, горных пород, формирующих острова. Выявленные закономерности размещения полезных ископаемых и рудоконтролирующие факторы (магматический и тектонический) являются основой в прогнозе новых объектов на островах Большой Курильской гряды.

Диссертационная работа Н.С. Крикуна по актуальности, новизне, достоверности положений и выводов, личному вкладу и практическому значению, полностью удовлетворяет требованиям и критериям, установленным ВАК Минобрнауки Российской Федерации для докторских диссертаций «Положением о порядке присуждения ученых степеней», и «Положением о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук».

Таким образом, соискатель Крикун Никита Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности **1.6.1 Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика.**

Официальный оппонент
заведующий лабораторией
геодинамики и магматизма,
ФГБУН Институт геологии и минералогии
им. В.С.Соболева Сибирского отделения РАН,
главный научный сотрудник,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор
Буслов Михаил Михайлович

«8» сентября 2025 г.

Контактные данные:

тел.: 7(383)3332792, e-mail: buslov@igm.nsc.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

25.00.03. Геотектоника и геодинамика.

Адрес места работы:

630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3

Федеральное государственное бюджетное учреждение

науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева
Сибирского отделения Российской академии наук

Тел.: 7(383)3332600, e-mail: office@igm.nsc.ru

