

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора геолого-минералогических наук, профессора по кафедре литологии и морской геологии Супруненко Олега Ивановича на диссертацию Крикуна Никиты Сергеевича на тему «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.

Актуальность выполненной Крикуном Н.С. работы определяется, на мой взгляд, следующими обстоятельствами: 1) исследуемый район входит в состав уникальной геологической структуры - Курило-Камчатской островной дуги, изучение которой позволяет ответить на существенные вопросы строения и эволюции Земли в целом; 2) выявление закономерностей размещения полезных ископаемых в связи с этапами геологического развития Южных Курил создаёт основу прогнозирования перспективных объектов и расширения минерально-сырьевой базы важного пограничного региона Российской Федерации; 3) разработанный соискателем комплексный подход, основанный на широком использовании дистанционных методов, расширяет возможности изучения других подобных регионов, прежде всего, в отношении их разломной тектоники.

Ознакомление с содержанием диссертации показывает, что её основу составляют результаты выполненного Н.С. Крикуном комплексного изучения разрывных нарушений, дополненные характеристикой магматических образований Южных Курил (геохимический анализ содержания макро- и микроэлементов в породах, их петрографическое изучение) и полевыми наблюдениями в течение сезонов 2019 и 2020 гг. Главным и новым здесь является разработанная автором методика интегрального анализа дизъюнктивной тектоники сейсмически активных зон, включающего картографический анализ, промежуточную обработку и интерпретацию различных картографических основ (геологические карты масштаба 1:1 000 000, тектонические и неотектонические схемы, карты потенциальных полей масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000), предварительно обработанных материалов дистанционного зондирования Sentinel - 1, 2 с помощью пакетов географических информационных систем Arc GIS, данные распределения очагов землетрясений и др. Основным интерпретационным элементом при дешифрировании космических снимков и линеаментного анализа аномальных геофизических полей является линеамент - «... спрямленные системно-упорядоченные элементы космических снимков и полей, отвечающие особенностям рельефа земной поверхности и физическим неоднородностям глубинных недр - элементам пликативных дислокаций (складки и

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-687 от 17.11.22
АУУС

поднятия), границам между геологическими подразделениями, зонам разрывных нарушений, зонам повышенной трещиноватости и т.п.» (с. 37). Использование при анализе, наряду с космическими снимками и геофизическими полями, геологических материалов, прежде всего, полевых наблюдений, позволяет сделать обоснованный выбор варианта интерпретации космоснимков и геофизических полей. Для решения этой задачи диссертант совершил более 120 пог. км геологических маршрутов (80 км - в масштабе 1:200 000, 40 км - в масштабе 1:50 000), в ходе которых, наряду с опробованием разрезов, фиксировались как прямые признаки разрывных нарушений (сети трещиноватости, зоны брекчирования и катаклаза и др.), так и косвенные (геоморфологические, гидрогеологические и др.). При этом, как подчеркивает соискатель, для определения элементов залегания и морфологии разрывных нарушений особый упор делался на изучение зеркал скольжения, трещин скальвания и отрыва.

Полученные результаты позволили достаточно надёжно обосновать схему разрывных нарушений островов Итуруп и Кунашир, выполнить классификацию разломов, определив их иерархию и время формирования, и уже на этой основе представить трёхэтапную схему эволюции изучаемого региона и доказательства связи металлических полезных ископаемых с субвулканическими и интрузивными телами в зонах выявленных разломов.

Сам соискатель главные выводы своего исследования формулирует в виде следующих защищаемых положений:

1. На южных островах Большой Курильской гряды выделено три системы разрывных нарушений: 1) продольные глубинные разломы первого порядка сдвигово-бросовой кинематики, связанные с заложением зоны субдукции ($N_1?$); 2) поперечные крутопадающие разломы второго порядка преимущественно сбросовой кинематики, обусловившие клавишное строение островов (N_2); 3) разнонаправленные, преимущественно радиально-кольцевые разломы третьего порядка, приуроченные к центрам развития современного и палеовулканализма ($N-Q$).

2. Тектоно-магматическая эволюция островов южного звена Большой Курильской гряды происходила в три этапа: 1) становление стационарного режима субдукции с субаквальным вулканализмом центрального типа и активным интрузивным магматизмом (N_1 - N_2); 2) смена режима растяжения на сжатие в задуговом бассейне с вулканализмом трещинного типа (N_2 - Q_1); 3) установление режима сжатия в задуговом бассейне с переходом к субаэральному вулканализму центрального типа и затуханием магматизма (Q_1 - Q_H).

3. Основные проявления металлических полезных ископаемых Большой Курильской гряды сформировались на первом этапе эволюции, приурочены к зонам пересечения разломов второго и третьего порядков и связаны с субвулканическими и интрузивными телами поздненеогенового возраста, распределение которых контролируется вышеупомянутыми дислокациями.

Рассмотрим эти положения последовательно.

Обоснованию первого защищаемого положения посвящены две главы диссертации Н.С. Крикуна - глава 2 «История изучения и методика выделения разрывных нарушений Южных Курил» (с.28-35) и глава 3 «Типизация, кинематика и пространственно-временное соотношение разрывных нарушений Южных Курил» (с.46-60). Как важную часть работы Н.С. Крикун отмечает построение схемы линеаментных сетей островов Кунашир и Итуруп для уточнения положения зон деструкции верхней части земной коры. На этом этапе в ручном режиме была выполнена фильтрация выявленных структур наложением схем дешифрирования различных космоснимков и отбраковка части структурных единиц. Минимальная длина выявленных линеаментов 200 м. Затем было произведено ранжирование линеаментов, исходя из их длины и контрастности проявления на космоснимках, на 3 группы (ранга). Всего на островах Итуруп и Кунашир с применением разработанной соискателем методики было выявлено и подтверждено 2855 и 1167 линеаментов соответственно. Доминирующим простиранием зон деструкции на южных Курилах является восток-северо-восточное.

Построение схемы плотностного распределения линеаментов островов Итуруп и Кунашир позволило установить, что зонам повышенной трещиноватости земной коры (= наибольшей концентрации линеаментов) соответствуют действующие вулканические постройки, а также участки проявления эксплозивного неоплейстоценового вулканизма. При нанесении на схему объектов размещения полезных ископаемых выявились очевидная приуроченность их к зонам повышенной концентрации и пересечений линеаментов.

В итоге сопоставления линеаментных схем, прежде всего, с полевыми материалами и другими информационными слоями (геологические карты, тектонические схемы, анализ современных тектонических подвижек и др.) была построена схема тектонических нарушений Итурупа и Кунашира, на которую также были нанесены месторождение золота, пункты минерализации и рудопроявления серебра, цветных металлов, золота и рения, а также действующие и потухшие вулканы (рис. 3.1.3).

Анализ распределения фокальных механизмов очагов землетрясений показал, что, наряду с широким проявлением взбросовых подвижек, часто встречаются сбросы и

нарушения со сложной кинематикой. Этот факт позволяет сделать вывод об общей обстановке сжатия в регионе, что, в частности, отчётливо проявляется по гипоцентрам малоглубинных землетрясений в Курильской котловине.

В итоге анализа схемы разрывных нарушений, с учётом их простирания, времени заложения и масштаба, соискатель обоснованно выделяет три системы тектонических нарушений: первого порядка (преимущественно продольные относительно простирания островной дуги), второго порядка (преимущественно поперечные относительно простирания дуги) и третьего порядка (разнонаправленные).

Разломы первого порядка – наиболее глубинные и протяженные в регионе, со сложной сбросовой, реже сдвигово-сбросовой кинематикой. Несмотря на то, что они зачастую перекрыты позднеоген-четвертичными отложениями (и поэтому слабо проявлены на космоснимках), эти разломы надёжно фиксируются в аномальных геофизических полях. В качестве примеров разломов первого порядка Н.С. Крикун приводит Центрально-Кунаширский сброс и З нарушения на острове Итуруп, в том числе Рубчиковский сброс. Важно отметить, что хотя Рубчиковский и Центрально-Кунаширский сбросы были известны ранее, диссертант сумел установить их взаимоотношение со структурами второго порядка, уточнить их морфологию и масштаб. Предполагается ключевая роль разрывных нарушений первого порядка при распределении интрузивных тел на Курильских островах. Вероятное время заложения разломов первого порядка – граница палеогена и неогена.

Разломы второго порядка имеют преимущественно поперечное северо-западное простижение и сбросовую, сдвигово-сбросовую, реже взбросовую кинематику. Они надёжно проявлены в рельфе глубокими У-образными долинами рек, в бортах которых фиксируются зоны брекчирования, повышенной трещиноватости, катаклаза, гидротермальной изменённости пород. К этим разломам часто приурочены выходы термальных источников, свидетельствующие о их современной активности, а также субвулканические тела плиоценового возраста. Такого рода глубинные долгоживущие разломы являются подводящими каналами для металлоносных растворов, формирующих рудную минерализацию. Они моложе разломов первого порядка, так как смещают их, определяя клавишную структуру островов. Соискателю удалось уточнить местоположение ряда разломов, в том числе на наименее изученном и труднодоступном Медвежьем полуострове и, напротив, не было подтверждено наличие нескольких ранее выделявшихся разломов.

Разломы третьего порядка наименее глубинные и протяженные, связанные, прежде всего, с центрами современного и палеовулканизма. Выражены в рельефе по гидросети, уступам, многочисленным водопадам.

Разломы третьего порядка имеют кольцевую и линейную форму, у одиночных вулканов развиты серии радиально-кольцевых разломов. Среди кольцевых форм преобладают кальдеры. Разломы третьего порядка служат подводящими каналами для термальных источников и парогидротерм, деятельность которых в ряде случаев сопровождается отложением самородной серы.

По моему мнению, изложенное позволяет сделать вывод о том, что первое защищаемое положение является достаточно обоснованным, имеет практическую и научную новизну и значимость в познании геологического строения уникального региона России.

Второе защищаемое положение, утверждающее трёхэтапность тектономагматической эволюции островов южного звена Большой Курильской гряды, обосновывается в главе 4 «Вулкано-плутонические комплексы Южных Курил - петрография, геохимия, формационная принадлежность и этапы магматической активности» (с. 61-90) и частично в главе 6 «Реконструкция тектономагматической эволюции Южных Курил и этапов рудообразования» (с. 107-110).

В вводной части главы 4 указано, что при изучении магматических образований региона были применены: петрографическое описание (предварительное петрографическое изучение 85 шлифов с целью отбора типовых шлифов для отдельных групп пород и полное оптико-микроскопическое изучение и детальное описание 30 шлифов); рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (РСФА) 85 образцов горных пород, отобранных в ходе полевых работ; масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (метод ICP-MS) 33 образцов из числа отобранных в полевые сезоны. По результатам изучения Н.С. Крикун приводит достаточно детальные описания фрегатского и богатырского андезибазальтовых, рыбаковского андезитового и камуйского, роковского, головининского дацитовых вулканических комплексов, а также интрузивных образований прасоловского плагиогранит-диоритового комплекса. При этом подчеркивается, что «По отобранным автором образцам получены принципиально новые данные об абсолютном возрасте субвулканических образований, позволяющие детализировать историю геологического развития региона» (с. 89).

Приведенные в главе 4 материалы убеждают в обоснованности выделения трёх этапов тектономагматической эволюции Южных Курил. При этом в первом и третьем этапе выделяется по две стадии. Каждой стадии соответствует свой вулканический

комплекс, а первой и пятой стадиям - по два вулканических комплекса. С началом активного вулканизма и формирования Большой Курильской гряды, по-видимому, связано и начало формирования Курильской котловины, в которой во время первого этапа происходил подъём астеносферной мантии. К концу первого этапа отмечается смена состава вулканизма на более кислый, что находит отражение в формировании камуйского дацитового комплекса. Второй этап связан со сменой режима задугового бассейна с растяжения на сжатие, подъёмом островов Большой Курильской гряды до уровня моря и проявлением нетипичного для островных дуг вулканизма с трещинными излияниями. На современном третьем этапе развития Большой Курильской гряды происходит сжатие задугового бассейна с постепенным затуханием в нём магматической активности.

Уточнение и детализация геологической истории Южных Курил - важное достижение соискателя, имеющее очевидную научную значимость и новизну.

Третье защищаемое положение, посвященное связи проявлений металлических полезных ископаемых с установленной Н.С. Крикуном системой разломов, обосновано в главе 5 «Закономерности распределения металлических полезных ископаемых - виды, связь с элементами структурно-геологического строения и магматизмом» (с. 91-106) и уже фактически как вывод изложено в заключительной вышеупомянутой главе 6. Изложив все доступные фактические материалы по металлическим полезным ископаемым Кунашира и Итурупа, соискатель в качестве важнейших рудоконтролирующих факторов выделяет: тектонический, магматический, литолого-стратиграфические и, в меньшей степени геоморфологический (с. 100).

Главную роль в размещении рудных зон и рудных тел играет тектонический фактор. К глубинным разломам приурочены вулканические аппараты с активной фумарольной деятельностью и сероотложением. Глубинные долгоживущие разломы служат подводящими каналами для металлоносных растворов, которые разгружаются в виде термальных источников и парогидротерм, несущих с собой минерализацию цветных, редких и благородных металлов. Помимо разрывных нарушений, рудопроявления приурочены к субвулканическим телам дацитов и андезидацитов долгоживущих вулканотектонических структур.

Вулканические образования Курил играют рудоматеринскую роль для меди, цинка, золота, серебра и др. Вулканические и магматические образования служат также рудовмещающей средой при наложенных рудоносных процессах.

Литолого-стратиграфические и геоморфологический факторы являются определяющими в формировании россыпных месторождений ильменит-магнетита. В локализации оруденения главную роль играют разрывные нарушения преимущественно

северо-западного и северо-восточного простирания, «... контролирующие размещение зон гидротермально-метасоматических образований, с которыми ассоциируют все (подчеркнуто мною - О.С.) известные на площади объекты полезных ископаемых» (с. 105).

Н.С. Крикун выделяет три основных этапа рудообразования: миоцен-плиоценовый, плейстоценовый и голоценовый. Для миоцен-плиоценового этапа характерна высокая продуктивность и формирование основной части объектов полезных ископаемых. Именно в этот этап произошло внедрение интрузивных тел прасоловского plutonического комплекса, формирование рыбаковского андезитового и камуйского дацитового вулканических комплексов. С двумя последними комплексами связано формирование объектов медной, полиметаллической и золото-серебряной минерализации.

В плейстоценовый этап сформировался богатырский андезибазальтовый вулканический комплекс, с которым связаны залежи самородной серы. В этот же этап формировались головниковский и роковской дацитовые вулканические комплексы, пемзовые образования которых являются поставщиками ильменит-магнетитовых россыпей.

Определяющая черта голоценового этапа - действующие вулканы, активность которых определяет интенсивную гидротермальную, фумарольную и сольфатарную деятельность. На сольфатарных полях присутствуют выходы металлоносных газоконденсатов и термальных источников, а к выходам фумарол и сольфатар приурочены отложения самородной серы. С этим этапом связано также формирование аллювиально-морских россыпных месторождений и проявлений ильменит-магнетитовых песков.

В заключительной главе 6 соискатель приводит реконструкцию тектономагматической эволюции региона и этапов рудообразования. Научная новизна и особенно практическое значение выводов Н.С. Крикуна по третьему защищаемому положению представляются очевидными. Важно, что они подтверждены натурными наблюдениями в полевых сезонах 2019 и 2020 гг.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в трёх статьях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. Особо следует отметить «Свидетельство о регистрации базы данных №2021621179. База линнеаментов о. Итуруп».

В целом, оцениваемая работа производит хорошее впечатление продуманностью защищаемых положений, их убедительной обоснованностью литературными, фондовыми

и полевыми материалами собственных наблюдений, научной новизной ряда выводов и нацеленностью на практический результат. Работа написана хорошим языком.

Принципиальных замечаний работа не вызывает.

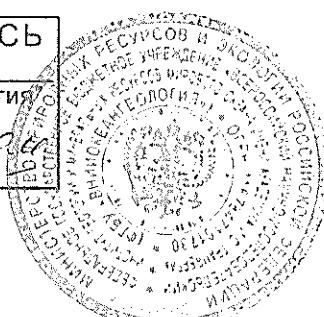
Диссертация «Тектоно-магматическая эволюция и рудоносность южной группы островов Большой Курильской гряды (острова Кунашир и Итуруп)», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.1 - Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении учёных степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утверждённого приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 №953 адм», 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
 научный консультант отдела
 мониторинга недропользования и
 геологоразведочных работ на нефть и
 газ ФГБУ «ВНИИОкеангеология»,
 доктор геолого-минералогических наук,
 профессор по кафедре литологии и
 морской геологии
 тел: 8(921)948-10-44
 E-mail: onaimo@centurion.vnii.ocean.ru

Супруненко
 Олег Иванович

17 ноября 2022 г.

СОБСТВЕННОРУЧНАЯ ПОДПИСЬ	
<i>Супруненко О.И.</i>	
по месту работы в ФГБУ "ВНИИОкеангеология"	
удостоверяется	
Секретарь-референт	<i>Чиркина Е.А.</i>
"17" ноября 2022 г. <i>Е.А. Чиркина</i>	



Подпись Супруненко Олега Ивановича заверяю.

190121 Санкт-Петербург
 Английский проспект, д. 1,
 Федеральное государственное бюджетное учреждение
 «Всероссийский научно-исследовательский институт
 геологии и минеральных ресурсов Мирового океана
 имени академика И.С. Грамберга»