

В диссертационный совет ГУ 2022.12  
при ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский  
горный университет

**Отзыв официального оппонента, к.г.-м.н. Матушкина Николая Юрьевича на  
диссертацию Никиты Сергеевича Крикунова 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.**

Комплексный подход в научном исследовании любой труднодоступной и малоизученной территории на сегодняшний день является не только обязательным, но и неизбежным. Объединение детальной геолого-структурной съемки с современными, качественными аналитическими изотопно-geoхимическими данными, данными дистанционного зондирования и геофизических исследований позволяют даже для удаленных регионов достоверно установить геологическое строение объекта исследования, геодинамические обстановки формирования структурно-вещественных комплексов и историю формирования. Курило-Камчатская зона субдукции, несомненно, относится к таким интереснейшим объектам исследования. Научный интерес дополняется практическим фактором – территория является перспективной на металлические и другие полезные ископаемые. Отдельной острой проблемой для объектов, изучение которых начиналось в середине прошлого века, является то, что большинство геологических карт и многие научные работы реализовывались в рамках устаревшей геосинклинальной концепции. Это придает новый стимул к подробному исследованию современной Курило-Камчатской вулканической дуги с позиций тектоники литосферных плит. Именно эти актуальные вопросы затрагивает представленная к защите диссертация Н.С. Крикунова, посвященная реконструкции этапов формирования Курило-Камчатской островной дуги на примере островов Кунашир и Итуруп.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений и библиографического списка. Работа содержит 148 страниц машинописного текста, в том числе 47 рисунков, 6 таблиц, список литературы и 4 приложения на 22 страницах. При таком умеренном объеме, в работе сконцентрировано весьма внушительное количество данных, а широта подхода автора впечатляет. В работе обобщена информация из множества геологических карт и фондовых материалов, карт геофизических полей, личные данные по двум полевым сезонам, в том числе геолого-структурные наблюдения и результаты аналитических петро- и геохимических исследований по десяткам проб, изотопно-геохронологические данные, а также комплексный линеаментный анализ на большую территорию исследования, выполненный по специальной методике. Результаты исследования уже используются в подготовке государственной геологической карты. Разработанная автором методика интегрального анализа дизьюнктивной тектоники применима к другим современным субдукционным системам. Выявленные закономерности размещения полезных ископаемых имеют прямое практическое применение. Перечисленные преимущества полностью обеспечивают научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, а также отражают значительный личный вклад автора.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9- 690 от 21.11.22  
АУ УС

Из технических замечаний отмечу, что в тексте имеются опечатки и стилистически неудачные формулировки. Подписи к рисункам и таблицы сливаются с последующим основным текстом.

Автор отмечает, что профессиональное исследование Курильских островов началось с середины XX века. Возможно поэтому в списке литературы из 148 наименований только около 13% – статьи в международных журналах, а четверть от всех литературных источников – относительно недавние публикации последних 10 лет. Остальные, как правило, относятся к прошлому веку. Очевидно, что работы предшественников, особенно карты и фондовые материалы, не могли остаться без внимания докторанта. Однако, вполне возможно, что литературный обзор мог быть более полным.

Строение работы напоминает объяснительную записку к геологической карте, однако каждая глава сфокусирована на цели и задачах исследования и имеет свою специфику, поэтому такое подразделение текста представляется логически обоснованным. Каждая глава снабжена подразделом с выводами, что, конечно, полезно. Однако, следует заметить, что чаще всего эти разделы содержат краткую аннотацию к главе, в которой собственно вывод приходится выискивать.

Введение содержит все необходимые для докториальных подразделы. Критические замечания здесь относятся в основном к стилю – формулировки задач, научной новизны, значимости могли бы быть более аккуратными. Бросается в глаза использование автором терминов из устаревших концепций: «альпийский тектогенез» и «глубинные разломы». Корякско-Камчатская зона субдукции не имеет отношения к альпийскому складчатому поясу, и использовать этот термин даже иносказательно как ссылку к возрасту процессов, на мой взгляд нежелательно. Продольные разломы первого порядка, о которых идет речь в докториале, не соответствуют смыслу термина «глубинный разлом» из геосинклинальной гипотезы. Поскольку этому термину полностью могут соответствовать разве что такие объекты как тектонические швы, его также следует избегать.

Глава 1 содержит два раздела. Первый раздел последовательно описывает историю изучения района. Приведено множество примеров, не остается сомнений, что автором охвачена существенная часть основных научных и картографических работ. К сожалению, во многих случаях делается простое упоминание работ и не указано, каких именно результатов/выводов добились предшественники. Отсутствие такого чуть более глубокого сравнительного анализа не позволяет при чтении полностью получить представление о состоянии изученности региона, хотя автор, вероятно, этой информацией обладает. Второй раздел вводит основные понятия и термины, а также краткое описание стратифицированных образований, проявленных на изученных островах. Автором постулируется, что концепция тектоники литосферных плит имеет недостатки и недоработки, а также термины, которые различными авторами понимаются по-разному. Безусловно, какие-то спорные вопросы есть, но в понимании термина «островная дуга» вряд ли есть серьезные разногласия у геологов, которые работают с позиций неомобилизма. Автор приводит определение островной дуги из словаря-справочника Ч.Б. Борукаева [1997], хотя ссылается на более поздний Тектонический кодекс. Однако дальнейшее рассуждение о разногласиях касается не самого термина, а проблем районирования и понимания структуры самой Курило-Камчатской дуги, в субдукционной природе которой сомнений ни у кого нет. Автор также затрагивает дискуссию о тектонических границах

между Евразийской, Охотоморской, Северо-Американской и Тихоокеанской плитами (которая также не относится к фундаментальным проблемам тектоники плит); при этом, диссертационная работа и выводы в ней в конечном итоге не имеют к этим вопросам отношения. Понятно желание автора показать региональную тектоническую позицию объекта исследования, однако в настоящем состоянии первая часть раздела 1.2 (термины и понятия) представляется не до конца проработанной.

Глава 2 содержит подробное описание методики комплексной обработки данных дистанционного зондирования, геофизических сведений, геологических наблюдений. Разработка и применение этой методики являются чрезвычайно важным достижением и главным прикладным результатом диссертационной работы. Особенно ценным является то, что дешифрирование линеаментов повсеместно верифицировалось геологическими данными, которым отдавался приоритет. Глава написана доходчиво, подробно и фактически представляет собой отдельную публикацию. В качестве критических замечаний отмечу что, как и в предыдущей главе, исторический обзор эволюции представлений о разломах островов Кунашир и Итуруп было бы нeliшним дополнить анализом обработанного обширного материала. После прочтения сразу возникают вопросы. Можно ли сделать какие-то выводы о порядках и закономерностях разрывных нарушений уже на анализе опубликованных материалов? Почему требуется именно дополнять это данными ГИС и ДЗ? Все ли работы предшественников были бесполезны? Очевидно, что взгляды менялись в течение 70 лет, но хотелось бы увидеть конкретный вывод.

В этом разделе впервые упоминаются опорные геофизические профили «2-ДВ-М» и «1 Ом». Утверждается, что они весьма информативны, однако они нигде в работе не представлены, неясным осталось их положение.

В главе 3 приводятся основные результаты по типизации разрывных нарушений изученного региона, полученные с помощью разработанной методики. Эта часть текста хорошо написана, структурирована и иллюстрирована. Данные новые результаты, несомненно, особенно ценные при подготовке геологических и тектонических карт, а также закладывают основу для характеристики тектонического контроля размещения рудной минерализации. Не ставя под сомнение эти результаты следует обратить внимание на некоторые нестыковки в интерпретации. Возникает вопрос, что автор понимает под «глубинностью». В тексте снова встречаются «глубинные разломы», которые отождествляются с продольными разломами первого порядка. Но также встречается «тектоническая трещиноватость, которая может распространяться на большие глубины», а также «растворы глубокой циркуляции» (в главе 6 также встречается термин «глубинные осадки»). При этом, в выводах с одной стороны утверждается (и демонстрируется на рисунке 3.1.3), что металлические рудопроявления и основная масса термальных источников приурочены в принципе ко всем зонам разломов. В следующем абзаце эти процессы увязываются только с «глубинными долгоживущими разломами». Имеется некоторая недосказанность относительно генезиса выделенных разломов. Утверждается, что разломы 1 порядка вероятно сформировались «на самых ранних этапах развития территории». Как понимать эту формулировку? Ещё до существования островной дуги? Происхождение разломов второго порядка также не рассматривается, и эти вопросы также возникают при прочтении шестой главы.

Глава 4 посвящена описанию результатов петро- и геохимической классификации исследованных магматических пород. Следует приветствовать наличие раздела с описанием методики аналитических исследований, хотя было бы лучше точно описать личный вклад автора в эти исследования. Автор применяет современные методы и международные стандарты в аналитических работах. Для каждого магматического комплекса надо достаточное описание, дополненное ссылками на неопубликованные изотопно-геохронологические  $U-Pb$  данные. Достаточно достоверное установление возраста комплексов позволяет делать интересные выводы об эволюции магматизма островной дуги на о. Кунашир и Итуруп. Эта глава также может рассматриваться как отдельное петро-геохимическое исследование.

Однако, в таком жанре исследований чрезвычайно важно очень аккуратно представлять полученные данные, особенно в том, что касается различных диаграмм, а также их интерпретации. Автором выделено 7 магматических комплексов, возраст которых варьирует от 20 млн лет до настоящего времени. В этом контексте утверждение о том, что породы Южных островов в целом составляют непрерывный ряд от базальтов до риолитов может трактоваться эволюция состава от основного к кислому с возрастом, хотя легко убедиться, что это не так, взглянув на табл. 4.2.1, TAS-диаграмму и диаграмму Харкера. Несколько раз упоминается поперечная геохимическая зональность. Однако, не везде понятно, ведется ли речь о зональности для одного или нескольких близких по возрасту комплексов или для всех семи комплексов. Если автор хочет сказать, что вся Курило-Камчатская дуга проявляет эту зональность, то не должен ли состав (содержание калия и других некогерентных элементов) меняться закономерно от древних к молодым комплексам? На AFM диаграмме видно, что ни один из комплексов не проявляет исключительно толеитовых характеристик, и что закономерного изменения состава с возрастом не происходило. Прасоловский, Камуйский, Головинский и Роковский комплекс либо полностью, либо преимущественно известково-щелочные. Рыбаковский, Фрегатский и Богатырский комплексы имеют характеристики как толеитовой, так и известково-щелочной серии. Если же речь идет об изменении состава в пределах одного комплекса от фронтальной к тыловой части дуги, то здесь тоже возникают нестыковки. Если предположить, что северо-западный склон островов – тыловая часть дуги, а юго-восточный – фронтальная, то судя по рис. 4.3.3. и 4.3.4., породы Прасоловского комплекса отбирались только в тыловой части. Однако, точки этого комплекса попадают и в низкокалиевую и в известково-щелочную серию. То же самое можно предположить для головинского комплекса.

В конце главы 4 приводится ссылка на источник [Kaiho, 1994] в контексте достижения Курильской островной дугой «стационарного режима субдукции». Однако, эта статья посвящена только формированию океанической коры, а не субдукции. Существенный вопрос возникает к предложению «Согласно этим оценкам, островные дуги и активные зоны андийского типа вокруг Тихого океана обнаруживают три максимума проявления вулканизма: 30 (олигоцен), 15 (ранний миоцен) и 0–2 (квартер) млн. лет». Это очень странное обобщение, учитывая: (1) это разные зоны субдукции, которые развивались в разное время и по разным причинам и (2) возраст Тихого океана, который уже закрывался еще во время существования Пангеи как минимум.

В главе 5 описываются закономерности распределения металлических полезных ископаемых и рудоконтролирующие факторы. К этой главе принципиальных вопросов не имеется.

Глава 6 посвящена объединению всех полученных новых сведений и формулировке модели тектоно-магматической эволюции и этапов рудообразования на островах Южных Курил. Фактически, глава является развернутым выводом к диссертации, в которой аргументировано представлены три этапа развития островной дуги на основе анализа геолого-структурных, геохимических, геохронологических данных.

Отмечу, что в то время как сделанные автором выводы не противоречат имеющимся данным, хочется пожелать, чтобы они были сформулированы более четко и были бы увязаны с региональной тектоникой и эволюцией этой зоны субдукции в целом.

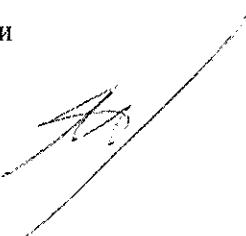
Например, касательно первого этапа, утверждается, что разломы первого порядка связаны с фазой «рифтогенеза в Курильской котловине» (то есть в задуговом бассейне). Однако, разломы первого порядка изображены как во фронтальной части дуги, так и на территории самих островов (осевая часть дуги) (рис. 3.1.3, 6.1.1-6.1.3). С чем связано образование этих разломов? В течение первого и второго подэтапов первого этапа предполагается обстановка растяжения, но несколько раз упоминается воздымание территории. Имеется в виду тектонический процесс (который надо объяснить) или рост мощности коры за счет магматизма? Заложение поперечных разломов второго порядка связывается с вторым подэтапом первого этапа. Это связано с вышеупомянутым в тексте воздыманием? В описании второго этапа не проговорено четко, связаны ли движения по поперечным разломам второго порядка со сменой режима растяжения в задуговом бассейне на сжатие. В описании третьего этапа утверждается, что сжатие задугового бассейна должно привести к полному прекращению магматизма в Курильской котловине. Во-первых, к самой котловине никакого магматизма и так не фиксировалось. Во-вторых, почему сжатие должно привести к смене «физической природы субдукционного компонента»? Не нарушена ли здесь причинно-следственная связь? Ведь доминирование сжатия или растяжения, источники магмы зависят от природы и состояния субдуцирующей плиты, процессов на контакте плит, в мантийном клине. Насколько реконструированные этапы увязываются с развитием остальных частей Курильской или может быть Японской зоной субдукции? Рассмотрение образования структуры островной дуги в отрыве от геодинамической обстановки субдукции приводит к недоказанности – не до конца понятна природа самих разрывных нарушений, подъемов и опусканий, причины смены составов магматических комплексов. Непонятным для меня осталось, что диссертант имеет в виду под несубдукционными факторами в процессе развития островной дуги. Это понятие нигде не расшифровывается, а мне сложно представить себе факторы, которые бы существенно влияли на геолого-тектоническое строение и магматизм островной дуги, но не были бы при этом связаны с субдукцией.

Возникающие вопросы больше связаны с интерпретацией, но поскольку автор опирается на весь комплекс изученной информации, описанные выводы и полученная модель получаются достаточно полными, обоснованными и достоверными. Такая насыщенная модель, вероятно, публикуется впервые и её следует считать главным научным достижением этой работы. В контексте используемых автором обширных материалов, сделанные построения в основном логичны, содержат один из возможных вариантов

решения поставленной научной задачи и убеждают в высокой научной квалификации диссертанта. Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в 1 статье – в издании из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (Перечня ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено свидетельство о государственной регистрации объекта интеллектуальной собственности. Автореферат по содержанию соответствует представленной диссертационной работе.

Представленные в настоящем отзыве замечания относятся больше к аккуратности формулировок и представления данных в тексте и рисунках диссертации. Пожелания по более глубокому анализу как исторических аспектов, так и собственных данных, являются элементами научной дискуссии и могут быть реализованы в последующих исследованиях. Автор достиг поставленной цели, а полученные теоретические и практические результаты вносят существенный вклад в понимание истории формирования Курило-Камчатской вулканической дуги. Таким образом, 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 ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм., а ее автор – 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,  
старший научный сотрудник лаборатории  
геодинамики и палеомагнетизма  
ИНГГ СО РАН,  
кандидат геол.-мин. наук  
15 ноября 2022 г.



Матушкин Николай Юрьевич

Контактные данные

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН).

Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3.

Телефон: +73833639197, e-mail: [MatushkinNY@ipgg.sbras.ru](mailto:MatushkinNY@ipgg.sbras.ru)

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЕНИЯ  
Зав. канцелярией

15.11.2022. Год