

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук Овсянникова Георгия
Николаевича**

**на тему: «Геология, минералогия и петрология островодужного
базитового первомайско-аюдагского интрузивного комплекса Горного
Крыма»**

**по специальности 1.6.3. Петрология, вулканология и 1.6.4. Минералогия,
кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных
ископаемых**

На рецензию представлены автореферат и диссертация (204 стр. текста, 191 иллюстрация, 48 таблиц, список литературы – 222 наименования).

Актуальность темы определяется рядом обстоятельств, из которых главными представляются два:

- объекты диссертационного исследования являются объектами студенческих практик ряда ВУЗов, включая МГУ. Ежегодно сотни студентов описывают тела первомайско-аюдагского комплекса на уровне изучения отдельных обнажений, но углубленные исследования вещественного состава этих тел проводились давно, когда возможности лабораторных методов значительно отличались от современных. Знания об этих телах мало меняются уже многие десятилетия, и выполненное исследование представляется более чем уместным.
- изучение процессов и продуктов низкоградного метаморфизма представляется недооцененным направлением развития геологических наук, и не только в России.

Степень обоснованности научных положений, если говорить именно о трех защищаемых положениях диссертации, выглядит вполне достаточной,

хотя есть замечания в отношении некоторых деталей, представленные в данном отзыве ниже. В отношении некоторых выводов, не являющихся основными, есть более серьезные замечания, также перечисленные ниже, но в целом работа производит хорошее впечатление. Представлен значительный объем нового фактического материала в области минералогии магматических, гидротермальных и метаморфических ассоциаций, обработка и интерпретация этого материала выполнены на хорошем уровне.

Также к достоинствам работы следует отнести серьезный подход к публикациям предшественников – некоторые из упомянутых источников относятся к XVIII веку. Работа развивает некоторые классические положения петрологии (в частности, понятие ряда Боуэна), дополняя их сведениями о парагенезисах акцессорных минералов.

Научная новизна исследования связана со значительным объемом новых данных о минералогии пород первомайско-аюдагского комплекса и с их комплексной интерпретацией. Обосновано положение об эволюции состава акцессорных минералов – носителей редкоземельных элементов в дифференцированных магматических сериях островных дуг. Интересной находкой являются региональные вариации состава пироксенов (в дальнейшем интересно было бы сопоставить составы пироксенов с составами пород и связать их с предполагаемыми составами родоначальных магм и особенностями их эволюции). Впервые обосновано положение о стадиях низкоградного метаморфизма крымских магматических пород.

Замечания к автореферату и диссертации сгруппированы по главам и значимости замечаний.

Автореферат и введение к диссертации

Существенные недостатки:

- в автореферат следовало включить схему с указанием положения всех изученных объектов, не только района второй крымской практики МГУ. В диссертации подобная схема есть, но в качестве основы там использована лишь карта современного рельефа; желательно видеть положение изученных тел относительно главных тектонических зон региона – особенно в контексте заявленного "значимого уточнения тектонической позиции" первомайско-аюдагского комплекса.
- цели: с самого начала первомайско-аюдагский комплекс заявлен как "эталонный островодужный", но на каком основании? Чтобы рассматривать данный объект как эталонный, необходимо сравнение со множеством других объектов подобного класса, но в задачи диссертации это сравнение и не входило. Тезис об "эталонности" материалами работы не доказывается.
- нет информации о количестве изученных шлифов и результатов анализов (они есть в диссертации, но большинство читателей ознакомится только с авторефератом)
- научная новизна, п.б: перечисленные минералы вполне обычны для областей низкоградного метаморфизма, и остается неясным, насколько новым является их сонахождение. Желательно представить четкие формулировки, поясняющие, что именно нового выявило данное исследование.
- стр. 6, теоретическая значимость: в чем именно заключается "значимое уточнение тектонической позиции" тел аюдагского комплекса? В геологическом описании (раздел 4.1 диссертации) для некоторых тел не описано даже взаимоотношение со слоистостью вмещающих пород.
- стр. 10: обогащение изученных пород легкими РЗЭ автор объясняет "наличием в породах редкоземельных минералов группы эпидота". При всей бесспорности этого положения оно малоинтересно, в отличие от попытки определить природу обогащения РЗЭ исходных магм.

- стр. 17, рис. 9: узнать, откуда взяты данные для "низкоградно метаморфизованных пород", включенных в диаграмму, можно только из текста диссертации. Имеются в виду породы камчатских вулканов, но сомнительно, что они подверглись низкоградному метаморфизму. Эти породы взяты с поверхности современных вулканов (Безымянный, Ключевской, Шивелуч и т.д.), и нет веских свидетельств того, что эти постройки были когда-либо захоронены на глубину в несколько километров.

Второстепенные замечания к автореферату и введению:

- описание замещения одних минералов другими неуместно в разделе "актуальность".
- там же: неужели геологическое положение и морфология тел первомайско-аюдагского комплекса до сих пор дискуссионны?
- к термину "эпигенетический метаморфизм" (или "эпигенетичный низкоградный метаморфизм") следовало добавить пояснение, чтобы он не воспринимался как тавтология (по определению, любой метаморфизм – эпигенетический).
- нехорошо, что изучение коровой контаминации заявлено в качестве изначальной цели, ее участие ведь надо доказать
- научная новизна (также на стр. 8): некоторые тела описаны как силлообразные, другие – как пологозалегающие, разве одно исключает другое?
- ЗП1: тексту диссертации не хватает ясно сформулированного доказательства ведущей роли кристаллизационного фракционирования при формировании аюдагского комплекса, хотя ряд фактов, упоминаемых в различных разделах диссертации, вполне согласуется с этим положением.
- ЗП2 (и по всему тексту): "гидротермальные метасоматиты" – тавтология

- ЗПЗ: неудачно противопоставление интрузивных пород дайковым, одно не исключает другого
- стр. 8, цитата: "одна из главных причин развития узких ореолов высокотемпературного контактового метаморфизма" - неудачно сформулировано; неясно, подразумевается ли факт существования контактовых ореолов или их незначительная мощность
- стр. 9, рис. 1: для лучшего восприятия формы тел и залегания их контактов было бы уместно показать на этой карте горизонтали рельефа. Подписи в условных обозначениях немного перепутаны.
- стр. 10: фраза "типичные известково-щелочные магматические породы повышенной железистости" нуждается в пояснении, поскольку именно невысокая железистость отличает породы известково-щелочной серии от таковых толеитовой серии. Содержания TiO_2 около 1% также несвойственны типичным известково-щелочными магмам.
- стр. 17: упоминается "крайне высокая для островодужных магматитов" глинозёмистость авгита. Желательно привести референсные значения – какая глинозёмистость авгита считается обычной для подобных обстановок.
- стр. 18, рис. 10: разный масштаб диаграмм затрудняет сравнение состава пироксенов разных групп. Следовало хотя бы на одной их диаграмм показать границы поля составов для другой группы
- сведения о возрасте геологических образований не сопровождаются ссылками на публикации или конкретными значениями изотопного возраста
-

Комментарии к тексту диссертации:

Глава 1: История изучения магматизма Горного Крыма

Автор весьма основательно подошел к данному вопросу, история геологического изучения Крыма прослежена с 18 века. Глава производит весьма благоприятное впечатление.

Глава 2: Фактический материал и методы исследования

Данная глава содержит всю необходимую информацию по использованному материалу и методам исследования. Замечания следующие:

- в таблицу 2.1 включены данные по району Карадага, но в диссертации они не обсуждаются. Желательно ясно показать объем фактической базы именно для защищаемой диссертации
- в таблице 2.1 количество петрографических препаратов приведено в двух строках без пояснений. Неясно, и то, и другое – это шлифы, или что-то другое?

Глава 3: Геология Горного Крыма. Литературный обзор

В данной главе приведены общие положения о тектоническом строении и интрузивных образованиях Горного Крыма, с некоторыми сведениями об истории геологического развития. Для подобной работы общее геологическое описание можно считать приемлемым, хотя ему не хватает системности: мысль автора переходит от палеогеографии к петрографии, затем к геофизике и так далее.

Прочие замечания к данной главе:

- нет геологической карты или хотя бы схемы геологического строения Южного Крыма. Описания интрузивных тел выпадают из общегеологического контекста.
- стр. 19, цитата: "Интрузивы комплекса внедрились в положительные тектонические структуры - Южнобережное, Качинское и Симферопольское поднятия". Данные поднятия выделены в новейшей структуре Крыма, по взаимоотношению складчатого основания и

молодых позднеюрско-кайнозойских комплексов. При внедрении интрузивов данные поднятия еще не существовали.

- стр. 20: предположение о возрасте кастельского комплекса нуждается в обосновании, как и приведенная оценка глубины погружения допозднеюрских комплексов (7 км).
- керсутитовые лампрофиры по всему тексту диссертации упоминаются как раннемеловые без обоснования их возраста. Приведена ссылка на стендовый доклад 2021 г., в названии которого эти лампрофиры именуются просто меловыми. Проверить корректность оценки возраста нет возможности.
- неоднократно в тексте диссертации упоминаются "послеостроводужные магматические образования" Крыма (со ссылкой на работы, в том числе, с соавторством соискателя), но нет ни слова о том, почему эти образования отнесены к послеостроводужным. Сам по себе термин "послеостроводужный" недостаточно конкретен. Островодужные тектономагматические системы могут наследоваться коллизионными, либо постколлизионными, либо поясами андийского типа.
- в тексте неоднократно упоминается карта гравитационного поля Крыма, уместно было бы включить ее в качестве иллюстрации.

Глава 4: Первомайско-аюдагский интрузивный комплекс Горного Крыма

В данной главе описаны геология, петрография, геохимия и минералогия первомайско-аюдагского комплекса, преимущественно по собственным материалам соискателя. На материалах данной главы построены два первых защищаемых положения диссертации. Приведенные данные по минералогии весьма представительны, обработка и интерпретация полученных результатов выглядят качественными, а выводы – вполне убедительными. К прочим разделам данной главы есть ряд замечаний. Наиболее серьезные из них следующие:

- работа содержит результаты определения методом РФА содержаний неполного спектра несовместимых литофильных элементов всего для 5 образцов. Вывод о повышенном содержании в породах тантала сделан по двум пробам, тория – по трем, и т.д. С учетом значительной степени изменения пород, эта фактическая база слишком слаба для сколь-либо надежных выводов. Следовало поместить на диаграммы данные из источников, упомянутых в тексте (Meijers et al., 2010; Отчет о результатах..., 2019; Шнюкова, 2013).
- Диаграмма А. Миясиро, приведенная на стр. 67 диссертации, построена с грубыми ошибками. Из диаграммы следует, что ни в одной изученной пробе отношение FeO^I/MgO не превышает 1, а из таблицы с результатами анализа следует совершенно иное – настолько, что вывод о принадлежности изученных пород к известково-щелочной серии представляется неверным.
- Вывод о связи "внедрения расплавов первомайско-аюдагского комплекса с донузоранским эпизодом складчатости" не подтверждается конкретными фактами. Упоминаемый в тексте принцип Эйлера относится к физике и материаловедению; в классической формулировке данный принцип позволяет оценить предельную нагрузку, при превышении которой происходит межслоевое смятие из-за потери устойчивости отдельных слоев. Представления об образовании полостей при смятии и, тем более, о "всасывающем эффекте" данных полостей, заставляющем отдельные порции магмы значительно опережать прочие, очевидно, уходят от принципа Эйлера достаточно далеко. В диссертации эта модель не подтверждается и даже не иллюстрируется, приводятся лишь ссылки на две работы 1980-х гг. по интрузивам Норильского рудного поля (Степанов, 1981; Степанов, Туровцев, 1988). В случае, если имело место двухфазное внедрение магм с отставанием внутренних фаз от эндоконтактовых, должны существовать резкие фазовые границы – но описания подобных границ в диссертации нет. И в целом не приведены

никакие факты, доказывающие применимость данной модели к конкретным изученным объектам. Ввиду того, что данная гипотеза не представляется бесспорной, следовало уделить больше внимания ее обсуждению и включить рассмотрение альтернативных моделей. А выводы по данному вопросу, представленные в разделе "Итоги исследования", следовало сделать менее категоричными.

- описания некоторых интрузивов сопровождаются геологическими схемами, некоторых – спутниковыми снимками, фотографиями местности, обнажений, образцов, шлифов (в различном сочетании). Удобнее воспринимались бы описания, приведенные к некоторому стандарту.
- с. 58-59, фраза "породы только ороговикованы, а не превращены в роговики" нуждается в пояснении и более детальном петрографическом обосновании. В целом данные по петрографии зон контактового метаморфизма весьма скудны – хотя понятно, что в рамках одной квалификационной работы все охватить сложно.
- с. 59: гипотеза о формировании эффузивоподобных пород эндоконтактовых зон в результате самостоятельной ранней фазы внедрения не сопровождается пояснением, почему подобные породы не могут быть результатом контактовой закалки при одноактном внедрении. Генетические гипотезы желательно обсуждать на альтернативной основе, а не ограничиваться описанием единственной, во многом умозрительной модели.
- там же: высказано предположение о субвертикальном положении зеркала складчатости в районе силла Лебединского (а также прочих неназванных тел), есть ли какие-либо доказательства?
- стр. 61: Термин "дайки глубинного происхождения" требует пояснения. Это образования более глубинные, чем мантийные габброиды? Их "глубинность" просто декларируется – ни в автореферате, ни в диссертации нет соответствующих аргументов. Утверждение, что эти

дайки "завершают магматическую историю базитового первомайско-аюдагского комплекса", также не сопровождается доказательствами.

- стр. 126: упоминается "изотермическая кристаллизация на фоне снижения давления". В общем случае изотермическая декомпрессия способствует плавлению, а не кристаллизации. Нужно, как минимум, пояснение. И откуда информация, что кристаллизация была изотермической?

Второстепенные замечания к главе 4:

- стр. 24: ссылка "геофизики предполагают" неконкретна. Нужна формальная ссылка на источник
- необходима ссылка на геохронологическую шкалу, которой соискатель пользовался при подготовке работы. На стр. 54 сказано, что временная отметка 174 млн лет близка к границе байос-аален, но в наиболее актуальной версии шкалы (от 2024 г.) 174.7 ± 0.8 млн лет – это граница аалена и тоара.
- с. 55, раздел "Механизмы внедрения интрузивов первомайско-аюдагского комплекса". Нередко упоминаются "дополнительные деформации флишевых толщ", в том числе в подписях к фотографиям. Весьма уместен был бы комментарий, чем обоснована "дополнительность" деформаций, и описание их сути.
- стр. 60: пилообразная форма интрузивов – не обязательно следствие механического воздействия магмы, к такому же результату приведет заполнение магмой раскрывающихся трещин при активной роли внешней тектоники. То есть, здесь модель тоже описывается без доказательств и без альтернатив. О механизме формирования конкретных тел по существу сказано мало, преобладают общие слова.
- стр. 61: описание "даек глубинного происхождения" и продуктов гидротермальных изменений сведено в один раздел, непонятна логика такой группировки информации.

- кварцевые габбронорит-диориты – неоднозначный термин, он предполагает переход от диоритов одновременно к габброидам и гранодиоритам.

Глава 5: Продукты регионального низкоградного метаморфизма пород первомайско-аюдагского интрузивного комплекса

В данной главе описаны продукты преобразования исходных магматических пород первомайско-аюдагского комплекса в процессе их погружения.

Автором выделены и обоснованы три стадии метаморфизма, что отражено в третьем защищаемом положении. В качестве фактической базы глава включает множество фотографий образцов и шлифов (в проходящем свете и в отраженных электронах), а также результаты электронно-зондового анализа. Представленные материалы вполне убедительно обосновывают третье защищаемое положение диссертации.

Замечание к этой главе единственное. В раздел о магнитных свойствах пород было бы уместно включить фрагмент карты аномального магнитного поля. Несмотря на резкие колебания магнитной восприимчивости пород, интрузивы неизменно намагничены сильнее, чем вмещающие породы, хотелось бы увидеть их отражение в результатах магнитометрической съемки.

Общее пожелание соискателю – четче отделять гипотезы от доказанных положений. Гипотезы следует представлять в комплексе с возможными альтернативами и пояснениями, почему автор отдает предпочтение той или иной модели. Модели без доказательств являются элементом не столько науки, сколько прочих форм познания – искусства или религии.

Перечисленные выше замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальностям 1.6.3. *Петрология, вулканология и* 1.6.4. *Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.*, а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, и оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Овсянников Георгий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальностям 1.6.3. *Петрология, вулканология и* 1.6.4. *Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.*

Официальный оппонент:

доктор геол.-мин. наук, доцент,
начальник геологического управления ООО "Институт геотехнологий"
Тихомиров Петр Леонидович

13.05.2026

Контактные данные:

тел.: [REDACTED]

Специальность, по которой официальным оппонентом

защищена диссертация: 25.00.01 Общая и региональная геология

Адрес места работы: 119234 г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 77

Тел.: (495) 246 85 54; e-mail: info@igecotech.ru

Подпись сотрудника ООО "Институт геотехнологий"
Тихомирова П.Л. удост

ген. директор

П.Л. Тихомиров