

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
Южный научный центр
Российской академии наук»
(ЮНЦ РАН)



пр. Чехова, 41 г. Ростов-на-Дону, 344006
тел. (863) 250-98-29
тел./факс (863) 266-56-77
e-mail: ssc-ras@ssc-ras.ru

ОГРН 1036168007105 ИНН/КПП 6168053099/616301001

24.08.22 № 17 900 - 2115-769

№ №

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Авад Хамди Ахмед Мохамед на тему «Рудоносные магматические комплексы района Ум-Тагир (центральная область Восточной пустыни Египта)», представленную на соискание ученой степени *кандидата* геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 - Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения (25.00.11)

1. **Соответствие работы намеченной специальности.** Диссертационная работа соответствует специальности 1.6.10 (25.00.11): в области исследований 1. Условия образования месторождений твердых полезных ископаемых: – геология и генетические модели, геодинамические и формационно-магматические условия образования и закономерности пространственного размещения эндогенных месторождений.

2. **Актуальность темы диссертации** определяется недостаточной разработкой вопросов геологии, петрографии, минералогии и геохимии рудоносных магматических пород Центрально-Восточной пустыни Египта и перспектив промышленного освоения связанных с ними руд. Сегодня для практического использования в экономике Египта требуются железные и другие руды. Актуальным также является расширение минерально-сырьевой базы строительных материалов, в том числе безопасных в радиационном отношении облицовочных материалов.

Роль минерагенических исследований магматических комплексов района Ум-Тагир возрастает в условиях реализации правительственной программы создания горнодобывающего кластера в регионе. Исследования автора являются составной частью этой программы.

Основное внимание в работе уделено исследованию важной задачи определения геологических условий проявления, геодинамических и формационно-магматических условий образования рудоносных магматических комплексов района Ум-Тагир на основе современных спутниковых, новых геологических и петрографических данных, петрологического и геохимического моделирования, влияющих в итоге на качество и достоверность прогноза полезных ископаемых.

Выводы и рекомендации по этому вопросу являются необходимыми при выборе наиболее перспективных участков и рационального комплекса поисковых и геологоразведочных работ.

3. Научная новизна и результаты работы

Основные научные результаты, полученные автором:

1. Обосновано выделение четырех комплексов неопротерозойских магматических пород района Ум-Тагир (Центрально-Восточная пустыня Египта): островодужный сланцево-метагаббровый; раннеколлизийный габбро-тоналит-гранодиоритовый, позднеколлизийный дацит-андезитовый, постколлизийный монцонит-гранитовый; определены петрологические и геохимические типы слагающих их пород, выделены наиболее перспективные на обнаружение полезных ископаемых.

2. Впервые в габброидах раннеколлизийного габбро-тоналит-гранодиоритового комплекса обнаружены и всесторонне изучены проявления титан-железооксидных руд, установлены геологические условия залегания, морфология, минеральный и химический состав потенциальных рудных тел, типоморфные особенности рудообразующих минералов, выявлены минералого-геохимические особенности рудоносных габброидов, оценены их перспективы на титан-магнетитовое оруденение.

3. Впервые оценена степень радиоактивности гранитоидов района Ум-Тагир, определены их физико-механические и декоративные свойства, даны рекомендации по использованию этих пород в качестве облицовочных камней.

4. Составлена новая геологическая карта исследуемой области масштаба 1:50000 с выделением рудоносных комплексов горных пород и их структурных особенностей.

5. Значимость для науки результатов исследований заключается в том, что теоретические выводы раскрывают геодинамические и петролого-геохимические условия рудоносности магматических комплексов района Ум-Тагир.

Практическое значение результатов работы определяется тем, они нашли применение в проекте правительства Египта по созданию горнодобывающего кластера на территории между городами Кена-Сафага и Эдфу-Марса Аллам, куда входит и район Ум-Тагир. Полученные результаты повышают качество прогнозирования полезных ископаемых и могут использоваться при подготовке проектов поисковых и геологоразведочных работ.

Полнота опубликованных результатов работ. Все результаты диссертационной работы достаточно полно отражены в многочисленных публикациях соискателя, в том числе в 17 изданиях, входящих в Scopus, и в 5 журналах из списка, рекомендованного ВАК.

Краткое содержание диссертации, новые решения и недостатки

Во введении соискатель обосновывает актуальность диссертационного исследования, формулирует цель и задачи исследования, раскрывает научную новизну полученных результатов. Здесь же приводятся сведения о фактическом материале и методике исследования. Подчеркивается, что автором лично проделано 400 п. км геологических маршрутов с отбором проб и каменного материала для последующих физико-механических, петрографических, минералогических, геохимических и др. исследований. Автор пишет, что лично изучил 104 прозрачных шлифа и 32 аншлифа, провел обработку данных ДЗЗ, осуществил петрохимическую типизацию магматических пород изученного района. Здесь также приводятся сведения об апробации работы с перечислением опубликованных статей и сделанных докладов на различных научных конференциях, о практической значимости работы, формулируются основные защищаемые положения и выражаются благодарности.

Недостатком Введения является ограниченное освещение методов исследования или указания на разделы, где эти методы будут подробно охарактеризованы.

В первой главе обосновывается постановка проблемы, приводится краткий обзор исследований железных руд в Египте, обзор и анализ предыдущих исследований, раскрывается степень разработанности темы диссертационного исследования. Автор отмечает, что в районе Ум-Тагир железные, в том числе титансодержащие руды, имеют достаточно широкое распространение. В большинстве своем они связаны с габброидами. Имеются также прибрежно-морские россыпи ильменита. Приводится схема распространения коренных проявлений и месторождений. Автор подчеркивает, что эти объекты изучались в научном плане в середине прошлого века. Относительно свежие исследования проведены в начале двухтысячных годов. Особое внимание современных исследователей обращено на полосчатые руды железо-кремнеземистого состава, соответствующие джеспилитовой формации. Подчеркивается, что вся рудовмещающая толща вместе с рудами подверглась складчато-разрывным дислокациям и претерпела региональный метаморфизм зеленосланцевой фации. Автор показывает, что многие из давно известных объектов до сих пор изучены в недостаточной степени. Также недостаточно изучены вновь обнаруженные в районе Кабала/Кисоро гематитовые руды с высоким содержанием железа. В обзоре, посвященном анализу научной литературы по железорудным объектам России, автор обращает внимание на высокую разработанность проблемы геологии и происхождения железных и железо-титановых руд Урала. При этом, он обосновывает сходство в составе и происхождении месторождений в массивах кусинско-копанского комплекса Урала с титаномагнетитовой минерализацией в габброидах центральной части Восточной пустыни Египта.

В данном разделе также уделено внимание обзору полезных ископаемых гранитных массивов Восточной пустыни Египта. Наиболее известными из них являются рудопоявления и месторождения урана района Эль-Миссикат. Приводится обзор литературы, посвященной характеристикам вещественного состава и геологическим условиям локализации урановых руд. А вот гранитные породы района Ум-Тагир в отношении уранового оруденения изучены слабо. Автор ставит задачу изучить радиоактивность этих пород и, в случае отсутствия опасного излучения, изучить их на предмет использования в качестве сырья для производства строительных материалов и облицовочного декоративного камня.

В заключительной части данного раздела автор делает вывод о недостаточной научно-исследовательской изученности геологического строения и минерализации данной территории. Он справедливо полагает, что выбранная тема диссертационной работы является актуальной в связи с недоизученностью традиционных для региона железо-титановых руд и практически неизученными возможностями использования гранитоидных пород в качестве нерудного сырья.

К сожалению, в разделе недостаточно освещены предшествующие исследования классификационных признаков железных и титановых руд.

Во второй главе «Геологические особенности района Ум-Тагир Центрально-восточной пустыни Египта» раскрывается специфика геологического строения района исследований площадью около 900 км², обусловленная неопротерозойской эволюцией Северной части Аравийско-Нубийского щита. Для получения новой информации автор использует результаты обработки и анализа многозональных космических снимков спутников Sentinel и Aster, а также полевое изучение коренных выходов горных пород и

геологических структур. Соискателем обращено внимание на то, что исследуемый район расположен вдоль самой большой для района зоны сдвига, что предопределяет широкое развитие магматических и метаморфических пород. Действительно, давно установлено, что импульсы магматизма часто связаны с коллизионным сдвиговым тектогенезом, в ходе которого образуются структуры типа pull-apart, служащие подводными каналами не только литосферных, но и подлитосферных магм. Однако, дальше в диссертационном исследовании соискатель «забывает» об этом и не использует эти разработки в своих минерагенических построениях.

По итогам анализа полученного материала автором выделены четыре главных магматических комплекса: островодужный сланцево-метагаббровый; раннеколлизионный габбро-тоналит-гранодиоритовый; позднеколлизионный дацит-андезитовый; постколлизионный, представленный монцогранитами и щелочно-полевошпатовыми гранитами. После чего автор дает подробную геологическую характеристику выделенным комплексам, сопровождаемую качественными фотографиями коренных выходов горных пород с оконтуриванием изучаемых участков.

Вторая половина данного раздела посвящена анализу данных дистанционного зондирования исследуемой территории, что является новым решением расшифровки геологического строения региона. Именно здесь автор раскрывает методику обработки спутниковых данных, в частности композиции ложных цветов и линеamentного анализа. По результатам обработки спутниковых данных автором получены новые сведения об особенностях складчатых и разрывных структур, распространении даек магматических пород. В данном случае подтверждается хорошо известная роль глубинных разломов сдвиговой кинематики в качестве каналов проникновения магмы и рудоносных растворов по вертикальным каналам, формирующимся в условиях локального растяжения в местах изгибов вертикальных сместителей.

Новым решением при характеристике геологического строения территории официальный оппонент считает широкое применение автором фотодокументации коренных выходов горных пород, фрагменты которой хорошо представлены в диссертации большим количеством высококачественных фотографий.

К недостаткам раздела оппонент относит слабо представленный анализ результатов сопоставления проявлений магматизма и оруденения с кинематическими типами наиболее крупных (глубинных) разломов и их элементами. Этим вопросам следовало бы посвятить отдельный подраздел, включающий графический материал в виде карт сопоставления.

В третьей главе представлены результаты геохимических исследований.

Здесь обобщены результаты геохимических исследований, проведенных автором, а также дана геохимическая классификация изученных разновидностей магматических пород, рассмотрены возможные геотектонические обстановки их образования. В начале раздела в табличной форме представлены результаты химических анализов всех разновидностей магматических пород. Кроме петрогенных элементов приведены данные по редким и рассеянным элементам. Результаты анализов нанесены на широко используемые классификационные диаграммы. Предпринята попытка использовать эти диаграммы для подтверждения ортоприроды метаморфических сланцев основного состава. Оппонент не считает это оправданным, так как до сих пор не созданы методики однозначного разделения сланцев на орто- и парапороды на основе химического состава. Используя дискриминантные диаграммы автор получил неоднозначный результат, указывающий на разнообразие геодинамических обстановок магматизма. Здесь и надсубдукционный

магматизм островных дуг, и магматизм срединно-океанических хребтов, магматизм коллизионных обстановок и внутриплитный магматизм. Автору следовало бы более подробно определить время проявления всех этих обстановок, выстроить геоисторическую последовательность их проявления.

Соискатель не обошел вниманием популярный ныне метод, основанный на исследовании распределения редкоземельных элементов. Это является новым решением для исследуемого района. Однако приводя фактические данные, автор не проводит достаточно глубоко их анализа, который позволил бы определить и охарактеризовать магматические источники.

Недочетом данного раздела является недостаточный анализ полученных петрохимических и геохимических данных в историко-геологическом и минерогеническом аспектах.

В четвертой главе представлены результаты обобщения ранее полученных данных и результаты петрографических исследований. Раздел начинается с выделения четырех главных магматических комплексов. Автор подчеркивает, что их выделение основано на данных предыдущих разделов, где представлены геологические, петрохимические и геохимические характеристики. Это комплекс островной дуги, который состоит в основном из метавулканокластических и метагабброидных пород; ранне- поздне- и постколлизионные комплексы континентальной коры, представленные габброидами, древними и молодыми гранитами, Доханским вулканом. Затем приводятся систематизированные описания структур, текстур и минерального состава горных пород, дается подробная характеристика отдельных породообразующих минералов. Описания иллюстрируются диаграммами модального минерального состава пород и микрофотографиями прозрачных шлифов.

В качестве недочета данного раздела следует отметить недостаточную минерогеническую интерпретацию полученных данных.

Подводя итог четвертого раздела, автор выдвигает первое защищаемое положение: «В районе Ум-Тагир Центрально-Восточной пустыни Египта на основе интегрированной обработки результатов полевых наблюдений и дистанционного зондирования, анализа геохронологической последовательности, структурных отношений и петролого-геохимических данных выделено четыре комплекса неопротерозойских магматических пород. По данным проведенного геотектонического анализа региона им соответствуют: островодужный сланцево-метагаббровый; раннеколлизионный габбро-тоналит-гранодиоритовый; позднеколлизионный дацит-андезитовый и постколлизионный, представленный монцогранитами и щелочно-полевошпатовыми гранитами».

Обоснованию данного положения посвящены, кроме четвертого, предыдущие второй и третий разделы. Совокупность всего материала, изложенного в перечисленных разделах, а также публичная апробация результатов и выводов, опубликованных соискателем на эту тему в высокорейтинговых журналах (5 в журналах, индексируемых в Scopus и 5 в журналах, рекомендованных ВАК), позволяют считать данное положение вполне обоснованным.

Пятая глава диссертации посвящена исследованию титаново-железооксидной минерализации в габброидах участка Абу-Мурат. Эта минерализация обнаружена впервые лично соискателем в ходе полевых исследований. Предположительно крупные параметры оруденения подчеркиваются крупной магнитной аномалией, показанной на приведенной в разделе карте магнитного поля района. Автор приводит подробное описание морфологии

потенциальных рудных тел, минерального и химического состава руд, рудообразующих минералов. Иллюстрирует свои выводы фотографиями обнажений, штуфов и микрофотографиями полированных шлифов. Это массивные и густо-вкрапленные руды, сложенные титаномагнетитом, ильменитом, гемоильменитом, магнетитом, гематитом, небольшим количеством пирита и вторичного гетита. Так что титаново-железооксидный тип рудной минерализации достаточно обоснован.

Далее соискатель приводит результаты изучения химического состава руд и рудоносных габбро с использованием диагностических и дискриминантных петрохимических диаграмм. Химические анализы показывают, что так называемые рудоносные габбро содержат не намного меньше железа и титана, чем собственно руды. На диагностической диаграмме $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ подтверждается габброидная природа рудоносных пород, а на дискриминантной диаграмме AFM рудоносные габбро и руды позиционируются в поле толеитовых серий.

На основании петрографических и геохимических данных соискатель предлагает субдукционную модель рудоносных габброидных интрузий, графически изображенную на рис. 5.9.

На основании изложенного материала соискатель выдвигает на защиту второе основное положение диссертации: «Установлено, что габброиды Ум-Тагир включают массивные и рудоносные полосчатые разности. Пластообразные интрузии габбро на участке Абу-Мурат содержат густовкрапленные титаномагнетитовые руды. Рудные тела с содержанием оксидов железа до 17-42 % имеют форму полос и линз, мощностью до 3 м, видимой протяженностью 10-30 м, образуют рудные пачки, мощностью 10-20 м. Рудные минералы представлены гемоильменитом, титаномагнетитом, ильменитом, магнетитом, гематитом и гетитом».

Данное положение вполне обосновано приведенным материалом.

В качестве недостатка следует отметить сомнительную правомерность использования соискателем в отношении габброидов диаграммы $\text{Rb} - (\text{Y} + \text{Nb})$ Пирса (1984), предназначенной для разделения гранитов по геодинамическим обстановкам формирования. Следовало бы использовать разработанную Пирсом (1979) специально для основных пород диаграмму $\text{Zr/Y} - \text{Zr}$.

При геохимической характеристике руд и пород соискатель отмечает в них повышенные содержания Cr, Ni, V, Co в титаномагнетитовых рудах и рудоносных габбро и обращает внимание на субпромышленные концентрации ванадия, достигающие в отдельных пробах промышленных. При этом он, почему-то не обращает внимание на самый ценный из перечисленных элементов, – кобальт, содержания которого в обнаруженных им титано-магнетитовых рудах (0,058-0,079%) соответствуют рядовым и даже богатым (более 0,06%) кобальтовым рудам. Вместе с тем, осуществляемый ныне энергопереход требует все большего количества кобальта для производства литий-ионных аккумуляторов. Потребность в этом металле будет возрастать.

Шестая глава посвящена исследованиям пригодности гранитных пород Ум-Тагир в строительстве в качестве облицовочных камней. Известно, что к строительным материалам предъявляются повышенные требования по радиационной безопасности сырья. С другой стороны, именно гранитоиды из всех магматических пород обладают относительно повышенной радиоактивностью. Поэтому соискатель изучил, прежде всего, радиоактивность гранитоидов Ум-Тагирского района. Здесь он продемонстрировал хорошее владение современным состоянием исследований в данной области знаний.

Полученные им результаты указывают на возможность безопасного (в отношении радиоактивного излучения) использования гранитных пород Ум-Тагир в строительстве жилых и промышленных объектов. По результатам этих исследований соискателем опубликовано 12 индексируемых в Scopus работ.

Вторая часть шестого раздела посвящена исследованию декоративных и физико-механических свойств гранитных пород Ум-Тагир. С этой целью соискателем изучено более 30 образцов кубической формы. Исследовалось 7 параметров: 1) прочность; 2) водопоглощение; 3) пористость; 4) тепловое расширение; 5) устойчивость к истиранию; 6) морозостойкость; 7) кислотостойкость. Полученные результаты сведены в таблице 6.3. Методы исследования и характерные особенности образцов представлены в текстовой форме. Корреляционные связи между исследованными параметрами приведены на бинарных диаграммах. На основании проведенных исследований соискателем выделены наиболее перспективные участки и даны практические рекомендации.

На основании изложенного в данном разделе материала соискателем сформулировано третье защищаемое положение: «К нерудным полезным ископаемым по декоративным и физико-механическим свойствам отнесены гранитоиды района Ум-Тагир, которые отличаются суммарным содержанием радионуклидов ЕРН ($A_{эфф}$) в среднем от 50,8 до 121 Бк/кг, что позволяет отнести их к I классу по радиационной опасности (СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности «ОСПОРБ 99/2010») и применять в качестве строительных материалов».

Это является новым решением для горнодобывающей отрасли региона.

Обоснованность данного положения не вызывает сомнений и подтверждается публикациями соискателя в высокорейтинговых журналах.

К недостаткам раздела, по мнению оппонента, следует отнести излишне подробную характеристику взаимосвязей редких и рассеянных элементов в гранитоидах, не оказывающую существенного влияния на решение поставленной задачи, - «оценки пригодности гранитных пород Ум-Тагир в качестве облицовочных камней».

4. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Считаю целесообразным продолжить работу по выявлению геодинамических и минерагенических особенностей рудоносных магматических комплексов район Ум-Тагир, в том числе на предмет оценки платиноидной специализации габброидных ассоциаций. В частности, с этой целью могут быть использованы полученные соискателем новые петрографические и геохимические данные для петрологического моделирования на основе многокомпонентного анализа по методике Н.И.Безмена (1992). Интересными для практического использования являются результаты, полученные соискателем по радиационным, физико-механическим и декоративным свойствам гранитоидов Ум-Тагир. Они позволяют применять их в гражданском строительстве в качестве декоративного облицовочного материала.

Замечания

1. В работе не нашли отражение вопросы возможной платиноидности и золотоносности выделенных автором магматических комплексов, не обращено внимания на повышенные содержания кобальта (на уровне рядовых промышленных содержаний) в проявлениях титан-железооксидных руд.

2. Недостаточно проработан вопрос о связи проявлений магматизма и оруденения с кинематическими типами наиболее крупных (глубинных) разломов и их элементами.

3. Полученные соискателем петрохимические и геохимические данные не получили достаточную минерагеническую интерпретацию.

Выводы

Автор выполнил комплекс геологических, формационно-магматических и минерагенических исследований рудоносных магматических комплексов района Ум-Тагир, получил новые научные результаты об условиях их формирования, геологического строения и рудоносности, которые можно рассматривать как завершённый научный труд, соответствующий уровню кандидатской диссертации.

Сделанные замечания не уменьшают значимость полученных автором научных результатов, которые следует рассматривать как один из возможных вариантов в решении важной задачи выявления условий образования и закономерностей размещения эндогенных месторождений черных и цветных металлов.

В целом диссертационная работа Авад Хамди Ахмеда Мохамеда является законченным научным исследованием, выполненным автором самостоятельно на актуальную тему.

Основные положения диссертации достаточно полно отражены в 22 научных публикациях, в том числе в 5 статьях, опубликованных в журналах, включенных в перечень ВАК, а также апробированы на научных конференциях.

Автореферат выстроен по принципу обоснования защищаемых положений. Полностью соответствует диссертации.

Считаю, что рассматриваемая диссертация соответствует всем требованиям ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения (25.00.11), а ее автор, Авад Хамди Ахмед Мохамед, заслуживает присуждения искомой ученой степени.

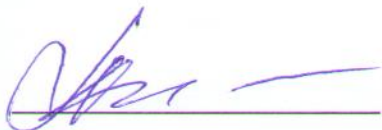
Официальный оппонент – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией региональной геологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», 344006, г.Ростов-на-Дону, проспект Чехова, 41, 8(863)2637882, segripa@rambler.ru



Парада Сергей Григорьевич

24.08.2022

Я, Парада Сергей Григорьевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Парада Сергей Григорьевич

