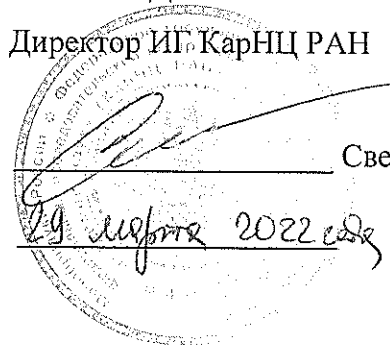


**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ИГ КарНЦ РАН



Светов С.А.

## **ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертацию

Юрченко Анастасии Владимировны на тему «Реконструкция условий палеопротерозойского метаморфизма пород Орехово-Павлоградской зоны Украинского щита по гранатсодержащим минеральным парагенезисам», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – Петрология, вулканология

Диссертационная работа Юрченко А.В. посвящена изучению палеопротерозойского метаморфизма в сложнодеформированном комплексе Орехово-Павлоградской зоны Украинского щита, имеющем длительную полиэтапную историю геологического развития. Работа базируется на большом объеме авторских материалов, полученных как при многолетних полевых работах, так и в ходе лабораторных исследований с применением самых современных методов на прецизионном аналитическом оборудовании.

### **Актуальность работы**

Актуальность работы не вызывает сомнений, поскольку проведенные исследования касаются важнейших петрологических проблем определения возрастных рамок тектоно-термальных событий и реконструкции процессов формирования и эволюции метаморфических пород.

### **Научная новизна работы**

Анастасией Владимировной впервые для Орехово-Павлоградской зоны установлен полный P-T-тренд с выделением начальной, пиковой и постпиковой стадий палеопротерозойского регионального метаморфизма, проведено датирование метаморфического события двумя независимыми методами: Sm-Nd по гранату и U-Pb по монациту, установлены и охарактеризованы уникальные, ранее неизвестные ориентированные гётитовые минеральные включения в гранатах. В сдвиговых зонах установлен протолит гранат-биотитовых гнейсов, представленный тоналитами.

**ОТЗЫВ**

ВХ. № 9-60 от 11.04.22  
АУ УС

### **Практическая значимость работы**

Несомненна теоретическая и практическая значимость диссертационной работы. Полученные данные могут быть применены при составлении геологических карт и легенд к ним, построении тектонических и геодинамических моделей, оценке металлогенического потенциала региона. Используемая методика может быть рекомендована не только в учебном процессе для студентов геологических дисциплин, но и служить руководством комплексных исследований метаморфических процессов для специалистов в области метаморфической петрологии.

### **Структура и содержание работы**

Диссертация состоит из введения, семи глав с выводами по каждой из них, заключения, библиографического списка и трех приложений. Диссертация изложена на 196 страницах машинописного текста, включает 64 рисунка, 20 таблиц. Список литературы включает 192 источника.

### **Оформление и апробация работы**

Рубрикация работы продумана и логична. Диссертация написана хорошим языком, специальная терминология используется профессионально. Основная часть графических материалов наглядна и выполнена на хорошем уровне. Автореферат диссертации полностью отвечает содержанию диссертации.

Главные положения диссертационной работы апробированы на многочисленных российских и международных конференциях.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены: они изложены в 14 печатных работах, в том числе, в 3 статьях в изданиях из списка ВАК и 1 - из международных баз данных и системы цитирования Scopus, Web of Science, рекомендованных для опубликования основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

### **Степень обоснованности и достоверности научных результатов**

Результаты и выводы проведенных исследований представляются достаточно убедительными за счет прекрасного владения Анастасией Владимировной методами научного познания, грамотного и последовательного изложения как положенного в основу фактического материала, так и полученных в процессе его изучения данных. Высокая степень обоснованности и достоверности подтверждается сходимостью в различных аспектах работы результатов, полученных несколькими независимыми методами. В этой связи нельзя не отметить обширный список ссылок на библиографические источники, указывающий на знание автором материала и проблематики предмета.

## Обзор текста диссертационной работы

Во введении рассматривается актуальность темы, степень ее разработки, с оценкой современных представлений о региональном геологическом строении, формулировка целей и задач исследований, научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы, методология и методика исследований. Здесь представлены три защищаемых положения и охарактеризована степени достоверности результатов.

Глава 1 представляет собой геологический очерк, где по литературным данным приведены степень изученности и обзор регионального тектонического районирования, геологического строения Приазовского и Среднеприднепровского блоков между которыми располагается объект исследований – Орехово-Павлоградская зона, общие положения геологии, тектоники и метаморфизма самой зоны. Вызывает уважение раздел корреляции этой зоны с подобными структурами на Воронежском кристаллическом массиве. Юрченко А.В. демонстрирует прекрасное понимание геологии района и знание работ предшественников.

Глава 2, по сути, является продолжением первой. Здесь автор рассматривает геологическое строение северной части Орехово-Павлоградская зоны и результаты детальных работ на Васильковском участке, где отбирались образцы для дальнейших исследований. Глава написана лаконично, но дает полное представление о структуре, геологическом строении участка и взаимоотношениях комплексов пород.

Глава 3 знакомит читателя с методикой изучения пород и минералов. Глава занимает значительный объем, поскольку в работе использовался широкий спектр методов анализа и инструментов. При этом автор демонстрирует прекрасное понимание всех методов, их возможностей и ограничений.

Глава 4. В этой главе обосновывается первое защищаемое положение: Гранат-биотитовые гнейсы образовались в результате палеопротерозойской структурно-метаморфической переработки архейских тоналитов и локализованы в маломощных сдвиговых зонах. Появление граната в новообразованных парагенезисах обусловлено уменьшением отношения  $H_2O/CO_2$  во флюиде и пониженным содержанием  $K_2O$  в породе.

Такая формулировка базируется на результатах детального петрографического изучения, определения химического состава пород, указывающего на изохимичность процессов преобразования, характеристики состава минералов, в том числе содержания РЗЭ в гранатах и биотитах, оценке параметров метаморфизма гранат-биотитовых гнейсов и тоналитов классическими методами термобарометрии. Флюидный режим и влияние содержаний  $K_2O$  на кристаллизацию граната установлены с помощью программы PERPLEX. Глава написана основательно, сопровождается наглядной, хорошо выполненной графикой.

Глава 5 посвящена изучению гранат-биотитовых и высокоглиноземистых гнейсов Васильковского участка. В этой части диссертации с использованием петро- и геохимических методов и многочисленных диаграмм подтверждается осадочная природа протолита пород, приведены полноценные петрографические описания и данные по химическому составу главных породообразующих минералов, выделены парагенезисы, отвечающие трем стадиям метаморфических преобразований. P-T-параметры последних рассчитаны как методами классической термобарометрии, так и современными методами мультивариантных реакций (TWQ), полей устойчивости минеральных парагенезисов (THERIAKDOMINO), расчетов минеральных реакций (THERMOCALC), что вызывает искреннее восхищение. Параметры метаморфизма на ранней (1) стадии оцениваются как: T ~580–625°C и P не ниже 7–8 кбар, высокотемпературной пиковой (2) стадии: T >800°C, P = 7–9 кбар, регрессивной (3) стадии: T = 600–675°C, P = 4–5.5 кбар. Все расчеты соответствуют петрографическим наблюдениям и подтверждены расчетами минеральных реакций в THERMOCALC.

Второе защищаемое положение сформулировано автором следующим образом:

«Палеопротерозойский этап метаморфизма характеризуется стадийностью, отраженной в химической зональности минералов. Реконструкция параметров метаморфизма палеопротерозойского этапа указывает на P-T-тренд «по часовой стрелке» с кульминацией метаморфизма, достигающей гранулитовой фации».

Глава 6. В данной главе исследуется очень необычный объект – закономерно ориентированные включения в гранатах в виде тончайших игольчатых кристаллов, располагающихся в форме ромбовидной «сетки» с углом между двумя системами 70°. Представляется, что большинство исследователей, использующих микроскоп, такое явление либо не заметило, либо не придало ему значения. Анастасии Владимировне удалось не только определить состав включений (гетит по магнетиту или гематиту) с помощью Раман-спектроскопии, но и установить их дипирамидальные и шестигранные (в сечении) формы, зональность, предложить механизм формирования, определить фугитивность кислорода (TWQ) и предполагаемые P-T-параметры кристаллизации. На этой основе сформулировано третье защищаемое положение:

«Гранат глиноземистых парагнейсов характеризуется зональным распределением ориентированных минеральных включений, возникших при синтаксическом срастании граната и оксидов железа, впоследствии преобразованных в гетит. Синтаксический рост происходил на прогрессивной ветви метаморфизма до достижения условий гранулитовой фации при фугитивности кислорода  $10^{-20}$ – $10^{-16}$ ».

Глава 7. В этой главе представлены результаты U-Pb изотопного датирования циркона (SHRIMP-II), Sm-Nd изотопного датирования граната (мультиколлекторный масс-

спектрометр TRITON-1) и U–Pb датирования монацита (мультиколлекторный масс-спектрометр MAT-261). Для граната из гнейса метаосадочной толщи получен Sm-Nd изохронный возраст  $2002 \pm 7$  млн лет и из метатоналита –  $2014 \pm 11$  млн лет. Близкое время метаморфического события определено U–Pb методом по монациту:  $2075 \pm 6$  млн лет и по метаморфическим каймам и новообразованным зернам циркона из метатоналита и гранат-биотитового гнейса по нему: 2100-2150 млн лет. Автор делает вывод, что все изучаемые гранатсодержащие парагенезисы образовались в палеопротерозойское время, а полученные РТ-условия характеризуют палеопротерозойский этап метаморфизма. Глава украшает работу, и могла бы служить обоснованием четвертого защищаемого положения.

В главе Заключение в краткой форме приведены главные результаты исследований.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. Не всегда соблюдается общепринятая номенклатура для метаморфических пород: так, на стр. 79 используется наименование породы – гранат-биотит-плагиоклазовый гнейс. Однако, судя по приведенным ниже объемным количествам минералов, породу надо называть биотит-силлиманит-гранатовый гнейс. Более того, плагиоклаз в гнейсах без особой нужды в название не включается.

2. В работе используется словосочетание «гнейсовидная структура» (стр. 76, 77, 86). Вместе с тем, гнейсовидность – это текстура.

3. На рис. 5.6 (стр. 72) указаны сокращения минералов Smc, Kln, Gbs, которых нет в подрисуночной подписи или в списке сокращений.

4. В главе 4 важные выводы выполнены на основании изучения всего трех образцов: одного из тоналитов и двух из гранат-биотитовых гнейсов.

5. Не удачно выполнены некоторые графические приложения: рис. 1.2, (стр.15) 2.3 (стр. 29), 2.4 (стр. 30). На них геологическая информация не читается.

6. Неясно, почему при РТ-расчетах «классикой» в паре Grt-Crd использован центр граната (1 стадия) и кордиерит, кристаллизация которого отнесена автором к третьей стадии (?) (Глава 5, стр. 96-97).

7. Требуется объяснения, почему при таких колоссальных изменениях РТ-условий, гранат в рассматриваемых породах слабозонален (рис. 5.10, стр. 79; приложения, табл. Б4, стр. 180-185)?

#### **Заключение**

Несмотря на сделанные замечания, представленная диссертация заслуживает высокой оценки. Работа оставляет очень хорошее впечатление, выполнена на высочайшем научном уровне.

Диссертация Юрченко А.В. на тему «Реконструкция условий палеопротерозойского метаморфизма пород Орехово-Павлоградской зоны Украинского щита по гранатсодержащим минеральным парагенезисам», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – Петрология, вулканология, полностью отвечает 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.

Юрченко Анастасия Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – Петрология, вулканология.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Юрченко Анастасия Владимировна обсужден и утвержден на расширенном заседании лаборатории геологии и геодинамики докембрия Института геологии — обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук" (ИГ КарНЦ РАН), протокол № 2 от 29 марта 2022 года.

Главный научный сотрудник,  
руководитель лаборатории геологии и  
геодинамики докембрия ИГ КарНЦ РАН,  
доктор геолого-минералогических наук

Слабунов Александр Иванович

Научный сотрудник,  
кандидат геолого-минералогических наук

Сибелев Олег Станиславович

Секретарь заседания,  
ученый секретарь ИГ КарНЦ РАН,  
кандидат геолого-минералогических наук

Первунина Аэлита Валериевна

**Сведения о ведущей организации:**

Институт геологии — обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук" (ИГ КарНЦ РАН)

ПОДПИСЬ ЗАВЕДУЮЩЕГО  
ВЕДУЩИЙ ДОКУМЕНТОВЕД  
Д. В. ТИТОВА  
"29" марта 2022г.

Почтовый адрес: 185910, ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

Адрес официального сайта: <https://igkrc.ru/>

Адрес электронной почты: [geolog@krc.karelia.ru](mailto:geolog@krc.karelia.ru)

Телефон: тел.: +7 8142 782753