

## РЕЦЕНЗИЯ

На дисертационен труд за

придобиванена образователната и научна степен „доктор“ по  
научно направление 4.4 „Науки за земята“, научна специалност „Минералогия и  
кристалография“

**Тема** на дисертационния труд: „Електронномикроскопско изследване на REE-Th-U  
съдържащи акцесорни минерали и продукти от тяхната промяна в скалите на  
Игралищенския гранитен плутон (Югоизточна България)

**Автор** на дисертационния труд: Ева Николаева Анастасова, Институт по минералогия и  
кристалография, Българска академия на науките

**Рецензент:** доц. д-р Даниела Богданова Карашанова, Институт по оптически материали  
и технологии, Българска академия на науките

### 1. Лични данни за докторанта

Ева Анастасова е родена в София на 18.04.1987 г. В периодът 2006 – 2012 г. е студент в Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, гр. София, където получава последователно степен „бакалавър по Геология и геоинформатика“ през 2010 г., а през 2012 г. – „магистър по Приложна минералогия“. От 2013 г. е зачислена като редовен докторант в Института по минералогия и кристалография на БАН под ръководството на доц. Михаил Тарасов. По време на докторантурата си Ева Анастасова е положила изпити по специалността, английски език и компютърни технологии. Успешно е завършила специализирани курсове по „Рентгеноструктурен анализ“, „Инфрачервена спектроскопия“ и „Минерали – индикатори на магмени и метаморфни процеси“. От 2016 г. е избрана за асистент в научно направление „Минералогия и минерални ресурси“ на същия институт.

### 2. Анализ на дисертационния труд (ДТ).

Представеният ми за рецензия дисертационен труд е описан на 108 стандартни страници и е структуриран в следните 6 основни глави: Увод, Литературен обзор, Материали и методи, Резултати и дискусия, Заключение, Приноси и Литература. Той съдържа 36 фигури и 7 таблици. В уводната част са разгледани структурните особеностите на гранитоидните скали, от какъвто тип е Игралищенския плутон в

Югозападна България и съдържащите се в тях редкоземни елементи (REE), уран (U) и торий (Th). Представени са акцесорните минерали, които са обект на изследванията в настоящата дисертация, а в края на увода са формулирани и целите ѝ – „Изучаване на стабилността на REE-Th-U-съдържащите акцесорни минерали в Игралещенския плутон с прилагане на електронномикроскопски методи” и „Определяне и охарактеризиране на различните типове променителни продукти, свързани с тях и обвързване на получените резултати с конкретни процеси”. Представени са и задачите, чрез изпълнението на които тези цели са постигнати.

### 2.1. Актуалност на разработвания в ДТ проблем.

За постигане на поставените в дисертационния труд цели е проведено задълбочено изследване на структурата, фазовия и елементарен състав на скалите от Игралещенския гранитен плутон с помощта на електронна микроскопия, рентгеноструктурен анализ, рентгенов микроанализ, раманова спектроскопия и др. съвременни методи. Актуалността на тази тема е тясно свързана с два съществени практически проблема. От една страна това е непрекъснатата необходимост на обществото от редкоземни елементи, чийто източник могат да бъдат изследваните в дисертационния труд акцесорни минерали. От друга страна, тези материали биха могли да се използват за надеждното депониране и съхранение на радиоактивни отпадъци, резултат от антропогенната дейност. Не бива да се пренебрегва, разбира се и значението на изследваните минерали за геохимични и петроложки интерпретации и в частност – за определяне на абсолютните възрасти на магмени и метаморфни скали, както и някои други приложения.

### 2.2. Познаване и творческа интерпретация на литературния материал.

Литературният обзор, оформен като отделна глава, е сравнително кратък, описан е на 12 страници и представя предимно фазовия състав и структурата на изследваните обекти, както и промените, които те търпят в резултат на радиоактивното въздействие, а също хидротермалните промени в структурата и елементарния им състав. Трябва да се има предвид, че използваните в дисертацията експериментални методи и геологията на района, от който са взети изследваните образци, също са подложени на литературен анализ с цел да се намерят и формулират най-подходящите за изследване на акцесорните минерали конкретни експериментални и апаратурни параметри. Ето защо, като се обедини Литературният обзор с част от глава „Материал и методи”, общо анализът на литературните данни достига 1/3 от обема на дисертацията и описва 118

литературни източници. Към тях докторантката е подхождала аналитично, за да открие нужните методи и данните за техните основни параметри, най-подходящи за изпълнение на поставените цели. Само 41 от цитираните източници са издадени в последните 10 години. Това е свързано с факта, че електронно-микроскопските методи са разработени отдавна и няма как литературата, свързана с физическите им принципи и действието на микроскопите да не е от по-далечни години. Факт е обаче, че интересът към изследването на такъв тип образци продължава и той е свързан с изключителното богатство на фазовия им състав и то в границите на микроразмерни области и експерименталните трудности, съпътстващи неговото определяне. Въпреки това има и някои по-нови изследвания, които биха могли да бъдат използвани като литературен източник като напр. подобно изследване на Al Ani et al. от 2014 г. върху акцесорните минерали, съдържащи редкоземни елементи, итрий, торий и уран в две области във Финландия (REE-Y-Th-U-rich accessory minerals in selected samples of the Rapakivi granites in Onkamaa, Suomenniemi and Luumäki, Southern Finland).

### 2.3. Методика на изследване и отговор на поставените цел и задачи на ДТ.

Методиката на изследване, във връзка с изпълнение на поставените в дисертационния труд цели и задачи, съвсем логично е развита в две посоки – пробоподготовка и същински анализ на изследваните обекти. По отношение на пробоподготовката, заедно с традиционните техники на шлифване, полиране и опроводяване, докторантката е разработила и приложила протокол за отлагане на възпроизводимо по дебелина проводящо покритие на повърхността на изследваните образци, което да допринесе за получаване на качествени дифракционни картини в обратно отразени електрони, метод, даващ безценна информация за структурата на изследваните минерали в микроразмерни области, каквито обикновено са площите, заети от акцесорните минерали. При същинския анализ на структурата и фазовия и елементен състав на минералите, важен елемент е съчетанието на дифракционните методи в ТЕМ и СЕМ с енергийно-дисперсионен и вълново-дисперсионен микроанализ в СЕМ, както и използването на стандарти за отделните елементи и въвеждане на корекционен фактор за апаратната нестабилност. Единствено комбинираното изследване на минералите с цялата съвкупност от отбелязаните методи, детайлното анализиране на получените резултати е довело до получаването на надеждни данни за тяхната структура и елементен състав.

### 2.4. Научни или научно-приложни приноси на ДТ.

Основните заслуги на разработения дисертационен труд са получените нови сведения за стабилността на REE-Th-U-съдържащите акцесорни минерали от Игралищенския плутон, както и разработената методика за детайлно охарактеризиране на тези материали и разпадните им продукти в структурно и химично отношение, включваща набор от електронномикроскопски методи и режими.

Конкретните приноси, отбелязани в дисертацията се отнасят до:

- Адаптиране на наличната в ИМК апаратура за решаване основните задачи от дисертацията.
- Разработване на методика за вълново-дисперсионен рентгенов микроанализ на редкоземни елементи, торий, уран, итрий и хафний в циркони и монацити.
- Разработване на протокол за възпроизводимо и контролируемо отлагане на въглероден слой за СЕМ изследванията.
- Оптимизиране на условията за провеждане на дифракция в обратно отразени електрони на циркони с различна степен на кристалност, отнасящи се до различни вакуумни режими (с висок вакуум и с променливо налягане).
- Отделяне на специфични микроструктурни типове в REE-Th-U-съдържащите акцесорни минерали (циркон и монацит).
- Установяване за първи път на нови минерални видове и разновидности в скалите на Игралищенския плутон – вторични монацит и рабдофан с отрицателна Се-аномалия.
- Установяване на корелация между различните типове променителни продукти и конкретни геоложки процеси.

2.5. До каква степен приносите в дисертационният труд са личен принос на дисертанта?

Нямам преки наблюдения върху експерименталната работа на докторанта, но от начинът, по който тя представи и защити основните резултати от дисертационния си труд по време на предварителната защита, напълно се убедих в това, че е овладяла основните методи и самостоятелно е постигнала съществената част от докладваните резултати.

2.6. Преценка на публикациите по ДТ: брой; характер на изданията, в които са отпечатани. Какво е отражението им в науката - използване и цитиране от други автори, в други лаборатории?

Резултатите от дисертационния труд са публикувани в 5 научни издания, като 1 е в списание с импакт-фактор, 1 е в сборник от международна конференция, 3 са в

сборници от национални конференции с международно участие. Има и 1 публикувано резюме в сборник с резюмета от 1 национална конференция с международно участие. В две от публикациите докторантката е първи автор. Резултатите са представени и на 4 национални научни форума с международно участие и 1 конгрес на Карпатската балканска геологична асоциация. На една от публикациите вече има забелязан цитат.

2.7. Критични бележки и мотивирани препоръки за бъдещо използване на научните и научно-приложните приноси.

Горещо препоръчвам на докторантката, разработеният протокол за пробоподготовка на минерали за изследване с дифракция на обратно отразени електрони в СЕМ да се прилага и в бъдещи изследвания и да се обогатява за други видове материали, различни от изследваните в настоящия дисертационен труд. Като се има предвид и факта, че методът е сравнително нов и с голям потенциал в структурното охарактеризиране на дебели образци, публикуването на данни в тази насока би имало добър отзвук в научната литература.

Забележките ми по дисертацията са основно редакционни и не касаят същността, достоверността и значението на дисертационния труд.

Имам следните препоръки:

- Фиг. 1 и 2 биха могли да бъдат с разменени места, тъй като на фиг. 2 е представен основният структурен елемент на двата минерала.
- Формулата на стр. 9 за пресмятане на  $\alpha$ -дозата би трябвало да се представи с индекси на коефициентите, пр.  $N_1, \lambda_1$ , вместо  $N1, \lambda1$  и т.н.
- На стр. 11, ред 11, когато се споменават ниски  $\alpha$ -дозы се дава стойност  $>3.10^{18}$  събития на  $\alpha$  разпад/g. Това, обаче несъмнено включва и средни и високи дози. По-точно ще бъде да се даде интервал от стойности, в границите на който се намират ниските дози.
- При коментарът на видовете източници на електрони на стр. 21 би могло да се добави кратка информация и за съвременните видове източници.
- При установяване на зависимостта на качеството на микроскопското изображение от дебелината на въглеродния слой и разработения протокол е използвана хартия като подложка. Препоръчвам да се направи подобно изследване с друга подложка, чиято повърхност е значително по-гладка от тази на хартията.

Имам и следните въпроси:

- Акцесорните минерали, представени в таблица 1 като характерни за Игралищенския плутон от литературен източник ли са взети?
- Какво се има предвид с изречението на стр. 11, ред 14: „...изчезване на решетъчните ръбове ивици...”
- Как точно са изчислени дебелините на въглеродните слоеве, представени на фиг. 10?
- При описанието на вакуумния режим с променливо налягане на СЕМ, стр. 44 – 45, за вода или водна пара става въпрос?

Забелязани са и някои правописни грешки, напр. на стр.11, ред 27 „радиацинно разрушаване” стр.18, ред 8 „in sito” и др. Подробен списък ще представя на докторанта.

2.8.Авторефератът изготвен ли е съгласно изискванията, правилно ли отразява основните положения и научните приноси на ДТ?

Авторефератът е добре оформен и отговаря напълно на изискванията за обем и съдържание. Включва основните резултати на изследването и научните приноси на дисертационния труд.

2.9.Заключение с ясно становище да се даде или не научната степен.

Представеният ми за рецензия дисертационен труд представлява подробно изследване на структурата, фазовия и химичен състав на акцесорните минерали от Игралищенския гранитен плутон и техните разпадни продукти. С изключителна прецизност и упоритост са постигнати експериментални резултати, които дават ценна информация за състоянието на обекта както и за протекли минали геоложки събития.

Постигнатите резултати са публикувани в достатъчно на брой научни издания и е забелязан 1 цитат върху тях. Направените забележки са редакционни и не оказват влияние върху стойността на дисертацията. Ето защо, напълно убедено **препоръчвам на уважаемите членове на Научното жури и Научния съвет на Института по минералогия и кристалография – БАН, да присъдят образователната и научна степен „доктор” по научно направление 4.4 „Науки за земята”, научна специалност „Минералогия и кристалография” на госпожица Ева Николаева Анастасова.**

07.12.2017 г.

Изготвил рецензията: .....

/доц. д-р Даниела Карашанова/