

## СТАНОВИЩЕ

от проф. дфн Тинко Ефтимов,  
департамент „Информатика и инженерство“ на Квебекски университет,  
гр. Гатино, Квебек, Канада

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен 'доктор'  
в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика,  
професионално направление: 4.1 Физически науки,  
докторска програма: Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя.

**Автор:** Теодора Иванова Пашова

**Тема:** Флуоресценция на среди в поле на високоенергитично лъчение

**Научен ръководител:** Проф. дфн Тинко Александров Ефтимов

### 1. Общо описание на представените материали

Със заповед № Р33-3548 от 14.07.2016г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) съм определен за член на научното жури в процедура за защита на дисертационен труд на тема „Флуоресценция на среди в поле на високоенергитично лъчение“ за придобиване на образователната и научна степен 'доктор' в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.1 Физически науки, докторска програма “Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“. Автор на дисертационния труд е Теодора Иванова Пашова – редовен докторант към катедра „Експериментална физика“ с научен ръководител проф. дфн Тинко Александров Ефтимов от Пловдивски университет.

Представеният от Теодора Иванова Пашова комплект материали на хартиен носител е в съответствие с чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ, включва всички необходими документи.

Докторантът е приложил 6 научни публикации, от които 1 в списание с импакт фактор и 5 участия в научни конференции.

### 2. Кратки биографични данни за докторанта

Теодора Иванова Пашова е родена през 1986 г. Тя получава образованието си във Физически факултет на Пловдивски университет ”Паисий Хилендарски”.

Придобива ОКС бакалавър по инженерна физика през 2009 г. и ОКС магистър по „Фотоника и модерни оптични технологии“ през 2011 г. Работила е 1 година като младши инспектор в РЗИ Пловдив. В периода от 2010г. - 2011г. е била хоноруван преподавател в Пловдивски университет и е водила лабораторни упражнения по Молекулна физика и АВИТО. От януари 2014г. до април 2015г. е работила като физик в Ергин ЕООД, а от септември 2015 г. до сега работи като машинен оператор в Геоглоуб Юръп ЕООД. От март 2012 г. до март 2015 г. е докторант в редовна форма на обучение в катедра Експериментална физика на ПУ „Паисий Хилендарски”.

През този период Теодора Пашова активно се е включвала в организирането на няколко научни студентски и други конференции в Пловдивския университет.

### **3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи**

Основен обект на изследване описан в дисертационния труд са многокомпонентни системи основата на  $ZnO/ZnF_2$ , легирани със самарий, чиято основна област на приложение е преобразуване на оптичния спектър от ултравиолетовия диапазон във видимия в системи за ефективно използване на слънчева енергия, както и за регистриране на високоенергетично рентгеново и гама лъчение. Тези приложения определят и актуалността на темата, свързана с изследване на оптичните и флуоресцентни свойства на нови материали

### **4. Познаване на проблема**

В дисертацията са използвани 119 литературни източници, главно книги и статии на утвърдени научни издателства, като 80 от тях са публикувани след 2000 година, а останлите отразяват пълно развитието на изследванията в тази област. Дисертантката е направила обстоен обзор на материалите и методите на изследване свързани с темата на дисертацията и е добре запозната с проблематиката.

### **5. Методика на изследването**

Дисертационният труд има ясно формулирани цел и задачи. Целта на работата е изучаване оптичните свойства на  $ZnO$ -базираните многокомпонентни системи легирани със самарий. Формулирани са четири основни задачи. Избраните методики на обработка на пробите, както и схемите за изследване на оптичните им характеристики и ефективността на флуоресцентните спектри съответстват на поставената цел и решаване на задачите, заложи в дисертационния труд.

### **6. Характеристика и оценка на дисертационния труд**

Дисертационният труд се състои от шест основни глави, заключение, основни приноси, списък на авторски публикации и апробации. Цялостното оформление е старателно изпълнено и онагледено с фигури, схеми, снимки, спектри, таблици, представени като 73 фигури, 10 таблици и 119 литературни източника.

*В първа глава* са разгледани основните понятия и явления при взаимодействието на светлината с оптичните материали като пречупване, поглъщане и флуоресценция, обемно и повърхнинно разсейване. Описани са различни спектрални прибори като спектрометри и монохроматрои. Обърнато е внимание на възможни приложения на изследваните материали.

*Във втора глава* накратко са представени подготовката на образците и използваните експериментални методи за анализ, представени са спектрите на поглъщане и на флуоресценция. Разгледан в и въпроса с измервания на пробите след рентгеново облъчване.

*Трета глава* е посветена на изследването на  $ZnO-P_2O_5-B_2O_3-Sm_2O_3$  стъкла и зависимостта на спектрите на флуоресценция от състава на стъклата. Изследванията са представени в две части, всяка с формулирани заключения.

*В първата част* е променяно количеството на  $P_2O_5$  и  $B_2O_3$  в матрицата. Установена е областта на поглъщане от 200 до 450 nm и пропускане над 450 nm. като съставът на пробите влияе само върху интензитета на флуоресценция. Направени са заключения за областите на поглъщане

на и най-ефективната дължина на възбуждане както и при какво съотношение на  $P_2O_5: B_2O_3$  се получава най-ефективно възбуждане. Установено е, че най-ефективна дължина на възбуждане е 395 nm.

*Във втората част е променяна концентрацията на редкоземния йон ( $Sm^{3+}$ ) при зададено съотношение на  $P_2O_5: B_2O_3$  1:2. Установено е, че с увеличаване количественото съдържание на  $Sm_2O_3$  намалява интензитетът на флуоресценция. Установено е индуциране на конверсия на самариевите йони, в материали със състав  $72ZnO-9.69P_2O_5-18B_2O_3-xSm_2O_3$  ( $x = 0.25, 0.50, 0.75$  [mol%]) при оптично възбуждане на 535 nm, като най-ефективна е конверсията при  $x = 0.75$  mol%  $Sm_2O_3$ . Особено важни са резултатите при облъчване с рентгеново лъчение.*

**В четвърта глава** е изследван влиянието на самариевите съединения върху флуоресцентните спектри на  $ZnO-ZnF_2-P_2O_5-B_2O_3-Sm_2O_3-SmF_2$  стъкла при съотношението на  $P_2O_5: B_2O_3$  1:2. Изследванията са представени в две части.

*В първата част е изследвана зависимостта от съдържанието на легиращите редкоземни йони - самариев оксид ( $Sm_2O_3$ ) и самариев флуорид ( $SmF_2$ ). Експериментално е установено, че интензитетът на флуоресцентния спектър зависи от съдържанието на  $Sm_2O_3$  и  $SmF_3$  и че най-ефективен е източникът на възбуждане в диапазона 390-420 nm.*

*Във втората част е изследвано влиянието на съотношението между  $ZnO$  и  $ZnF_2$ . Експериментално е установена нелинейна зависимост на интензитета на флуоресценция се изменя изменението на съдържанието на  $ZnF_2$  като че най-ефективно възбуждането на 405 nm. Наблюдавана е обратима конверсия на Sm йони ( $Sm^{3+} \rightarrow Sm^{2+}$ ) под въздействие на високоенергетично лъчение. Установено е, че интензитетът на флуоресцентния сигнал при въздействие с рентгеново лъчение се променя по степенен закон, като конкретните параметри на зависимостта зависещ от дължината на вълната на флуоресценция. Това дава възможност за разработка на оптични сензори на рентгеново лъчение.*

**В пета глава** е изследвано влиянието на количественото съдържание на  $SrCO_3$  – стронциев карбонат върху оптичните свойства на  $ZnO - SrCO_3 - ZnF_2 - SrF_2 - P_2O_5 - B_2O_3 - Sm_2O_3 - SmF_3$  стъкла. Установена е нелинейна зависимост между промените на интензитета на флуоресценция и промените на количеството стронциев карбонат като максимална интензивност на флуоресценцията в цялата изследвана област е получена при съдържание 7.5 mol%  $SrCO_3$ . При всички образци най-ефективно възбуждане се получава при оптично напompване на 405 nm.

**В шеста глава** се изследва влиянието на количествените промени на цинковия селенид ( $ZnSe$ ) от 6.5 до 66.5 mol%, върху оптичните свойства на  $ZnO - ZnSe - SrF_2 - P_2O_5 - B_2O_3 - Sm_2O_3 - SmF_3$  (ZSPB). Целта е да се провери възможността за индуциране на конверсия на вложения редкоземен йон, в следствие облъчване с рентгеново лъчение, т.е. да се провери наличие на сензорен ефект. Експериментално е установено, че и в този случай интензитетът на флуоресценция се изменя нелинейно с изменението на съдържанието на  $ZnSe$ , като максимална интензивност на емисия е получена при съдържание 6.5 mol% на цинков селенид. Най-ефективно оптично напompване е установено за 405 nm. Установено е, че  $Zn-Se$ -оксифлуоридни материали, съдържащи  $ZnSe$  от 6,5 до 66,5 mol%, са не показват чувствителност при излагане на рентгеново лъчение и не се наблюдава сензорен ефект.

## 7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката

Основните приноси на дисертационния труд са с научно-приложен характер и значими за науката и за разработката на сензори на високоенергетично лъчение.

1. Успешно са синтезирани няколко вида стъклени материали и детайлно са изследвани техните флуоресцентни спектри в зависимост от състава им както следва:
  - стъкла  $\text{Sm}_2\text{O}_3$ :  $\text{ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3$ ,
  - оксифлуорисни материали от системите  $\text{ZnO-ZnF}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3$ :  $\text{Sm}_2\text{O}_3/\text{SmF}_3$  и  $\text{ZnO - SrCO}_3 - \text{ZnF}_2 - \text{SrF}_2 - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Sm}_2\text{O}_3 - \text{SmF}_3$ ,
  - нови материали на основата на  $\text{ZnSe}$  добавен към оксифлуоридна матрица  $\text{ZnO - ZnSe - SrF}_2 - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Sm}_2\text{O}_3 - \text{SmF}_3$  (ZSPB).
2. Експериментално е наблюдавана конверсия на самариеви йони  $\text{Sm}^{3+} \rightarrow \text{Sm}^{2+}$  в стъклени материали  $\text{Sm}_2\text{O}_3$ :  $\text{ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3$  след въздействие с високоенергетично рентгеново лъчение при възбуждане с лазерно лъчение с дължина на вълната 532 nm.
3. Установен е обратим сензорен ефект, при частична конверсия на  $\text{Sm}^{3+} \rightarrow \text{Sm}^{2+}$  в оксифлуоридни материали от системата  $\text{ZnO-ZnF}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3$ :  $\text{Sm}_2\text{O}_3/\text{SmF}_3$  под въздействие на високоенергетично рентгеново лъчение. Установена е спектрално зависима степенна зависимост в амплитудния спад на флуоресценцията. Това позволява разработването на широкообхватни сензори на рентгеново лъчение

## 8. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Дисертантката е представила 6 научни публикации и 5 апробации в научни конференции, които отразяват резултати на дисертацията. Една от публикациите е в утвърдено научно списание IF. 4 от статиите са на английски език и са публикувани в международни научни списания, а 2 – са на български език в национални научни списания. Всички статии са представени от колектив от 4 или 5 съавтора, тъй като работите са експериментални. 5 от научните публикации са в съавторство с ръководителя на докторантката. В 4 от статиите Теодора Пашова е първи автор, което по съответства на приноса ѝ при провеждането на експерименталните изследвания и техния анализ. Някои от публикациите са в сътрудничество с изследователски групи от Канада, което е свидетелство за значимостта на проблематиката.

## 9. Лично участие на докторанта

Докторантката е извършила самостоятелно и в сътрудничество с други групи огромна експериментална работа и е направил обработка на получените резултати. Коректно са описал Експерименталните резултати са коректно представени и анализът им е научно аргументиран. Дисертантката е запозната с теорията и методите, използвани в дисертацията, придобила е практически знания и умения за провеждане на научен експеримент и анализ на получените резултати. Считаю, че личното участие на докторантката в изготвяне на дисертационния труд е значимо и самостоятелната ѝ работа е решаваща за получаването на описаните резултати..

## 10. Автореферат

Авторефератът представя точно и синтезирано най-съществените резултати, илюстрирани с подходящи графики, спектри и снимки и отговаря на съдържанието на дисертационния труд.

Изработен според изискванията на съответните правилници и отразява основните резултати, постигнати в дисертацията.

### **11. Критични забележки, въпроси и препоръки**

Имам някои забележки към техническото оформяне на работата, които смятам, че ще бъдат от полза на докторанта при бъдещото му развитие.

Извън допуснати правописни и пунктуационни грешки три статии от списъка с публикации са с пропуснати данни.

Има и фигури и таблици с надписи на английски.

Препоръката ми към Теодора Пашова е да продължи работата си в това направление и при възможност да се включи разработване на влакнесто-оптичен флуоресцентен сензор на рентгеново лъчение.

### **12. Лични впечатления**

Познавам лично Теодора Иванова Пашова от студентските ѝ години, като научен ръководител на магистърска дипломна работа и като научен ръководител на настоящата докторантура. Имам много добри лични впечатления за работата на докторантката. Тя прояви последователност, упорство и самостоятелност и това ще ѝ даде възможност да се развива и като се млад учен и добър специалист при наличие на бъдещи условия за това.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Представеният от Теодора Пашова дисертационен труд *съдържа научни, научно-приложни и приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката* и отговарят на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на ПУ „Паисий Хилендарски“. Представените материали и резултати в дисертацията **напълно** съответстват на специфичните изисквания на Физическия факултет, приети във връзка с Правилника на ПУ за приложение на ЗРАСРБ.

Дисертационният труд показва, че докторантката Теодора Иванова Пашова **притежава** добри теоретични знания и професионални умения по научна специалност „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“ като **демонстрира** качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

Давам своята **положителна оценка** за проведеното изследване и дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси, и **предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен ‘доктор’** на Теодора Иванова Пашова в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.1 Физически науки, докторска програма: Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя.

26.10.2016 г.

: .....

(проф. дфн Тинко Ефтимов)