БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО ЕЛЕКТРОНИКА
Вх. № 444/09.04.2025 г.

СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „доктор" по направление 4.1 „Физически науки“, научна специалност „Радиофизика и физическа електроника”

Тема на дисертационен труд: Създаване и изследване на многофункционални магнитни структури за микровълнови и електронни компоненти
Автор на дисертационния труд: Борислава Веселинова Георгиева
Научен ръководител: : доц. д-р Татяна Куцарова
Изготвил становището: доц. д-р Ангелина Стоянова-Иванова, Институт по физика на твърдото тяло, Българска академия на науките (ИФТТ-БАН)

1. Кратки биографични данни за кандидата

Борислава Веселинова Георгиева е родена на 08.04.1990г. Завършила е през 2008г. 119 СУ „Акад. Михаил Арнаудов“, гр.София. През 2013г. завършва обучението си в Химикотехнологичен и металургичен университет – София, Факултет по химични технологии със степен „Бакалавър“, а през 2015г. успешно се дипломира със степен „Магистър“, специалност „Инженер-химик“ в същия Университет. От 2022г. до 2024г.е асистент в Института по електроника “Академик Емил Джаков”, Българска академия на науките. Докторант Борислава Георгиева е зачислена в редовна докторантура със Заповед № 1 /11.01.2016г. на Директора на ИЕ-БАН в лаборатория "Жиромагнитна електроника“ — ИЕ-БАН, научно направление 4.1. Физически науки, специалност „Радиофизика и физическа електроника“ със срок на обучение от три години, считано от 01.01.2016г. до 01.01.2019г.. С решение на Научния съвет на ИЕ-БАН (Протокол № 12 от 13.12.2018г.) срокът на докторантурата и е удължен с една година до 01.01.2020г. и тя е отчислена с право на защита съгласно Заповед № 182/19.02.2019г. Тя е съавтор на 30 публикации (11 - първи автор). Забелязани са 48 цитата. Взела е участие на: 54 международни и национални конференции и семинари; 10 договора (ФНИ-8 и Национална програма „Млади учени и постдокторанти“- 2). Отличена е с три награди: Ръководител на най-успешен проект, финансиран по „Програма за подпомагане на млади учени и докторанти в БАН – 2017 г.“, Научно направление: „Нанонауки, нови материали и технологии“; Награда за най-добър постер за млади учени на 21 International Workshop on Nanoscience &Nanotechnology 2019; 1-во място за най-значимо научно-приложно постижение за 2023 г. “Нов комбиниран подход за получаване на метало-оксидни нановлакна с електро-овлакняване и атомно послойно отлагане”.

Общи сведения за дисертационния труд

Дисертационният труд на тема „Създаване и изследване на многофункционални магнитни структури за микровълнови и електронни компоненти“ е оформен в обем от 148 страници и се състои от увод (актуалност на проблема), теоретична част (литературен обзор) , цели и задачи, експериментална част (3 глави), основни приноси, списък на публикациите и докладите върху които е изграден дисертационния труд, участия на международни конференции, както и списък на използваната литература (258 източника). В дисертационния труд са включени 68 фигури и 10 таблици. Поставените задачи и изпълнението им отговарят на основната цел на дисертационния труд. Разработена е методика за получаване на комплексни оксиди от Y-тип хексаферити от вида $Ba_2Zn_2Fe_{12}O_{22}$ и е проследено влиянието на

степента и вида на заместване на металните катиони върху свойствата им и магнитните фазови преходи. Изследвани са също структурните и микроструктурни им свойства, както и магнитните им свойства. Наблюдавани са условията на магнитни фазови преходи, позволяващи реализирането на магнитни структури обуславящи магнитоелектричен ефект. Демонстрирани са екраниращите свойства на синтезираните Y-тип хексаферити в честотния диапазон 1-20 GHz. Резултатите, постигнати в тази дисертация допринасят за нови знания за получаването и и изследването на Y-тип хексаферити и разкриват корелацията между магнитната структура и магнитните свойства, което ги определя като материали с мултифункционални магнитни структури, предназначени за приложения в микровълнови и електронни компоненти.

2. Актуалност на разработения в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение.

Енергийната ефективност и намаляване на електромагнитните смущения изисква разработването и оптимизацията на иновативни материали, които играят ключова роля в глобалния научно-технологичен напредък. Магнитоелектричните мултифероични материали притежават уникални физични свойства в това число възможността за управление на магнитните свойства чрез прилагане на електрично поле и обратно–въздействие върху електричната поляризация чрез магнитно поле (магнитоелектричен ефект). От технологична и научна гледна точка едно от основните предизвикателства е създаването на материали, които притежават както силен феромагнитизъм, така и висока фероелектричност, което им дава възможност да намират широко приложение в различни индустриални сектори – от електрониката и телекомуникациите до военната индустрия и високочестотните технологии (спинтрониката, съхранението на данни, микровълновите технологии и други). Y-тип хексаферитите, които демонстрират силно магнитоелектрично взаимодействие близо до стайна температура, както и синтеза на монофазни хексаферити и овладяването на магнитно-фазовите преходи ще позволят оптимизацията на техните приложения в микровълновата техника и електрониката.

В дисертационния труд са разработени и представени изследвания на многофункционални магнитни структури, основани на магнитноструктурни промени в Y-тип хексаферити. Представени са нови данни подпомагащи идентифицирането на фундаменталните механизми, отговорни за проявата на магнитоелектричния ефект в тези материали. Това дава нови възможности за задълбочено разбиране на техните структури и свойства, което може да подкрепи разработването на нови устройства с висока ефективност и нисък енергиен разход, което предполага внедряване на тези хексаферити в различни технологични устройства и прибори. Несъмнено темата е актуална и представлява интерес за съвременната наука.

3. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

В дисертационния труд са описани подробно методите за синтез на хексагонални ферити, на базата на които са разработени методики за получаване на изследваните Y-тип хексаферити – $Ba_{0.5}Sr_{1.5}Zn_2Fe_{12}O_{22}$, $Ba_{0.5}Sr_{1.5}Zn_2Al_{0.08}Fe_{11.92}O_{22}$ и $Ba_{0.5}Sr_{1.5}Zn_{2-x}Ni_xFe_{12}O_{22}$. Разработени са инавативни методики за получаване на прахове от магнитоелектрици с хексагонална структура (Y-тип хексаферити) на т. нар. „мека" или „мокра" химия за синтез – модифициран метод на съутаяването - сонохимичено съутаяване и зол-гел самоизгаряне. Изследвани и оптимизирани са условията на синтез на получените Y-тип хексаферити. Получените резултати са доказани, чрез съвременни и правилно подбрани методи, като рентгеноструктурен анализ, сканираща

електронна микроскопия, енергийно-дисперсионен рентгенов анализ за изследване на фазовият състав, микроструктурата и елементният състав на формираните Y-тип хексаферити. Изследвани са също магнитните характеристики на получените образци чрез система за измерване на физични свойства (PPMS ACMS (Quantum Design Inc., San Diego, CA, USA)) и свръхпроводящ квантов интерферометър (SQUID Quantum Design) в температурния интервал 4.2 K – 300 K и магнитни полета до 5 T. Получени са нови знания за технологиите за синтез на хексаферити с висока хомогенност по отношение на размерите и формата на частиците, както и за изясняване на влиянието на степента и типа (магнитни/немагнитни) замествания на метални катиони в Y-тип хексаферити върху магнитните фазови преходи имащи отношение към магнитоелектричния ефект и мултифероизма.

4. Познава ли дисертанта състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал.

Представен е обстоен обзор на специализирана литература по проблемите на дисертацията. По-голямата част от цитираната литература са статии в списания публикувани през последните години и са реферирани в WoS и/или Scopus. Това е доказателство за познаване на достиженията на научната общност по проблематиката в дисертацията. Обективно са анализирани резултатите от предходни изследвания и убедително е обоснована и защитена поставената цел на дисертационния труд.

Като най- съществени приноси, представени в дисертационният труд, могат да бъдат посочени следните:

- Чрез методите на зол-гел самоизгарянето и модифицирано съутаяване - сонохимичния синтез са разработени методики позволяващи контролиране на размера и формата на частиците за получаване на комплексни оксиди със сложна кристална структура, Y-тип хексаферити;
- Установено е, че методът на синтез при Y-тип хексаферитите не оказва влияние върху намагнитеността на насищане и температурата на магнитните фазови преходи, но оказва влияние върху стойностите на коерцитивната сила, която се влияе от микроструктурата и кристалността на получените проби;
- Получени са нови данни за температурата и условията, при които се наблюдават магнитните фазови преходи в поликристални прахови проби от Y-тип хексаферити;
- Доказано е, че вследствие на заместване на немагнитните катиони с магнитни и на магнитните катиони с немагнитни в магнитната структура на Y-тип хексаферитите се отразява в нарастване на температурата на магнитен фазов преход от хеликоидално във феримагнитно подреждане на спиновите моменти и предоставя възможност за наблюдаване на магнитоелектричен ефект близо до и над стайна температура;
- Установено е, че: заместването на магнитния Fe^{3+} катион с немагнитен Al^{3+} катион води до повишаване на температурата на магнитен-фазов преход от спираловидно в конично подреждане на магнитните моменти,водещо до индуциране на електрическа поляризация; заместването на Zn^{2+} катиони с ниски концентрации от Ni^{2+} води до нарастване на температурата на магнитен фазов преход от феримагнитно в спираловидно подреждане;
- Изследването на микровълновите характеристики на композитни образци, съдържащи Y-тип хексаферит като пълнител показва минимуми на отражение при определени честоти, които се контролират чрез промяна на концентрацията на ферита.

Считам, че така посочените приноси са оригинални, мога да ги характеризирам като научно-приложни, и като обогатяващи съществуващите вече методи за синтез на хексаферити и допълващи данните за условията на магнитни фазови преходи с цел тяхното бъдещо приложение.

5. Преценка на публикациите на дисертационния труд: брой, характер на заглавията (международни, национални, ведомствени, служебни бюлетини).

По темата на дисертационния труд докторантът е публикувал **4** научни труда, както в три от тях Борислава Георгиева е първи автор. Една публикация е публикувани в списание Journal of Magnetism and Magnetic Materials с импакт фактор **2.683 (Q2),** една в списние Bulgarian Chemical Communications с импакт фактор **0.238 (Q4)**, една в Conference Proceedings с **SJR (Scopus):0.182** и една в **EPJ Web of Conferences.** Взела е участие на **17** международни и национални научни форуми в страната, на които е представила резултатите от дисертацията си. Забелязани са 7 независими цитирания за две от публикациите по темата на дисертацията. Общо получени кредити 1082 надхвърлят няколко пъти изискуемите 250.

Тези наукометрични показатели ясно доказват, че дисертационния труд е апробиран в достатъчна степен и е получил висока оценка от научната общност, което също доказва неговата актуалност и значимост.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите и лични впечатления.

Познавам Борислава Георгиева от следването и в Химикотехнологичен и металургичен университет – София и имам лични наблюдения от качеството на нейната работа. Смятам, че достатъчно сериозно се отнася към нейните задължения и изпълнение на поставените й задачи. Анализирането и публикуването на постиганите резултати е в достатъчна степен нейно дело.

Тя е част от научен колектив, който има традиции по научната тематика и се ръководи от доц. Татяна Куцарова, утвърден учен, както у нас така и в чужбина. Анализирането и публикуването на постиганите резултати е в достатъчна степен нейно дело. Инж. химик Георгиева участва като член на колектива в 8 научноизследователски проекта, финансирани от фонд „Научни изследвания“ и 2 научноизследователски проекта, финансирани от Национална програма „Млади учени и постдокторанти“.

7. Авторефератът е оформен съгласно изискванията и отразява основните научни приноси и резултати от проведените изследвания.

Нямам въпроси към към дисертационния труд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основание на всичко казано до тук считам, че представения дисертационен труд отговаря по обем и съдържание на изискванията на Закона за развитие на академичния състав и правилника за неговото приложение и Правилника, изисквания, условия, правила и решения към кандидатите за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИЕ-БАН и най-убедено препоръчвам на почитаемото Научно жури да присъди на: Борислава Веселинова Георгиева образователната и научна степен „Доктор“ по професионално направление 4.1. „Физически науки“, научна специалност „Радиофизика и физическа електроника“.

София, 9.04.2025 г. доц. д-р Ангелина Стоянова-Иванова