

С Т А Н О В И Щ Е

От члена на Научно жури (заповед РД09.97.30.09.16 на директора на Институт по физика на твърдото тяло - ИФТТ) - Иван Недков, доктор на науките, професор в Институт по електроника при БАН

Относно: Дисертационен труд за присъждане на научната степен "Доктор на науките"

Автор на дисертацията: Елена Кръстева Назърова

Тема на дисертацията: "Сравнително изследване на купрати и желязо-базирани свръхпроводници"

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение.

Феномените свръхпроводимост (СП) и високотемпературна свръхпроводимост (ВТСП) при оксидни материали (Нобелова награда - J. Bednorz & K. Müller, 1986 г.) остават в групата на водещите научни проблеми на 21 век, нещо повече след откритието (H. Hosono, Tokyo Inst. of Technology, 2008 г.) на желязо базираните свръхпроводници вече се говори за "железните години на свръхпроводимостта" [Johannes, Michelle (2080). Physics. 1: 28]. Тези материали ще продължават да привличат, както чисто фундаменталния научен интерес, така и научно-приложните усилия за тяхното приложение при съхранение и пренасяне на енергия, левитация и безспорните им предимства при създаване на ново поколение магнитни системи. Считаю, че тематиката на дисертационния труд е актуална със значение за развитието на фундаментално-приложните знания в областта на неконвенционалните свръхпроводници и високотемпературната свръхпроводимост (ВТСП).

2. Познава ли кандидата състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал?

Авторът на дисертацията е разпределил обработената научна литература по глави, което затруднява цифровата оценка на общия брой на използваните източници, но прави впечатление добрата информираност и познаване на основополагащия литературен материал и най-новите постижения в областта. Основно авторката се е опитала да мотивира на база на известната литература изследванията си върху $Y(Ca)BaCO_3$, като е подбрала катион калций (Ca^{2+}) за частично заместване на итриевия йон (Y^{3+}) в перовскитната кристална клетка. Такъв тип замествания са нетрадиционни и слабо изследвани, тъй като предизвикват спорни обсъждания. Важен дял в изследователските работи, които обхваща дисертацията са откритите през 2008 г. желязо базирани свръхпроводници от типа FeSe. Считаю, че д-р Назърова е използвала творчески известните изследвания при планиране и провеждане на експерименталната си работа и интерпретацията на получените резултати.

3. Избраната методика на изследване може ли да даде отговор на поставените цели и задачи на дисертационния труд?

Методически докторантурата е построена върху затворен цикъл от изследвания, който започва с лабораторно синтеруване на поликристални образци, кристало-структурното им охарактеризиране и завършва с физически измервания на свойствата на получените образци. При FeSe синтеруването е извършвано в инертна атмосфера. Тези стандартни технологични подходи и методиките за нискотемпературни измервания са добре

отработени в Направление „Нискотемпературна физика” на ИФТТ и обезпечават комплексно проучване.

4. Кратка аналитична характеристика на научните и научно-приложните приноси на дисертационния труд.

Дисертацията е преведена на английски език и като оформление прави много добро впечатление. Изследванията са от области на материалознанието и на физиката на желязо базирани свръхпроводници от типа на $\text{FeSe}_{0.94+\text{Ag}}$ (0, 6 и 10 тегл.%) и високотемпературни свръхпроводници с обща формула $\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, където $x \geq 0.025 \leq 0.20$, обсъдени са и ВТСП от типа ВВСО заместени с Са и РЗЕ. Работата има научно-експериментален характер. Влиянието на добавка от Ca^{2+} е изследвано в широки концентрационни граници и е добре илюстрирано със системна характеристика. Имам критични забележки по отношение на избраната обща формула за заместване при системата YBCO, за което ще стане въпрос в т.6. Изследванията върху Fe-базирани СП са по-зрялата част от дисертацията и там приносите са очевидни и добре отразени. Не съм запознат в подробности със заявката за патент, включена в базовите работи по дисертацията. За двата основни типа изследвани материали със споменатите по-горе добавки са получени нови данни за критичните свръхпроводящи параметри, флуксoidalната динамика, интер- и интра-грануларния магнитен отклик. Голямото количество експериментални данни прави материала полезен за всеки изследовател в областта на СП.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд, цитирания и до каква степен дисертационният труд и приносите са лично дело на кандидата?

Дисертацията е базирана на 30 публикации, 5 от които са в сборници на конференции. В 18 работи - д-р Назърва е първи автор, като има 1 самостоятелна работа. В 3 работи е на 2 позиция и в останалите на по-отдалечена. Един от основните и съавтори е д-р К. Ненков (21 работи), който извършва нискотемпературните измервания на материалите. Докторанта на г-жа Назърва д-р Бучков е също активен съавтор (15 работи). Прави впечатление разпределението на изследователските цели по публикации: (i) Изследване на Са заместени YBCO - 13 работи, (ii) 9 посветени на $\text{FeSe}(\text{+Ag})$, (iii) 4 работи върху YBCO със замествания с Р.З. елементи, (iv) 2 работи върху Са заместен ВВСО, (v) 1 работа с по-общ характер и (vi) 1 работа с проф. В. Ковачев от 1985 г. върху NdN-СП, с която авторката маркира началото на интереса си в областта на СП. Публикациите са във физически списания с добър рейтинг (Phisica C - 4; Supercond.Sci.Technol.(FeSe) - 4) и др. Открити са 60 независими цитирания на публикациите на докторантката. Приемам, че д-р Назърва има безспорно инициативата да се работи върху Са-заместени YBCO и $\text{FeSe}(\text{+Ag})$ и активно участва в интерпретацията на резултатите от изследванията. Работите имат в по-голямата си част експериментален характер и това е причината за големия брой съавтори.

6. Критични бележки:

6.1. Прави впечатление, че още в заглавието на дисертацията е поставена претенция за "сравнително изследване". От изложението става ясно (претенция 5), че авторката търси обединяващи принципи във физическите свойства за два големи класа свръхпроводници - желязо-базирани СП от типа FeSe със **структура на железни пниктиди** и ВТСП - купрати с **перовскитна структура** от типа YBCO, ВВСО. Да се изясни влиянието на добавка Ag върху физичните свойства на FeSe е коректна задача, подходяща за дисертационна работа, същото се отнася и до субституциите при купратите, но не съм убеден, че сравнението би довело до откриване на нови общи

принципи при структури, които имат различен механизъм на свръхпроводимост [A. Subedi, L. Zhang, D. J. Singh, and M. H. Du, *Phys. Rev. B* 78, 134514 (2008)].

6.2. Идеята за заместванията на едни катйони в кристалната клетка с други при дисертационния труд е опит за използване на **ефекта на Мотт** за промяна и управление на свръхпроводящите свойства. Този ефект обикновено се проявява при твърдотелни структури тип - **метални**, където електроните на всички атоми са обобщени. В случая обект на изследване са **йонен** тип кристални структури и заместването **Ca²⁺ → Y³⁺** има вътрешни противоречия от гл.т. на електронен баланс на йонния кристал. В литературата [S. Krupicka, Physik der ferrite und der verwandten magnetischen oxide, Prag 1973] е добре известно, че ефекта може да бъде предизвикан и при такива структури, но е необходимо внасянето на йон с компенсираща валентност. Предлаганият подход може да предизвика само образуването на втора фаза, която се натрупва по границите на зърната на поликристалната структура. В този смисъл препоръчвам редактиране на твърдението за "заместване" на йони и претенции 7 и 8.

7. Авторефератът правилно ли отразява основните положения и научните приноси на дисертацията?

Авторефератът има обем от 55 стр. Материалът отразява добре извършената изследователска работа и след минимална редакция на приносите може да бъде приет.

8. Заключение

Представените за оценка дисертационен труд на електронен носител и автореферат от 55 стр., оформят в мен мнението за една трудоемка и сериозна научно - изследователска работа с полезни резултати и приноси в изучаването на физиката на железно - базирани СП със структура на железни пниктиди и YBCO, BSCO - ВТСП с перовскитна структура. Приемам, че забелязаните недостатъци в работата, на които обърнах внимание по-горе могат да бъдат коригирани и научното жури може да препоръча на уважаемите членове на НС на ИФТТ да присъдят научната степен „Доктор на науките” на г-жа Елена Кръстева Назърва.

15.11.2016 г.

София

Подготвил:

/проф. дн И. Недков/