

РЕЦЕНЗИЯ

за Конкурс за академична длъжност „професор” по научна специалност 5.6. Материали и материалознание (Технология на полупроводниковите материали и електронните елементи), обявен от ХТМУ-София в ДВ бр.50/01.07.2011 г.

**От проф. дхн. д-р. инж. Рахила Борисова Георгиева
(член на научното жури – заповед Р-ОХ-352/02.08.2011 г.).**

Конкурсът е обявен за нуждите на катедра Металургия на цветните метали и полупроводникови технологии към Факултета по металургия и материалознание. В конкурса участва един кандидат – доц. д-р. инж. Ивана Николова Маркова – Денева. Тя е родена в град Тетевен през 1948 г. През 1971 г. завършва висше образование във ВХТИ - София по специалност „Химия и технология на полупроводниковите материали” с отличен успех.

След завършването на висшето си образование доц.Маркова продължава обучението си във ВХТИ - София като аспирант. През 1976 г. защитава докторска дисертация на тема „Получаване и свойства на селективно-пропускателни слоеве от калаен двуокис (SnO_2)”. След защитата на дисертацията доц. Маркова постъпва на работа в същия институт (сега – университет), където работи до сега без прекъсване като: научен сътрудник към НИС при ВХТИ - София (1977 г. – III степен, 1979 г. – II степен и 1985 г. – I степен), хоноруван преподавател в катедра ХТММЕЕ (1988 г.), главен асистент в същата катедра (1989 г.).

През 1996 г. е избрана за доцент по „Материали за електрониката и микроелектрониката” към катедра ХТММЕЕ (в момента Катедра по металургия на цветните метали и полупроводникови технологии).

Доц. Маркова е специализирала през 1988 г. в Московски химикотехнологически институт (3 месеца), през 1995 г. - в Технически университет Лъфборо, Англия; 1 месец), през 1996 г. - в Национален политехнически институт (Тулуза, Франция; 1 месец), както и по една седмица в периода 1999 - 2009 г. във френски университети.

Доц. Маркова участва в конкурса с 58 (от общо 96) работи (научни публикации, монография и патент) и 4 самостоятелни учебни помагала (два отпечатани учебника, един електронен учебник и един електронен справочник). Самостоятелните работи са 6 (1, 23, 26, 28, 29, 36). В 17 работи доц. Маркова е пръв автор (8-13, 17, 24, 25, 30, 33, 34, 38-41). В списания с импакт фактор са 10 работи (2-6, 42 – 46). В специализирани научни издания са 30 работи, в сборници с редактор – 16 работи. Патентът е от трима автори. Представен е списък от 27 цитата, 4 от които са в България.

Обща характеристика на научноизследователската дейност на кандидата

Доц. Маркова е работила в няколко научни направления:

- синтез и охарактеризиране на наноматериали (1-7, 12- 40, 58);
- материали и особено чисти вещества за електрониката, микроелектрониката и изчислителната техника (8-11, 49 – 52);
- стъклообразуване и фазови равновесия в халкогенидни и оксидни полупроводникови системи (42 – 46, 53 – 57);
- оптимизиране сечението на някои проточни химични реактори (47,48).

Основната научна дейност на доц. Маркова след хабилитацията (отразена е в около 64 % от научните работи) е свързана със синтез и охарактеризиране на метални наночастици и техни композити за електрониката и микроелектрониката. Наночастиците със сферична форма са монометални, двуметални и триметални (1,7, 12 – 14, 17, 18, 23 – 26, 28 – 30, 34 – 39). Наножиците са тип керамично ядро (силициев диоксид и молекулярни сита) – метална (кобалт, никел) обвивка. Получените наноразмерни частици са използвани в няколко области – създаване на технология за нанокompозитни материали за газопогълтители за микроелектрониката (8 – 11, 33, 39, 41), изготвяне на електроди за електрохимични източници на ток (1, 3, 16, 20, 31, 32, 38) и нанокompозитни материали с матрица от порьозен силиций, запълнена с оптично активни органични полимери за оптоелектрониката (50).

Доц. Маркова развива прилагането на FTIR ($4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$) при изследване на наноматериали. В 37 публикации са описани изследванията на разнообразни случаи на повърхностното им състояние. Проследени са процесите на граничната повърхност наночастици/носител, наночастици/реакционен разтвор и наночастици/околна среда. Доказано е създаването на редица нови химични връзки на повърхността на наночастиците – В-О (в групите VO_2 , VO_3 и VO_4), В-Н (в групите BH_2 и BO_3), N-H (в групите $-\text{NH}_2$ и $=\text{NH}$), C-N, Si-O, Al-N, Al-O (в тетраедри AlO_4 и октаедри AlO_6). Намаляването на обема на елементарната клетка се проявява като отместване към по-високи честоти на ивицата на антисиметричните и симетричните валентни трептения на създадените на повърхността на наночастиците атомни групи. Намерена е разлика във вида на инфрачервения спектър на наноматериали, получени при различни условия. Допълнени са литературните данни за характеристичните честоти на симетричните, антисиметричните и деформационни вибрации на химичните връзки, образувани на повърхността на наночастиците. При изследване на материалите, съдържащи порьозен силиций с наноразмерни пори (10 – 50 nm), дебелина на порьозния слой в интервала 40 – 100 μm и

силициева подложка с дебелина 500 μm , е доказано образуването на връзки Si-H, Si-O и Si-OH.

Резултатите, получени при изследванията в средната инфрачервена област, са допълнени с резултати, получени с помощта на други техники за охарактеризиране на наноматериали, като рентгенова дифракция, електронна микроскопия, молекулна спектроскопия (раманова, в ултравиолетова и видима области), сканираща електронна микроскопия (и съчетана с химичен анализ), трансмисионна електронна микроскопия, емисионен спектрален анализ, диференциално термичен анализ, ядреномагнитен резонанс, ВЕТ метод за определяне на специфичната повърхност и др.

Много добро впечатление прави показаната връзка между условията на синтез и свойствата на разнообразните материали.

Монографията на доц. Маркова е посветена на „Синтез и изследвания с инфрачервена спектроскопия на наноматериали”. Обобщава резултатите от изследвания, проведени в периода 1992-2010 г. Обхваща 235 стр., като въведението е 53 стр. В 9 глави са разгледани: 3D и 2D - дименсионални метални наночастици, ИЧ спектроскопски изследвания на граничната повърхност на кобалтови, железни (съдържащи кобалт и хром), никелови, медни, хибридни нишковидни по форма (наножици) наноразмерни частици, както и на повърхности на катализатори на база на никелови наночастици, нанокompозити на базата на кобалтови наночастици и прах от алуминиев нитрид и на металхидридни електроди от наноразмерни частици за електрохимични източници на ток. Цитирани са 416 литературни източника, като в 75 от тях участва доц. Маркова.

В серия работи (8-11,41) са описани изследвания за получаване и охарактеризиране на алуминиев нитрид като пълнител на неразпрашваеми газопогълтители с активен компонент композит със състав $\text{Co}_x\text{V}_y\text{N}_z$. Показано е, че прах от алуминиев нитрид с размери на зърната 3 – 10 μm може да се използва като високотехнологичен материал - керамичен диелектричен субстрат в микроелектрониката.

Преди да се ориентира в изследвания в областта на наноматериалознанието доц. Маркова е участвала в колективи, изследващи термодинамиката и стъклообразуването в системи, които имат значение за полупроводниковата техника – Bi/Se/O (42,44,45), Se/Ge/Zn (43), InSb-SnTe (46), InSb-Ag₂Te (54), GeSe₃ – ZnSe – AgJ (55), TeO₂ – GeSe₂ – CdJ₂(56), Se – GeS₂ – CdJ₂ и GeS₂ – CdS – Ag₂Se (57). Изготвен е ИСЕ за Zn(II) основан на халкогенидни стъкла от GeSe₂ – Sb₂Se₃ – ZnSe (53).

Научните приноси на доц. Маркова за материалознанието на наноматериалите и материали за електрониката могат да се резюмират в следното:

- при изследване на процеса на граничните фази твърдо/твърдо, твърдо/течно и твърдо/газ, главно с инфрачервена спектроскопия, е потвърдено намаляването на обема на елементарната клетка;

- доказано е създаването на нови химични връзки (В – О в групите VO_2 , VO_3 и VO_4 ; В – Н в групите VN_2 и VN_3) и е потвърдено наличието на връзки N-H, N-C, N-Al, Si-O и OH в конкретни групи, разположени на повърхността на наноразмерните частици;

- показано е, че инфрачервената спектроскопия може да бъде полезна при изследвания на наноматериали (дава информация за връзката технология – продукт при производството на наноматериали и за процесите на окисление, реукция и абсорбция, протичащи на наноразмерната повърхност).

Доц. Маркова е създала в ХТМУ – София две научни направления – наноматериали за микроелектрониката (синтез и охарактеризиране) и материали и особено чисти вещества за електрониката,, микроелектрониката и оптоелектрониката.

Освен научен, проведените от доц.Маркова изследвания, имат и приложен принос :

- на базата на прах от алуминиев нитрид и съдържащи кобалт наночастици е създадена технология за получаване на материали, подходящи за почистване на вредни емисии в микроелектрониката и вакуумната техника;

- нанокompозитни материали на базата на наночастици от Co, Co-Mg, Co-Li и Co-Sm са подходящи за изготвяне на електроди за електрохимични източници на ток;

- патентован е метод за получаване на наноразмерни жици.

В периода 1990-2011 г. Доц Маркова е ръководила 14 договорирани теми и е участвала в 26 договора, ръководени от други изследователи. Особено значими са два договора, ръководени от доц. Маркова – по изследване на процесите на зараждане на наночастици и наножици (изследване повърхността на наночастици с ИЧ спектроскопия) и по изследване на порести нанокompозитни електроди за ново поколение електрохимични източници на ток на базата на въглеродна пясна и метални наночастици. Във връзка с работата по тези договори доц. Маркова е създала научни колективи от специалисти, млади учени, докторанти и студенти. Реализирала е международно сътрудничество с Института по материали "Жан Руксел" (Нант), Университет "Пол Сабатие" (Тулуза) и Университет по наука и технологии (Монтпелие). Доц. Маркова е участвала с 64 устни и постерни доклада в международни и национални научни форуми и 20 доклада в университетски научни конференции и семинари.

Учебна дейност на кандидата

Доц. Маркова е разработила няколко лекционни курса – материали за електрониката и микроелектрониката, технология на чистите флуиди за електрониката, технология на дълбокото пречистване на веществата, технология на полупроводниковите материали, материали и технологии за пасивни електронни елементи (за бакалаври); мембранни процеси за дълбоко пречистване на веществата, наноматериали, нискотемпературни методи за получаване на наночастици и наноструктури, приложение наноструктурираните материали (за магистри); инфрачервената спектроскопия като метод за изследване на наноструктурирани материали (за докторанти); специално материалознание за неметални материали (в ТУ-София) и др. Изнасяла е лекции в университети във Франция.

Доц. Маркова е ръководила 5 докторанта (3 от тях – съвместно с френски професори), двама дългосрочни (12 – 18 месеца) специализанти (от БАН и от Химикотехнологичен университет – Ташкент), 53 дипломанти и 15 курсови научноизследователски проекта на студенти-бакалаври и магистри. Някои от тях са участвали в постерни сесии на ХТМУ-София за студенти, докторанти и млади учени. Ръководила е кръжок по "Технология на полупроводниковите прибори" в Природоматематическа гимназия в Кюстендил. Създала е три лаборатории в ХТМУ-София – по инфрачервена спектроскопия, по наноматериали и по тънки слоеве. Разработила е самостоятелно (и в колектив) редица учебни планове и учебни програми за бакалаври (12), магистри (4), специализиращи дисциплини за докторанти(6) и две за ТУ-София.

Доц. Маркова е написала самостоятелно три учебника – "Дълбоко пречистване на веществата" (ISBN 978-954-465-013-1; за бакалаври), "Мембранни процеси за дълбоко пречистване на веществата (ISBN 978-954-465-017-9; за магистри), "ИЧ спектроскопският метод за изследване на наноструктурираните материали (на електронен носител; за докторанти). За магистри е написала "Електронен справочник по наноматериали".

Административна дейност на кандидата

Доц. Маркова е била ръководител на катедра "Металургия на цветните метали и полупроводникови технологии" в периода 2004 – 2008 г., след което става ръководител на направление Полупроводникови технологии в същата катедра. В продължение на дълги години и понастоящем завежда учебната работа на катедрата, организира и ръководи производствени стажове и учебни практики на студенти – бакалаври. Написала е "Справочник на първокурсника" за ХТМУ-София.

Доц. Маркова е била два мандата член (и технически секретар) на факултетния съвет при Факултет по неорганична технология и автоматизация. Три мандата (и понастоящем) е член на факултетния съвет при Факултет по Металургия и материалознание, както и член на учебните съвети към тези факултети.

Доц.Маркова е член на Националния координационен съвет по нанотехнологии в България.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основните научни приноси на доц. Маркова са от категориите “новост за науката”, “обогаляване на съществуващите знания” и “приложения на научните постижения в практиката”. В процеса на рецензиране на нейната монография имах възможност да се запозная със стила на работа на доц. Маркова. Много добро впечатление ми направи нейната прецизност както по отношение на общото съдържание, така и в детайлите.

Доц. Маркова отговаря на изискванията за академична длъжност “професор” съгласно Закона за развитието на академичния състав в България (чл.29) и Правилника за неговото приложение (чл.60) – придобила е образователна и научна степен “доктор”, заемала е академична длъжност “доцент”, била е преподавател и член на научноизследователски екип, представила е монографичен труд и публикации в специализирани научни издания, провеждала е аудиторни и извънаудиторни занимания, издала е учебници, ръководила е докторанти, и научноизследователски проекти, има изобретения, приложени в практиката. Доц. Маркова не само отговаря, а и надхвърля изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ХТМУ – София – представила е 58 труда (необходими са 25), от които 10 (необходими са 4) са публикувани в списания с импакт фактор, има 27 цитата (необходими са 20), ръководила е трима защитили аспиранти (необходим е един), написала е 4 учебни помагала (необходимо е едно).

Изложеното до тук ми дава основание напълно да подкрепя кандидатурата на доц. Маркова по конкурса за академична длъжност “професор” по научна специалност 5.6. Материали и Материалознание (Технология на полупроводниковите материали и електронните елементи). Убедено препоръчвам на почитаекия Факултетен съвет към Факултета по металургия и материалознание при ХТМУ-София да утвърди избора на доц. Ивандя Николова Маркова – Денева за академична длъжност “професор”.

София, 21.10.2011 г.

Рецензент:.....