

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академична длъжност „професор” по професионално направление 4.2. Химически науки (Химия на твърдо тяло), обявен в ДВ бр. 46/26.05.2023 г. за нуждите на лаборатория „Електронна спектроскопия на твърди повърхности” при Институт по обща и неорганична химия (ИОНХ-БАН)

Кандидат: доц. д-р Ивалина Аврамова Аврамова, ИОНХ-БАН

Рецензент: проф. д-р Виолета Георгиева Колева, ИОНХ-БАН, член на научното жури, назначено със заповед № РД-09-128/17.07.2023 г. на Директора на ИОНХ-БАН

1. Общо описание на представените материали

Единствен кандидат по конкурса е доц. д-р Ивалина Аврамова, работеща в лаборатория „Електронна спектроскопия на твърди повърхности” при ИОНХ-БАН.

Доц. д-р И. Аврамова е представила необходимите документи в съответствие със Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото приложение и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИОНХ – БАН. Материалите по конкурса включват всички необходими списъци по наукомеутричните показатели (научни трудове, цитати, участия в научни форуми и проекти и др.) и доказателствен материал, така че достоверността на материалите е извън съмнение.

2. Кратки биографични данни за кандидата

Доцент Ивалина Аврамова завършва Физически факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ през 1996 г. и се дипломира като магистър по инженерна физика. Има следдипломна квалификация по английски език и за преподавател. През 2003 г. успешно защитава докторска дисертация на тема "Електронни свойства и термоелектрична ефективност на твърди разтвори $Ge_{1-x}Ag_{x/2}Bi_{x/2}Te$ " при Физически факултет на Софийския университет "Св. Климент Охридски". През 2001 г. постъпва като физик в ИОНХ-БАН където работи и до момента. В периода 2001-2011 г. специализира в Синхротронен център в Триест (Италия), Свободен университет в Брюксел (Белгия) и Билкен Университет в Анкара (Турция), което подпомага успешната ѝ научна реализация и кариерно развитие, последователно заемайки академичните длъжности асистент (2004 г.), гл. асистент (2006 г.) и доцент (2012 г.).

3. Обща характеристика на научната дейност на кандидата и по конкурса

Доц. Ивалина Аврамова е утвърден специалист в областта на анализ на повърхността на различни материали (масивни обекти и тънки слоеве) чрез рентгенова фотоелектронна спектроскопия (РФС). Научна активност на кандидатката включва 125 научни труда (публикации и материали от конференции от 1998 г. до момента), от които 95 в списания с импакт фактор, 18 без импакт фактор и 12 в материали от конференции. Представен е списък за общ брой 851 независими цитата (без автоцитирания) върху 74 статии на кандидатката. Съгласно базата Scopus общият брой цитати на кандидатката е 858, от които 726 са придобити след хабилизацията ѝ за доцент. Индексът по Хирш (H) на кандидатката според

Scopus въз основа на всички публикации е 16 (без автоцитати на всички автори), което свидетелства за актуалността и значимостта на проведените изследвания с участието на доц. Аврамова.

В настоящия конкурс доц. Аврамова участва с 65 научни труда, публикувани в периода след хабилитиране за доцент (2013 – 2023 г.), които не повтарят тези по предишни конкурси. За рецензиране приемам всичките 65 труда. Високото научно ниво на публикациите се потвърждава от разпределението им по квартали на изданията, в които са публикувани. Близко половината от публикациите (49 %) са в списания с квартали Q1 и Q2 (15 статии с Q1 и 17 с Q2), 11 са с Q3 (11 %), 6 с Q4 (9 %) и 16 с SJR (25 %). Голяма част от статиите са в авторитетни списания в областта на материалознанието като *Applied Surface Science*, *Surfaces and Interfaces*, *Thin Solid Films*, *Journal of Chemical Physics*, *Superlattices and Microstructures*, *Materials Chemistry and Physics*, *International Journal of Applied Ceramic Technology*, *Materials and Design*, *CrystEngComm*, *ACS Omega*, *Materials* и др. Върху статиите след хабилитацията за доцент са получени 341 цитата, което доказва интересът към провежданите изследвания. Всички публикации са колективно дело в съавторство със сравнително голям брой учени от различни научни организации от България и чужбина (Германия, Турция, Алжир, Франция и др.). В проведените изследвания научната експертиза на доц. Аврамова е в изучаване на различни материали, предоставени от други колективи, посредством РФС метода. По своя характер това са интердисциплинарни изследвания, включващи синтез и комплексно охарактеризиране чрез набор от физико-химични методи, което обуславя сътрудничество между учени от различни области. Това обяснява и сравнително големия брой автори в трудовете - например 54 бр. (около 83 %) са с между 6 и 13 автори. В 3 от конкурсните статии кандидатката е първи и кореспондиращ автор, в 13 - втори автор и в 9 – трети автор (общо 25 труда), от което може да се заключи, че личният принос на кандидатката при съвместните изследвания е съществен. Прегледът на научните публикации на кандидатката показва, че те отговарят по брой и по качество на условията и темата на конкурса.

Научните изследвания в съавторство с доц. д-р И. Аврамова след хабилитирането и са докладвани на 82 международни и национални научни форуми като постери (преобладаваща част) и устни доклади. Представен е списък за участие в 13 проекта, от които 8 национални, 2 международни и 3 двустранни, с представени доказателства за 8 от тях. За отбелязване е, че в четири от проектите по ФНИ тя е единствен участник от ИОНХ като партньор и е привлякла средства в размер на 65 250 лв, което е една висока оценка за нейната научна квалификация и способността и за работа в екип. Заедно с още 5 български учени кандидатката участва в една заявка за патент (№ 113043 от 9.12.2019г.) на тема „Метод на синтез на графеноподобни фази“. Доц. Аврамова е съръководител на докторант, отчислен с право на защита. От 2018 г. е член на редакционни колегии на две международни издания *Current Smart Materials* и *Recent Patents on Materials Science*. От 2015 г. насам регулярно изпълнява анонимна рецензентска дейност за авторитетни международни списания в областта на материалознанието.

4. Съответствие с изискванията за заемане на академичната длъжност „професор”

Доц. д-р Ивалина Аврамова изпълнява изискванията за заемане на академичната длъжност „професор” в ИОНХ, предвидени в Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), както и повишените изисквания на БАН и допълнителните изисквания на ИОНХ-БАН:

- Ивалина Аврамова е регистрирана в Националния център за информация и документация (НАЦИД) (<https://ras.nacid.bg/dissertation-preview/26779>) където са ѝ признати **образователната и научна степен „доктор“** и **академичната длъжност „доцент“ по професионално направление 4.2. Химически науки;**

- Според данните в НАЦИД и от представеното удостоверение д-р И. Аврамова е назначена на академичната длъжност „доцент“ в ИОНХ на 05.10.2012 г., така че има **повече от 10 годишен стаж** като доцент;

- Представените по конкурса публикации и цитати не повтарят тези за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ и за заемане на академичната длъжност „доцент“;

- Приложената СПРАВКА за изпълнение на показателите за придобиване на академичната длъжност „професор“ свидетелства, че **доц. д-р Ивалина Аврамова покрива и по всички показатели надвишава (по някои значително) минималните национални изисквания, повишените критерии на БАН и допълнителните критерий на ИОНХ** за заемане на академичната длъжност „професор“ в направление 4.2. „Химически науки“. Наукометричните показатели са както следва: по показател „В“ са постигнати 185 точки при минимални 100; по показател „Г“ - 942 т. при минимални 220; по показател „Д“ - 682 т. (минимални 120) и по показател „Е“ - 193 т. (минимални 150); допълнителен показател за ИОНХ „Ж“ - 160 т. (минимални 120). **Сумарно по всички групи показатели доц. д-р И. Аврамова е постигнала 2212 т. при необходим минимум от 760 т.**

- Професионалната квалификация и тематичната насоченост на научната активност на доц. Аврамова съответстват напълно на специалността „Химия на твърдо тяло“ на обявения конкурс в направление 4.2. „Химически науки“;

- Няма данни за плагиатство в трудовете, представени за участие в конкурса;

5. Основни научни приноси

Основната компетентност на кандидатката при изследванията е в използването на рентгеновата фотоелектронна спектроскопия за изучаване на химичните особености на повърхността на различни материали (масивни обекти и тънки слоеве), което в съчетание с данните от другите методи за охарактеризиране спомага за обяснение на техните свойства, а оттук и за последващото им оптимизиране, както и създаване на нови материали.

5.1. Хабилитационен труд (публикации от група „В“)

Хабилитационният труд е построен въз основа на 10 статии, които тематично обединяват изследвания върху въглерод-базирани материали като графен, графеноподобни фази, графит и сажди. Резултатите от тези изследвания са публикувани в 3 списания с Q1 (30 %), 2 с Q2 (20 %), 4 с Q3 (40%) и 1 с SJR (10%). Изследванията върху този клас материали са безспорно актуални предвид уникалните свойства на графена и графеноподобните материали, определящи многостранното им приложение в различни области.

При тези изследвания личният принос на кандидатката е ясно деклариран и той е в анализ на химията на въглерода при тези материали чрез метода РФС. За по-детайлно описание на състоянието на въглерода е провеждан комплексен анализ на C1s фотоелектронната линия заедно с хетероатомните спектрални области като O1s, S2p и N1s. Значителната роля на кандидатката при тези изследвания е видна от разпределението на авторите. В две от публикациите кандидатът е първи и кореспондиращ автор, а в 6 от тях е втори автор. Най-важните конкретни научни приноси при тези изследвания могат да се обобщят, както следва:

- Въз основа на определеното относително количество sp^2 и sp^3 въглеродни атоми от РФС спектрите е показано, че въглеродните слоеве, отложени чрез сублимация на пиролитичен графит върху подложки от Si и SiO_2/Si са аморфни, докато при подложки от типа DLC (диамантен тип въглерод) + SiO_2 се получава комбинация от предимно монослоен графен върху SiO_2 областите и от няколко слоя полиграфен и sp^2 и sp^3 хибридизирани видове въглерод/въглеводород върху DLC островите;

- Изучено е влиянието на нискоенергийното Ar^+ плазмено облъчване на слоеве, отложени върху SiO_2 и DLC и на такива от силно ориентиран пиролитичен графит (HOPG). При слоевете, отложени върху SiO_2 и DLC, е установено разкъсване на C-C връзките от sp^2 въглеродни атоми, образуване на въглеродни ваканции, повишено съдържание на sp^3 -въглеродни атоми, съпътствано с повишено количество на C=O функционални групи. Облъчването променя структурата и на HOPG слоевете, свързана с повърхностна трансформация до многослоен дефектен графен. Настъпва изтъняване на въглеродния слой, повишаване sp^3/sp^2 съотношението с увеличаване времето на третиране, както и преференциално образуване на C=O връзки спрямо C-O връзките;

- Чрез РФС анализ е потвърдено отлагането на слоеве от графен върху различни подложки като Ni, μ -метал, SS304 и Si, чрез термично разлагане на ацетон по CVD метода. Висококачествен три- или пет-слоен огънат графен се отлага върху μ -металните подложки, докато няколко слоен (1-3 слоя) дефектен графен се отлага върху SS 304 подложките. Въз основа на промените в C1s фотоелектронните спектри след екслоиация на слоевете от подложките е изказана хипотезата, че sp^3 -свързаният въглерод заема интерфейлната област между подложките и слоя/слоеве, които се състоят предимно от sp^2 -свързан въглерод. При Si подложка е доказано отлагане както на монослоен, така и до няколко слоя дефектен графен върху два типа междинни слоеве. Единият представлява смес от sp^2 -хибридизиран пиролитичен графит и малко количество фулерени C70 и C60, а вторият е доминиран от диамантеноподобна смес от sp^3 - и sp^2 -хибридизиран въглерод, SiC, SiO_2 и малко количество C60 и C70;

- С оглед контролиране процесът на отлагане на тънки въглеродни филми върху различни подложки чрез импулсно лазерно отлагане е проследено в детайли влиянието на режима (непрекъснат и импулсен). Установено е, че при непрекъснат режим се отлага наноразмерен няколко-слоен графен с дебелина от около 25–30 nm, докато импулсното отлагане благоприятства формиране на изключително тънък и висококачествен графенов слой (от 0.5 до 1.2 nm), който се характеризира с ниско съпротивление, подобно на това за чист графен с добра кристалност;

- Изучена е възможността за получаване на графеноподобни фази (дефектен графен, графенов оксид и редуциран графенов оксид) като фини суспензии чрез прилагане на нов подход с импулсна лазерна аблация (PLA) в режим на поток, както и модификацията на два вида графит и сажди чрез ацетон, толуен и фенол.

5.2. Научни приноси в публикациите от група „Г”

Публикациите, включени в група „Г” са 55 на брой и обхващат изключително разнообразие от обекти на изследване, с различна природа, състав и състояние, предопределени от областта на приложение като катализатори и фотокатализатори, защитни антикорозионни покрития, в микроелектроника, медицина и други. Доц. Аврамова е разделила изследванията в 8 тематични групи в зависимост от приложението на обектите, тяхната природата или

метод на получаване. Аз бих направила по-голямо обобщение в 5 направления и като най-важни научни приноси мога да открия следните:

5.2.1. Изследване на катализатори и фотокатализатори (14 статии)

- Най-общо чрез РФС анализ е получена ценна информация, нова или потвърдителна, за химичния състав, стехиометрията и окислителното състояние на елементите при фотокатализатори/катализатори с различно предназначение;

- Чрез РФС са изследвани редица фотокатализатори за разграждане на багрила: ZnO дотиран с Ag, Mn, Cu, Co и Ni, дотирани с бор и азот нанотръби от TiO₂, CaTiO₃, получен чрез комбинация от хидротермален метод с механично смилане и шпинелен тип оксиди като Ni_{1-x}Cu_xAl₂O₄, CuCr₂O₄ и CdFe₂O₄. Намерено е, че дотирането на ZnO с металите води до получаване на дефектен образец с генериране на кислородни ваканции и сложни дефекти, което обуславя много добрата фотокаталитична активност за обезвреждане на багрила, както и почти 100 % каталитична активност за окисление на озон. РФС анализът доказва включване на бор и азот предимно в междувъзловите позиции в скелета на нанотръби от TiO₂, съпроводено с редукция на Ti(IV) до Ti(III), което подобрява фотокаталитичната активност за разграждане на метилоранж. Показано е, че повишената активност на CuCr₂O₄/SnO₂ системата спрямо виолетово багрило се дължи на трансфера на електрони от CuCr₂O₄-проводима зона на сенсibiliзатора, активиран от слънчева светлина, до SnO₂-проводима зона.

- Приложена е динамична рентгенова фотоелектронна спектроскопия за определяне на окислителното състояние на церий в тънки филми CeO_x/Al₂O₃, електрохимично отложени върху подложки от неръждаема стомана. При ниско съдържание на церий основната част на повърхността е CeAlO₃ фаза, докато при високо съдържание на церий се регистрират CeO₂ и CeAlO₃ фази, разпръснати върху Al₂O₃.

- Zn_{1-x}Cu_xAl₂O₄ и ZrO₂ дотиран с Fe са изследвани като фотокатализатори за редукция на Cr(VI) при облъчване със светлина. РФС анализът дава сведения за умерен Люисов киселинен характер и изразен анионен характер на повърхността на Zn_{1-x}Cu_xAl₂O₄.

- Чрез РФС са охарактеризирани лантанови и цериеви оксиди, отложени върху гама-алуминиев оксид за неутрализиране на азотни оксиди;

5.2.2. Изследване на въглеродни материали и тяхната модификация (15 статии)

- Поредица от статии докладват резултати за получаване на редуциран графенов оксид (rGO), най-често смесен с различни въглеродни фази (дефектен графен, графено-подобни фази, GO, аморфен въглерод и др.), чрез лазерна аблация на графитна мишена във водна среда при различни дължини на вълната. Установено е значително увеличаване количеството на кислород-съдържащи радикали като функция от лазерния флуенс. Показано е, че чрез промяната на дължината на вълната и флуенса на лазера е възможно да се контролира съдържанието на различните видове въглерод.

- На базата на РФС е предложен механизъм за двуразмерна полимеризация на 1,3,5-трихидроксибензен до графенов оксид (GO);

- Представени са резултати за модификацията на наноразмерен графен и на тънки графеноподобни слоеве под влияние на UVc светлина, като е оценен и ефекта на посоката на облъчване (перпендикулярно и успоредно).

- Изучена е термичната модификация на въглеродни сажди, предварително обработени с ацетон. Третирането с ацетон повишава съдържанието на кислород-съдържащи радикали, а термичната обработка при 1080 °C стабилизира 2D графено-подобни фази, докато при 1150 °C се формира 3D нано-графит.

- Посредством РФС е изследвано отлагането на въглеродни филми чрез сублимация от модифицирани сажди върху SiO₂/Si подложки и на графенови слоеве върху медни повърхности, както и влиянието на нискотемпературното термично отгряване върху фазообразуването в тънки слоеве от TiO₂ дотирани с въглерод;

5.2.3. Изследване на тънки слоеве, получени чрез атомно послойно нанасяне (11 статии)

- Установени са условията за отлагане на тънки филми от AlN върху различни подложки като Si(100), Si(111), Si/SiO₂, графен и SiC и е изследвана тяхната стехиометрия в зависимост от експерименталните параметри. РФС анализът показва, че при отлагане върху графен се наблюдава непълно покритие с произволно разпределени наноразмерни острови от AlN;

- Определени са химичният състав и окислителното състояние на елементите на ZnO слоеве, дотирани с Al, Co, Fe и Ni и са изучени техните структурни, морфологични, оптични и магнитни свойства. Наблюдавано е увеличаване на кислородните ваканции вследствие на дотирането. Дотираният с желязо ZnO е особено обещаващ, тъй като демонстрира фероелектрично поведение.

- Оптимизиран е процесът на атомно послойно отлагане на аморфни слоеве Al₂O₃ върху Si и графен/Si подложки. Посредством РФС е установен ефектът на температурата върху стехиометрията на Al₂O₃ слоевете.

5.2.4. Изследване на стъкла и стъклокерамики (6 статии)

- Изучени са многокомпонентни стъкла с различен състав, съдържащи модифициращи елементи като Ti, Fe, B, Mn, както и стъклокерамики на основата на бариев и стронциев титанат;

- Получени са данни за окислителното състояние на елементите. Желязото е предимно под формата на Fe³⁺ йони в тетраедрична координация като стабилизатор на стъклената матрица или в октаедрична координация като мрежов модификатор, но топлинната обработка води до нарастващо количество на Fe²⁺ йони. Титанът се открива единствено като Ti⁴⁺ и присъства в тетраедрична и октаедрична координации в стъклото и стъклокерамиката, докато Ba²⁺ йоните се намират в различни в различни обкръжения в зависимост от времето на кристализация. Проследено е поведението на не-мостовите кислородни връзки в зависимост от времето на кристализация.

5.2.5. Изследване на защитни покрития, органични и други материали (9 статии)

- С помощта на специално разработен екран от тантал са проведени РФС измервания и са проследени измененията, настъпващи вследствие на корозионна среда в химичния състав и състоянието на елементите при електрохимично отложени CeO₂-Ce₂O₃ филми върху неръждаема стомана. Получена е интересна и ценна информация, даваща основание за самовъзстановяващите се способности на тези филми, а именно върху стоманената повърхност се наблюдава формиране на вторични пасивиращи оксидни/хидроксидни филми, които служат като бариера, предотвратяваща корозионните процеси;

- Оценено е въздействието на преходните елементи Mo, V и Zr върху фосфатното запечатване на слоеве от цериев оксид, нанесени върху самолетна сплав. РФС изследванията на двуслойните покрития дават основание да се заключи, че тези елементи се включват успешно във фосфатно-запечатващия слой, причинявайки окисление на Ce(III) до Ce(IV). По този начин дотираните запечатани покрития показват незадоволителни защитни способности в корозионна среда;

- Сравнителното изследване на въздействието на киселините HCl, HNO₃, H₂SO₄ и H₃PO₄ върху повърхностната морфология и химичен състав на самолетна сплав в резултат на анодна поляризация показва, че еднопротонните киселини имат дълбоко разрушително действие поради разтваряне на компонентите на сплавта, докато полипротонните киселини имат или слабо влияние върху сплавта, или водят до образуване на повърхностен слой, например от AlPO₄;

- Показано е, че смесените слоеве (CeO₂)_x(Al₂O₃)_{1-x} показват по-добра корозионна защита в среда на азотна киселина в сравнение с чистите слоеве Al₂O₃ или Ce₂O₃, CeO₂, която се подобрява с увеличаване концентрацията на цериев оксид в тях;

- РФС методът е приложен още: за определяне на повърхностния състав на многослойни покрития от хитозан и ксантан с оглед на използването им за транспорт на лекарства; за проучване на анти-биоадхезионното поведение на четири вида суперхидрофобни покрития от сажди спрямо бактериите Псевдомонас; за охарактеризиране на покрития от алуминиев оксид дотирани с Ag с антимикуробни свойства; за изучаване на процесите на синтероване на B₄C в присъствие на WC и W₂B₅ и за синтезиране на люспи и слоеве от волфрамов диселенид.

В обобщен вид научните приноси на кандидатката са с експериментален и научно-фундаментален характер в областта на химията на твърдото тяло, основно свързани с обогатяване на познанията и установяване на нови спектрални данни за химията на повърхността на различни материали посредством рентгенова фотоелектронна спектроскопия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доц. д-р Ивалина Аврамова е утвърден учен с висока квалификация при анализ на химията на повърхността на материали от масивен и нанесен тип с различна природа и предназначение, със стойностни научни изследвания и постижения в областта на експерименталната рентгенова фотоелектронна спектроскопия, със значима по количество и международно призната научна продукция. Наукометричните показатели на кандидатката напълно отговарят и надхвърлят изискванията на ЗРАСРБ и на Правилника на ИОНХ-БАН за заемане на академичната длъжност „професор”. Въз основа на гореизложеното давам **положителна оценка и убедено гласувам „ДА” доц. д-р Ивалина Аврамова да бъде избрана на академичната длъжност „професор”** по направление 4.2. „Химически науки”, специалност „Химия на твърдо тяло” при Институт по обща и неорганична химия-БАН.

София, 04.09.2023 г.

Рецензент:

(проф. д-р Виолета Колева, ИОНХ-БАН)