

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за академична длъжност „професор“ в професионално направление „4.2. Химически науки“, научна специалност „Физикохимия“ обявен в ДВ, брой № 107 от 20.12.2024 год. за нуждите на секция „Фазообразуване, кристални и аморфни материали“ от Институт по физикохимия „Академик Ростислав Каишев“ при БАН – София с единствен кандидат доц. д-р Светлозар Димитров Иванов.

Рецензент: проф. д-р Антон Ангелов Момчилов

### 1. Общи положения и кратки биографични данни за кандидата.

В конкурса за заемане на академичната длъжност „професор“ за нуждите на направление „Фазообразуване, кристални и аморфни материали“ на ИФХ – БАН единствен кандидат е доцент д-р Светлозар Димитров Иванов. Документите отговарят на изискванията на Закона за развитието на академичния състав и на Правилника за приложението му, а така също и на Правилника на ИФХ – БАН.

Г-н Светозар Иванов е завършил средното си образование в Природо-математическа гимназия „Добри Чинтулов“, гр. Сливен, профил: Химия през 1995 г. Учи в Химическия факултет на Софийския университет като го завършва със специалност „Чисти и особено чисти вещества и материали на тяхната основа“ през 2000 г. Същата година постъпва в Института по физикохимия към БАН като химик. От 2001 г. е докторант в същия институт. Получава наградата на БАН за най-млад учен до 30 г. през 2003 г. Защищава дисертация на тема „Модифициране на проводящи полианилинови покрития чрез токово и безтоково отлагане на метални частици“ през 2006 г. От 2007 г. е научен сътрудник в ИФХ, а през 2010 -2011 е пост докторант в Университета Бар Илан, Рамат Ган в Израел. След пост докторантурата е приет за научен сътрудник в ТУ Илменау, Илменау, Германия. Г-н Иванов се хабилитира във „Факултет по електротехника и информационни технологии“ на същия университет през 2019 г. Тема на хабилитационния му труд е „Нови материали и съвременни аналитични техники за приложение в изследването и технологията на литиево-йонните батерии“. Води лекции и семинари по „Електрокристализация“ и „Електрохимия и корозия“. Бил е научен ръководител на бакалаври, магистри и докторанти. Разработил е лабораторен практикум по електрохимичното съхранение на енергия и галванотехниката. Той е и ръководител, съ-ръководител и участник в много изследователски проекти.

### 2. Описание на материалите, с които кандидатът участва.

Предоставените материали от доц. д-р Иванов са в тематичната област на конкурса и отговарят на изискванията за допускане до участие. Научната му дейност е представена съгласно изискванията по Чл. 29, ал. (1), т. 5 от ЗРАСРБ и приетите от НС на ИФХ минимални изисквания.

В група показатели А са покрити 50 т. от защитения дисертационен труд за научната и образователна степен „доктор“.

В група показатели В са събрани 135 т. при минимални изисквания 100 т. Те са събрани от представени 6 публикации в показател 4 на тази група. Публикациите са в списания с Q1 – три и с Q2 – три.

От група показатели Г са събрани 250 т. от показатели 7, 8 и 10 при изискване 220 т. Точките са събрани от 6 публикации в списания от Q1 (150 т.) и две са в списания от Q2 (40 т.). Представени са и две глави от книги в показател 8 (30 т.) и два US патента (30 т.).

В показател Д са представени 63 цитата от само три публикации, с което са събрани 126 т. при изискване 120 т. Една от публикациите има 37 цитирания, което е впечатляващо. В допълнителен списък са представени още 60 цитата от още 8 публикации, които не са представени в справката за минималните изисквания.

В група показатели Е са събрани 343 точки при изискване 150 т., от които 75 т. са от защитили докторанти, участие в национални и международни проекти – 60 т., ръководство на български екип в международен проект – 50 т. От привлечени средства по проекти ръководени от кандидата – 158.

### 3. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложна дейност на кандидата.

Доцент д-р Светлозар Иванов е утвърден учен в областта на физикохимията, електрохимията и материалознанието. Неговият H индекс в Research Gate е 22, а т.н. i10-index в Google Scholar е 36. Резултатите от неговите изследвания са отразени в 75 научни статии, 18 са отпечатани в сборници от конференции, както и два US патента. Изнасял е доклади на 19 научни конференции. В началото на научната си кариера работи върху получаване на полианилинови слоеве върху които се отлагат метални частици. Изучени са условията за получаване на слоевете и за отлагане на металните частици (Cu, Ag). Резултатите са публикувани в седем статии. Друго направление в изследователската работа на кандидата е получаване и охарактеризиране на отрицателни активни материали за литиево-йонни батерии. Подредени нанотръбички от титанов диоксид (аморфен и кристален) са изследвани в два вида електролит. Изучен е и силиций, отложен върху субстрат от тръбички от титанов диоксид. Полученият активен материал показва стабилен капацитет като на 200-ния цикъл от  $1150 \text{ mA h g}^{-1}$ . Друг отрицателен активен материал е получен с дотиране на наночастици нестехиометричен титанов диоксид с въглерод и сяра. Дотираният наноматериал има стабилен капацитет (първоначални стойности от  $210 \text{ mAh g}^{-1}$ ) и много бърза електрохимична кинетика. Получен е тънък композитен слой, съдържащ силиций, електрохимично отложен върху меден субстрат при постоянен потенциал в електролит на основата на йонна течност. Композитът показва стабилно галваностатично поведение с капацитет от около  $1200 \text{ mAh g}^{-1}$  и 80% запазване на капацитета след 300 цикъла в стандартен електролит. Използвана е импулсна токова техника за получаване на наночастици от  $\text{SnO}_2$ . Електродният материал демонстрира начален капацитет при първия цикъл около  $680 \text{ mAh g}^{-1}$ . Същият метод е използван и за синтезирането на  $\text{MOx-C}$  (M = Sn, Ni) носители и  $\text{Pt/MOx-C}$  катализатори за приложение в директни алкохолни горивни клетки. Чрез метода „self-combustion“ е получен положителен активен материал с подобрен капацитет и висока стабилност по време на циклиране. Разработен е тънкослоен калориметър за изследване на термодинамичните свойства на тънки филми, включително материали за съхранение на енергия. Избран е нов подход с прилагане на високотемпературни стабилни пиезоелектрични резонатори като високочувствителен планарен температурен сензор. В друга работа е използвана техниката за изследване на индуцираното от интеркалиране макроскопично разширение на електроди за литиево-йонни батерии. Многослойни нанокомпозити от полианилин и златни наночастици са образувани чрез послойно отлагане. Въвеждането на цитратни йони осигурява стабилно дотиране на PANI структурата, което води до значителна електроактивност и проводимост при близки до неутралните стойности на pH. Техниката на послойна адсорбция е използвана за отлагане на нов електрокаталитичен материал, състоящ се от наночастици паладий и полианилин. Получените нанокомпозити са изследвани като електрокаталитични материали за окисление на хидразин. Същата техника е използвана за получаване на тънки композитни слоеве, състоящи се от полианилин и паладиеви частици. Композитите са използвани за редукция на водороден пероксид в неутрално pH.

Представени са 14 публикации в конкурса за професор, от които две са обзорни. Тези работи могат да се обобщят в следните направления: синтез на Si за Li- и Na- йонни батерии, синтез на Ni/NiO за отрицателен активен материал, изследване на SEI филма, корозионни процеси в Li-ion батерии, синтез на катализатори за окисление на аскорбинова киселина и метанол. Представени са и два US патента. Според мен двата патента имат много голяма стойност за конкурса. Електрохимично е отложен силиций от електролит на основата на сулфолан. Получени са тънки Si слоеве с ниска грапавост и минимално включване на органични замърсители (Electrochem. Commun, 103, 37-11, 2019). Проведено е изследване на процеса на електроотлагане на силиций в електролити на основата на сулфолан и на йонна течност. По-ефективно отлагане се наблюдава върху металните електроди (мед, никел). Когато се използва стъкловиден въглерод, успешно отлагане може да се осъществи само в йонна течност (2020, ACS Appl. Mater. Interfaces 12 (51), 57526-57538). В работа 2020, J. Crystal Growth, 531, 125346 е изследвано електрохимичното зародишообразуване и растеж на силиций върху стъкловиден въглерод в йонна течност. Приложен е теоретичен модел за тримерно зародишообразуване,

отчитащ разпространението и припокриването на дифузионните зони. Полученият активен материал е тестван като анод за натриево йонни батерии, където показва висок специфичен капацитет, дългосрочна електрохимична стабилност, запазвайки капацитет от  $540 \text{ mAh g}^{-1}$  за най-малко 400 цикъла (2022, *Energy Technology* 10 (5), 2101164). Електрохимично формиран порест меден субстрат е използван за електрохимично отлагане на силиций. Така модифицираният електрод е тестван като анод, без свързващо вещество и компонент за повишаване на проводимостта (2021, *Electrochim. Acta* 380, 138216). Синтезирани са никелови микровлакна с груба наноструктурирана повърхност и са допълнително частично окислени. Полученият Ni/NiO е тестван като анод, който показва по-висок обратим капацитет и подобрена стабилност. Изследвано е влиянието на разтворимите полисулфиди и литиев нитрат върху характеристиките на SEI филма върху повърхността на Li, преди електрохимично циклиране. Изследвано е изменението на Li повърхност при циклиране в два електролита (2019, *Journal of Chemistry*, (1), 4102382). Електрохимична кварцова микровезна (EQCM) е използвана за анализ в реално време на образуването на SEI филма в модифицирани електролити (2019, *ChemPhysChem*, 20 (5), 655-664). Методът Тагучи (TM) е използван за определяне на относителното влияние на различни параметри върху интензивността на корозионния процес в литиево йонните батерии (2020, *Electrochim. Acta* 360, 137011). Образуването на SEI е изследвано чрез *in situ* електрохимична дилатометрия при добавянето на винил карбонат. Установено е неговото влияние върху графитния анод (2020, *J. Power Sources* 457, 228020). Изследвана е корозията на лития в контакт с медна подложка чрез *in situ* ZRA (Zero-Resistance-Amperometry)-QCM метод. Тази нова техника позволява успоредно с галваничния ток да бъде измерен и гравиметричен отговор, дължащ се на електрохимично отлагане или разтваряне (2023, *Electrochim. Acta* 463, 142853). Синтезирани са полианилинови слоеве дотирани с поли(2-акриламидо-2-метил-1-пропансулфонова киселина) при различни условия. Изследвана е електрокаталитичната активност на PANI за окисляване на аскорбинова киселина (2013, *Chemical Papers* 67, 1002-1011). Чрез многоетапен метод и спонтанно заместване на Cu с Pt са получени Pt(Cu)/TiO<sub>2</sub>/Ti електроди. Окислението на метанол върху платинирани електроди, богати на рутил, се извършва със значителни скорости и може да бъде допълнително засилено при UV осветяване (2012, *J. Electrochem. Sci. Eng.* 2 (4), 155-169). Първата обзорна статия описва методология за разделяне на фарадеевото, псевдокапацитивното и капацитивното съхранение на заряд чрез конвенционални електрохимични методи. Направено е описание на примерни електрохимични системи за съхранение на енергия, които комбинират характеристики на батерия, кондензатор и псевдокондензатор (2022, *Electrochim. Acta* 412, 140072). Предоставен е актуализиран критичен преглед на основните стратегии за структуриране 3D медни тоководи, методологии за анализиране на тези структури и подходи за ефективен контрол върху техните свойства. Тези методи са описани в контекста на тяхната практическа полезност (2023, *Energies* 16 (13), 4933). Третият обзор е критичен преглед на механизмите на корозия на алуминия в литиево-йонните батерии, методологиите за анализиране на това явление и подходите за ефективното му инхибиране. Представени са подходящи примери на важни фактори като състав на електролита, температурни условия и електрохимични параметри (2021, *J. Energy Storage* 43).

#### 4. Основни научни и научно-приложни приноси на кандидата.

В работите от дисертационния труд: Успешно са синтезирани полианилинови слоеве, върху които за първи път са отложени метални частици от Cu и Ag. Установено е, става смяна на типа на активните места за зародишообразуване на сребро от дебелината на полимерния слой. Получени са кристални и аморфни нанотръбички от титанов диоксид и е показано по-доброто електрохимично поведение на аморфния материал (2013, *Electrochim. Acta*, 104, 228-235). Установено е, че получени структури от Ti/TiO<sub>2</sub>NT-Si имат отлична циклируемост в йонна течност (2014, *J. Electroanal. Chem.* 731, 6-13). Получен е нанопорьозен Si, имащ стабилен обратим капацитет в EC/DMC електролит. Обяснено е по-лошото циклиране в йонна течност (2014, *J. Appl. Electrochem.*, 44, 159-168). Синтезирани са наночастици от анатаз, S и C и е показано присъствие на сяра в S<sup>6+</sup>

сулфатна форма, без наличието на Ti-S и C-S химични връзки с добро фотоволтаично поведение (2016, *Nanoscale Research Letters*, 11, 140) и ускорено и стабилно обратимо внедряване на Li<sup>+</sup> (2016, *J. Power Sources*, 326, 270-278). Получени са композитни слоеве със Si чрез електроредукция и са установени протичащите процеси. Показано и анализирано е доброто му електрохимично поведение (2015, *Electrochim. Acta* 168, 403-413). Чрез акустичен импеданс и съответни теоретични модели е показана промяна на влиянието на вискоеластичността и морфологията с времето на отлагане на слоеве съдържащи силиций (2016, *Electrochim. Acta* 219, 251-257). Получени са наночастици от SnO<sub>2</sub> и е показано доброто им поведение като литиев анод (2016, *J. Appl. Electrochem.* 46, 527-538). Оригинален метод за получаване на MOx-C (M = Sn, Ni) носители и Pt/MOx-C катализатори е предложен за директни метанолови горивни клетки в кисел или алкален електролит (2016, *J. Appl. Electrochem.* 46, 245-1260). Чрез метод „самоизгаряне“ е получен материал LiNi<sub>0.6</sub>Mn<sub>0.2</sub>Co<sub>0.15</sub>Al<sub>0.025</sub>Fe<sub>0.025</sub>O<sub>2</sub> и са установени параметрите му, отговорни за добрите характеристики при циклиране (2014, *J. Power Sources*, 268, 414-422). Разработен е тънкослоен калориметър за изследване на термодинамичните свойства на тънки филми и е приложен за изследване на термодинамичните параметри на материали за литиево-йонни батерии (2015, *J. Electrochem. Soc.* 162, A727-A736, 2013, *J. Mater. Sci.* 48, 6585-6596, 2017, *Int. J. Mater. Res.* 108, 904-019, 2013, *J. Appl. Electrochem.* 43, 559 – 565). „In situ“ дилатометрия и разработен теоретичен подход за оценка на обратимо разширение на електрода са приложени върху NMC(1:1:1) – графит клетка (2017, *J. Power Sources*, 342, 939-946). Създаден и приложен е електрохимично-механичен модел на литиево-йонна клетка на макроскопично ниво. Моделът е валидиран и приложен за оценка на последствията от условия на повишено налягане (2018, *J. Power Sources*, 378, 235-247). Кондуктометрична техника е предложена за електрокаталитични химични сензори, базирани на проводими полимери (2006, *Electrochem. Commun.*, 8 (4), 643-646). Композитни слоеве TiO<sub>2</sub>-полианилин (PANI) са получени електрохимично и са характеризирани електрохимично и фотоелектрохимично. Установено е, че двуслойните структури имат до три пъти по-големи фототокове от композитните единични слоеве (2008, *J. Appl. Electrochem.* 38, 63-69). Разработен е метод за получаване на многослойни полимерни структури (2009, *Macromol. Mater. Eng.*, 294 (6-7), 441-444). Получени са многослойни структури PANI-AuNPs като въвеждането на цитратни йони води до значителна електроактивност и проводимост при близки до неутралните стойности на pH (2010, *J. Solid State Electrochem.*, 14, 1261-1268). Установена е чувствителността на PANI-AuNP за окисление на допамин и пикочна киселина от гледна точка на различните ограничения за двете окислителни реакции (2011, *Electrochim. Acta* 56 (10), 3693-3699). Получен е нов електрокаталитичен материал, състоящ се от наночастици паладий (Pd NPs) и полианилин (PANI) като е установен линеен отговор при окисление на хидразин (*Sensors and Actuators B: Chemical* 150 (1), 271-278, 2010, *Pure Appl. Chem.* 83 (2), 345-358). Получени са два вида композити от PANI-Pd NPs и (PANI-PSS)Pdeless и е показана високата им амперометрична чувствителност (2013, *Electrochim. Acta* 90, 157-165). За пръв път е получен електрохимично отложен Si от електролит на база сулфолан (2019, *Electrochem. Commun.* 103, 37-11). При изследване електроотлагането на Si от електролит и йонна течност е установено, че върху метална подложка е успешно и в двата случая, докато върху стъкловиден въглерод е възможно само от йонната течност (2020, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 12 (51), 57526-57538). Приложен е теоретичен модел на тримерно зародишообразуване за количествено характеризиране на отлагането на Si върху стъкловиден въглерод (2020, *J. Crystal Growth*, 531, 125346). Електроотложеният Si депозит е с добър и стабилен капацитет като е намерено и обяснение на поведението му (2022, *Energy Technology* 10 (5), 2101164). Установено е, че порестият меден субстрат подобрява механичната и електрохимичната стабилност на електроотложения силиций получен от сулфоланов електролит (2021, *Electrochim. Acta* 380, 138216). Никелови микровлакна с груба наноструктурирана повърхност са получени при ниска температура и магнитно поле с допълнително окисление. Установено е, че материалът показва по-висок обратим капацитет и подобрена циклична стабилност (2021, *J. Appl. Electrochem.*, 51, 815-828). В друга работа е установено, че полисулфиди и LiNO<sub>3</sub> намаляват резистивното поведение на SEI филма и интерфейсьт показва груба и нехомогенна морфология

(2019, Journal of Chemistry, (1), 4102382). Показана е разликата в нарастването на SEI филма в електролити с различни добавки чрез електрохимична кварцова микровезна (2019, ChemPhysChem, 20 (5), 655-664). Методът Тагучи е използван за анализ на корозионния процес в литиево йонните батерии. Установено е парциалното влияние на факторите в корозионния процес (2020, Electrochim. Acta 360, 137011). Чрез in situ електрохимична дилатометрия е установено, че добавянето на винилен карбонат намалява необратимото разширение на графитния анод (2020, J. Power Sources 457, 228020). Чрез комбиниран in situ ZRA-QCM метод е установено, че адсорбиран слой от полиетиленоксид върху медната повърхност може да бъде приложен за инхибиране на корозията (2023, Electrochim. Acta 463, 142853). В работа (2013, Chemical Papers 67, 1002-1011) е установено, че типът неорганичен компонент в полимеризационния разтвор, има подчертан ефект върху степента на дотиране и върху редоксактивността при получаване на PANI слоеве дотирани с поли(2-акриламидо-2-метил-1-пропансулфонова киселина) и активността на PANI за окисление на аскорбинова киселина зависи от получаването. Получени са Pt(Cu)/TiO<sub>2</sub>/Ti електроди, които окисляват метанол със значителни скорости и може да бъде засилено с UV осветяване при фотоелектрохимичното окисление на метанола (2012, J. Electrochem. Sci. Eng. 2 (4), 155-169).

5. Отражение на научните публикации на кандидата в научната литература.

Кандидатът е посочил общо 1057 цитата от своите работи. Цитиранията за група „Д“ от двата списъка са 123. В Google scholar индексът i-10 е 36. Осем статии са с над 50 цитата, като едната е със 120 цитата.

6. Значимост на приносите за науката и практиката.

Считам, че в раздел 4 е изяснена и значимостта на неговата изследователската работа, която е основно в областта на литиево-йонните батерии. Тук отново е мястото да се отбележат и двата US патента. По мое мнение работата върху катализатори за метанолова клетка е с голямо значение, тъй като този горивен елемент е много добра алтернатива за електромобил.

7. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата.

Техническа бележка: Има разлика в броя на работите, с които се кандидатства за професор и тези в минималните изисквания.

8. Заключение.

Наукометричните показатели и резултатите от дейността на кандидата превишават изискванията на ЗРАС и на Правилника на ИФХ-БАН, поради което с пълна убеденост предлагам на Почитаемото Научно Жури да предложи на Научния съвет на ИФХ да избере доцент д-р Светлозар Димитров Иванов на академичната длъжност „професор“ по професионално направление „4.2 Химически науки“, научна специалност „Физикохимия“ за нуждите на секция „Фазообразуване, кристални и аморфни материали“ от Институт по физикохимия „Академик Ростислав Кайшев“ при БАН.