

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност „професор” в професионално направление 4.2. Химически науки, специалност „Електрохимия“, обявен от Института по физикохимия „Акад. Р. Каишев”, БАН в ДВ брой 44 от 14.05.2026г.

с кандидат: Жения Стефанова Георгиева, д-р, доцент
(трите имена, научна степен, академична длъжност)

Рецензент: Георги Вячеславович Авдеев, д-р, доцент
(трите имена, научна степен, академична длъжност)

1. Общи положения и кратки биографични данни за кандидата.

Кандидатът доц. д-р Жения Стефанова Георгиева е родена на 19.11.1965 г. в гр. София. През 1993 г. завършва висшето си образование във Висшия химикотехнологичен институт – София, придобивайки магистърска степен по специалност „Електрохимия и корозия“. През 2008 г. в Института по физикохимия „Акад. Р. Каишев“ към БАН защитава дисертационен труд на тема „Химично отлагане на Ni-Cu-P и Ni-Sn-P покрития“, за който придобива образователната и научна степен „доктор“ по научна специалност „Електрохимия“ (професионално направление 4.2. Химически науки). Професионалният ѝ път започва през 1999 г. като асистент в ИФХ-БАН, а след успешно издържан конкурс през 2011 г. заема академичната длъжност „доцент“ в същия институт. Общият ѝ трудов стаж възлиза на 40 години, като по-голямата част от тях са посветени на научноизследователска дейност в областта на електрохимията и корозията. Основните ѝ научни интереси са фокусирани върху наноструктурираните материали, електрокатализата, фотоелектрокатализата и химичното отлагане на метали и сплави. С цел повишаване на своята квалификация тя е реализирала редица специализации и научни сътрудничества в престижни европейски центрове, сред които Аристотеловият университет в Солун (Гърция), Свободният университет в Брюксел (Белгия), Центърът по електрохимични повърхностни технологии (CEST) в Австрия и Институтът „Шарл Герхард“ в Монпелие (Франция). Резултатите от научната ѝ работа са публикувани в над 55 статии в реномирани

международни издания, като 51 от тях са индексирани в Scopus. Общият брой на забелязаните цитирания надхвърля 1607, а h-индексът ѝ е 25. Тя е автор и на глава от книга, публикувана от престижно международно издателство. Научните ѝ постижения са представени на множество международни конференции с над 20 доклада, част от които изнесени по покана. Доц. Георгиева е участвала в 16 международни и 8 национални научноизследователски проекта, като е била ръководител на 4 от тях, приключили с висока оценка. Наред с изследователската си дейност, тя се реализира успешно и като преподавател и ментор. Води лекционен курс по „Приложна електрохимия“ към центъра за обучение на докторанти и е била научен ръководител на успешно защитил докторант.

2. Описание на представените материали. Изпълнение на законовите изисквания, включително минималните национални изисквания, съответно на изискванията на БАН, както и на изискванията, определени от Научния съвет на ИФХ съгласно Приложение № 1.

Документацията за участие в конкурса включва общо 20 научни труда. От тях 18 са публикувани в международни реферирани издания с импакт фактор (IF), а останалите 2 са със SJR без IF, но са индексирани в базата данни Scopus. Разпределението на материалите е както следва:

По Показател В4 са представени 8 публикации, които се равняват на хабилитационен труд, като 6 от тях са в категория Q1, а 2 в Q2. В категория Г7 са изброени 12 статии в специализирани издания, които не са били използвани за придобиване на предходни научни степени или академични длъжности („доктор“, „доктор на науките“ и „доцент“). Тази група включва 7 публикации в Q1, 1 в Q2, 2 в Q3 и 2 със SJR индексация в Scopus без импакт фактор.

Кандидатът демонстрира активна проектна дейност:

- Участие в 4 национални и 5 международни научни или образователни проекта (Показатели E14 и E15).
- Ръководство на 1 национален проект и на българския екип в 2 международни проекта (Показатели E16 и E17).
- По линия на ръководените от кандидата проекти са привлечени средства в размер на 36 594.00 лв. (Показател E18).

Към приложените документи има направена справка в която са описани използваните за конкурса критерии и методология за оценка на научните приноси.

Изпълнени са всички изисквания, включително минималните национални изисквания, съответно на изискванията на БАН, както и на изискванията, определени от Научния съвет на ИФХ съгласно Приложение № 1.

3. Обща характеристика на научно-изследователската и научноприложната дейност на кандидата.

Научната кариера на кандидата се отличава с интензивност и високи постижения. Дисертационният труд е посветен на химичното отлагане на Ni-P покрития, които, въпреки технологичната си сложност, осигуряват равномерност, твърдост и корозионна устойчивост. Тези сплави са ключови за производството на магнитни дискове, автомобилостроенето, електрониката и хранително-вкусовата промишленост.

Технологичният напредък изисква подобряване на функционалните параметри на слоевете чрез добавяне на трети елемент (Cu, Sn, Sb, B). Тройните системи като Ni-Cu-P и Ni-Sn-P превъзхождат бинарните, като запазват аморфната си структура и парамагнитни свойства при високи температури. Медта подобрява защитните свойства, а калаят – способността за спояване. Изследванията на кандидата допълват информацията за механизма на никелиране и ролята на добавките, реализирайки значителни приноси с приложен характер. Разработва и предлага нови електролити за съотлагане на Ni-Cu-P, Ni-Cu-P и Ni-Sn-P сплави. Изследва влиянието на pH и комплексообразователите върху скоростта на отлагане и състава на Ni-Cu-P и Ni-Sn-P сплавите.

Публикациите еквивалентни на хабилизационния труд за доцент изследват синтеза и оптимизирането на нови фотокаталитични материали, по-конкретно електроотложени покрития от TiO_2 и WO_3 . Разработена е методика за получаването на многослойни покрития от титанов оксид върху неръждаема стомана чрез потенциостатичен електросинтез. Изследвани са техните свойства и са предприети модификации на композиционните покрития с цел подобряване разделянето на зарядоносителите и разширяване на спектъра на поглъщане чрез кооперативен ефект. Направен е опит за подобряване на работата на фотокатализаторите чрез дотиране с La_2O_3 . Благодарение на това измерените им характеристиките са съпоставими с индустриалните електроди. Научните

трудове извън хабилитацията също разглеждат фотокатализа, като е разработена нова фотоелектрохимична клетка за окисление на органични пари под UV и видима светлина. Реализирана е газофазна реакция чрез полимерен електролит с TiO_2 фотоанод и са синтезирани високоефективни TiO_2/WO_3 структури за пречистване на въздух.

Изследвано е влиянието на състава на фотоанода ($\text{TiO}_2/\text{WO}_3/\text{C}$) върху фототока в твърдотелна клетка. Анализирани са слоеве от TiO_2/WO_3 върху неръждаема стомана за разграждане на 4-хлорфенол. Изготвен е обзор за двукомпонентни оксидни фотоаноди при окисление на органични съединения. Проучена е корозионната устойчивост на Ni-Cu-P покрития със слоеве от TiN.

Проведената от кандидата работа е значителна и насочена в посока към решаването на актуални екологични и материални проблеми. Резултатите демонстрират висока ефективност и стабилност на разработените системи, сравними и дори по-добри в някои случаи от комерсиално достъпни аналози, което подчертава потенциала им за практическо внедряване. В допълнение, кандидатът получава висока оценка от научната общност, като публикуваните статии в реномирани международни списания потвърждават оригиналността и приноса на изследванията.

4. Основни научни и научно-приложни приноси.

Научните изследвания на кандидата, последните години, са насочени към разработването и охарактеризирането на наноструктурирани материали за електро- и фотоелектрокатализ в горивни елементи и електролизьори. Основен приоритет е установяването на връзките между структурата на катализаторите и тяхната ефективност при електрохимични процеси. Значим принос е прилагането на устойчиви методи за синтез, като фотохимична редукция и галванично заместване, базирани на опита в безтоковото отлагане. Тези подходи осигуряват прецизен контрол върху състава и разпределението на активните компоненти при проектирането на електрокатализатори.

Експерименталните данни получени от кандидата потвърждават, че хибридните методи за синтез формират частици тип „ядро-обвивка“, което значително редуцира платината при висока ефективност. Чрез прецизиране на параметрите са модифицирани електронните характеристики и легирането на Pt. Приложението на галваничното заместване е разширено към

наноструктурирани носители и полупроводникови оксиди, създавайки функционални структури с оптимална дисперсия.

Изведени са зависимости между структурата и активността на материалите при ключови електрохимични реакции. Анализирано е влиянието на електронните ефекти и междуфазните взаимодействия върху каталитичните свойства и стабилността на системите.

Публикациите съответстват на тематиката на конкурса и приоритетите в електрохимията. Те допринасят за теоретичното развитие и практическото приложение на нови катализатори за енергийна ефективност и устойчивост. Изследванията могат да бъдат разпределени в три отделни направления за синтез и охарактеризиране на нови материали: Материали за електрокаталитично окисление на метанол; Синтез и охарактеризиране на нови материали за електрокаталитични реакции с участие на кислород (ORR и OER) и изследване на електро- и фотоелектрокаталитични процеси протичащи в оксидни носители и композитни материали.

4.1. Материали за електрокаталитично окисление на метанол (MOR)

Изследванията дефинират връзките между структура, състав и свойства на платинови катализатори при MOR. Доказано е, че ефективността им зависи от взаимодействията между активната фаза, въглеродния компонент и оксидния носител. Идентифицирани са факторите, контролиращи реактивността и устойчивостта към СО-отравяне. Изследвани са системите Pt(Cu)/C и Pt(Ni)/C, които образуват структури тип „ядро–обвивка“, при получаване чрез галванично заместване (*B 4.1–B 4.3, Г 7.12*).

При използване на TiO₂ като носител се получават структури тип Pt(Ni)/TiO₂ и Pt(Ni)/TiO₂-C. Те проявяват подобрена активност в следствие на взаимодействията с титановия диоксид (*Г 7.2*). Анализът на композити с WO₃ и TiO₂/WO₃ показва, че полупроводниковите носители оптимизират електронните свойства и улесняват фотоиндуцираното почистване на повърхността от СО (*Г 7.1, Г 7.6*).

Чрез комбинирани методи са синтезирани биметални Pt(Ni) и Pt(Cu) катализатори върху оксидни, въглеродни и смесени носители. Преходните метали оптимизират MOR чрез геометрични и електронни промени в платината.

Системите Pt(Cu)/TiO₂ показват шесткратно по-висока активност от стандартния Pt/C, благодарение на стабилизирана „ядро-обвивка“ структура и синергия с носителя (Г 7.4, Г 7.5).

Композитите Pt-TiO₂-C демонстрират висока стабилност, като UV светлината повишава активността им с 25% чрез генериране на повърхностно-почистващи ОН-радикали (В 4.7). Добавянето на преходни метали и оксиди отслабва връзката с СО, което се потвърждава от понижения потенциал за неговото окисление (В 4.1, В 4.3, Г 7.2, Г 7.4, Г 7.12).

Проведената работа по тематиката изяснява механизмите за повишаване на каталитичната устойчивост и СО-толерантността чрез взаимодействия метал-носител. Разработени са методи за синтез на високоефективни наноструктурирани катализатори с минимално съдържание на платина. Тези резултати подчертават потенциала на хибридните системи за преодоляване на ограниченията на конвенционалните катализатори и осигуряват надеждна основа за по-нататъшни изследвания в областта на електрокатализата. Направените изследвания намират добри отзиви за извършената работа и получават добра цитируемост в литературата.

4.2. Синтез и охарактеризиране на нови материали за електрокаталитични реакции с участие на кислород (ORR и OER)

В това направление изследванията са насочени към създаване на наноструктурирани електрокатализатори с ниско съдържание на благородни метали и изясняване на връзката между синтеза, структурата и активността им. Основен приоритет е усъвършенстването на методите за контролирано формиране на биметални катализатори, описани в публикациите заместващи хабилитационния труд. Това включва прилагане на химично отлагане с галванична замяна върху оксидни носители, фотохимичен синтез и разработване на катализатори за кислородни процеси.

Синтезирани са Pt-електрокатализатори върху оксидни подложки, като е изследвано влиянието на носителя върху активната фаза и нейните параметри. Чрез химично отлагане и галванично заместване са получени системи Pt(Ni) върху TiO₂ и TiO₂-C (публикация Г 7.2), при които контактът между платината и оксида определя каталитичната способност. Същият подход е приложен при наноструктурирани системи Pt(Cu)/TiO₂, синтезирани чрез

фотохимично отлагане (публикация Г 7.4), което позволява прецизно оформяне на частиците и икономия на благородния метал. Изследванията са допълнени с анализ на PtCu@TiO_2 , изясняващ връзката между структурата на активната фаза и електрокаталитичната активност (публикация Г 7.5).

Оксидните носители влияят пряко върху стабилността и електронните характеристики на каталитичните системи. Това се потвърждава при двуслойни TiO_2/WO_3 структури, дотирани с Pt, които показват повишена активност при окисление на метанол (публикация Г 7.6). Създадени са и TiO_2 нанотръбички, модифицирани с азот и бор за по-добри фотоелектрохимични показатели (публикация Г 7.3). Резултатите надграждат методологията от хабилизационния труд за получаване на биметални катализатори, като включват оксидни носители и фотохимични техники за постигане на по-висока ефективност и контролирана архитектура.

Изследвани са наноструктурирани катализатори, като чрез иновативни подходи са синтезирани биметални системи за реакцията на редукция на кислород (ORR). Чрез химическо отлагане на мед (Cu) или кобалт (Co) върху въглероден субстрат и последваща галванична замяна с платина (Pt), са получени катализатори Pt-Cu/C и Pt-Co/C. Тези системи се отличават с намалено съдържание на ценни метали и подобрена ефективност. Установено е, че при Pt-Cu/C медта модифицира електронното състояние на платината, ускорявайки ORR. Това позволява на Pt-Cu/C да постигне с 56% по-висока специфична активност спрямо стандартния Pt/C катализатор при 0.85 V (RHE).

Синтезираните Pt-Co/C катализатори (0.7 wt.% Co) притежават структура тип „ядро-обвивка“. Въпреки по-ниската активна повърхност, те показват 2.6 пъти по-висока масова и 4 пъти по-висока специфична активност спрямо стандартния Pt/C (публикация В 4.8). Това доказва, че разходите могат да се намалят чрез икономия на платина, запазвайки висока каталитична мощ.

За оптимизиране на OER са разработени $\text{IrO}_2/\text{TiO}_2$ системи с висока дисперсност. Чрез фотохимично отлагане са получени IrO_2 наночастици (1–2 nm) върху TiO_2 при 25 wt.% Ir. Материалите проявяват активност, сходна с чистия IrO_2 , но при по-нисък разход на благороден метал. Изследванията (публикации В 4.5 и В 4.6) потвърждават, че синергията между активната фаза и носителя подобрява плътността на тока и устойчивостта, правейки катализаторите подходящи за фотоелектролиза на вода.

Получените резултати могат да бъдат резюмирани по следния начин:

Създадена е стратегия за генериране на наноструктурирани електрокатализатори с ниско съдържание на благородни метали чрез прецизно формиране на активната фаза и подобряване на връзката метал-носител. Чрез фотохимични методи върху оксидни субстрати са синтезирани високодисперсни платинени катализатори с повишена производителност. Изяснено е влиянието на носителите от TiO_2 и WO_3 върху дисперсността, стабилността и реактивната способност на активния компонент. Проектирани са системи тип Pt-Cu/C , Pt-Co/C и $\text{IrO}_2/\text{TiO}_2$ за ORR и OER с редуцирано количество ценни метали и подобрени показатели. Резултатите формират изследователско направление за конструиране на високоефективни електрокатализатори чрез модифициране на структурните и електронните им характеристики.

4.3 Изследване на електро- и фотоелектрокаталитични процеси протичащи в оксидни носители и композитни материали.

Извън хабилитационния труд изследванията се фокусират върху електро- и фотоелектрокаталитични метал-оксидни системи. Основен приоритет е връзката между структурата на материалите, преноса на заряди и каталитичната ефективност. Въведени са иновативни методи за модификация на TiO_2 и WO_3 и синтез на композити с контролирани междуфазни взаимодействия. Дейността надгражда методите за създаване на наноструктурирани електрокатализатори, адаптирайки ги към полупроводникови субстрати и фотохимични реакции.

Разработена е нова методология за количествен анализ на активността на TiO_2 аноди чрез електрохимична импедансна спектроскопия. Методът разграничава влиянието на специфичната повърхност от каталитичните свойства, позволявайки обективно сравнение на фотоанооди. Установено е, че TiO_2 нанотръбите разграждат хлорамфеникол по-ефективно от sol-gel слоевете, тъй като развитата им повърхност компенсира по-ниската им собствена активност.

Анализиран е кооперативният ефект между фото- и електрокаталитичните процеси при TiO_2 и WO_3 системи, като е дефинирано влиянието на носителите на заряд. Чрез дотиране с азот и бор са създадени TiO_2 наноструктури с подобрена електронна архитектура и фотоелектрохимична способност.

Представен е теоретичен модел за синтез на Pt(Cu)/TiO₂ композити, потвърждаващ ролята на редокс преходите Ti(III)/Ti(IV) за стабилността на металната фаза. Доказано е, че връзката метал–оксид определя структурните параметри и каталитичния капацитет. Формулирана е стратегия за регулиране на каталитичните показатели чрез комбиниране на полупроводникови оксиди, метални наночастици и фотохимичен синтез.

Извършените проучвания имат комплексен характер, тъй като обединяват създаването на иновативни методи за синтез на наноструктури с изясняването на възможностите им за практическо използване като съвременни средства в аналитичния мониторинг. Тази тематика представлява значима научна задача, която се радва на нарастващо внимание от страна на изследователската общност през последния период. Постигнатите резултати притежават както фундаментална, така и научно-приложна стойност, като същевременно представляват принос към научните иновации и разширяване на наличния обем от познания.

5. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранната литература.

Въз основа на данни от Scopus, доц. Желя Георгиева е публикувала 51 научни разработки. Общо 49 от тези трудове са цитирани 1629 пъти от независими източници, което формира h-индекс 25. Тя заема позицията на водещ автор в повече от 40% от своите публикации, като мнозинството от тях са реализирани в партньорство с чуждестранни изследователски екипи. Четири от нейните статии са регистрирали над 110 цитирания всяка. Предвид тези постижения, покриването на изискванията по група показатели „Д“ е напълно безпроблемно. Тези резултати свидетелстват за висока международна видимост и признание на научния ѝ принос в областта на катализа и енергийните материали.

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

Няма.

6. Лични впечатления на рецензента за кандидата.

Познаван доц. Георгиева от 2007 година, като имам възможност да следя нейното професионално развитие и научни постижения през годините. Тя е

компетентен и отдаден изследовател с ясно открит принос в областта. Нейната последователност и високо качество на работата я правят много подходящ кандидат за академичната позиция за която кандидатства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на предоставените за конкурса материали, анализа на представените научни приноси и преките ми наблюдения, мога категорично да заключа, че доц. д-р Жения Георгиева покрива критериите, заложи в Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и съответния правилник за неговото приложение. Кандидатурата е в пълно съответствие и с изискванията на Българската академия на науките, както и със специфичните правила и решения на Научния съвет на ИФХ-БАН относно заемането на академични длъжности.

С оглед на гореизложеното, давам своя положителен вот Научният съвет на ИФХ-БАН да избере доц. д-р Жения Георгиева за заемане на академичната длъжност „професор“.

Дата 24.09.2026 г.

Рецензент

11/1/21

Доц. д-р Георги Авдеев