

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Даниела Карашанова,

Институт по оптически материали и технологии „Акад. Йордан Малиновски“ - БАН

върху материалите, представени за участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „професор“, обявен в Института по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев“ при БАН за нуждите на секция „Електрохимия и корозия“, в професионално направление 4.2 Химически науки, научна специалност „Електрохимия“.

1. Общо представяне и кратки биографични данни на кандидата

Със заповед № 75-РД-09 от 18.06.2026 г. на Директора на Института по физикохимия при БАН, съм определена за член на научното жури на конкурс за заемане на академичната длъжност „професор“ по професионално направление 4.2. Химически науки (Електрохимия). В конкурса, обявен в Държавен вестник, бр. 44 от 14.05.2026 г. за нуждите на секция „Електрохимия и корозия“, като единствен кандидат се е явила доц. д-р Жения Стефанова Георгиева от същия институт.

Доцент д-р Георгиева завършва висшето си образование във Висшия химикотехнологичен институт – София (сега Химикотехнологичен и металургичен университет – София), като през 1993 г. получава степен „магистър“ в специалност „Електрохимия и корозия“. През 1999 г. е назначена като асистент в Института по физикохимия при БАН, където защитава докторската си дисертация на тема „Химично отлагане на Ni-Cu-P и Ni-Sn-P покрития“ през 2008 г., а от 2011 г. заема академичната длъжност „доцент“.

През годините доц. Георгиева е установила сътрудничество и провела специализации във водещи институции с международен авторитет като Аристотеловия университет, Солун, Гърция, Свободния университет в Брюксел, Белгия, Центъра за компетентност за технология на повърхностната електрохимична обработка, Австрия, Института „Шарл Герард“ в Монпелие, Франция.

Основните научно – изследователски интереси на доц. Георгиева са в областта на електрокатализа и фотоелектрокатализа, наноструктурираните материали и химичното отлагане на метали и сплави.

2. Общо представяне на научно-изследователската и научно-приложна дейност

Цялостната научно-изследователска дейност на доц. Жения Георгиева обхваща съавторство в 55 публикации, 51 от които са отразени в базите данни Scopus и Web of Sciences. 36 (65%) са публикувани в списания с кuartил Q1, 4 – с Q2, 5 - с Q3, 1 с Q4, 4 с SJR и 1 глава от книга. Получените върху тях независими цитати са 1607 и осигуряват h-индекс 25. Участията на доц. Георгиева в международни форуми е 38, а в национални – 13. Изпълняваните научно-изследователски проекти са 16 с международно и 8 с национално финансиране, в 4 от които кандидатът е ръководител.

Резултатите от научно-изследователската дейност, с които кандидатът участва в обявения конкурс за длъжността „професор“ са разработени в рамките на 9 от научните проекти, включени са в 20 научни публикации, публикувани в международни списания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни. Между тях се открояват

реномираните в областта на катализа и електрохимията Applied Catalysis B: Environmental (IF₂₀₁₃=6.007), Catalysts (IF₂₀₂₁=4.146), Journal of Applied Electrochemistry (IF₂₀₁₄=2.409), Journal of Electroanalytical Chemistry (IF₂₀₂₁=4.598).

8 от публикациите са оформени като хабилизационен труд. От тях 6 са в списания с квартил Q1, а 2 с Q2. В допълнение на хабилизационния труд са представени още 12 публикации, разпределени както следва: 7 с Q1, 1 с Q2, 2 с Q3 и 2 с SJR. Резултатите са представени в 25 национални и международни научни форуми. Към наукометричните показатели са включени и 546 независими цитата (без самоцитирания от всички съавтори): 210 цитата на научните публикации, представени като хабилизационен труд и 336 цитата на публикациите, извън хабилизационния труд.

Избраните за конкурса публикации, цитати, участия в конференции и проекти на доц. д-р Желя Георгиева осигуряват необходимите точки, съответстващи на минималните национални изисквания, отразени в Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, както и в Правилниците на БАН и ИФХ и ги превишават в повечето от показателите, като при показател 11, група Д това превишаване е повече от 9 пъти: представени са 1092 т. при минимум 120, по показатели 3–4, група В: 190 т. при минимум 100, по показатели 5–10, група Г: 245 при минимум 220, при показатели 13–18, група Е: 317 при необходими 150.

3. Основни научни и научно-приложни приноси

Представените в конкурса научни публикации в тематично отношение са разделени в следните 3 направления, където се оформят и съответните приноси на кандидата, както самата тя ги представя в справката за авторските приноси:

(1) Електрокаталитично окисление на метанол (MOR)

В това направление са представени обширните изследвания по синтеза и електрокаталитичното и фотоелектрокаталитичното действие в окислителната реакция на метанол на каталитични системи, изградени на базата на различни комбинации от метали и неметали с Pt: Pt(Cu), Pt(Cu)/C, Pt(Ni)/C, Pt(Ni)/TiO₂, Pt(Ni)/TiO₂-C, Pt-WO₃, Pt-TiO₂/WO₃. Приложените многобройни структурни, спектроскопски и електрохимични методи – сканираща електронна микроскопия (SEM), енергийно-дисперсионна спектроскопия (EDS), трансмисионна електронна микроскопия (TEM), рентгенова дифракция (XRD), рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS), циклична волтамперометрия (CV), линейна сканираща волтамперометрия (LSV), хроноамперометрия (CA) и електрохимична импедансна спектроскопия (EIS) са позволили да бъдат определени важни зависимости между състава, структурата, морфологията и електрокаталитичната активност на Pt-базирани каталитични системи.

При системите Pt(Cu)/C TEM изследванията установяват частично сплавяване на Pt и Cu, съпроводено с образуване на наноструктурирани частици с core-shell архитектура, характеризираща се с Cu-съдържащо ядро и обогатена на Pt външна обвивка. Формирането на тази структура е резултат от частично галванично заместване с Pt на предварително химично отложената върху въглеродния носител Cu. Показано е, че протичането на процеса на заместване и формирането на крайната структура на каталитичния материал зависят от състава и състоянието на медната фаза, включително от присъствието на Cu₂O и CuO компоненти.

Анализирана е и връзката между структурата на Pt(Cu) наночастиците и тяхното каталитично поведение. Установено е наличието на защитна, обогатена на Pt обвивка

около Cu-съдържащото ядро, която е свързана с високата собствена каталитична активност при окисление на CO и метанол. Наред с това е установено, че агломерацията на наночастиците и ограничената електрохимично активна повърхност водят до понижаване на масовата активност. Тези резултати очертават необходимостта от последващо оптимизиране на синтетичния подход с оглед подобряване на дисперсността и увеличаване на достъпната активна повърхност.

При катализаторите Pt(Ni)/C, синтезирани чрез последователно химично отлагане на Ni и последващо галванично заместване с Pt, е установено формирането на по-сложно организирана йерархична наноструктура. Тя се характеризира с обогатена на Pt външна обвивка, докато вътрешната част на частиците включва Pt–Ni сплав и малки Ni-богати области.

Приносният характер на отразените в това направление изследвания може да бъде формулиран по следния начин:

- Разработени са биметални Pt(Cu) и Pt(Ni) наноструктурирани електрокатализатори върху въглеродни, оксидни и композитни носители чрез комбиниране на химично отлагане, фотохимична редукция и галванично заместване, при които е постигнато ефективно използване на благородния метал.
- Доказана е ключовата роля на взаимодействията метал–носител при Pt/TiO₂, Pt/WO₃ и композитни системи за регулиране на електронните свойства, CO-толерантността и електрокаталитичната устойчивост.
- Изяснени са механизмите на синергично действие между метални наночастици и полупроводникови оксидни компоненти, включително участието на фотогенерирани носители на заряд при фотоелектрокаталитични процеси.
- Предложени са подходи за получаване на високоефективни електрокатализатори с намалено съдържание на благородни метали чрез контролирано формиране на наноструктурирани метални и метал–оксидни системи.

(2) Електрокаталитични реакции с участие на кислород (ORR и OER)

В това направление е изследвана възможността за развитие на наноструктурирани електрокаталитични системи с намалено съдържание на благородни метали и изясняване на взаимовръзката между метода на получаване, структурата на активната фаза, взаимодействието метал–носител и каталитичната ефективност по отношение на реакции с участие на кислород.

Чрез химично отлагане на Cu или Co върху въглероден носител с последващо частично галванично заместване с Pt са получени Pt–Cu/C и Pt–Co/C системи с намалено съдържание на благороден метал и подобрени електрокаталитични характеристики.

За електрокатализаторите Pt–Cu/C е показано, че модифицирането на Pt чрез въвеждане на Cu води до промяна в електронната структура на активната фаза и подобрява кинетиката на ORR и проявява до 56% по-висока специфична активност спрямо търговски Pt/C катализатор при потенциал 0.85 V спрямо RHE, вследствие на взаимодействията между Cu и повърхностните Pt атоми.

Разработените Pt–Co/C електрокатализатори са с ниско съдържание на Co (≈ 0.7 wt.%) и формиране на Co–Pt core–shell структура. Независимо от по-ниската електрохимично активна повърхност, системите проявяват приблизително 2.6 пъти по-висока масова

активност и 4 пъти по-висока собствена каталитична активност спрямо търговски Pt/C катализатор при 0.85 V спрямо RHE. Тези резултати показват възможността за ефективно намаляване количеството на благородния метал при едновременно подобряване на каталитичната ефективност.

За реакцията на отделяне на кислород (OER) са разработени и IrO₂/TiO₂ каталитични системи с висока дисперсност на активната фаза и намалено съдържание на Ir. Чрез оригинален нискотемпературен фотохимичен метод е постигнато директно формиране на IrO₂ наночастици с размер 1–2 nm и съдържание 25 wt.% Ir, равномерно диспергирани върху носител TiO₂. Получените системи показват съпоставима собствена каталитична активност спрямо търговски IrO₂ катализатор при значително по-ниско съдържание на благороден метал. Повишената OER активност на IrO₂/TiO₂ не се определя единствено от електрохимично активната повърхност, а от повишената собствена каталитична активност на IrO₂, обусловена от взаимодействията между IrO₂ и TiO₂ и високата дисперсност на активната фаза. Установено е също, че облъчването с UV светлина подобрява стабилността на IrO₂/TiO₂ по време на реакцията на отделяне на кислород.

Основните приноси на изследванията в това направление се отнасят до:

- Разработване на последователна стратегия за получаване на наноструктурирани електрокатализатори с намалено съдържание на благородни метали, основана на контролирано формиране на активната фаза, използване на биметални взаимодействия и оптимизиране на взаимодействията метал–носител.
- Разширяване на методите за синтез на Pt-базирани каталитични системи чрез прилагане на оксидни носители и фотохимични подходи, позволяващи получаване на високо диспергирани наноструктури с подобрена електрокаталитична ефективност.
- Установяване на функционалната роля на оксидните носители TiO₂ и WO₃ за регулиране на дисперсността, електронните свойства, стабилността и каталитичната активност на активната фаза.
- Разработване на Pt–Cu/C, Pt–Co/C и IrO₂/TiO₂ електрокаталитични системи за ORR и OER, при които е постигнато намаляване на съдържанието на благородни метали при запазване или подобряване на каталитичните характеристики.
- Получаване на резултати очертаващи самостоятелна научна линия, свързана с разработване на ефективни електрокатализатори чрез управление на структурните и електронните фактори, определящи каталитичната активност и стабилност.

(3) Електро- и фотоелектрокаталитични процеси върху оксидни носители и композитни материали

Това направление е насочено към създаването на каталитични системи за фотоелектрокаталитично окисление на метанол, които са изградени от фоточувствителни оксидни носители като TiO₂ (анатаз или рутил) и WO₃, върху които са нанесени минимални количества благороден метал: Pt. Проведените изследвания разкриват електрокаталитичната и фотоелектрокаталитичната активност на получените системи и връзката им както с типа на избрания носител, така и с взаимодействието между нанесения метал и оксидната подложка. Проследено е влиянието на UV облъчване върху фотоиндуцираните процеси в тези системи и електроокислението на метанол.

Установено е 25% увеличение на каталитичната активност при облъчване с UV лъчи на Pt-TiO₂-C системи, вследствие на фотоактивиране на титановия диоксид и ограничаване на блокирането на активните центрове от междинни продукти. При системата Pt/WO₃ е установен ефект на фотоиндуцирано „самопочистване“ при облъчването с видима светлина, в резултат на отстраняването на СО-адсорбати от повърхността на Pt, с помощта на фотогенерираните дупки и кослородсъдържащите активни частици.

Подходено е и към създаването на модифицирани TiO₂ наноструктури (нанотръбички) чрез съвместно дотиране с бор и азот с цел подобряване на фотоелектрохимичната активност и разширяване на спектралната чувствителност в областта на видимата светлина. Това се дължи както на създаването на допълнителни енергетични нива в забранената зона, така и на по-ефективното разделяне на фотогенерираните електрони и дупки при едновременното дотиране с двата елемента.

Разработени са и фотохимични подходи за получаване на метал–оксидни композитни материали, съдържащи Pt, Cu и IrO₂ върху TiO₂-базирани носители.

Чрез комбиниране на фотоотлагане и галванично заместване са получени каталитични системи Pt(Cu)/TiO₂ с висока дисперсност и контролирано разпределение на активната фаза. Предложен е оригинален механизъм на формиране на металната фаза, включващ едновременно участие на галванично заместване на Cu с Pt и редокс преходи Ti(III)/Ti(IV) в TiO₂. Установено е, че Ti(III)-центровете участват в редукцията на Pt йоните и формирането на активната метална фаза.

Допълнително са разработени Pt-дотирани TiO₂/WO₃ двуслойни системи с повишена фотоелектрокаталитична активност при окисление на метанол.

Приносите от тази група изследвания могат да се сведат до:

- Установяване на синергичен механизъм между фото- и електрокаталитичните процеси при окисление на органични съединения върху TiO₂- и WO₃-базирани системи, като е изяснена ролята на фотогенерираните носители на заряд за повишаване на каталитичната активност.
- Разработване на модифицирани TiO₂ наноструктури чрез съвместно дотиране с бор и азот, при които е постигнато изменение на електронната структура, подобро разделяне на носителите на заряд и повишена фотоелектрохимична активност.
- Предлагане на механизъм за получаване на Pt(Cu)/TiO₂ композитни катализатори, при който е доказана ролята на Ti(III)/Ti(IV) редокс преходите при формиране и стабилизиране на активната метална фаза.
- Установяване на ролята на взаимодействията метал–оксид, които определят електронните и структурните характеристики на композитните материали и представляващи ключов фактор за постигане на висока каталитична активност и стабилност.
- Разработване на концепция за управление на електрокаталитичните и фотоелектрокаталитичните свойства чрез комбиниране на метални наночастици, полупроводникови оксиди и контролирани процеси на фотохимичен синтез.

Като цяло приносите на кандидата са в изграждането на методологична основа за синтезирането на Pt-базирани електрокаталитични системи чрез комбиниране на химично отлагане, фотохимична редукция и галванично заместване. Осигуряването на намалено съдържание на благородния метал е основано на контролираното формиране

на core-shell структури и оптимизиране на взаимодействия между активната фаза и носителя, при запазване или повишаване на каталитичната активност.

Разглежданите три тематични направления са тясно свързани с преодоляването на сериозни екологични проблеми и несъмнено са актуални, както от научна, така и от приложна гледна точка. Установените зависимости между структурните, морфологични и каталитични свойства създават предпоставка за създаване на високоефективни съвременни електрокаталитични материали с потенциал за приложение в горивни клетки, електролизьори и фотоелектрохимични системи.

4. Учебно-преподавателска и експертна дейност

Доц. Георгиева е ръководител на един успешно защитил докторант.

Няма данни за водени специализирани курсове за докторанти към ЦО на БАН, както и експертна дейност, каквато е изготвянето на анонимни рецензии, участие в редакционни колегии и организационни комитети и др.

5. Въпроси и забележки

Нямам критични забележки към кандидата. Имам малък коментар по отношение на структурирането на хабилитационния труд и групирането на представените публикации. Сякаш при избора на публикациите, които да бъдат включени в хабилитационния труд, водещ е бил по-скоро кварила на списанието, а не типа синтезиран катализатор или реакцията, за която е приложен. Така формулираните три тематични области включват едновременно публикации, както от хабилитационния труд, така и извън него.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представените от кандидата в конкурса, доц. д-р Женья Стефанова Георгиева документи и материали разкриват научни изследвания с отлично качество и отговарят напълно на изискванията в Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за прилагането му и съответните Правилници на БАН и Института по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев“ при БАН, както и на темата на обявения конкурс за „професор“.

Като оценявам високо приносите на представените в конкурса трудове и дейности, **напълно убедено давам положителна оценка** и препоръчвам на почитаемите членове на Научното жури да изготвят доклад с предложение до Научния съвет на ИФХ-БАН, доц. Женья Стефанова Георгиева да бъде избрана на академичната длъжност „професор“ в ИФХ-БАН, по професионално направление 4.2. Химически науки (Електрохимия).

28.09.2026 г.

Изготвил рецензията:

проф. д-р Даниела Карашанова