РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Силвия Живова Тодорова,
Институт по катализ - БАН
по конкурс за заемане на академична длъжност "Професор" в професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Химична кинетика и катализ", по тематично направление „Дизайн на метални и металооксидни системи с приложение в енергетиката и повишаване качеството на живот", по конкурса, обявен в Държавен вестник, бр. 82/07.10.2025 год

В обявения от Института по катализ – БАН конкурс, посочен по-горе, за заемане на академичната длъжност „професор", участва един кандидат – доц. д-р Димитринка Алексиева Николова.

Биографични данни за кандидата

Д-р Димитринка Николова е утвърден специалист с над 29-годишен опит в Института по катализ към БАН. Завършила е ХТМУ – София през 1995 г. като инженер-химик със специалност „Неорганични и електрохимични производства", специализация „Технология на неорганичните вещества. Професионалното ѝ развитие преминава през всички ключови академични етапи. През 2001 г. придобива ОНС „доктор" с дисертация на тема „Влияние на добавката от калий върху активността и структурата на NiO-MoO_3-Al_2O_3 катализатори за реакцията на конверсия на въглероден оксид с водна пара в присъствие на сероводород". От химик (1996 г.) и докторант, тя последователно заема длъжностите главен асистент и доцент, на каквато длъжност е в момента.

Представената професионална биография и официалната документация за трудов стаж удостоверяват, че д-р Николова напълно удовлетворява нормативните изисквания за заемане на академичната длъжност „професор".

Преглед на научно-изследователската дейност на кандидата

За участие в конкурса са представени 21 научни публикации, една глава от книга и два патента, 1 заявка за патент. Всички научни трудове са публикувани след 2016 г. и списъкът не включва публикациите представени в конкурса за „доцент".

Научната продукция, включена в хабилитационния труд, обхваща 9 публикации, разпределени в престижни издания (5 в Q1, 1 в Q2, 1 в Q3 и 2 в Q4). Отчетливо впечатление прави водещата роля на кандидата: в 4 от статиите тя е първи автор, а в 6 фигурира като автор за кореспонденция, което е ясен индикатор за ръководното ѝ участие в изследванията. Приложният характер на работата се допълва от един патент и една заявка за патент (показател Г). Научните приноси на кандидата извън обхвата на хабилитационния труд са защитени чрез солиден обем от допълнителна продукция. Тя включва 12 научни статии, публикувани в реферирани издания с висок ранг (от които 5 в престижния квартил Q1, 2 в Q2, 1 в Q3 и 4 в Q4), както и глава от колективна монография. Приложният аспект на изследванията е затвърден с още един патент.

Научните постижения на кандидата се радват на широка публичност и признание в професионалната общност. Резултатите са докладвани на общо 34 научни форума, като преобладават участията в международни конференции (20 бр.). Впечатление прави

високият брой на устните презентации (24 доклада), което е атестат за личния авторитет на доц. д-р Николова и способността ѝ да представя убедително постигнатите резултати пред международна аудитория. Тук се включва 1 пленарен доклад на международен форум 12 доклада на международни форуми, един пленарен доклад на национален форум и 10 доклад на национални форуми.

Научната продукция на доц. д-р Николова се радва на значителен отзвук сред международната изследователска общност. Общият брой на забелязаните цитирания е 217, като прави впечатление, че над 50% от тях (110 цитата) са на публикации, с които кандидата участва в настоящия конкурс. Това е неоспоримо доказателство за актуалността и значимостта на представените научни резултати.

Проектната активност на доц. д-р Николова е впечатляваща и доказва нейните високи организационни качества. Тя е участвала в изпълнението на 10 научни проекта (2 международни и 8 национални). Като ключово постижение в кариерата ѝ е поемането на отговорност като ръководител. В периода 2021-2025 г. е била ръководител на три проекта между израелската фирма GenCell LTD и Институт по катализ. В момента е координатор от страна на ИК-БАН в № BG16RFPR002-1.014-0009 от 31.03.2025 г. и изпълнението на Проект „Развитие и устойчивост на Център за компетентност ХИТМОБИЛ“ и ръководила на проект „Технология за чист водород за зелена енергия – стъпка напред към нулеви емисии“, финансиран по инвестиция С2.I2: „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките в областта на зелените и цифровите технологии“ като част от Националния план за възстановяване и устойчивост. Доц. Николова е била ръководител и на 3 проекта по Еквивалентен безвалутен размен- два с Институт по химия, технология и металургия, Център по катализ и инженерна химия, Университет в Белград, Сърбия и един с Национален изследователски център, Гиза, Египет.

Изключително впечатление прави приложната дейност на доц. Николова, реализирана в тясно сътрудничество с международния индустриален партньор, GenCell Ltd (Израел). В периода 2012–2023 г. тя участва в разработването на иновативни анодни катализатори от неблагородни метали за алкални горивни клетки. Резултатите от това партньорство са защитени с два патента и една заявка за патент. Това недвусмислено показва, че доц. Николова притежава ценен практически опит в индустриалното внедряване катализатори.

Доц. д-р Николова активно допринася за изграждането на следващото поколение изследователи, като успешно предава своя богат професионален и практически опит на младите колеги в Института. Под нейно ръководство успешно са защитили дипломни работи за образователна степен „бакалавър“, двама дипломанти, а в момента е ръководител на един докторант.

Анализ на основните научни приноси

Хабилитационна справка (показател В).

Както беше отбелязано, хабилитационният труд е изграден на основата на девет публикации, един патента и една заявка за патент. Научните интереси и активност на д-р Димитринка Николова се характеризират с ясна насоченост. Те са фокусирани върху разработването и изучаване свойствата на нови наноразмерни метални и металооксидни материали за реакции, свързани от една страна с опазване на околната среда чрез получаване на екологосъобразно чисто гориво (водород), и разработване и изследване на неблагородни електрокатализатори за производство на зелена енергия чрез водородни

горивни клетки и зелен водород за твърдооксидни горивни клетки; алкални горивни клетки; и електролиза.

Все още основният метод за получаване на водород, е от изкопаеми горива, като след процеса на реформинг, следват процесите на конверсията на въглероден оксид с водно пара (КВОВП) за намаляване съдържанието на CO в сместа и селективно окисление на CO. Производството на водород в промишлени мащаби чрез процеса на конверсия CO с водна пара се провежда в два етапа при различни температури и с участието на два типа катализатори: Високотемпературна конверсия в температурен интервал 350–450 °C с Fe_2O_3-Cr_2O_3 катализатор и нискотемпературна конверсия в температурен интервал 180–250 °C с CuO-ZnO-Al_2O_3 катализатор до остатъчно съдържание на CO под 0.5%.

Конвенционалните катализатори за този процес са неподходящи за нискотемпературни системи поради оперативни недостатъци (пирофорност, чувствителност към отрови, сложна активация) и нуждата от междинно охлаждане. Затова усилията са насочени към разработване на високоефективни композиции за едноетапен процес, оптимизиран за водородни горивни клетки.

В направлението отнасящо се до разработване на рений-съдържащи каталитични системи за конверсия на въглероден оксид с водна пара (КВОВП) и в КВОВП присъствието на серни съединения, основните постижения са следните:

- Две критични насоки са идентифицирани за оптимизиране на каталитичната активност при Re(Mo) системи, промотирани с K и Co:Прецизен стехиометричен дизайн- моделиране на състава за постигане на оптимален баланс между редокс-двойките Re^{4+}/Re^{7+}, Co^{2+}/Co^{3+} и Mo^{4+}/Mo^{6+}) и модифициране на електронните свойства на повърхността; Оптимизация на прекурсорната активация: Определяне на специфичен редуциращ агент и прецизен температурно-времеви режим за разгръщане на пълния потенциал на активните центрове.

Демонстрирана е изключителната ефективност на CoRe конфигурацията с постигане на 94% конверсия на CO при 260 °C и обемна скорост 4000 h^{-1}.

- Изучен е потенциалът на рения (Re) като икономична алтернатива на златото (Au). Използвани са носители от Ni-Al слоести двойни хидроксиди (LDHs) с молно отношение Ni^{2+}/Al^{3+}=2.5, върху които чрез импрегниране е нанесено 3 тегл.% Re. Ключови резултати са: Добавянето на CeO_2 подобрява структурните характеристики и слабо повишава каталитичната активност спрямо системата без церий. Установено е, че каталитичната ефективност може да бъде прецизирана чрез регулиране на съотношението между окислителните състояния в редокс-двойката Re^{4+}/Re^{7+}, и последваща оптимизация на състав на системата. Въпреки че златният аналог Au/CeNiAl показва по-висока първоначална активност, рениевият катализатор демонстрира отлична устойчивост на деактивация.
- Разработване на K, Co и Ni-промотирани рениеви сулфидни катализатори за процеси в присъствие на сяра:
  Триметалният катализатор KCoRe се утвърждава като стабилна, сяроустойчива система за очистване на газови смеси от CO. Високата ефективност се дължи на равномерното нанасяне на активните компоненти, което осигурява максимален достъп на реагентите до каталитично активните центрове. Ключово значение за

активността има поддържането на специфичен баланс между сулфидните ReS_2 и оксидните ReOxSy форми на рения (отношението $Re^{4+}/(Re^{7+}+Re^{6+})$. Установено е, че едновременното дотиране с K и Co оптимизира редокс-състоянието на рения, фиксирайки отношението Re^{4+}/Re^{7+}близо до стойност 2. Тази специфична конфигурация осигурява висока активност и стабилност на катализатора KCoRe. Проведеният стрес-тест потвърждава способността на KCoRe системата да възстановява напълно своята висока конверсия. Тази забележителна стабилност се дължи на устойчивостта на активните фази срещу окислителното въздействие на водната пара и CO_2, дори в отсъствие на H_2S. Резултатите категорично доказват надеждността на катализатора при потенциални аварийни режими.

В направлението, отнасящо се до разработване и изследване на неблагородни електрокатализатори за производство на зелена енергия чрез водородни горивни клетки и зелен водород, научноизследователската дейност е фокусирана върху синтеза на иновативни електрокаталитични системи за твърдооксидни (SOFC) (публ. № 2, 5, 12, 13) и алкални горивни клетки (AFC). Значимостта на разработките в областта на алкалните системи е потвърдена чрез патентна (Патент US 12,230,809 B2/2025 и заявка патент EP 4046217 A1/2022). Изследванията са в пълен унисон с глобалния преход към нисковъглеродна икономика, като включват и проектирането на би-функционални електрокатализатори за ефективно генериране на зелен водород (публ. № 20). Основните постижения тук могат да се формулират по следният начин:

- Разработен е никелов катализатор нанесен върху керамична матрица, итриево-дотиран бариев церат, BaCe0.85Y0.15O2.925 (BCY15). Разработеният енергоспестяващ подход за течнофазна редукция в среда на етиленгликол позволява получаването на Ni/BCY15 катализатори с отлични експлоатационни характеристики. Новата методика елиминира необходимостта от стандартните за индустрията процедури на смесване, синтероване и редукция във водород. Крайният продукт е Ni-церметен анод за SOFC с протонна проводимост, който демонстрира по-добра стабилност на активната повърхност и устойчивост на деградация, оптимизирайки производството на зелена енергия.
- Разработване на катализаторни системи за алкални горивни клетки. Изследванията в тази област са резултат от дългосрочни проекти между GenCell Ltd и ИК–БАН. Разработени и внедряване са, иновативни анодни катализатори без съдържание на благородни метали (PGM-free) за алкални горивни клетки. Мултикомпонентната система NiMoReW/C проявява електрохимична активност и стабилност, еквивалентни на тези на платинените Pt/C и паладиевите NiPd/C аналози при 70 °C в силно алкална среда (операционни условията на течен електролит 6.6M KOH@70°C). Високата надеждност на катализатора е потвърдена чрез продължителна експлоатация (1800 часа) в реален 375 W модул, демонстрирайки стабилен аноден потенциал при множество цикли на натоварване. Технологията е защитена с патенти в САЩ (US 12,230,809 B2) и Европа (EP 4046217 A1) и е успешно трансферирана към масово производство.

- Би-функционални електрокатализатори за реакции на отделяне на водород (HER) и кислород (OER) при електролиза на вода. За получаване е използван метода на електролитно отлагане, относително прост метод на синтез, подходящ за практическа реализация и мащабиране. За носители са избрани търговски достъпни проводими материали, включително 3D-структуриран Ni-пяна (NF) и 2D-структуриран Fe-стоманен лист (FS), подходящи за приложения като електроди. Най-добри резултати показва конфигурацията Ni50Co50P/Fe-стомана, която демонстрира изключително висока бифункционална активност (ηHER =23 mV и ηOER = 400 mV при 10 mA cm^{-2}), сравнима с Pt-базирани катализатори, както и висока стабилност при промишлено значими плътности на тока (100 mA cm^{-2}). Тази изключителни свойства са резултат от уникалната 3D микроструктура, получена чрез икономически ефективно съвместно електроотлагане върху стоманена основа. Анализът идентифицира като определящ фактор уникалната 3D-подобна архитектура на сплавта $Co_{3.6}Ni_{0.4}P_4$, която е съставена от обособени сферични частици с размер над 1 μm, чиято морфология благоприятства висока концентрация на активни центрове и оптимизирана дифузионните процеси.

Авторска справка (показател Г).

В тази част научните постижения са представени в 12 публикации в реферирани международни издания, разпределени по квартили както следва: 5 в Q1, 2 в Q2, 1 в Q3 и 4 в Q4. Списъкът се допълва от 1 глава от книга и 1 патент.

Изследванията имат фундаментално-приложен характер и са насочени към дизайн на иновативни метални и металооксидни системи. Основните приноси са съсредоточени в две стратегически направления: опазване на човешкото здраве и повишаване качеството на живот, както и приложение в енергетиката. Тук се оформят три направления:

1. Разработване и изследване на ефективни катализатори за производство на здравословни храним
2. Разработване и изследване на ефективни катализатори за получаване и пречистване на горива и производство чиста енергия;
3. Разработване и изследване на ефективни катализатори за чиста и безопасна индустрия ката отстраняване на синтетични багрила от промишлени отпадъчни води и пречистване на въздух чрез каталитично разграждане на озон.

Първото изследователско направление е фокусирано върху синтеза и охарактеризирането на високоефективни Ni-съдържащи каталитични системи. Те са проектирани за процеси на частично хидрогениране на растителни масла, целящи производството на модифицирани мазнини с оптимизирани показатели (повишаване на хидрогениращата активност, намаляване на вредните транс-мастни и наситени мастни киселини в продуктите на реакцията) за нуждите на хранително-вкусовата промишленост. Като носители за тези катализаторни системи са избрани синтетични силикатни носители като силикагели, като по този начин са елиминирани недостатъците на природните силикатни източници (разлики в състава между отделните партиди и съдържание на различни метали, което налага процедури на механична, химична, термична и др. обработки). Чрез въвеждане на специфични модифициращи добавки (Mg, Ag, CeO_2) е

постигнат прецизен контрол върху кинетиката на хидрогениране. Това позволява оптимизиране на селективността към целевите cis-изомери и ефективно минимизиране на синтеза на нежелани транс-мастни киселини, което е от критично значение за качеството на хранителните продукти.

В следващото направление са застъпени отново катализатори на основата но никел, а именно NiAl и NiMgAl слоести двойни хидроксиди (LDH), модифицирани с Au и CeO_2 за реакцията на конверсия на CO с водна пара. Изследванията потвърждават, че ефективността на катализаторите в реакцията на конверсия на CO с водна пара, е функция от концентрацията на Ni, наличието на Mg и съдържанието на Au. Системите на базата на NiAl с максимално съдържание на злато проявяват най-висока активност поради повишената плътност на активните центрове. Дефинирана е методика за оптимизация чрез прецизно управление на съотношението Ni–Mg–Al, като ролята на магнезия в структурата на LDH е идентифицирана като критична за постигане на баланс между активирането на CO и дисоциацията на водната пара. Модифицирането на NiAl LDH с CeO_2 не води нито до подобряване на редуцируемостта, нито до повишаване на ефективността на катализатора, но едновременното присъствие на злато и церий има благоприятен ефект, като е намерено оптималното количество CeO_2,което осигурява най-висока дисперсия на златните частици в катализатора Au/CeNiAl.

Съутаени Ni-Al слоести двойни хидроксиди са използвани и като прекурсори на катализатори за метаниране на CO_2 (ефикасен метод за конверсия и оползотворяване на въглеродни емисии) и е установено, че те успешно могат да са алтернатива на конвенционалните никелови катализатори. Направена оценка на ефекта от вида на двувалентния метал (Ni или Co) върху структурата, фазовия състав, термичната стабилност и редуцируемостта на съутаени Ni-Al LDH и Co-Al LDH при молно съотношение M^{2+}/Al^{3+}=3.0, където M^{2+} = Co^{2+} или Ni^{2+}.

Особено внимание тук искам да обърна, отново на изследвания със силна приложна насоченост, а именно създаден неплатинов катализаторен състав, NiPd, за анод в генератори с алкални горивни клетки (проект „Разработване на аноден катализатор от неблагородни метали за алкални горивни клетки за продуктите на GenCell Ltd, Петах Тиква). Разработени са и внедрени в производство два NiPd катализатора, като втория състав е оптимизиран, за да се постигне понижена цена. Катализаторните състави и методиката на синтез са защитени с патент US 10,522,844 B2 от 31.12.2019 г. Разработени и валидирани са технологични процедури за синтез на промишлени партиди катализатор с маса 1, 2 и 3 kg. Двата катализатора са част от търговските продукти на фирмата.

По дефинираното по-горе Направление 3. Разработване и изследване на ефективни катализатори за чиста и безопасна индустрия, изследванията са съсредоточени към: *разработване и изследване на катализатори за отстраняване на синтетични багрила от промишлени отпадъчни води и разработване и изследване на катализатори за пречистване на въздуха чрез каталитично разграждане на озон.*

Изследван е каталитичният потенциал на Co-Al_2O_3 оксидни системи, синтезирани чрез зол-гел метод и калцинирани при високи температури (1000 °C и 1100 °C). Катализаторите са приложени за разлагане на багрилото Orange G в присъствие на Oxone® и текстилни багрила Orange G (анионно) и Basic blue 41 (катионно) в присъствие Oxone®, прекурсор на сулфатни анионни радикали, които са основните реактивни кислородни видове. Установено е, че оксидните Co- Al_2O_3 катализатори са ефективни при разграждането и на други изследвани багрила: Methylene Blue, Basic Blue 41 и Remazol Brilliant Blue R.

Установи, че те могат да се използват и за едновременни процеси на деградация, Orange G в бинарни смеси от багрила.

В заключение, хабилитационната и авторска справка на д-р Д. Николова разкрива по безспорен начин нейния съществен принос във всички публикувани научни резултати. Личните ѝ заслуги в дизайна на нови наноразмерни метални и металооксидни катализатори с желани и контролирани характеристики и каталитични свойства, в изясняване на връзката между структура и активност в реакции за получаване на алтернативни екологични горива, опазване на околната среда и подобряване качеството на живот, не подлежат на съмнение. Резултатите от изследванията са важен етап в изграждането на научни основи за подбор на катализатори, основна част от разработването на иновативни технологии.

Лични качества на кандидата

Познавам доц. д-р Николова от постъпването ѝ в института и имам лични наблюдения върху цялостната ѝ научна дейност. Последната една година работим заедно по изпълнението на проект „Технология за чист водород за зелена енергия – стъпка напред към нулеви емисии“, финансиран по инвестиция C2.I2: „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките в областта на зелените и цифровите технологии“ като част от Националния план за възстановяване и устойчивост, а също и в рамките на ЦК ХИТМОБИЛ. Впечатлена съм от нейната активност и целенасоченост, прецизност, амбиция и стремеж за разширяване на научните изследвания, от взаимоотношенията ѝ с колегите и способността ѝ да работи в екип.

Заключение

Научните изследвания на доц. д-р Димитринка Алексиева Николова изцяло отговарят на тематиката на обявения конкурс за присъждане на академичната длъжност „професор”. Публикационната дейност, цитатите върху публикуваните резултати, участието в проекти на напълно покриват всички изисквания в Закона за развитие на академичния състав и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИК – БАН.

С убеденост препоръчвам на Научното жури и НС на ИК-БАН да гласува с „ДА” за заемане на академична длъжност „професор” по професионално направление 4.2. „Химически науки”, научна специалност “Химична кинетика и катализ” доц. д-р Димитринка Алексиева Николова.

06.02.2026 г.
София

Рецензент:
/проф. д-р Силвия Тодорова/