

Рецензия

по конкурс за заемане на академичната длъжност "доцент" в област на висше образование 4. "Природни науки, математика и информатика", професионално направление 4.2. Химически науки, специалност "Електрохимия / вкл. химически източници на ток" за нуждите на Института по физикохимия "Акад. Р. Каишев", Българска Академия на Науките, секция "Електрохимия и корозия",

обявен в ДВ бр. № 62 / 27.07.2021 г.

с единствен кандидат в конкурса гл. ас. д-р Нели Димитрова Божкова

Рецензент: доц. д-р Жена Стефанова Георгиева, Институт по физикохимия "Акад. Р. Каишев" - БАН, София

1. Общи положения и кратки биографични данни за кандидата

Нели Димитрова Божкова е завършила Техникум по химическа промишленост и биотехнологии "проф. А. Златаров", гр. София през 1992 г., специалност „Технология на органични и неорганични вещества“. През 1997 г. се дипломира в Химическия факултет на Софийския университет "Св. Климент Охридски", с квалификации Химия и Учител по химия и химични технологии. През периода 2003 – 2008 г. заема длъжността химик в секция „Електрохимия и корозия“ в Институт по физикохимия - БАН, като основната ѝ дейност са изследвания в областта на характеризирани на материалите и защитата от корозия.

През периода 2015 - 2017 г. е докторант на самостоятелна подготовка в ИФХ-БАН, където придобива образователната и научна степен "доктор", след защита на дисертационен труд на тема: „Цинкови композитни покрития с вградени полимерни частици – получаване и защитна способност“.

През 2017 г. е назначена като асистент, а от 2018 г. като главен асистент в секция „Електрохимия и корозия“ в ИФХ-БАН. Същевременно (2016 – 2020 г.) е водила лабораторни упражнения по химия като хоноруван преподавател в Технически Университет, гр.София, Катедра химия.

Сферата на научните интереси на Нели Божкова обхваща химия, електрохимия, електроотлагане на метали и сплави, защитна способност на галванични покрития, нанокompозитни и хибридни покрития, инхибитори, корозионни процеси и корозионна устойчивост.

2. Описание на представените материали

Представените материали от единствения кандидат в конкурса д-р Нели Божкова от секция "Електрохимия и корозия", ИФХ-БАН са в съответствие с Правилника за научното развитие на академичния състав на ИФХ-БАН и критериите за заемане на академичната длъжност "доцент". Всички представени трудове са в научната област на обявения конкурс.

Общият брой точки по наукометричните показатели е 585 т. (показател А – 50 т. (публикации, включени в дисертационния труд – 84 т.) – общо 134 т., показател В – 100 т., показател Г – 235 т., показател Д – 116 т.) при изискване 430, според правилника на ЗРАС - ИФХ-БАН за заемане на академичната длъжност "доцент".

Според представената от кандидата справка общият брой публикации са 37, 4 главни книги и един патент. 5 от публикациите са представени за научната и образователна степен "доктор", 5 са представени като равностойни на хабилитационен труд (с ранг Q2), с 22 цитата, съгласно Scopus. Публикувана е монография, която не е представена като основен хабилитационен труд. Представените публикации са в репомирани, специализирани списания в областта на материалознанието и колоидната химия: *Coatings, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*.

В базата данни Scopus към днешна дата (26.11.2021) се откриват 15 статии на д-р Божкова с 46 цитата без самоцитиранията, Хирш индексът е 5.

Представен е списък на 12 научни проекта, финансирани от Фонд Научни Изследвания (ФНИ), Национален Иновационен Фонд (НИФ), Оперативни програми (ОП), международно сътрудничество в рамките на междуакадемични договори и споразумения (ЕБР) и фирми, в които тя е участник, а на един друг проект с ФНИ е ръководител.

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

Научно-изследователската и научно-приложната дейност на д-р Нели Божкова корелира с един от основните тематични приоритети на ИФХ-БАН, отнасящи се до авангардни материали и технологии на базата на електрохимично получени метални, сплавни и модифицирани полимерни покрития със защитни, декоративни и електрокаталитични свойства.

Основните области, в които кандидатът работи са следните:

Област 1 – Подобряване на корозионната устойчивост и защитната способност на нисковъглеродна стомана с помощта на електроотложени галванични и/или композитни (хибридни) покрития; инхибитори на корозия; конверсионни пасивни филми.

Основни научни подобласти са:

1.1. Цинкови и цинкови сплавни галванични и композитни (хибридни) покрития с вградени полимерни наночастици (стабилизирани полимерни мицели), включително многослойни системи на тяхна основа;

1.2. Цинкови композитни (хибридни) покрития, съдържащи наноконтейнери с инхибитор на корозия;

1.3. Композитни (хибридни) покрития с вградени различни видове неорганични или органични частици – ZnO, CuO, PANI, въглеродни сфери, въглеродни нанотръбички;

1.4. Инхибитори на корозия;

1.5. Конверсионни повърхностни пасивни филми.

Област 2 – Получаване и корозионно охарактеризиране на защитни системи на базата на зол-гел покрития.

Област 3

Корозионен мониторинг

Синтез и моделиране на размера на наночастици

4. Основни научни и научно-приложни приноси

Приносите на д-р Божкова могат да се систематизират както следва:

Област 1, т. 1.1.

Цинкови и цинкови сплавни галванични покрития

Установени са условията за електроотлагане на цинкови покрития, както и на двойни

сплави Zn-Mn [12, 14, 20] и Zn-Co [20, 32, 34, 38, 39, 41]. Корозионното поведение на тези покрития е изследвано в 5% NaCl с различни методи: поляризационно съпротивление (R_p), потенциодинамични поляризационни криви (PDP), електрохимичен импеданс (EIS) и други, с оглед да бъде сравнена ефективността им по отношение на класическото цинково покритие. Резултатите показват по-добра корозионна устойчивост на двата вида сплави в сравнение с чистия цинк в тази среда, което може да бъде обяснено с появата на корозионен продукт с ниско произведение на разтворимост ($10^{-14.2}$) [12, 20, 28, 34]. Защитното действие на сплавния компонент (Mn или Co) най-общо се свързва с локално повишаване на pH на средата, което благоприятства появата на корозионния продукт с ниско произведение на разтворимост. Сплавното покритие Zn-Co е блестящо, с много добър декоративен вид, както и с по-добри корозионни характеристики от цинка при ниско съдържание на легиращия компонент - в рамките на 1-3 т.%. При сплавта Zn-Mn, която също демонстрира повишена корозионна устойчивост в сравнение с цинка, легиращият компонент е в по-голямо количество (около 11 т.%), като покритието е матово. Получени са и различни видове многослойни системи с добра корозионна устойчивост в същата моделна среда. В тях като подслоя се използва сплавта Zn-Mn, а като завършващ слой се отлага или блестящо цинково покритие или сплав Zn-Co.

Цинкови композитни (хибридни) покрития

Установени са електрохимичните условия за отлагане на композитни цинкови покрития с четири различни вида полимерни частици (ПЧ) [17, 20, 23, 25, 28, 34, 36, 38, 39, 40, 41]. Полимерните частици са получени от дву- или триблокови съполимери и са от типа „ядро-обвивка“. Ядрото е хидрофобно и е на базата на полипропилен оксид (PPO) или полистирен (PS), а обвивката е хидрофилна и е от полиетилен оксид (PEO) или полихидроксиметакрилат (PHEMA). Предварителната обработка на частиците с ултравиолетова обработка или атомно-трансферна радикалова полимеризация в присъствието на различни реагенти (макро- или фотоинициатори) води до стабилизация на частиците. Големината и формата на вгражданите в цинковата матрица частици е определяна с TEM, а морфологията на получаваните покрития - със SEM. Изследвано е влиянието на ПЧ върху катодните и анодни процеси на отлагане и разтваряне с помощта на циклична волтаперометрия. Установено е, че при цинка наличието на ПЧ не води до деполаризация или свръхполаризация, но катодният (и аналогично анодният) процеси са по-интензивни [17, 20]. Установено е, че корозионната устойчивост на композитните цинкови покрития в 5% NaCl е по-висока от тази на цинка, като с повишаване на концентрацията на частиците защитните показатели в моделната среда леко се влошават. С помощта на сканиращо-вибрационна електродна техника (SVET) е изследвана появата и развитието на корозионните процеси върху повърхността на образците, както и разпределението на катодните и анодни токове. Установено е, че локалните корозионни процеси първоначално са по-интензивни върху повърхността на композитните покрития, но след не особено дълъг период тенденцията се обръща и върху последните започва затихване на интензивността на процеса, като поразените зони върху повърхността частично се разширяват, но не се развиват в дълбочина. При тези филми локалната корозия се трансформира в обща, за разлика от ситуацията при цинковите покрития, където локалната корозия продължава да се развива [23, 25, 28, 29, 36]. Причината за това е появата на смесен филм, съдържащ цинков хидроксид хлорид (ЦХХ) и полимерни частици, наличието на който е потвърдено с XRD, XPS и AFM [17, 20, 23, 28, 29, 34, 36].

Цинкови сплавни композитни (хибридни) покрития

Установено е влиянието на полимерните включения върху корозионната устойчивост на сплавите Zn-Co(1-3 т.%) и Zn-Mn (11 т.%) [20, 31, 34, 38] с помощта на същите методи както при цинка. За разлика от случая с композитното цинково покритие, наличието на ПЧ в сплавта Zn-Co влошава донякъде защитните показатели в тази среда [34]. Този резултат се

дължи на различната структура и морфология на сплавта. При сплавта Zn-Mn наличието на ПЧ подобрява корозионните показатели [20], като резултатите са потвърдени и от измерване на поляризационното съпротивление на пробите за продължителен времеви период. При тази сплав се наблюдава и по-ранна склонност към пасивирането в присъствие на ПЧ в условията на външна анодна поляризация. Анодните процеси са по-слабо изразени от тези на галваничната сплав без ПЧ в електролита [20].

Област I, т. 1.2.

Цинкови хибридни покрития, съдържащи полимерни наноконтейнери с ядро от хематит

Получени са цинкови композитни покрития, съдържащи вградени полимерни наноконтейнери с инхибитор бензотриазол [18]. Използвано е ядро от алфа-хематит, което последователно е обвито с два полимерни слоя по метода "layer-by-layer". Първият слой е от полиакрилова киселина (PAA) и е отрицателно зареден, а вторият е от полидиметил-дианиламониев хлорид (PDADMAC) с положителен заряд. Между двата слоя е включено определено количество от инхибитора. Тъй като полимерната обвивка е чувствителна към промяната на стойността на рН, тя се разкъсва при намаляването на този параметър. Поради това при развитие на корозионния процес, в даден момент инхибиторът се освобождава от полимерната обвивка и започва да забавя скоростта на корозия в зоната около наноконтейнерите (НК). Установено е, че наличието на НК силно деполяризира катодния процес и увеличава скоростта в анодната част. Потенциодинамичните изследвания са показали, че композитното цинково покритие се отличава с по-нисък корозионен ток в моделна среда на 5% NaCl в условията на външна анодна поляризация [18].

Цинкови хибридни покрития, съдържащи полимерни наноконтейнери с ядро от каолинит

Получени са НК с ядро от каолинит [13, 16] и инхибитор бензотриазол. С помощта на CVA метода е установено влиянието на НК върху катодните процеси на отлагане и анодните – на разтваряне. Установено е, че в присъствие на НК катодният процес протича със свръхнапрежение в сравнение както по отношение на чистия цинк, така и по отношение на композитното покритие с вградени НК с хематитно ядро [13,16]. Получените резултати по методите PDP, R_p , EIS, XRD и XPS потвърдиха, че в моделна среда на 5% NaCl композитното покритие притежава по-добри корозионни показатели - по-дълга анодна крива в условията на външна анодна поляризация, по-високо поляризационно съпротивление в края на 30-дневен изпитвателен период и повишени импедансни характеристики.

Цинкови хибридни покрития, съдържащи полимерни наноконтейнери с ядро от ZnO

Тези композитни покрития съдържат наноконтейнери с ядро от ZnO и инхибитор сафранин. Ядрата ZnO се обработват с полиетиленимин (PEI), с оглед допълнително стабилизиране на получената суспензия, а капсулирането на сафранина се реализира с помощта на техниката "layer-by-layer", т.е. послойно. За разлика от предходните два случая, тук първоначално се отлага тънък подслоя от полимерно модифициран ZnO, последван от завършващ цинков слой. Корозионните изследвания потвърждават подобрените защитни характеристики на покритието – по-дълга анодна крива при външна поляризация и по-висока стойност на поляризационното съпротивление в сравнение с обикновеното цинково покритие [5].

Област I, т. 1.3.

Цинкови хибридни покрития с вградени полимерно модифицирани частици от ZnO

Полимерно модифицираните частици ZnO са вградени директно в покритието без наличие на НК с инхибитор [5]. Приложени са същите методи за оценка и е установено, че дори в отсъствие на инхибитор наличието на тези частици води до повишени антикорозионни показатели в сравнение с обикновеното цинково покритие, макар и не в степеня, която се регистрира при наличието на НК с инхибитор.

Цинкови хибридни покрития с вградени полимерно модифицирани частици от SiO

Тези покрития са разработени с оглед евентуалното им комбинирано приложение срещу локална корозия и биокорозия, предвид доказаните бактерицидни свойства на SiO. Изследванията са още в начален стадий.

Цинкови хибридни покрития с вградени частици PANI

Получени са хибридни покрития на цинкова основа с вградени частици от полианилин (PANI) в металната матрица в едноетапен процес чрез електроотлагане върху подложки от нисковъглеродна стомана [11, 15]. Целта е директно да се използват инхибиторните свойства на PANI за подобрена защита срещу корозия в среда, съдържаща хлорни йони (5% разтвор на NaCl). Проведените изследвания с CVA показаха, че наличието на PANI-частиците определено повлиява катодните и анодни процеси. В катодната зона се наблюдава силна деполаризация с около 100 mV в сравнение със същия процес на отлагане на обикновеното цинково покритие, но при по-ниска стойност на тока. В анодната област се регистрира по-зависим процес в сравнение с този на цинка. Корозионните изследвания са потвърдили благоприятното влияние на тези частици върху защитната способност на тези покрития – по-високи стойности на R_p след 50 дни престой в среда на 5% NaCl и по-нисък корозионен ток и по-дълга анодна крива при външна поляризация. С помощта на методите XRD и XPS е установен състава на нововъзникналия смесен слой от корозионни продукти, където основен компонент е ЦХХ, но също са налични и частиците PANI, които оказват инхибиращо действие върху развитието на корозионните процеси [11]. Тези частици са подложени и на допълнителни полимерни модификации посредством използване на амфифилен триблоков съполимер Pluronic F127 [10], както и с полиетиленимин (PEI) [4]. И в двата случая е установено, че наличието на частици PANI облекчава катодния процес на отлагане на покритието. Проведените експерименти потвърждават повишените защитни характеристики на композитните покрития в сравнение с обикновеното цинково.

Цинкови хибридни покрития с вградени полимерно модифицирани въглеродни сфери

Описан е един възможен начин за приготвяне на стабилна водна суспензия на частици от въглеродни сфери с положителен заряд с цел едновременно електроотлагане с цинк върху подложка от нисковъглеродна стомана [9]. Частиците са вградени в цинковото покритие чрез съвместно електроотлагане. Влиянието на въглеродните сфери върху катодните и анодните процеси са оценени с циклични волтаперометрични изследвания. Електрохимичните изследвания са проведени в 5% разтвор на NaCl с pH 6.7 посредством методите PDP, R_p и EIS и е потвърдена по-високата защитна способност на хибридното покритие в сравнение с тази на обикновения цинк [9].

Никелови композитни покрития с вградени въглеродни нанотръбички

Получени са електрохимично блестящи и полублестящи никелови композитни покрития, които се отличават с добри физико-механични свойства, декоративен външен вид и повишена корозионна устойчивост в две моделни корозионни среди – 0.5M Na₂SO₄ и 0.5M H₂BO₃ [26]. Изследванията показват, че тези покрития имат повишена корозионна устойчивост и защитна способност в тези моделни среди при външна поляризация. В друго изследване [35] е показана възможността със специална апаратура да се получат два вида никелови нанокompозитни покрития с вградени въглеродни наносфери и с частици TiO₂. Получените материали са характеризирани по отношение на техните фотокаталитични свойства за евентуално практическо приложение.

Област 1, т. 1.4.

Синтезирани са азот-съдържащи хетероциклични ди-катионни съединения с антиоксидантни свойства, които са охарактеризирани чрез ЯМР спектроскопия. Тяхното

инхибиторно действие срещу корозия за защита на стомана и цинкована стомана е изследвано чрез електрохимични поляризационни методи за оценка на потенциалната възможност тези съединения да бъдат включени като инхибитор в хибридни цинкови галванични покрития [8]. Това проучване е установило, че съединенията имат добре изразено защитно действие срещу корозия в моделна среда на 5% NaCl – по-нисък корозионен ток и по-високо поляризационно съпротивление в продължение на 70 дни, което ги прави подходящи за тази бъдеща цел.

Област 1, т. 1.5.

В моделна среда на аериран разтвор на 5% NaCl е оценена защитната способност на различни видове хроматни пасивиращи филми (на база конверсионни разтвори, съдържащи съединения на Cr^{3+}) върху покрития от галваничен и композитен цинк [19, 25, 29, 30]. Получени са конверсионни филми с различен цвят – прозрачен, сиво-черен и светлозелен. Последният филм е демонстрирал най-добри защитни характеристики при изпитания в Камера „Соленя мъгла“ – бал 10 в продължение на 22 цикъла [19]. Изследванията потвърждават възможността за получаване на Cr^{3+} - съдържащи и безхромни филми върху цинк и сплав Zn-Co с ниско съдържание на кобалт. За охарактеризиране на тези покрития и филми са използвани утвърдени и стандартизирани методи за изпитване – PDP, R_p , EIS, SVET, Камера „Соленя мъгла“ (NSS) [19, 21, 25, 27, 29, 30, 32], XPS и XRD. Конверсионни филми са получени също така и върху сплавни цинкови покрития [12, 27, 32]. Получените резултати са показали подобрене на защитните показатели при хром-съдържащите филми за разлика от безхромните такива.

Област 2

Постигната е повишена корозионна устойчивост на нисковъглеродна стомана чрез многослойни екологосъобразни системи с бариерни свойства на основата на зол-гел покрития от ZrO_2 (повърхностен слой) и TiO_2 (подслой). Разтворът на циркониевия прекурсор се запазва постоянен, докато разтворът на TiO_2 е модифициран с два различни типа полимери, добавяни поотделно към него. Двата вида полимерни модификации демонстрират повишени защитни свойства върху корозионната устойчивост на покритията при условия на външна поляризация в сравнение с немодифицирания титанов слой. В допълнение, аморфната структура на циркониевия слой и относително плътната му и хидрофобна повърхност също подобряват антикорозионните характеристики на системата в тази среда [3]. Подобни изследвания са проведени и за многослойни системи от същите изходни компоненти. Системите са аморфни и плътни, като демонстрират повишена корозионна устойчивост в сравнение с нисковъглеродната стомана в моделна среда с хлорни йони. В друго изследване са получени плътни, силно текстурирани, хидрофобни покрития от ZrO_2-TiO_2 (1:1) с аморфна структура, съответно с помощта на органичен или неорганичен циркониев прекурсор [2]. Изследвана е тяхната защитна способност в 5% NaCl. Покритията показват добра корозионна устойчивост, което е демонстрирано както чрез тегловния метод, така и с помощта на потенциодинамични поляризационни криви. Образците са охарактеризирани посредством методите XRD, XPS [7], AFM, инфрачервена спектроскопия (IRS), SEM, диференциален термичен анализ (DTA-TG) и измерване на контактния ъгъл. Установено е, че степента на влияние на някои фактори, като температурата на термообработка (ТТ) и видът на циркониевия прекурсор е различна. Потенциодинамичните криви на образци, термично третирани при 400°C, демонстрират по-добре изразен ефект на циркониевия прекурсор в сравнение с ТТ, тъй като прилагането на органична циркониева сол влошава зоните на анодна пасивация. Обратно на това, покритията, получени от органичните и от неорганични циркониеви прекурсори, показват сходна корозионна устойчивост, т.е. влиянието на прекурсора е минимизирано.

Повишена корозионна устойчивост на нисковъглеродна стомана е постигната чрез новоразработено хибридно многослойно покритие, съставено от цинков подслои (1 микрон), среден слой от хитозан (CS) и зол-гел покритие от ZrO_2 като завършващ слой. Пробите са охарактеризирани с помощта на DTA-TG, XRD, XPS и AFM. Хидрофобността на покритията е оценена чрез измерване на контактния ъгъл. Използвани са два електрохимични теста - PDP и EIS - за определяне на корозионната устойчивост и защитната способност на покритията в 5% NaCl. Получените резултати показват, че системите тип „сандвич“ защитават надеждно стоманената подложка в тази корозионна среда. Новополучените хибридни многослойни системи с междинен слой от CS имат плътна структура и хидрофобен характер. Те демонстрират положителни ефекти върху защитната способност в условията на външна поляризация, независимо от различните характеристики, ъ като морфология, размери на зърната, грапавост и ъгъл на контакт [1].

Област 3

Корозионен мониторинг

Проведени са изследвания и корозионен мониторинг на аустенитни (18Cr10NiTi) и нисковъглеродни (38GN2MFA) стомани, използвани за направа на някои от конструкциите в АЕЦ „Козлодуй“ в моделни среди, съдържащи най-често срещаните в топлообменниците на централата корозионни агенти. Установено е благоприятното влияние на моноетаноламина като смесен инхибитор. Осъществени са потенциодинамични изследвания в условия, близки до водохимичния режим, използван в централата. Конструиран е електрод за имитация на корозионни процеси в пукнатини (чиито размер може да бъде променян при необходимост) и са осъществени предварителни изследвания [22].

Синтез и моделиране на размера на наночастици

Съвместно с Техническият университет в град Тбилиси, Грузия, е създадена апаратура и методика за получаване на метални и оксидни наночастици, както и за регулиране на размера им с помощта на въртящ се електрод (катод) в двуслойна вана от несмесващи се водни и органични разтворители. Съоръжението осигурява възможност за контрол над различни параметри, включително на зараждането и растежа на получаваните наночастици, в зависимост от времето на престой в средата и скоростта на въртене на катода [24].

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

Д-р Нели Божкова е представила в документацията 80 цитата, от които 58 са върху трудове, които не са включени в дисертационния ѝ труд. Справката в Scopus към днешна дата дава 68 цитата без самоцитатите. Както е известно обаче, базите данни на Scopus и Web of Knowledge занижават броя на цитатите, тъй като пропускат цитатите от дисертационни трудове, както и такива в сборници от конференции. Най-цитирани от общия списък на трудовете на д-р Божкова са статиите [13, 18, 39] – по 10 пъти. Д-р Нели Божкова има участия в доклади на 25 международни и 23 национални форума. От представената за конкурса документация се вижда, че д-р Нели Божкова има две спечелени награди: Международна награда за най-добра публикация: ICEMC 2018, 20 International Conference on Electrochemical Methods in Corrosion, April 12-13, 2018 г., Venice, Italy и II награда за изнесен доклад, V - ти научен семинар по физикохимия за докторанти и млади учени, 2015 г.

Като цяло може да се заключи, че трудовете на кандидата намират отлично отражение в научната общност.

6. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата

Забелязани са технически неточности: две от публикациите [40, 41] не са представени с пълна библиография; пропуснати са името на сборника „Nanostructured Materials in Electroplating, Proceedings of the International Workshop, както и датата на провеждане на конференцията 25-30 March 2006. Главите от книги в група Г [4, 5, 10] е добре да бъдат с по-голям обем, за са по-убедителни като научни трудове от такъв мащаб.

За бъдещото развитие на д-р Нели Божкова бих могла да препоръчам привличането на студенти, както и научното ръководство на докторанти в тази научна област.

7. Лични впечатления на рецензента за кандидата

Познавам лично д-р Нели Божкова и през годините имам преки впечатления от нея като колега, както и от групата в ИФХ - БАН, в която тя следва своето кариерно развитие. Ето защо, постигнатите от д-р Божкова научни резултати ми дават увереността да вярвам, че пред нея има отлични перспективи да внесе своя личен принос за бъдещото развитие на тази актуална тематика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представените документи от д-р Нели Божкова, единствен кандидат по обявения конкурс за доцент в ИФХ - БАН, отговарят на тематиката в област на висше образование 4. "Природни науки, математика и информатика", професионално направление 4.2. Химически науки, специалност "Електрохимия / вкл. химически източници на ток/" за нуждите на Института по физикохимия "Акад. Р. Каишев", Българска Академия на Науките, секция "Електрохимия и корозия", като удовлетворяват и надхвърлят изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за прилагането му в РБ и Правилника за прилагането му в ИФХ - БАН.

Приносите на кандидата са неоспорими и ясно различими в научната общност.

Анализът на цялостната и научно-изследователска работа ми дават основание с увереност да подкрепя кандидатурата на гл. ас. д-р Нели Божкова и да препоръчам на членовете на уважаемото Научно жури по провеждане на конкурса и на почитаемия Научен съвет на ИФХ-БАН да ѝ присъдят академичната длъжност "доцент".

06.12.2021 г.

Рецензент:

/доц. д-р Жена Георгиева/