



## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академична длъжност „професор”  
по професионално направление 5.10. Химични технологии,  
научна специалност „Технология на електрохимичните производства”

обявен в ДВ бр. 103/06.12.2024 г.

с единствен кандидат **Боряна Рангелова Цанева, д-р, доцент** от Технически университет-София, Факултет по електронна техника и електроника, катедра „Химия“

Рецензент: **Николай Стоянов Божков, професор, д-р**

### 1. Общи положения и биографични данни

Доцент д-р Боряна Рангелова Цанева е родена на 09.09.1971 г. За периода септември 1990 – юли 1995 г. следва в Химико-технологичния и металургичен университет, София, специалност „Електрохимия и корозия” и придобива квалификация инженер-химик (ниво на национална квалификация – магистър). През 2006 г. придобива ОНС „доктор“ по научна специалност „Електрохимични производства и защита от корозия“ с тема на дисертационния труд „Питингова корозия на хром-манган-азотни стомани“. От 2000 г. досега е на длъжност в Техническия университет, София – последователно като асистент, старши (2002 – 2006 г.) и впоследствие главен (2006 – 2014 г.) асистент. През 2014 г. заема академичната длъжност „доцент“. Била е ръководител на Катедра „Химия“ за периода 2015 – 2023 г., където е и в момента. Провеждала е лекционни курсове и лабораторни занятия в областта на химията и електрохимията (включително химични източници на ток) със студенти на български и френски езици. Нейните изследвания основно са в областта на химията, електрохимията и наноматериалите, а също така осъществява публикационна и консултантска дейност.

### 2. Общо описание на представените материали

За рецензиране са представени общо 116 научни труда, описани както следва:

1. *Научни трудове от дисертацията* (7 броя) – No. 1 - No. 7;

2. *Научни трудове и учебни пособия по процедура за хабилитиране* (36 броя) – No. 8 - No. 41, от които;

2.1. *Научни трудове, равностойни на монографичен труд при хабилитиране*, от които:



- Публикации в рецензирани списания (9 броя) – No. 8 - No. 16;
- Доклади от научни форуми, публикувани в пълен текст (8 броя) – No. 17 - No. 24;
- Научни трудове, добавени към група А за включване в НАЦИД (6 броя) – No. 25 - No. 30;

2.2. *Научни трудове извън горните по процедура за хабилитиране* (11 броя) – No. 31 - No. 41, от които:

- Публикации в международни издания с импакт-фактор (4 броя) – No. 31 - No. 34;
- Публикации в български списания (5 броя) – No. 35 - No. 39;
- Доклади от научни форуми, публикувани в пълен текст (2 броя) – No. 40 и No. 41.

3. *Учебни пособия по процедура за хабилитиране* (2 броя) – No. 42 и No. 43.

4. *Списък на научни трудове след хабилитиране* (71 броя) – No. 44 - No. 114, от които:

- 4.1. *Публикации в международни издания с IF* (22 броя) – No. 44 - No. 65;
- 4.2. *Публикации в международни издания с SJR (без IF)* (13 броя) – No. 66 - No. 78;
- 4.3. *Публикации, реферирани в Scopus/Web of Science без SJR и без IF* (21 броя) –

No. 79 - No. 99;

4.4. *Публикации в нереперирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни трудове* (15 броя) - No. 100 - No. 114.

5. *Учебни пособия след хабилитиране* (2 броя) – No. 116 и No. 117.

При описанието е допусната техническа грешка при номерирането – пропуснат е No. 115, поради което общият брой на представените материали става 116 вместо 117.

Приемат се за рецензиране научните трудове по проблематиката на конкурса, които са публикувани след хабилитирането на кандидата и не попадат в групата статии по темата на дисертацията (съгласно чл. 29, (1), т. 3 от Раздел IV на ПУРЗАД-ТУС) или общо 73 броя. При крайната оценка се взимат предвид и учебните пособия след хабилитацията през 2014 г., а също така предоставената информация за участие и ръководство на национални и международни научни или образователни проекти, включително привлечените средства. Кандидатът е ръководител на един национален научен проект и има участие в общо тринадесет национални научни или образователни проекти, включително международни такива. За оценяване е приета и информацията относно хорариума на водени в ТУ-София лекции за последните 3 години. В предоставените материали са включени удостоверения за двама успешно защитили докторанти, за публикуван университетски учебник и за два признати патента.

Не подлежат на оценяване 43 научни труда, които са били използвани преди настоящата процедура, включително докладите в пълен текст от научните форуми и излезлите от печат учебни пособия, тъй като тези материали са били обект на предишно рецензиране.

Въз основа на така представените материали може да се направи следното заключение относно изпълнението от кандидата на минималните изисквания за заемане на академичната длъжност „професор“:





Група А – Дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“ – 50 точки при изискуеми 50;

Група В – Налице са 11 публикации, реферирани в Scopus, от които 7 броя имат IF и/или SJR – общо 194 точки при изискуеми 100;

Група Г – Има 18 публикации в списания с IF/SJR, реферирани в Scopus/WoS и 20 броя доклади от конференции, както и 15 публикации в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни трудове – общо 473 точки при изискуеми 250;

Група Д – Установени са 216 цитата, реферирани в Scopus/WoS, които носят общо 2160 точки при изискуеми 100;

Група Е – Предоставени са доказателства за 2 защитили докторанти, за участие в национални и международни научни и образователни проекти, за привлечени средства, за публикуван учебник и за 2 признати патента – общо 384 точки при изискуеми 220;

Група Ж – Дадена е справка за хорариума през последните 3 години, от която се вижда, че са постигнати 209 точки при изискуеми 120;

Група З – Налице са 3 публикации, които носят общо 30 точки при изискуеми 20.

От представените данни в група Г се вижда, че всички публикации в списания по Показател 7 имат SJR. Три статии са с Q1, 7 – с Q2, 3 – с Q3 и 5 – с Q4. В 7 от статиите кандидатът е първи автор, в 4 – втори, в 3 – трети, а в останалите е след трето място.

От подадените материали може да се заключи, че кандидатът изпълнява, а за някои групи значително надхвърля заложените в ПУРЗАД-ТУС изисквания за заемане на академичната длъжност „професор“.

### **3. Обща характеристика на научноизследователската и научноприложната дейност на кандидата**

Научно-изследователската дейност на кандидата обхваща няколко тематики, представени по-долу както следва:

- *Електрохимично охарактеризиране на нови материали.* Определена е корозионната устойчивост на подбрани неръждаеми стомани в моделни среди на морска вода, разтвор на Рингер [Г7-4], фосфорна киселина [Г7-2], фосфати с и без съдържание на хлорид [Г7-1]. Получените данни предоставят информация относно целесъобразното използване на тези видове стомани. Изяснено е влиянието на състава и структурата и на подбрани алуминиеви сплави с ниско съдържание на легиращи елементи (Cu, Mg, Zn, Zr и др.) върху корозионното поведение в 3,5% NaCl [Г7-10]. При аморфните сплави е установено, че неравномерното разпределение на легиращите елементи води до локални форми на корозия [Г7-10, Г7-37, Г7-14, Г7-37]. Изяснен е механизмът на корозионното поведение на галванично отложени слоеве антимоно-мед (18–30 т.%) [Г7-15, Г7-16]. Установено е, че с понижаване съдържанието на мед в слоевете нараства химичната и морфологична хетерогенност. При по-висока анодна поляризация е налице преимуществено разтваряне на антимоно до силно пореста структура, подходяща за каталитични цели [Г7-15, Г7-16]. Електрохимично са охарактеризирани тънки





проводящи органични слоеве от PEDOT:PSS/графен за приложения в биосензорни устройства [Г7-17, Г7-18].

- *Електрохимично изследване и разработване на технологични процеси.* Предложен е нов подход за електрохимично изследване на цементационни процеси, позволяващ бърза качествена и количествена оценка за ефективността при извличане на метали от отпадни разтвори [Г7-3]. Изследвана е кинетиката при формиране на пиезоелектрични слоеве и е определено влиянието на съотношението на утаяваната сол (сегнетова сол), вода и етанол върху процесите на формиране на нанокристали и върху пиезоелектричните свойства [Г7-13]. Получени са пиезоелектрични слоеве от сегнетова сол и амониев дихидрогенфосфат [Г7-32, Г7-38], композити от колаген-сегнетова сол [Г7-35] и други [Г7-36] върху медни и алуминиеви подложки. Успешно е създаден материал със същите свойства на база мембрана от аноден алуминиев оксид, обработена с калиев ниобат [Г8-14]. Установени са условията на анодиране за получаване на нановлакна от аноден алуминиев оксид [Г8-15] и е предложен модел, обясняващ наблюдаваните ефекти. Изследвано е електрохимичното поведение на бисмут в толуенсулфонова киселина с оглед синтезиране на аноден продукт с определен състав [3-2].

- *Електрохимично и химично модифициране на анодни слоеве за различни приложения.* Получени са композитни структури от нанопорест ААО и електрохимично отложен метал в нанопорите, както и катализатор с добри каталитични свойства при изгаряне на метан [Г7-5]. Променливотоковото отлагане на Cu, Ni, Cu+Ni позволява модифициране на повърхността до слоеве с подбрани цветови характеристики и повишена корозионна устойчивост [Г7-6, Г7-11, Г8-12, Г7-19]. Получени са структури с метализирани зони, позволяващи бондиране [Г8-8]. Изследвана е многослойна структура Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ni/Cu, подходяща за метална печатна платка [Г7-22], а също така структури с фотокаталитични свойства от полупроводникови материали като ZnO и TiO<sub>2</sub> [Г7-9, Г7-31]. Успешно са формирани слоеве от хидроксипатит върху анодирана сплав Ti6Al4V за потенциално приложение за импланти [Г7-20], както и някои материали за фотоволтаични приложения [Г7-34].

- *Технологии за химично/електрохимично метализиране на диелектрични материали.* Това са технологии за химично отлагане на слоеве от мед [Г7-7], никел [Г7-12, Г7-22] и сребро [Г7-28] върху анодиран алуминий. Преодолени са някои основни проблеми при повърхностната обработка. Слоевете ААО са активирани чрез три нови подхода – контактно отлагане на мед на границата Al/ААО при разтворен бариерен слой [Г7-21]; термично разлагане на паладиев ацетат [Г7-7]; пропиване с Sn<sup>2+</sup> [Г7-28]. Създадени са състави за химично помедяване, съдържащи натриев хипофосфит [Г7-21] и фосфориста киселина [Г7-7, Г7-21, Г7-33]. Установени са оптималните условия за предварителна обработка на 3D-принтирани полимери [Г7-12]. Успешно е осъществено химично метализиране на 3D-принтиран и екструдирани ABS след третиране с органични съединения [Г7-23, 3-3]. Изработени са планарни текстилни кондензаторни сензори за наблюдение на нарушения на съня [Г7-25]. Установено е значението на химично отложени тънки медни слоеве върху равномерността на електрохимичното метализиране на полимера ABS [Г7-33].





- *Охарактеризиране на оксидни слоеве от аноден алуминиев оксид (ААО).* Изследвана е механичната и термомеханичната стабилност на ААО [Г8-1, Г8-2]. Създадена е и технология за получаване на образци от свободни мембрани от ААО с дефинирани размери за механичните тестове [Г8-2]. Проведени са механични тестове, демонстриращи много добра устойчивост на тези материали [Г8-4, Г8-6, Г8-7], позволяваща да намерят приложение в електрониката. Дефинирани са някои от проблемите, свързани с неравномерното разпределение на токовете линии във вертикална посока и намаляването на тоководещия слой при анодиране [Г8-3]. Демонстрирана е възможността за софтуерна обработка на SEM изображенията на ААО за определяне на някои параметри [Г8-11, Г8-13]. Определена е зависимостта между оптичните свойства на ААО-мембрани и дебелината им [Г8-5]. Изследвано е и поведението на анодиран алуминий в плазмено поле [Г8-9, Г8-10].

#### **4. Оценка на педагогическата подготовка и дейност на кандидата**

Педагогическата дейност на кандидата е свързана с водене на лекционни курсове и лабораторни упражнения, както и ръководство на дипломанти и докторанти. От предоставените данни се вижда, че са водени общо 7 курса за „бакалавър“ по дисциплините „Химия“, „Основи на биомедицинското инженерство“ и „Енергийни източници в транспортните средства“ към определени факултети (продължителност 15-30 часа). За „магистър“ са водени 4 курса по дисциплините „Физикохимия на повърхности“, „Наноматериали“, „Енергийни източници в хибридни и електромобили“, „Технологии за 3D електронни модули“ (продължителност 4 – 30 часа).

Водени са лабораторни упражнения за „бакалавър“ по дисциплините „Химия“, „Технологичен практикум“ „Основи на биомедицинското инженерство“ и „Енергийни източници в транспортни средства“ (продължителност 3 – 30 часа). За „магистър“ – по дисциплините „Наноматериали“, „Физикохимия на повърхности“ и „Енергийни източници в хибридни и електромобили“ (продължителност 18 – 30 часа).

Осъществено е ръководство на 5 успешно защитили дипломанти (съответно през 2016, 2017, 2018, 2022 и 2024 г.), както и на 3 докторанти – двама успешно защитили съответно през 2023 и 2025 г. и един, който е отчислен с право на защита.

#### **5. Основни научни и научноприложни приноси**

Една част от научните и научно-приложни приноси на кандидата са свързани с конструирането на два типа електрохимични клетки. Тези приноси могат да бъдат отнесени към създаване на нови конструкции и технологии.

Едната има за цел да осигури изследване на тънки проводящи слоеве върху изолационна гъвкава подложка [Г7-17, Г7-18]. Параметрите на клетката позволяват тестване на опитни образци с работна площ от 0,1 до 1,0 cm<sup>2</sup>. Слойт върху гъвкавата изолираща подложка се монтира към дъното на клетката със специален пръстен. Токовият колектор на работния електрод е от алуминиево фолио и има отвор, по-голям от този на работната повърхност в контакт с електролита. Този начин на свързване позволява чист омичен





контакт, нисък електрохимичен шум и равномерно разпределение на токовете линии. Друга конструирана електрохимична клетка има за цел прецизен контрол на температурата на плосък метален работен електрод по време на екзо- или ендотермични процеси на границата електрод-електролит. Целта е да се изследва влиянието на температурата на анода върху кинетиката на израстване на аноден алуминиев оксид и върху големината и степента на подредба на нанопорите в него [B4-6, Г7-26].

Предложени са и две технологии за получаване на медни нанопроводници [Г7-24, Г7-27, Г7-29, Г7-30]. Получен е монолитен катализатор на основата на Al/AAO/Co-Pd-оксиди [З-1], демонстриращ стабилни показатели при дългосрочни изпитвания. Предложени са и технологии за химично отлагане на слоеве от мед, никел и сребро върху анодиран алуминий.

Друга част от приносите се отнасят до изследване на процесите при формиране и нарастване на слоеве от аноден алуминиев оксид, включително кинетиката, топологията и влиянието на вътрешните механични напрежения. Получените данни са систематизирани в 11 статии, които са публикувани в списания с IF/SJR, както и на реферирани в Scopus международни форуми. Проведени са изследвания за определяне влиянието на температурата [B4-6], разбъркването [B4-8] и природата на електролита [B4-3] върху скоростта и морфологията на получените анодни слоеве.

Предложен е термичен модел относно степента на подреденост на нанопорест ААО в зависимост от температурата на анода. Изследвано е влиянието на температурата върху механизмите на зараждане на пори [B4-11].

Представена е хипотеза относно израстването на бездефектна нанопореста структура чрез контролирано намаляване на напрежението [B4-10]. Изследвани са механичните свойства, деформационното поведение, анизотропната структура на ААО [B4-7] и технологичните процеси при израстване на слоеве с дефинирана топология [B4-1, B4-2, B4-5, B4-7 B4-9].

Въз основа на мястото на кандидата в авторските колективи (предимно второ и трето място) приемам, че личният принос на кандидата за оформянето и публикуването на тези 11 статии е съществен.

От подадената относно установените цитати информация се вижда, че кандидатът има статии, които са привлекли интереса на научната общност и са цитирани многократно. Особено впечатляващ брой цитати – 84 - има публикация З-1 в Chemical Engineering Journal с IF 5,31 за 2015 г. За друга статия на кандидата – Г7-5 (Electrochimica Acta - IF 4,798 за 2016 г.) - са установени 30 цитата, за B4-6 – 8 цитата и т.н.

## **6. Значимост на приносите за науката и практиката**

От представените за участие в конкурса документи ясно се вижда, че кандидатът има многообразна дейност по няколко тематики. Значимостта на част от приносите се свежда до възможни приложения в медицината (биосензорни устройства; импланти; сензори за наблюдение на съня). Други могат да бъдат използвани като възможни технологии в промишлеността (за ефективно извличане на метали от отпадни разтвори; за получаване на





медни нанопроводници; за фотоволтаици; за получаване на образци от свободни мембрани от ААО с дефинирани размери).

Освен това са налице и чисто научни приноси – модел, обясняващ наблюдаваните ефекти при получаване на нановлакна от ААО; два типа електрохимични клетки; термичен модел за определяне на степента на подреденост на ААО; хипотеза за израстване на бездефектна нанопореста структура чрез контролирано намаляване на напрежението.

Както бе споменато, кандидатът изцяло изпълнява, а в някои случаи дори значително надхвърля заложените по ПУРЗАД-ТУС изисквания за заемане на академичната длъжност „професор“. От авторските колективи в списъка на неговите научни публикации може още да се заключи, че доцент Цанева поддържа активни контакти с чуждестранни специалисти по тематиките на нейните интереси от страни като Литва, Беларус, Франция, Швеция.

### 7. Критични бележки и препоръки

Нямам критични забележки към кандидата и представените за конкурса материали.

### 8. Лични впечатления и становище на рецензента

Познавам доцент Цанева от участието ми на някои научни форуми и в научни журита. Според мен тя е пример за една коректна и отговорна колежка. Имам отлични впечатления и от научната и дейност - изследванията са проведени компетентно и на високо професионално ниво. Качеството на излезлите от печат статии също е впечатляващо. Приемам, че научният и актив в голяма степен е нейно лично дело предвид мястото и в авторските колективи на публикациите и в докладите на научните форуми. Броят на установените цитати по публикациите и останалата подадена документация категорично потвърждават важността и актуалността на научните изследвания и тематики на кандидата.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на запознаването ми с представените научни трудове и останалите подадени за участие в конкурса информативни данни, тяхната значимост, съдържащите се в тях научни, научноприложни и приложни приноси, намирам за основателно да предложа на Научното жури доцент д-р инж. **Боряна Рангелова Цанева** да заеме академичната длъжност „професор“ в професионалното направление **5.10. Химични технологии** по специалността „Технология на електрохимичните производства“.

Дата: 28.03.2025

РЕЦЕНЗЕНТ: ..... (н) .....

(проф. д-р Николай Божков)





## REVIEW

in competition for the occupation of the academic position “**PROFESSOR**”,  
in the professional field **5.10. Chemical Technology**,  
scientific specialty “**Electrochemical production technology**”  
announced in the **State Gazette № 103 of 06.12.2024 г.**

The only candidate in the announced competition is **Associate Professor Boriana Rangelova Tzaneva, Ph.D.** from Technical University of Sofia, Faculty of Electronic Engineering and Technology, Department of Chemistry

Reviewer: **Nikolai Stoyanov Boshkov, Professor, PhD**

### 1. General and biographical data

Associate Professor Dr. Boryana Rangelova Tsaneva was born on 09.09.1971. For the period from September 1990 to July 1995, she studied at the University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, majoring in "Electrochemistry and Corrosion" and acquired the qualification of a chemical engineer (national qualification level - Master). In 2006, she acquired the scientific degree "Doctor" in the specialty "Electrochemical Production and Corrosion Protection" with the topic of the dissertation "Pitting Corrosion of Chromium-Manganese-Nitrogen Steels". Since 2000, she has held a position at the Technical University, Sofia - successively as an assistant, senior (2002 - 2006) and subsequently chief (2006 - 2014) assistant. In 2014, she held the academic position of "Associate Professor". She was the head of the Department of Chemistry for the period 2015 – 2023, where she is currently. She has conducted lecture courses and laboratory classes in the field of chemistry and electrochemistry (including chemical power sources) with students in Bulgarian and French. Her research is mainly in the field of chemistry, electrochemistry and nanomaterials, and she also carries out publishing and consulting activities.

### 2. General description of the presented materials

A total of 116 scientific papers were submitted for review, described as follows:

1. Scientific papers from the PhD Thesis (7 issues) – No. 1 - No. 7;
2. Scientific papers and teaching aids under the habilitation procedure (36 issues) – No. 8 - No. 41, of which;
  - 2.1. Scientific papers equivalent to a monographic work under habilitation, of which:





- Publications in peer-reviewed journals (9 issues) – No. 8 - No. 16;
- Reports from scientific forums, published in full text (8 issues) – No. 17 - No. 24;
- Scientific papers added to Group A for inclusion in NACID (6 issues) – No. 25 - No.

30;

2.2. Scientific papers outside the above under the habilitation procedure (11 issues) – No. 31 - No. 41, of which:

- Publications in international journals with impact factor (4 issues) – No. 31 - No. 34;
- Publications in Bulgarian journals (5 issues) – No. 35 - No. 39;
- Reports from scientific forums, published in full text (2 issues) – No. 40 and No. 41.

3. Teaching aids from the habilitation procedure (2 issues) – No. 42 and No. 43.

4. List of scientific works after habilitation (71 issues) – No. 44 - No. 114, of which:

- 4.1. Publications in international journals with IF (22 issues) – No. 44 - No. 65;
- 4.2. Publications in international journals with SJR (without IF) (13 issues) – No. 66 -

No. 78;

4.3. Publications referenced in Scopus/Web of Science without SJR and without IF (21 issues) – No. 79 - No. 99;

4.4. Publications in non-refereed journals with scientific review or in edited collective works (15 issues) - No. 100 - No. 114.

5. Teaching aids after habilitation (2 issues) – No. 116 and No. 117.

A technical error was made in the description in the numbering – No. 115 was omitted, which is why the total number of submitted materials becomes 116 instead of 117.

The scientific works on the issues of the competition that were published after the candidate's habilitation and do not fall into the group of articles on the topic of the PhD Thesis (according to Art. 29, (1), item 3 of Section IV of PURZAD-TUS) or a total of 73 pieces are accepted for review. The final assessment also takes into account the teaching aids after the habilitation in 2014, as well as the information provided on participation and leadership of national and international scientific or educational projects, including the funds attracted. The candidate is the leader of one national scientific project and has participated in a total of thirteen national scientific or educational projects, including international ones. Information on the number of lectures given at TU-Sofia for the last 3 years is also accepted for evaluation. The materials provided include certificates for two successfully defended doctoral theses, for a published university textbook, and for two recognized patents.

Some scientific papers (43 in number) that were used prior to the current procedure, including full-text reports from scientific forums and out-of-print textbooks, are not subject to evaluation, as these materials have been subject to previous peer review.

Based on the materials thus submitted, the following conclusion can be made regarding the fulfillment from the candidate of the minimum requirements for holding the academic position of "professor":

Group A – PhD Thesis for awarding the "PhD" degree - 50 points out of 50 required;

Group B - There are 11 publications referenced in Scopus, of which 7 have IF and/or SJR - a total of 194 points out of 100 required;





Group Г – There are 18 publications in journals with IF/SJR, referenced in Scopus/WoS and 20 conference reports, as well as 15 publications in non-refereed journals with scientific review or in edited collective works – a total of 473 points with a required score of 250;

Group Д – There are 216 citations referenced in Scopus/WoS, which carry a total of 2160 points with a required score of 100;

Group Е – Evidence has been provided for 2 successfully defended PhD students, for participation in national and international scientific and educational projects, for attracted funds, for a published textbook and for 2 recognized patents – a total of 384 points with a required score of 220;

Group Ж – A report on the timetable hours of work over the last 3 years has been provided, which shows that 209 points have been achieved with a required score of 120;

Group З – There are 3 publications that carry a total of 30 points with a required 20. The data presented in group Г shows that all publications in journals under Indicator 7 have SJR. Three articles have Q1, 7 – Q2, 3 – Q3 and 5 – Q4. In 7 of the articles, the candidate is the first author, in 4 – the second one, in 3 – the third one, and in the rest she is after third place. From the submitted materials, it can be concluded that the candidate fulfills, and for some groups significantly exceeds, the requirements set out in the document PURZAD-TUS for occupying the academic position of “professor”.

### 3. General characteristics of the candidate's scientific research and applied activity

The candidate's research activities cover several scientific topics, presented below as follows:

- *Electrochemical characterization of new materials.* The corrosion resistance of selected stainless steels in model environments of seawater, Ringer's solution [Г7-4], phosphoric acid [Г7-2], phosphates with and without chloride content [Г7-1] was determined. The obtained data provide information on the appropriate use of these types of steels. The influence of the composition and structure of selected aluminum alloys with a low content of alloying elements (Cu, Mg, Zn, Zr, etc.) on the corrosion behavior in 3.5% NaCl was clarified [Г7-10]. In amorphous alloys, it was found that the uneven distribution of alloying elements leads to local forms of corrosion [Г7-10, Г7-37, Г7-14, Г7-37]. The mechanism of the corrosion behavior of galvanically deposited antimony-copper layers (18–30 wt%) has been elucidated [Г7-15, Г7-16]. It has been established that with decreasing copper content in the layers, the chemical and morphological heterogeneity increases. At higher anodic polarization, there is preferential dissolution of antimony to a highly porous structure suitable for catalytic purposes [Г7-15, Г7-16]. Thin conductive organic layers of PEDOT:PSS/graphene for applications in biosensor devices have been electrochemically characterized [Г7-17, Г7-18].

- *Electrochemical research and development of technological processes.* A new approach for electrochemical research of cementation processes has been proposed, allowing rapid qualitative and quantitative assessment of the efficiency in extracting metals from waste solutions [Г7-3]. The kinetics of piezoelectric layer formation was studied and the influence of the ratio of precipitated salt (Segnett's salt), water and ethanol on the nanocrystal formation processes and piezoelectric properties was determined [Г7-13]. Piezoelectric layers of Segnett's salt and ammonium dihydrogen phosphate [Г7-32, G-38], composites of collagen-Segnett's salt [Г7-35] and others [Г7-





36] on copper and aluminum substrates were obtained. A material with the same properties was successfully created based on anodic alumina membrane treated with potassium niobate [Г8-14]. Anodizing conditions for obtaining nanofibers of anodic alumina [Г8-15] were established and a model was proposed to explain the observed effects. The electrochemical behavior of bismuth in toluenesulfonic acid was studied with a view to synthesizing an anode product with a certain composition [3-2].

- *Electrochemical and chemical modification of anode layers for various applications.* Composite structures of nanoporous AAO and electrochemically deposited metal in the nanopores, as well as a catalyst with good catalytic properties in methane combustion [Г7-5], have been obtained. Alternating current deposition of Cu, Ni, Cu+Ni allows surface modification to layers with selected color characteristics and increased corrosion resistance [Г7-6, Г7-11, Г8-12, Г7-19]. Structures with metallized areas allowing bonding have been obtained [Г8-8]. A multilayer structure Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ni/Cu, suitable for a metal printed circuit board [Г7-22], as well as structures with photocatalytic properties from semiconductor materials such as ZnO and TiO<sub>2</sub> [Г7-9, Г7-31], was studied. Hydroxyapatite layers were successfully formed on anodized Ti6Al4V alloy for potential application in implants [Г7-20], as well as some materials for photovoltaic applications [Г7-34].

- *Technologies for chemical/electrochemical metallization of dielectric materials.* These are technologies for chemical deposition of layers of copper [Г7-7], nickel [Г7-12, Г7-22] and silver [Г7-28] on anodized aluminum. Some major problems in surface treatment were overcome. The AAO layers were activated by three new approaches – contact deposition of copper at the Al/AAO interface with a dissolved barrier layer [Г7-21]; thermal decomposition of palladium acetate [Г7-7]; impregnation with Sn<sup>2+</sup> [Г7-28]. Chemical copper plating compositions containing sodium hypophosphite [Г7-21] and phosphorous acid were created [Г7-7, Г7-21, Г7-33]. The optimal conditions for pre-treatment of 3D-printed polymers were established [Г7-12]. Chemical metallization of 3D-printed and extruded ABS after treatment with organic compounds was successfully carried out [Г7-23, 3-3]. Planar textile capacitive sensors for monitoring sleep disorders were fabricated [Г7-25]. The importance of chemically deposited thin copper layers on the uniformity of electrochemical metallization of the ABS polymer was established [Г7-33].

- *Characterization of oxide layers of anodic aluminum oxide (AAO).* The mechanical and thermomechanical stability of AAO has been studied [Г8-1, Г8-2]. A technology has also been created for obtaining samples of free AAO membranes with defined dimensions for mechanical tests [Г8-2]. Mechanical tests have been carried out, demonstrating very good resistance of these materials [Г8-4, Г8-6, Г8-7], allowing them to find application in electronics. Some of the problems associated with the uneven distribution of current lines in the vertical direction and the reduction of the current-conducting layer during anodizing have been defined [Г8-3]. The possibility of software processing of SEM images of AAO to determine some parameters has been demonstrated [Г8-11, Г8-13]. The dependence between the optical properties of AAO membranes and their thickness has been determined [Г8-5]. The behavior of anodized aluminum in a plasma field has also been studied [Г8-9, Г8-10].





#### **4. Evaluation of the pedagogical preparation and activity of the candidate**

The candidate's pedagogical activity is related to conducting lecture courses and laboratory exercises, as well as supervising graduate and PhD students. The data provided shows that a total of 7 courses for "bachelor" were conducted in the disciplines "Chemistry", "Fundamentals of Biomedical Engineering" and "Energy Sources in Vehicles" at certain faculties (duration 15-30 hours). For "master" 4 courses were conducted in the disciplines "Physical Chemistry of Surfaces", "Nanomaterials", "Energy Sources in Hybrid and Electric Vehicles", "Technologies for 3D Electronic Modules" (duration 4 - 30 hours).

Laboratory exercises for "bachelor" were conducted in the disciplines "Chemistry", "Technological Practicum", "Fundamentals of Biomedical Engineering" and "Energy Sources in Vehicles" (duration 3 - 30 hours). For "master" - in the disciplines "Nanomaterials", "Physical Chemistry of Surfaces" and "Energy Sources in Hybrid and Electric Vehicles" (duration 18 - 30 hours).

Supervision of 5 successfully defended diploma students (respectively in 2016, 2017, 2018, 2022 and 2024), as well as 3 PhD students - two successfully defended in 2023 and 2025, respectively, and one student who was discharged with the right to defend.

#### **5. Basic scientific and scientific-applied contributions**

Part of the candidate's scientific and applied-scientific contributions are related to the construction of two types of electrochemical cells. These contributions can be attributed to the field of creation of new structures and technologies.

One aims to provide research on thin conductive layers on an insulating flexible substrate [Г7-17, Г7-18]. The parameters of the cell allow testing of experimental samples with a working area of 0.1 to 1.0 cm<sup>2</sup>. The layer on the flexible insulating substrate is mounted to the bottom of the cell with a special ring. The current collector of the working electrode is made of aluminum foil and has an opening larger than that of the working surface in contact with the electrolyte. This method of connection allows for clean ohmic contact, low electrochemical noise and uniform distribution of current lines.

Another constructed electrochemical cell aims at precise control of the temperature of a flat metal working electrode during exo- or endothermic processes at the electrode-electrolyte interface. The aim is to study the influence of the anode temperature on the growth kinetics of anodic alumina and on the size and degree of ordering of the nanopores in it [B4-6, Г7-26].

Two technologies for obtaining copper nanowires have been also proposed [Г7-24, Г7-27, Г7-29, Г7-30]. A monolithic catalyst based on Al/AAO/Co-Pd-oxides [3-1] was obtained, demonstrating stable performance in long-term tests. Technologies for chemical deposition of layers of copper, nickel and silver on anodized aluminum have also been proposed.

Another part of the contributions concerns the study of the processes of formation and growth of anodic alumina layers, including the kinetics, topology and the influence of internal mechanical stresses. The obtained data are systematized in 11 articles, which have been published in journals with IF/SJR, as well as in international forums referenced in Scopus. Studies have been conducted to determine the influence of temperature [B4-6], stirring [B4-8] and the nature of the electrolyte [B4-3] on the rate and morphology of the resulting anodic layers.





A thermal model has been proposed regarding the degree of ordering of nanoporous AAO depending on the anode temperature. The influence of temperature on the mechanisms of pore formation has been studied [B4-11].

A hypothesis is presented regarding the growth of a defect-free nanoporous structure by controlled stress reduction [B4-10]. The mechanical properties, deformation behavior, anisotropic structure of AAO [B4-7] and technological processes for the growth of layers with a defined topology [B4-1, B4-2, B4-5, B4-7 B4-9] are studied.

Based on the candidate's place in the author groups (mostly second and third place), I assume that the candidate's personal contribution to the formation and publication of these 11 articles is significant.

From the information submitted regarding the established citations, it is evident that the candidate has articles that have attracted the interest of the scientific community and have been cited many times. A particularly impressive number of citations – 84 – demonstrates the publication 3-1 in the Chemical Engineering Journal with IF 5.31 for 2015. For another article by the candidate – Г7-5 (Electrochimica Acta - IF 4.798 for 2016) – 30 citations have been established, for B4-6 – 8 citations, etc.

## **6. Significance of contributions to science and practice**

From the documents submitted for participation in the competition, it is clearly seen that the candidate has diverse activities in several topics. The significance of some of the contributions is reduced to possible applications in medicine (biosensor devices; implants; sleep monitoring sensors). Others can be used as possible technologies in industry (for effective extraction of metals from waste solutions; for obtaining copper nanowires; for photovoltaics; for obtaining samples of free membranes from AAO with defined sizes).

In addition, there are also purely scientific contributions - a model explaining the observed effects when obtaining nanofibers from AAO; two types of electrochemical cells; a thermal model for determining the degree of ordering of AAO; a hypothesis for the growth of a defect-free nanoporous structure by controlled voltage reduction.

As mentioned above, the candidate fully fulfills, and in some cases even significantly exceeds, the requirements set out in the document PURZAD-TUS for occupying the academic position of "professor". From the author teams in the list of her scientific publications, it can also be concluded that Associate Professor Tsaneva maintains active contacts with foreign specialists on the topics of her interests from countries such as Lithuania, Belarus, France, and Sweden.

## **7. Critical notes and recommendations**

I have no critical remarks about the candidate and the materials submitted for the competition.

## **8. Personal impressions and opinion of the reviewer**

I know Associate Professor Tsaneva from my participation in some scientific forums and scientific juries. In my opinion, she is an example of a correct and responsible colleague. I also have excellent impressions of her scientific activity - the research was conducted competently and at a high professional level. The quality of the published articles is also impressive. I accept that her scientific asset is largely her personal work, given her place in the author teams of the publications



and in the reports of the scientific forums. The number of established citations for the publications and the remaining submitted documentation categorically confirms the importance and relevance of the candidate's scientific research and topics.

### CONCLUSION

Based on my familiarization with the presented scientific papers and the other informative data submitted for participation in the competition, their significance, the scientific, applied-scientific and applied contributions contained in them, I find it reasonable to propose to the Scientific Jury Associate Professor Dr. Eng. **Boriana Rangelova Tzaneva** to occupy the academic position of "professor" in the Professional field **5.10. Chemical Technologies** in the specialty "**Technology of Electrochemical Production**".

Date:

28.03.2025

REVIEWER: ..... (N) .....

(Prof. Dr. N. Boshkov)

