

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Факултет за физичку хемију

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области природних наука

Датум: 10.04.2025.
Захтев број: 527/2

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22, 236/22, 241/22, 243/22, 244/23, 245/23, 247/23 и 251/23), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

Примена нанокомпозита на бази проводних полимера, полианилина и полипирила, и угљеничних материјала добијених њиховом карбонизацијом у заштити животне средине

НАУЧНА ОБЛАСТ: Физичка хемија материјала и физичка хемија у контроли и заштити животне средине

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: **Бранкица (Предраг) Гајић**
2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):
Универзитет у Београду – Хемијски факултет, студијски програм: Хемија
3. Година дипломирања: **2021.**
4. Година уписа на докторске студије: **2021.**
5. Назив студијског програма докторских студија: **Докторске академске студије физичке хемије**
6. Датум подношења пријаве теме докторске дисертације: **13.03.2025.**

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: **др Гордана Ћирић-Марјановић**

Звање: **редовни професор, Универзитет у Београду - Факултет за физичку хемију**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

- 1) A. Janošević Ležaić, D. Bajuk-Bogdanović, G. Ćirić-Marjanović,
In situ Raman spectroscopy study of the oxidative polymerization of aniline in media of different acidity, *Synthetic Metals* 305 (2024) 117602 <https://doi.org/10.1016/j.synthmet.2024.117602> M21
- 2) A. Jevremović, M. Savić, A. Janošević Ležaić, J. Krstić, N. Gavrilov, D. Bajuk-Bogdanović, M. Milojević Rakić, G. Ćirić-Marjanović, Environmental Potential of Carbonized MOF-5/PANI Composites for Pesticide, Dye, and Metal Cations—Can They Actually Retain Them All? *Polymers* 15 (2023) 4349 <https://doi.org/10.3390/polym15224349> M21
- 3) M. Savić Biserčić, B. Marjanović, B. A. Zasońska, S. Stojadinović, G. Ćirić-Marjanović, Novel microporous composites of MOF-5 and polyaniline with high specific surface area, *Synthetic Metals* 262 (2020) 116348 <https://doi.org/10.1016/j.synthmet.2020.116348> M21
- 4) A. Jevremović, P. Bober, M. Mičušík, J. Kuliček, U. Acharya, J. Pflieger, M. Milojević-Rakić, D. Krajišnik, M. Trchová, J. Stejskal, G. Ćirić-Marjanović, Synthesis and characterization of polyaniline/BEA zeolite composites and their application in nicosulfuron adsorption, *Microporous & Mesoporous Materials*, 287 (2019) 234-245. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2019.06.006> M21
- 5) Radoičić, M., Ćirić-Marjanović, G., Miličević, D., Suljovrujić, E., Milošević, M., Kuljanin Jakovljević, J., & Šaponjić, Z. (2021). Fine-tuning of conductive and dielectric properties of polypyrrole/TiO₂ nanocomposite-coated polyamide fabric. *Composite Interfaces* 28 (2021)795-808. <https://doi.org/10.1080/09276440.2020.1805219> M22

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: **Марија Радоичић**

Звање: **научни саветник, ИНН "Винча"**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

- 1) Radoičić, M., Ćirić-Marjanović, G., Spasojević, V., Ahrenkiel, P., Mitrić, M., Novaković, T., & Šaponjić, Z. (2017). Superior photocatalytic properties of carbonized PANI/TiO₂ nanocomposites. *Applied Catalysis B: Environmental*, 213, 155-166. M21a
- 2) Merkulov, D. V. Š., Despotović, V. N., Banić, N. D., Armaković, S. J., Finčur, N. L., Lazarević, M. J., Radoičić, M., & Abramović, B. F. (2018). Photocatalytic decomposition of selected biologically active compounds in environmental waters using TiO₂/polyaniline nanocomposites: Kinetics, toxicity and intermediates assessment. *Environmental Pollution*, 239, 457-465. M21a

- 3) Stojanović, G. M., Sinha, A., Ali, A. E., Jeoti, V., Radoičić, M. B., Marković, D. D., & Radetić, M. M. (2021). Impedance analysis of milk quality using functionalized polyamide textile-based sensor. *Computers and Electronics in Agriculture*, 191, 106545. M21a
- 4) Radoičić, M., Ćirić-Marjanović, G., Miličević, D., Suljovrujić, E., Milošević, M., Kuljanin Jakovljević, J., & Šaponjić, Z. (2021). Fine-tuning of conductive and dielectric properties of polypyrrole/TiO₂ nanocomposite-coated polyamide fabric. *Composite Interfaces*, 28(8), 795-808. M22
- 5) Milošević, M., Radoičić, M., Ohara, S., Abe, H., Spasojević, J., Mančić, L., & Šaponjić, Z. (2023). Advanced photocatalysis mediated by TiO₂/Ag/TiO₂ nanoparticles modified cotton fabric. *Cellulose*, 30(7), 4749-4771. M21a

Обавештавамо вас да је **Наставно-научно веће** на седници одржаној **10.04.2025. године** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Прилог: 1. Одлука о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора.
2. Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације.

Датум: 10.04.2025.

Број: 527

На основу члана 33. Статута Универзитета у Београду - Факултета за физичку хемију, Наставно-научно веће Факултета на VII редовној седници одржаној 10.04.2025. године доноси следећу

О Д Л У К У
о прихватању теме докторске дисертације и одређивању ментора

1.- Прихвата се позитивни извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **маст. хем. Бранкице Гајић, студента докторских студија, под називом „Примена нанокмпозита на бази проводних полимера, полианилина и полипирола, и угљеничних материјала добијених њиховом карбонизацијом у заштити животне средине“, Комисије у саставу:**

- 1) др Гордана Ћирић-Марјановић, редовни професор, Факултет за физичку хемију,
- 2) др Марија Радоичић, научни саветник, ИНН "Винча",
- 3) др Маја Милојевић-Ракић, ванредни професор, Факултет за физичку хемију.

2.- За менторе се именују др Гордана Ћирић-Марјановић, редовни професор Факултета за физичку хемију и др Марија Радоичић, научни саветник ИНН "Винча".

3.- Ова одлука, са потребном документацијом, доставља се Универзитету у Београду – Већу научних области природних наука ради давања сагласности.

По добијеној сагласности, кандидат може да приступи изради дисертације.

4.- По урађеној докторској дисертацији, кандидат подноси Наставно-научном већу захтев за одбрану дисертације и доставља примерак дисертације.

Одлуку доставити:

- кандидату,
- ментору,
- Стручном већу Универзитета,
- Служби за студентска питања,
- архиви Факултета.

Универзитет у Београду - Факултет за физичку хемију

проф. др Мирослав Кузмановић, декан

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ-ФАКУЛТЕТ ЗА ФИЗИЧКУ ХЕМИЈУ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

На VI редовној седници Наставно-научног већа Факултета за физичку хемију одржаној 13.03.2025. године именовани смо за чланове Комисије за одбрану теме и припрему извештаја о одобрењу предлога теме докторске дисертације у оквиру предмета Специјални курс кандидаткиње Бранкице Гајић, мастер хемичара, под насловом: **„Примена нанокомпозита на бази проводних полимера, полианилина и полипирола, и угљеничних материјала добијених њиховом карбонизацијом у заштити животне средине“**. Дана 26.03.2025. године кандидаткиња је одбранила семинарски рад у оквиру предмета Специјални курс и након прегледа поднетог материјала и успешне одбране семинарског рада у коме је детаљно образложена тема докторске дисертације, Наставно-научном већу подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

А. Биографија кандидата

Бранкица Гајић рођена је 13. јануара 1997. године у Јагодини, где је завршила Основну школу „17. октобар“ и Гимназију „Светозар Марковић“. Школске 2016/17. године уписала је Основне академске студије на Хемијском факултету Универзитета у Београду, на смеру Хемија. Завршни рад под називом „Одређивање јода и брома у узорцима урина пацијената са Хашимотовим тиреоидитисом“ израдила је на Катедри за аналитичку хемију одбранивши га у септембру 2020. Након тога, школске 2020/21. године уписала је Мастер академске студије на Хемијском факултету Универзитета у Београду, које је завршила у августу 2021. године. Тема мастер рада била је „Проучавање равнотежа у хетерогеним системима имипрамин и амитриптилин-хидрохлорида“. Докторске академске студије уписала је школске 2022/23. године на Факултету за физичку хемију, Универзитета у Београду. Од фебруара 2023. године запослена је на Институту за нуклеарне науке „Винча“, Институту од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду. Истраживања у оквиру докторске дисертације усмерена су на синтезу и карактеризацију нанокомпозита на бази проводних полимера и титан (IV)-оксида и њихову примену у заштити животне средине, под менторством др Гордане Ћирић-Марјановић, редовног професора Факултета за физичку хемију, Универзитета у Београду и др Марије Радоичић, научног саветника Института за нуклеарне науке „Винча“, Института од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду.

Б. Објављени научни радови и саопштења кандидата

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34):

1. Photocatalytic properties of carbonized nanocomposites based on polyniline and titania nanotubes

Brankica Gajić, Gordana Ćirić Marjanović, Zoran Šaponjić, Marija Radoičić

9th Conference of Young Chemists of Serbia, 4th November, Novi Sad 2023

ISBN 978 86 7132 084 9

2. Olivera S. Marković, Brankica P. Gajić, Miloš P. Pešić, Tatjana Ž. Verbić

The influence of competing counterions on the solubility of imipramine

8th Conference of Young Chemists of Serbia, Belgrade, 29th October 2022

ISBN 978 86 7132 080 1

Саопштење са домаћег скупа штампано у изводу (M34):

1. Olivera S. Marković, Brankica P. Gajić, Miloš P. Pešić, Tatjana Ž. Verbić

Proučavanje ravnoteža u heterogenim sistemima tricikličnog antidepressiva amitriptilina, 58.

Savetovanje SHD, Beograd 9. i 10. jun 2022.

ISBN 978 86 7132 079 5

В. Образложење теме

1. НАУЧНА ОБЛАСТ

Истраживања предвиђена предложеном темом докторске дисертације заснована су на синтези и карактеризацији нанокомпозита на бази електропроводних полимера, полианилина (PANI) и полипирола (PPy), који као остале компоненте садрже титан (IV)-оксид (TiO_2), сребрне наножице, графен оксид (GO), односно редукованог графен оксид (rGO). Синтетисани нови материјали ће бити испитани са аспекта примена у области заштите животне средине: за уклањање и деградацију органских боја и јона тешких метала из водених система, за смањење ефекта стаклене баште уклањањем угљеник (IV)-оксида (CO_2) из гасних система и за заштиту од електромагнетне интерференције.

На основу досадашњих и планираних даљих истраживања и може се закључити да предложена тема докторске дисертације припада научној области **Физичка хемија**, односно ужим научним областима **Физичка хемија материјала** и **Физичка хемија у контроли и заштити животне средине**.

2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет истраживања предложене теме докторске дисертације подразумева синтезу нанокompозита на бази проводних полимера PPy и PANI и колоидних честица TiO₂, сребрних наножица, GO или rGO, њихову карактеризацију већим бројем физикохемијских метода, као и испитивање могућности њихове примене у области заштите животне средине, а у циљу смањења ефекта стаклене баште, заштите од електромагнетног зрачења, као и уклањања и деградације органских боја из водених система.

Нови нанокompозити биће синтетисани поступком хемијске оксидативне полимеризације мономера пиролa (Py) и анилина (ANI) уз помоћ оксиданса амонијум пероксидисулфата (APS) у киселој средини (HCl), а у присуству наночестица TiO₂. Оптимизацијом синтезе нанокompозита кроз варирање полазног молског односа мономера и TiO₂ биће пронађени услови за добијање нанокompозита са присуством наноструктура проводног полимера. Оптимизација методе синтезе треба да омогући висок принос реакције полимеризације. Овако синтетисани композити представљаће прекурсоре за наредни синтетски корак у оквиру којег ће се вршити процес карбонизације узорака у струји инертног гаса на повишеној температури (типични услови He, 650 °C). На овај начин биће синтетисани нови композитни материјали богати угљеником, у чијој се структури налазе уграђени атоми азота. Поред наведених материјала, биће синтетисани и композити на бази PANI и PPy са rGO и GO и сребрним наножицама, инкорпориране у непроводну полимерну матрицу поликапролактон (PCL), као носач. PCL матрица за циљ има побољшање механичких својстава материјала и могућност израде танких филмова намењених заштити од електромагнетне интерференције.

Након синтеза, биће урађена детаљна карактеризација свих добијених материјала већим бројем инструменталних физикохемијских техника, што ће пружити увид у својства самог материјала, те ће се даље наставити са експерименталном применом синтетисаних система у већ поменутих смеровима у области заштите животне средине.

3. НАУЧНИ ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ предложене теме докторске дисертације је добијање и карактеризација композита на бази проводних полимера PPy и PANI са TiO₂ и њихових угљеничних деривата добијених карбонизацијом, испитивање везе структуре композита и њихових својстава и анализа потенцијала њихове примене у области уклањања загађивача животне средине из ваздуха (CO₂) и водених система (текстилне боје и јони тешких

метала). Поред наведених нанокомпозита, синтетисаће се и композити на бази PANI и PPy са rGO, GO и сребрним наножицама чија ће примена бити усмерена ка заштити од интерференције електромагнетног зрачења.

У првом делу рада, биће најпре урађена синтеза и физичкохемијска карактеризација PPy/PANI и њихових нанокомпозита са TiO_2 поступком хемијске оксидативне полимеризације Py/ApI у киселој средини. Наредни синтетски корак је процес карбонизације припремљених материјала у струји инертног гаса на повишеној температури, како би се добили нанокомпозити слични графен-оксиду а чија угљенична компонента садржи ковалентно везан азот. Један од главних циљева рада је проналажење оптималних услова синтезе који ће омогућити добијање материјала са физичкохемијским својствима повољним за наведене примене: контролисане морфологије и порозности, задовољавајуће електричне проводљивости, високе специфичне површине и садржаја активних места, одличном дисперзивношћу.

Добијени материјали биће детаљно окарактерисани бројним физичкохемијским методама ради анализе молекулске и кристалографске структуре, морфологије и електричне проводљивости, што ће омогућити боље разумевање особина које су од суштинског значаја за њихову примену.

У наставку рада, биће испитана способност композитних материјала и угљеничних материјала насталих њиховом карбонизацијом за адсорпцију загађујућих супстанција, као што су органске текстилне боје и јони тешких метала из водених система. Поред тога, биће испитана и њихова ефикасност у фотокаталитичкој деградацији органских боја.

Разматрајући проблеме све већег садржаја CO_2 у ваздуху чиме се перманентно повећава ефекат стаклене баште, а проблем глобалног загревања постаје све значајнији, посебан сегмент истраживања у оквиру докторске дисертације посвећен је смањењу концентрације CO_2 у ваздуху уз помоћ претходно синтетисаних композита.

Са друге стране, због пораста броја нових електронских уређаја и бежичних система електромагнетна интерференција (ЕМИ) постаје све израженији проблем, неповољно утичући како на рад самих уређаја, тако и на људско здравље. Посебна врста материјала погодних за заштиту од ЕМИ су композити на бази проводних полимера, који превазилазе недостатке чистих метала и угљеничних материјала. Истраживања су показала да уграђивање наночестица различитог облика и структуре, као што су угљеничне наноцеви, угљенична влакна, графит, графен и GO у матрице проводних полимера води добијању нанокомпозитних материјала са повећаном електричном проводљивошћу и одличном способношћу заштите од ЕМИ. GO се издваја због ниског прага перколације, изузетних електричних својстава и супериорне ефикасности у заштити од ЕМИ, а може се хомогено дисперговати у полимерним матрицама.

Крајњи циљ ове докторске дисертације је да добијени композити имају унапређена својства у поређењу са чистим компонентама (PANI/PPy) у наведеним областима заштите животне средине.

4. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Синтезе материјала који су предвиђени овом докторском дисертацијом биће урађене у Институту за нуклеарне науке „Винча” Институту од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду. Карбонизација синтетисаних материјала ће се изводити у атмосфери инертног гаса, у пећи са контролисаним градијентом температуре. За детаљно испитивање морфологије синтетисаних узорак чистог полимера и нанокомпозита користиће се скенирајући електронски микроскоп (енг. Scanning electron microscopes - SEM), опремљен системом за анализу рендгенских зрака са дисперзијом енергије (енг. Energy Dispersive X-Ray Analysis – EDX). Молекулска структура синтетисаних система испитаће се Инфрацрвеном спектроскопијом са Фуријеовом трансформацијом (енг. Furier Transform Infrared Spectroscopy – FTIR) и раманском спектроскопијом. Кристалографска структура узорак анализираће се методом дифракције X-зрачења (енг. X-ray Diffraction – XRD). Синтетисани узорци користиће се за испитивање адсорпције и фотодеградације органских боја праћењем промене адсорпционих спектра UV/Vis спектрофотометријом (енг. Ultraviolet-Visible Spectrophotometry). Адсорпција јона тешких метала уз помоћ синтетисаних нанокомпозита ће бити праћена Атомском апсорпционом спектрометријом (Atomic absorption spectrometry – AAS. Текстурална својства (специфична површина, запремина пора итд.) добијених материјала биће одређена снимањем адсорпционо-десорпционих изотерми за азот. Капацитет адсорпције CO₂ синтетисаних сорпционих материјала мериће се методом импулсне хемисорпције CO₂ при одабраном температурном и притисном опсегу CO₂/He гаса, уз одговарајућу брзину протока и загревања. За одабране узорке, способност уклањања CO₂ биће процењена методом термички програмиране разграње (TPDe и TPD-CO₂). Мерења ефикасности ЕМИ заштите синтетисаних нанокомпозита биће изведена помоћу векторског анализатора мреже (VNA). Експериментални део истраживања предвиђен у оквиру предложене теме докторске дисертације ће се највећим делом реализовати на Институту за нуклеарне науке „Винча“, док ће се поједине специјализоване карактеризације синтетисаних материјала спроводити на Институту за хемију, технологију и металургију, као и Факултету за физичку хемију, Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду.

5. АКТУЕЛНОСТ ТЕМАТИКЕ У СВЕТУ

Примењена истраживања у области синтезе нанокомпозита заснованих на проводним полимерима (попут PPy и PANI) и наночестицама TiO₂ показују велики потенцијал за различите еколошке примене. Комбиновањем синергистичких својстава проводних полимера и наночестица, настају нови материјали са значајно побољшаним адсорпционим [1], фотокаталитичким [2] и електричним карактеристикама. Ово је посебно значајно у контексту актуелних глобалних изазова попут уклањања загађивача из воде, редукције садржаја угљен-диоксида и побољшања ефикасности фотокаталитичке деградације боја.

Последњих година истраживања су се све више фокусирали на оптимизацију синтезе и модификацију структуре ових материјала [3-6]. Унапређени нанокompозити показују изванредну способност адсорпције органских боја, као и способност уклањања тешких метала из водених раствора [7], што доприноси развоју напредних система за пречишћавање воде [8, 9]. Поред тога, проводни полимери са побољшаним површинским карактеристикама и повећаном специфичном површином постали су предмет интензивног истраживања, нарочито у области карбонизованих материјала који имају изузетан капацитет за сорпцију CO₂ [10].

У домену фотокатализе, нанокompозити PPy/TiO₂ и PANI/TiO₂ показали су високу ефикасност у деградацији органских боја под дејством UV и видљиве светлости [11]. Ови материјали не само да обезбеђују већу стопу фотокаталитичке активности него и омогућавају употребу природне сунчеве светлости као извора енергије [12]. Такви приступи не само да унапређују ефикасност процеса већ и омогућавају одрживе и економичне методе пречишћавања вода.

Истраживања у области проводних полимера и њихових нанокompозитних система такође укључују развој напредних материјала за заштиту од електромагнетног зрачења (ЕМИ). Увођењем нанокompоненти као што су GO, rGO и сребрне наножице у проводне полимерне матрице постижу се значајна побољшања електропроводности, специфичне површине и електромагнетне заштите [13-15]. Ови материјали су такође погодни за производњу лаких и економичних аерогела и хидрогела, који пружају високу ефикасност у широком спектру примене [15].

Све наведене иновације указују да је тема синтезе и примене проводних полимера и нанокompозита изузетно актуелна и релевантна у савременим научним и технолошким истраживањима. Напредак у овој области доприноси решавању значајних глобалних изазова и отвара нове могућности за развој одрживих технологија у будућности.

Литературни подаци који подржавају тему:

[1] Li, J., Feng, J., & Yan, W. (2013). Synthesis of polypyrrole- modified TiO₂ composite adsorbent and its adsorption performance on acid red G. *Journal of applied polymer science*, 128(5), 3231-3239.

[2] Lee, S. L., & Chang, C. J. (2019). Recent developments about conductive polymer based composite photocatalysts. *Polymers*, 11(2), 206.

[3] Li, J., Zhang, Q., Feng, J., & Yan, W. (2013). Synthesis of PPy-modified TiO₂ composite in H₂SO₄ solution and its novel adsorption characteristics for organic dyes. *Chemical engineering journal*, 225, 766-775.

[4] Stejskal, J., Kohl, M., Trchová, M., Kolská, Z., Pekárek, M., Křivka, I., & Prokeš, J. (2021). Conversion of conducting polypyrrole nanostructures to nitrogen-containing carbons and its impact on the adsorption of organic dye. *Materials Advances*, 2(2), 706-717.

- [5] Kopecká, J., Mrlík, M., Olejník, R., Kopecký, D., Vrnata, M., Prokeš, J., Stejskal, J. (2016). Polypyrrole nanotubes and their carbonized analogs: synthesis, characterization, gas sensing properties. *Sensors*, 16(11), 1917.
- [6] Janošević, A., Pašti, I., Gavrilov, N., Mentus, S., Krstić, J., Mitrić, M., & Ćirić-Marjanović, G. (2012). Microporous conducting carbonized polyaniline nanorods: Synthesis, characterization and electrocatalytic properties. *Microporous and Mesoporous Materials*, 152, 50-57.
- [7] Kovačević, A., Radoičić, M., Marković, D., Šaponjić, Z., & Radetić, M. (2024). Recycled Jute Non-Woven Material Coated with Polyaniline/TiO₂ Nanocomposite for Removal of Heavy Metal Ions from Water. *Molecules*, 29(18), 4366.
- [8] Samadi, A., Xie, M., Li, J., Shon, H., Zheng, C., & Zhao, S. (2021). Polyaniline-based adsorbents for aqueous pollutants removal: A review. *Chemical Engineering Journal*, 418, 129425.
- [9] Supriya, S., & Palanisamy, P. N. (2016). Adsorptive removal of acid orange 7 from industrial effluents using activated carbon and conducting polymer composite—A comparative study.
- [10] Wang, Z., Goyal, N., Liu, L., Tsang, D. C., Shang, J., Liu, W., & Li, G. (2020). N-doped porous carbon derived from polypyrrole for CO₂ capture from humid flue gases. *Chemical Engineering Journal*, 396, 125376.
- [11] Radoičić, M. B., Janković, I. A., Despotović, V. N., Šojić, D. V., Savić, T. D., Šaponjić, Z. V., & Čomor, M. I. (2013). The role of surface defect sites of titania nanoparticles in the photocatalysis: Aging and modification. *Applied Catalysis B: Environmental*, 138, 122-127.
- [12] Radoičić, M., Ćirić-Marjanović, G., Spasojević, V., Ahrenkiel, P., Mitrić, M., Novaković, T., & Šaponjić, Z. (2017). Superior photocatalytic properties of carbonized PANI/TiO₂ nanocomposites. *Applied Catalysis B: Environmental*, 213, 155-166.
- [13] Chen, Y., Li, Y., Yip, M., & Tai, N. (2013). Electromagnetic interference shielding efficiency of polyaniline composites filled with graphene decorated with metallic nanoparticles. *Composites Science and Technology*, 80, 80-86.
- [14] Gao, Y., & Tang, Z. (2011). *Design and application of inorganic nanoparticle superstructures: current status and future challenges*. *small*, 7(15), 2133-2146.
- [15] Wu, F., Xie, A., Sun, M., Wang, Y., & Wang, M. (2015). Reduced graphene oxide (rGO) modified spongelike polypyrrole (PPy) aerogel for excellent electromagnetic absorption. *Journal of Materials Chemistry A*, 3(27), 14358-14369.

6. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС

У складу са постављеним циљевима ове докторске дисертације, као и на основу резултата до сада спроведених истраживања, очекује се да из предложене докторске дисертације проистекну следећи резултати:

- Дефинисање оптималних услова синтезе и карбонизације композита на бази проводних полимера PANI и PPy, са наночестицама TiO₂, као и композита на бази PANI и PPy са GO и rGO и сребрним наножицама, који ће омогућити добијање

материјала побољшаних карактеристика у поређењу са полазним компонентама за наведене примене.

- Детаљна карактеризација синтетисаних композита и полазних компоненти, као и материјала добијених њиховом карбонизацијом, различитим физикохемијским методама, чиме ће се стећи увид у везу методе и услова синтезе са кристалографском и молекулском структуром, електричном проводљивошћу, морфологијом и другим својствима материјала.

- Одређивање адсорпционог капацитета синтетисаних материјала за органске боје и јоне тешких метала у воденим системима, као и њихове ефикасности у фотодеградацији боја.

- Одређивање ефикасности добијених материјала да уклањају CO₂.

- Одређивање ефикасности добијених материјала у заштити од електромагнетне интерференције.

Научни допринос ове тезе заснован је на синтези нових нанокомпозита на бази проводних полимера полипирола и полианилина са наночестицама TiO₂ и њихових угљеничних форми добијених процесом карбонизације. Примењене методологије омогућиће добијање материјала са побољшаним својствима у односу на полазне компоненте. Очекивано је да добијени композитни системи поседују високу порозност, велику специфичну површину и одличну дисперзивност, као и високу електричну проводљивост, што потенцијално ове материјале сврстава у категорију погодних за заштиту од ЕМИ. Структура синтетисаних материјала у значајној мери може да утиче на њихову способност да адсорбују и фотокаталитички деградирају органске боје, да уклањају јоне тешких метала из водених система, као и да смање ефекат стаклене баште уклањањем CO₂ из ваздуха. Прелиминарна истраживања, која обухватају синтезу нанокомпозита PANI и PPy и њихових угљеничних форми су показала да погодним избором услова карбонизације долази до побољшања адсорпционих и фотокаталитичких својстава синтетисаних материјала.

На основу досадашњих резултата добијених из прелиминарних истраживања може се очекивати да ће сви циљеви докторске дисертације бити остварени.

Г. Закључак и предлог комисије

На основу прегледа и успешне усмене одбране семинарског рада у оквиру предмета Специјални курс, оцењујемо да је предложена тема актуелна и научно заснована, да су одабране истраживачке технике и методе одговарајуће и доступне, као и да је кандидаткиња својим досадашњим радом и резултатима показала способност за научно-истраживачки рад у области физичко хемијских наука (Физичка хемија материјала и Физичка хемија у контроли и заштити животне средине). На основу свега изложеног Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета за физичку хемију да кандидаткињи Бранкици Гајић, мастер хемичару, студенту докторских студија, одобри израду докторске тезе, под насловом:

„Примена нанокомпозита на бази проводних полимера, полианилина и полипирола, и угљеничних материјала добијених њиховом карбонизацијом у заштити животне средине“

За менторе се предлажу др Гордана Тирић-Марјановић, редовни професор Факултета за физичку хемију Универзитета у Београду и др Марија Радоичић научни саветник Института за нуклеарне науке „Винча“, Института од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду.

др Гордана Тирић-Марјановић, редовни професор
Универзитет у Београду-Факултет за физичку хемију

др Марија Радоичић, научни саветник
Институт за нуклеарне науке „Винча“,
Институт од националног значаја за Републику Србију,
Универзитета у Београду

др Маја Милојевић-Ракић, ванредни професор
Универзитет у Београду-Факултет за физичку хемију

У Београду, 04.04.2025.