

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Ненада Станковића

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета одржаног 02.11.2021. године (број одлуке 1454/2 од 15.11.2021. године), именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ненада Станковића под насловом:

„Микроскопска, спектроскопска и биомедицинска карактеризација хибридних угљеничних наноструктура“

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат мр Ненад Станковић уписао је докторске студије (студије трећег степена) 2016. године, а студијски програм је започео у зимском семестру академске 2016/17 године. Све планом и програмом, као и одлукама надлежне Комисије, предвиђене испите на студијама трећег степена кандидат је положио са просеком 10.00. Кандидат је у том периоду био аутор два рада са ISI-SCI листе, из области релевантне за израду докторске дисертације. Тиме су се стекли сви предвиђени услови да кандидат пријави тему за израду докторске дисертације.

Кандидат је 26.02.2018. године пријавио тему за израду докторске дисертације под називом: „Микроскопска, спектроскопска и биомедицинска карактеризација хибридних угљеничних наноструктура“. Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета разматрала је 10.04.2018. године предлог теме докторске дисертације и упутила Наставно-научном већу Електротехничког факултета предлог за формирање Комисије о оцени подобности теме и кандидата. Тај предлог је усвојило Наставно-научно веће Електротехничког факултета и 17.04.2018. године именовало Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5049/16-1 од 26.04.2018. године) у саставу: др Дејан Раковић, редовни професор у пензији, Електротехнички факултет у Београду, др Биљана Тодоровић-Марковић, научни саветник, Институт за нуклеарне науке „Винча“, др Милан Поњавић, ванредни професор, Електротехнички факултет у Београду и др Милан Тадић, редовни професор, Електротехнички факултет у Београду. Кандидат је 16.05.2018. године успешно одбранио тему докторске дисертације положивши докторски испит предвиђен Правилником о докторским студијама ЕТФ-а, а Наставно-научно веће ЕТФ-а је 12.06.2018. године усвојило Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5049/16-2).

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је 25.02.2019. године сагласност на предлог теме докторске дисертације (Одлука 61206-2697/3-18) и одредило два ментора, и то: др Милоша Вујисића, доцента, Електротехнички факултет у Београду и др Зорана Марковића, научног саветника, Институт за нуклеарне науке „Винча“.

Захтев за преглед и оцену докторске дисертације мр Ненада Станковића са предлогом састава Комисије за преглед и оцену и Оцена Извештаја о провери оригиналности докторске дисертације кандидата, упућени су Комисији за студије трећег степена Електротехничког факултета 19.02.2019. године. На седници ове Комисије одржаној 07.05.2019. године, уочени

су недостаци везано за правилно коришћење и навођење референци у тексту дисертације, у вези са чиме је та Комисија изразила сумњу да је дошло до повреде Кодекса професионалне етике Универзитета у Београду и донела одлуку да се упуту Захтев Етичкој комисији за утврђивање повреде тог Кодекса. Један од ментора др Милош Вујисић поднео је Захтев Електротехничком факултету у Београду за прекид менторског односа са кандидатом Ненадом Станковићем (захтев бр. 645 од 09.05.2019. године). После седнице Комисије за студије трећег степена одржане 07.05.2019. године, прихватајући оправдане примедбе Комисије, а ради отклањања утврђених недостатака, кандидат мр Ненад Станковић је својом изјавом од 07.06.2019. године повукао поменути дисертацију, као и Захтев за формирање Комисије за преглед и оцену дисертације. Измењена верзија дисертације и нови Захтев за преглед и оцену докторске дисертације мр Ненада Станковића с предлогом састава Комисије за преглед и оцену и Оцена Извештаја о провери оригиналности достављен је Комисији за студије трећег степена 24.03.2020. године.

Наставно-научно веће је на својој 851. седници одржаној 24.06.2020. године својом одлуком бр. 635 од 29.06.2020. године усвојило Захтев др Милоша Вујисића да више не буде један од ментора кандидата мр Ненада Станковића и покренута је процедура за именовање новог ментора са Електротехничког факултета. Паралелно, Комисија за студије трећег степена је на основу своје одлуке од 07.05.2019. године упутила Захтев Етичкој комисији за утврђивање повреде Кодекса професионалне етике Универзитета у Београду против мр Ненада Станковића (допис бр. 749 од 16.07.2020. године). После спроведеног поступка, Декан Електротехничког факултета донео је Одлуку бр. 749/5 од 28.09.2020. године о изрицању опомене Ненаду Станковићу због повреде начела Интегритета, Академске честитости и Заштите ауторских права и права интелектуалне својине Кодекса професионалне етике Универзитета у Београду. Доношењем такве одлуке кандидату је омогућено да настави и заврши започете докторске студије.

На допис Декана бр. 1369 од 05.11.2020. године упућеној Комисији за студије трећег степена, поменута Комисија је на седници одржаној 10.11.2020. године дала сагласност на предлог Декана да се др Милан Тадић, редовни професор Електротехничког факултета у Београду, именује за једног од ментора докторске дисертације коју је пријавио мр Ненад Станковић. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је на захтев Електротехничког факултета бр. 1488 од 27.11.2020. године, дало сагласност на одлуку Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду, бр. 1482 од 26.11.2020. године о одређивању проф. др Милана Тадића за једног од ментора мр Ненада Станковића, уместо в. проф. др Милоша Вујисића (Одлука 61206-2697/6-18 од 24.12.2020. године).

Кандидат је 12.04.2021. године уз сагласност ментора др Зорана Марковића и др Милана Тадића поново предао докторску дисертацију на преглед и оцену. Комисија за студије трећег степена на својим седницама од 05.05. и 01.06.2021. године није донела одлуку о наставку процедуре по поднетој докторској дисертацији и затражила је правно тумачење везано за даље кораке и обавезе по предметном питању.

По спроведеној провери, на основу законске регулативе и расположиве документације, Комисија за студије трећег степена је на седници од 15.10.2021. године дефинисала предлог о формирању Комисије за преглед и оцену докторске дисертације и предложила Наставно-научном већу да исти усвоји. Наставно-научно веће Електротехничког факултета је на 866. седници од 02.11.2021. године трочетвртинском већином именовало Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (број одлуке 1454/2 од 15.11.2021. године).

1.2. Научна област дисертације

Истраживања која су обухваћена докторском дисертацијом припадају научној области Техничких наука – Електротехника и рачунарство, а ужој научној области Електротехнички материјали и технологије. Конкретно, ужа научна област ове дисертације су угљенични наноматеријали, који припадају областима које се изучавају на Електротехничком факултету у Београду у оквиру модула докторских студија Нуклеарна, медицинска и еколошка техника. Ментори, др Зоран Марковић, научни саветник у Институту за Нуклеарне науке “Винча” и проф. др Милан Тадић, редовни професор на Електротехничком факултету у Београду баве се

областима уско везаним за истраживања на докторској дисертацији. Експериментални део докторске дисертације урађен је у Институту за полимере Словачке академије наука у Братислави, Институту за квантну физику Словачке академије наука у Братислави, Центру за полимерне системе Универзитета Томаш Бата у Злину, Пољопривредном факултету Универзитета у Београду и Лабораторији за радијациону хемију и физику „Гама“ Института за нуклеарне науке „Винча“ Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ненад Станковић је рођен 23. децембра 1964. године у Београду, где је са одличним успехом стекао основно образовање, а затим и средње у Математичкој гимназији “Вељко Влаховић”. Након одслуженог војног рока, започео је студије на Електротехничком факултету у Београду и успешно их окончао на Одсеку за електронику. Његов дипломски рад „Побољшани Бернулијев метод за решавање диференцијалних алгебарских једначина” (ментор проф. др Добрило Топић) и допринос примени Бернулијеве методе у анализи алгебарских једначина оцењен је оценом 10. Након редовних студија, уписао је постдипломске студије на Електротехничком факултету у Београду, на смеру “Дигитални пренос информација” и успешно одбранио магистарску тезу под називом „Анализа показатеља квалитета сервиса преноса говора преко Интернета” (ментор проф. др Милан Милосављевић). Докторске студије је уписао 2016. године на Електротехничком факултету у Београду на модулу Нуклеарна, медицинска и еколошка техника, где је успешно положио све испите и завршио све обавезе.

Почетком 2014. године успоставио је сарадњу са Електротехничким факултетом у Београду (Катедра за микроелектронику и техничку физику), са Групом за физику и хемију угљеничних наноматеријала Института за нуклеарне науке „Винча“, као и са Електротехничким факултетом у Љубљани (Лабораторија за фотонапонске уређаје и оптоелектронику). У периоду 2015-2017. године био је сарадник Полимерног института и Института за квантну физику Словачке академије наука у Братислави, где је као део међународног тима у оквиру пројекта *Antibacterial graphene/polymer nanocomposites*, а под директним руководством руководиоца тог пројекта и ментора др Зорана Марковића, активно учествовао у синтези, испитивањима и карактеризацији различитих хибридних угљеничних наноструктура. Такође, био је ангажован и у истраживањима у оквиру пројекта *Танки слојеви једнослојних угљеничних нанотуба и графена за примену у електроници* под руководством др Биљане Тодоровић-Марковић, научног саветника ИИН Винча.

У свом досадашњем раду кандидат има више објављених радова у домаћим и међународним часописима, од чега су по један категорије М21 (први аутор), М22 (шести аутор) и М23 (први аутор), а који су непосредно везани за докторску дисертацију и из којих је директно проистекао научни допринос. Научноистраживачки рад Ненада Станковића био је усмерен на испитивање и карактеризацију нових хибридних угљеничних наноструктура са посебним акцентом на проучавање њихових антибактеријских потенцијала. Током рада коришћене су различите технике карактеризације: микроскопија атомских сила, трансмисиона електронска микроскопија, скенирајућа електронска микроскопија и енергодисперзивна спектроскопија x -зрацима, Раманова и инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом, електронска парамагнетна резонанца, мерења зета потенцијала, фотолуминесцентна мерења, рендгенска фотоелектронска спектроскопија, као и различити антибактеријски и тестови цитотоксичности.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под називом „Микроскопска, спектроскопска и биомедицинска карактеризација хибридних угљеничних наноструктура“ написана је на 12 почетних нумерисаних страна и 108 нумерисаних страна, тј. на укупно 120 страна. Дисертација садржи 10 поглавља, са 70 слика, 7 табела и 261 библиографску референцу. Основна тема изучавања дисертације је синтеза и испитивање различитих особина нових типова хибридних угљеничних наноструктура микроскопским, спектроскопским и биомедицинским методама.

Поглавља у дисертацији су организована на следећи начин:

1. Увод
2. Добијање, карактеризација и својства графена
3. Примене графена, полимерних композита на бази графена и графенских квантних тачака у електротехници и биомедицини
4. Методе за карактеризацију узорака
5. Експериментални поступци
6. Резултати и дискусија
7. Закључак
8. Литература
9. Биографија аутора
10. Изјаве

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље „Увод“ описује значај изучавања нанотехнологије и угљеничних наноматеријала са посебним освртом на графен и угљеничне квантне тачке и њихову потенцијалну примену. У овом поглављу је дат циљ истраживања и преглед коришћених метода у експерименталном делу дисертације.

Друго поглавље „Добијање, карактеризација и својства графена“ описује различите алотропе угљеника, хибридне наноструктуре и методе добијања и карактеризације графена. Поред тога, ово поглавље описује електронску структуру графена и његове електричне, оптичке и механичке особине.

Треће поглавље „Примене графена, полимерних композита на бази графена и графенских квантних тачака у електротехници и биомедицини“ описује примене графена и његових деривата у електроници, примене полимерних композита у изради различитих уређаја, као и примене графенских квантних тачака. У овом поглављу описано је и коришћење графена и графен оксида у биомедицини, и то за испоруку лекова/гена, терапију канцера, био-сензоринг и био-имицинг, израду антибактеријских материјала и графен оксид материјала за узгајање ћелија.

Четврто поглавље „Методе за карактеризацију узорака“ описује различите методе које су коришћене за карактеризацију хибридних угљеничних наноструктура. Приказан је принцип рада следећих техника: микроскопија атомских сила, трансмисиона електронска микроскопија, скенирајућа електронска микроскопија и енергодисперзивна спектроскопија х-зрацима, Раманова спектроскопија, инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом, електронска парамагнетна резонанца, мерење зета потенцијала, фотолуминесцентна мерења и рендгенска фотоелектронска спектроскопија.

Пето поглавље „Експериментални поступци“ детаљно описује два експериментална поступка која су имала за циљ синтезу, карактеризацију и испитивање антибактеријских својстава/активности куркумин/графен хибрида, као и антибактеријских и антибиофулинг својстава светлом побуђених флуоресцентних Лангмир-Блоџет танких слојева хидрофобних угљеничних квантних тачака. Такође је дат преглед метода и приказ уређаја који су коришћени за карактеризацију хибридних угљеничних наноструктура.

Шесто поглавље „Резултати и дискусија“ описује експерименталне резултате. У првом делу су приказани резултати синтезе, карактеризације и испитивања антибактеријских својстава/активности куркумин/графен хибрида. Морфологија површине и микроструктура хибрида снимљени су помоћу микроскопије атомских сила и трансмисионе електронске микроскопије, док су за карактеризацију мерени зета потенцијали, примењени су ултраљубичаста и видљива апсорпциона спектроскопија и мерења инфрацрвеном спектроскопијом са Фуријеовом трансформацијом, Раманова спектроскопија, електронска парамагнетна резонантна спектроскопија, као и различити поступци за одређивање антибактеријских и цитотоксичних активности.

У другом делу шестог поглавља приказани су резултати синтезе и карактеризације, као и антибактеријска и антибиофулинг својства светлом побуђених флуоресцентних Лангмир-Блоџет танких слојева хидрофобних угљеничних квантних тачака. За надгледање формирања њиховог

танког слоја у воденој субфази, коришћена је Брустерова угаона микроскопија, док су трансмисиона електронска микроскопија и микроскопија атомских сила коришћени за визуелно представљање облика и висине хидрофобних угљеничних квантних тачака. За њихову карактеризацију коришћене су технике ултраљубичасте и видљиве апсорпционе спектроскопије, рендгенска фотоелектронска спектроскопија, инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом, електронска парамагнетна резонанца, као и различити антибактеријски и тестови цитотоксичности.

Седмо поглавље „Закључак“ обухвата преглед свих добијених резултата и даје приказ најважнијих закључака директно повезаних са научним доприносом. Описане су две методе добијања два потпуно нова типа угљеничних хибридних наноструктура: модификовани електрохемијски експлодирани графен и хидрофобне угљеничне квантне тачке. Изложени су најрелевантнији резултати, са посебним освртом на антибактеријска својства и цитотоксичност ових хибрида и њихову потенцијану примену у биомедицини.

Осмо поглавље „Литература“ обухвата преглед свих коришћених референци према редоследу појављивања у тексту, укључујући и оне у којима је кандидат аутор.

Девето поглавље је биографија кандидата.

Десето поглавље су прилози са изјавама кандидата по захтеву Универзитета.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Графен је материјал који има дводимензионалну структуру. Због својих јединствених структурних, електричних, оптичких и механичких особина овај материјал је предмет проучавања и интересовања великог броја научника и истраживача током претходне две деценије. Од изузетног интересовања су истраживања хибрида графена и других материјала. У данашње време, нарочито у индустрији, постоји све већи број захтева за хибридни наноструктурама као што су: антистатички и антирефлексионни слојеви, слојеви отпорни на оштећења, слојеви против замагљивања стакала у возилима, антикорозиони слојеви на бродовима, фото диоде, соларне ћелије, итд. С обзиром да су различитим експерименталним истраживањима утврђене и антибактеријске особине и цитотоксичност оваквих структура, посебно су интезивирани истраживања њихове могуће примене у биомедицини.

Током последњих година, графенске квантне тачке које имају веома јаку фотолуминесценцу у видљивом делу спектра и велику отпорност на појаву ишчезавања флуоресценце током екситације, представљају такође предмет интензивног истраживања многих научника у свету. Добијени резултати су показали да постоји велики потенцијал њиховог коришћења у биомедицини и то пре свега за био-имицинг и фотодинамичку терапију. Најновија истраживања су показала да након зрачења светлошћу графенске квантне тачке синтетишу реактивни кисеоник који је у стању да елиминише одређене сојеве патогених бактерија, што је довело до производње нових антибактеријских агенаса на бази графенских квантних тачака.

Имајући у виду претходно, закључује се да је докторска дисертација под називом „Микроскопска, спектроскопска и биомедицинска карактеризација хибридних угљеничних наноструктура“ обухватила савремену и актуелну тематику, и успела да унапреди истраживања те научне области.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У дисертацији се позива на велики број актуелних научних радова објављених у областима проучавања угљеничних наноматеријала. Цитирани су многи радови Гејма и Новосјолова који су за истраживања о графену добили Нобелову награду за физику 2008. године, као и многи радови из области истраживања графена, графенских квантних тачака и биомедицине различитих истраживачких група. Међу њима су проучавани, коришћени, а затим цитирани и они радови из којих су проистекле основне референце коришћене при писању дисертације.

Експериментални део ове мултидисциплинарне докторске дисертације, урађен је у више различитих научних институција и то у Институту за полимере Словачке академије наука у

Братислави, Институту за квантну физику Словачке академије наука у Братислави, Центру за полимерне системе Универзитета Томаш Бата у Злину, Пољопривредном факултету Универзитета у Београду и Лабораторији за радијациону хемију и физику „Гама“ Института за нуклеарне науке „Винча“ Универзитета у Београду, где су поред кандидата и његовог ментора били ангажовани и други научници различитих профила (физичари, хемичари и биолози). Међу цитираним радовима налазе се и радови научника из поменутих институција, као и радови Ненада Станковића који су презентовани као научни допринос валоризован кроз три рада објављена у реномираним међународним часописима са SCI листе.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У циљу карактеризације изучаваних хибридних угљеничних наноструктура, коришћене су следеће методе: микроскопија атомских сила, трансмисиона електронска микроскопија, скенирајућа електронска микроскопија и енергодисперзивна спектроскопија х-зрацима, Раманова спектроскопија, инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом, електронска парамагнетна резонанца, мерење зета потенцијала, фотолуминесцентна мерења и рендгенска фотоелектронска спектроскопија, као и различити антибактеријски и тестови цитотоксичности.

Микроскопске методе су дале увид у морфолошке особине модификованог електрохемијски ексофолираног графена тј. куркумин/графен хибрида и Лангмир-Блоџет танких слојева хидрофобних угљеничних квантних тачака. Микроскопијом атомских сила су праћене различите фазе промене латералних димензија графена и пора пре и после функционализације хидрофобним молекулима куркумина. Коришћењем трансмисионе електронске микроскопије, утврђени су облик и латералне димензије хидрофобних угљеничних квантних тачака. Спектроскопским техникама су испитане промене структурних особина проучаваних хибридних угљеничних наноструктура насталих услед различитих промена експерименталних услова. Антибактеријским тестовима доказана су њихова антибактеријска својства и цитотоксичност.

3.4. Применљивост остварених резултата

Произведене угљеничне хибридне наноструктуре представљају два потпуно нова хибрида са изузетним антибактеријским својствима. Начин њиховог синтетисања је потпуно оригиналан, иновативан, а резултати истраживања су показали велики потенцијал њиховог коришћења у биомедицини и органској електроници.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу анализе биографије, са посебним освртом на учешће кандидата на пројектима у институтима у Братислави и Лабораторији за радијациону хемију и физику „Гама“ Института за нуклеарне науке „Винча“, коришћену литературу и објављене радове са SCI листе који су у непосредној вези са оствареним научним доприносом, као и увида у саму дисертацију, Комисија процењује да је кандидат способан за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У докторској дисертацији Ненада Станковића су остварени следећи научни доприноси:

(1) Синтетисана су и испитана два потпуно нова типа угљеничних хибридних наноструктура са изразитим антибактеријским својствима: модификовани електрохемијски ексофолирани графен функционализован куркумином и Лангмир-Блоџет танки слојеви хидрофобних угљеничних квантних тачака.

(2) По први пут је показано да се графен успешно може функционализовати куркумином и применити за разне биомедицинске апликације.

(3) Хидрофобне угљеничне квантне тачке, које као такве (хидрофобне) до сада нису биле

описане у литератури, синтетисане су оригиналним поступком.

(4) Успешно је решен проблем хомогеног депоновања слојева угљеничних наноматеријала - хидрофобних угљеничних квантних тачака - на потпуно нов начин, Лангмир-Блоцетовим поступком, што отвара нове перспективе не само у биомедицини и испитивању материјала, већ и у органској електроници.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постављених циљева и добијених резултата, као и начин превазилажења одређених изазова током експерименталног дела констатујемо да је кандидат успешно одговорио на задате проблеме истраживања ове докторске дисертације. Синтетисана су два потпуно нова типа угљеничних хибридних наноструктура са значајним антибактеријским својствима, а њихове особине су карактерисане великим бројем микроскопских и спектроскопских техника, као и различитим антибактеријским и цитостатичким тестовима.

С обзиром на мултидисциплинаран приступ испитивања посебан изазов је био тај што није било могуће сва мерења, карактеризацију и тестирање обавити у једној институцији, а што је захтевало одређено време за добијање и сумирање коначних резултата. Међутим, успешном сарадњом и великим ангажовањем ментора и кандидата то је превазиђено, а анализа и евалуација коначних резултата је показала велики потенцијал за даља истраживања по овој теми.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос као резултат истраживања која су вршена у оквиру израде докторске дисертације, верификован је и представљен кроз радове са SCI листе:

Категорија M21:

1. **Stanković N. K.**, Bodik M., Šiffalović P., Kotlar M., Mičušik M., Špitalsky Z., Danko M., Milivojević D. D., Kleinova A., Kubat P., Capakova Z., Humpoliček P., Lehocky M., Todorović-Marković B. M., Marković* Z. M., *Antibacterial and Antibiofouling Properties of Light Triggered Fluorescent Hydrophobic Carbon Quantum Dots Langmuir-Blodgett Thin Films*, ACS Sustainable Chem. Eng. 2018, impact factor = 5.9, DOI: 10.1021/acssuschemeng.7b04566.

Категорија M22:

1. Marković Z. M., Kepić D. P., Matijašević D. M., Pavlović V. B., Jovanović S. P., **Stanković N. K.**, Milivojević D. D., Spitalsky Z., Holclajtner-Antunović I. D., Bajuk-Bogdanović D. V., Nikšić M. P., Todorović-Marković B. M., *Ambient light induced antibacterial action of curcumin/graphene nanomesh hybrids*, RSC Advances 2017, 57(7), 36081-36092, impact factor = 3.1, DOI: 10.1039/C7RA05027E.

Категорија M23:

1. **Stanković N. K.**, Todorović Marković B. M., Marković Z. M., *Self-assembly of carbon based nanoparticles films by Langmuir-Blodgett method*, J. Serb. Chem. Soc. 2020, impact factor = 0.828, DOI: 10.2298/JSC191225008S.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У докторској дисертацији под називом „Микроскопска, спектроскопска и биомедицинска карактеризација хибридних угљеничних наноструктура“ кандидата мр Ненада Станковића синтетисана су и испитана два потпуно нова типа угљеничних хибридних наноструктура: модификовани електрохемијски ексфолирани графен функционализован куркумином и Лангмир-Блоцет танки слојеви хидрофобних угљеничних квантних тачака.

Све фазе развијања процедура синтезе су праћене и карактерисане различитим техникама карактеризације наноматеријала. Добијене хибридне угљеничне наноструктуре су оптималних структурних и изразито антибактеријских особина.

Ова докторска дисертација представља оригинални научни допринос у области графенских наноматеријала и отвара широк спектар будућих истраживања и потенцијалних примена у биомедицини, испитивању материјала и органској електроници.

На основу приложених резултата, Комисија закључује да је тематика докторске дисертације од изузетног практичног значаја и да је кандидат кроз веома иновативно-инвентиван приступ како самостално, тако и као део научног мултидисциплинарног тима, показао квалитете пресудне за бављење научно-истраживачким радом, нарочито својим ангажовањем и резултатима постигнутим у експерименталном делу дисертације и радовима публикованим у међународним часописима са SCI листе.

Комисија констатује да је кандидат испунио све суштинске и формалне услове предвиђене Законом о високом образовању, Правилником о докторским студијама Универзитета у Београду, Статутом и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

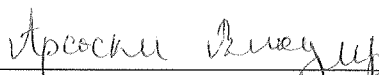
На основу наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу да се докторска дисертација под називом „Микроскопска, спектроскопска и биомедицинска карактеризација хибридних угљеничних наноструктура“ кандидата мр Ненада Станковића прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 29.12.2021.

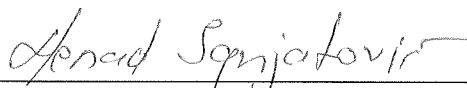
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



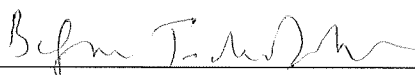
Др Јелена Радовановић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



Др Владимир Арсоки, ванредни професор
Универзитет Београду - Електротехнички факултет



Др Ненад Игњатовић, научни саветник
Универзитет у Београду - Институт техничких наука САНУ



Др Биљана Годоровић-Марковић, научни саветник
Универзитет Београду - Институт за нуклеарне науке „Винча“



Др Милан Поњавић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет