

ПРИМЉЕНО: 31. 03. 2026			
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
0801	220/4		

**Извештај Комисије  
за избор др Драгане К. Маркушев  
у научно звање виши научни сарадник**

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 19.03.2026. именовани смо у Комисију за избор др Драгане Д. Маркушев у научно звање *виши научни сарадник*.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу увида у њен научни рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај Извештај.

### **1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

*Име (име оца) и презиме:* Драгана (Китан) Маркушев

*Година рођења:* 1973.

*Радни статус:* запослена

*Назив институције у којој је запослена:* Институт за физику у Београду

#### **Образовање**

*Основне академске студије:* 2003-2005, Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу

*Одбрањен мастер:*

*Одбрањена докторска дисертација:* 2021., Електронски факултет, Универзитет у Нишу

*Постојеће научно звање:* научни сарадник

*Научно звање које се тражи:* виши научни сарадник

#### **Датуми избора у стечена научна звања (укључујући и постојеће)**

*Научни сарадник:* 15.10.2021.

*Област науке у којој се тражи звање:* природно-математичке науке

*Грана науке у којој се тражи звање:* физика

*Научна дисциплина у којој се тражи звање:* Општа и интердисциплинарна физика

*Назив матичног научног одбора којем се захтев упућује:* МНО за физику

#### **Стручна биографија**

Др Драгана Китан Маркушев је рођена 03.07.1973. године у Нишу, где је завршила и основну и средњу школу. Основне студије је завршила на Природно-математичком факултету у Приштини где је 30.12.1999. стекла звање дипломираног физичара. Након тога уписује студије физике на Природно-математичком факултету у Нишу, које завршава 14.02.2005. стицањем звања дипломираног професора физике и општетехничког образовања. Завршетком основних студија ради у неколико основних и средњих школа у Нишу да би се, након пресељења у Београд, запослила у Основној школи „Стеван Сремац“ у Борчи као наставник Техничког и информатичког образовања.

Докторске студије уписала је школске 2015/2016 на Електронском факултету у Нишу, на Катедри за микроелектронику. Током 2018. године провела је три месеца на студијском боравку у Лабораторији за науке о околини и животне науке при

Универзитету у Новој Горици, Словенија, у оквиру студентске размене ERASMUS+ програма. Докторску тезу под насловом „Утицај фотогенерисаних носилаца наелектрисања на термалне и еластичне особине силицијума *n*-типа“ одбранила је 05.5.2021. године на Електронском факултету Универзитета у Нишу. У звање научни сарадник, др Маркушев је изабрана 15.10.2021. године. Од 01.11.2021. године запослена је на Институту за физику у Београду.

У својој досадашњој научној каријери, др Маркушев се бавила развојем теоријских и експерименталних метода фотоакустичке карактеризације различитих типова материјала и танких филмова, микро-електроником, физиком околине, као и примени машинског учења у фотоакустици. У последње време фокус њених истраживања се померио ка примени фотоакустике у термалној, оптичкој и електронској карактеризацији полупроводника у фреквентном и временском домену, и анализи транспорта топлоте у металима и њиховим легурама, кроз примену постојећих теоријских модела и електроакустичких аналогија. Има активну међународну сарадњу са Париским институтом за нанонауке на Универзитету Сорбона, Француска. До сада је публиковала 17 радова у међународним научним часописима (на 7 је први потписник), 2 рада у домаћем часопису и 18 саопштења у зборницима на међународним научним скуповима.

## 2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

У периоду након претходног избора у звање, др Маркушев се бавила теоријском и експерименталном анализом фотоакустичких сигнала и њихових компоненти насталих периодичним осветљавањем различитих врста материјала, најчешће полупроводника и метала, у фреквентном и временском домену. Крајњи циљ анализа био је развој нових метода фотоакустике у оквирима топлотне, оптичке и електронске карактеризације чврстих узорака. Такође, област њених занимања била је и примена машинског учења у фотоакустици, како у оквирима карактеризације материјала, тако и у оквирима оптимизације фотоакустичког експеримента.

Научно-истраживачки рад др Драгана К. Маркушав у периоду након претходног избора у звање је био у области фототермалних наука и интердисциплинарне физике. Главни истраживачки правци кандидата су били:

- 1) **Примена фреквентне и временске фотоакустике у карактеризацији чврстих тела.** У сврху фреквентне анализе др Маркушев је радила нумеричке прорачуне расподела температура и носилаца топлоте и наелектрисања у узорку и на његовим површинама заснованим на класичном приступу топлотне дифузије решавањем парцијалних диференцијалних једначина параболичног и елиптичког типа прилагођених периодичном осветљавању површинског, запреминског и полупроводничког апсорбера, под експерименталним условима трансмисионе поставке отворене ћелије, тзв. ћелије минималне запремине. Везе температурних расподела и фотоакустичких сигнала у фреквентном домену валидирала је применом теорије композитног клипа у експерименталном домену фреквенције модулације светлосних извора од 20 Hz до 20 kHz, да би биле екстраполиране, у домен важења Фуријеовог закона и дифузионе природе транспорта топлоте, од 1 Hz до 10 MHz. У сврху анализе у временском домену истраживла је утицај фотогенерисаних носилаца на варијације површинске температуре у танком, умерено допираном полупроводнику, када је осветљен правоугаоним оптичким импулсима.
- 2) **Примена електро-акустичких аналогија у описивању термалних система.** Да би избегла сложеност вишепараметарског фитовања и поједноставила анализу топлотног протока у чврстим узорцима, др Маркушев је недавно развила нову методу засновану на електроакустичним аналогијама између нископропусног RC филтра и термоеластичне компоненте фотоакустичног одзива метала и њихових легура као површинских апсорбера. Ова метода уводи само један параметар фитовања, тзв. граничну или cut-off фреквенцију, као основну карактеристичну вредност термоеластичног одзива која се односи на фреквенцију на којој је температурска разлика између осветљене и неосветљене стране узорка максимална за дату дебљину узорка. Електроакустичким аналогијама са сложенијим RC колима (компензаторима) успела је да разјасни утицај вишка слободних носилаца као носилаца топлоте на промену површинских температурских расподела у полупроводничким узорцима. Утврдила је да електроакустичке аналогије међусобно повезују различите теоријске моделе топлотног протока и динамике и рекомбинације носилаца на површинама, са циљем проналажења оптималних експерименталних услова за ефикасну анализу утицаја слободних носилаца на термоеластични фотоакустички одзив полупроводника.

- 3) **Развој нових фотоакустичких метода у анализи транспорта топлоте у чврстим узорцима.** На основу зависности максималне температурне разлике и cut-off фреквенције од дебљине узорка, др Маркушев је развила две независне методе у анализи транспорта топлоте формирањем калибрационих кривих за одређивање топлотне проводљивости и топлотне дифузивности узорка, респективно. На овај начин показала је да концепт граничне фреквенције има потенцијал да се генерализује на све врсте чврстих узорака (полупроводнике, метале, полимере,...), посебно нових и унапређених материјала. Такође, др Маркушев је развила нову методологију коришћења термоеластичног одзива као поузданог показатеља утицаја фотогенерисаних носилаца као носилаца топлоте, кроз формирања структура налик пику.

### 3. ПРИКАЗ НАЈЗНАЧАЈНИЈИХ РЕЗУЛТАТА

1. Dragana K. Markushev, Slavica M. Kovacevic, Jose Ordonez-Miranda, Dragan D. Markushev, Optical manipulation of the heat flow followed by the thermoelastic photoacoustic response of *n*-type silicon, *Results in Engineering*, **27**, (2025), 106988, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106988> (M21a+)
2. D.K. Markushev, N.Lj. Brankovic, S.P. Galovic, K.Lj. Djordjevic, S.M. Aleksic, D.S. Pantic, D.D. Markushev, The cut-off frequency – a key concept in the heat flow measurements based on the thermoelastic photoacoustic response, *Measurement*, **248**, (2025), 116902, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.116902> (M21a)
3. D. K. Markushev, N. Branković, S. M. Aleksić, D. S. Pantić, S. P. Galović, D. D. Markushev, J. Ordonez-Miranda, The Influence of Excess Free Carriers as Heat Carriers on the *n*-Type Silicon Thermoelastic Photoacoustic Responses Explained by Electro-Acoustic Analogies, *International Journal of Thermophysics*, **45**, 107, (2024), <https://doi.org/10.1007/s10765-024-03406-3> (M21)
4. Slobodanka Galovic, Dragana K. Markushev, Dragan D. Markushev, Katarina Djordjevic, Marica Popovic, Edin Suljovrujic, Dragan M. Todorovic, Time-resolved photoacoustic response of thin semiconductors measured with minimal volume cell: influence of photoinduced charge carriers, *Applied Science*, **15**, (2025), 7290, <https://doi.org/10.3390/app15137290> (M21)
5. D. K. Markushev, S. M. Kovacevic, J. Ordonez-Miranda, D. D. Markushev, Role of excess free carriers in the plasma-elastic photoacoustic response of semiconductors, *International Journal of Thermophysics*, **47**, 24 (2026). <https://doi.org/10.1007/s10765-025-03695-2> (M21)

**Рад 1.** Др Маркушев је водећи аутор у датом раду у коме је, кроз нумеричке симулације и експериментална мерења детаљно описан поступак за анализу топлотног тока у узорку силицијума *n*-типа периодично осветљаваног светлошћу различитих таласних дужина из видљивог и инфрацрвеног дела спектра. Дата је анализа утицаја промене дубине продирања светлости и површинских рекомбинације фотогенерисаних носилаца на термално стање узорка. Фотоакустика је идентификована као ефикасна метода праћења протока топлоте у узорку, анализирајући температурне разлике на његовој осветљеној и неосветљеној страни, док се фреквенција модулације мења од 1 Hz до  $10^7$  Hz. Плазма-танки узорци су идентификовани као најпогоднији за анализу утицаја фотогенерисаних носилаца као носилаца топлоте. Уочено је да изобличења у термоеластичној амплитуди корелирају са променама температурног градијента и правца топлотног тока, што је јасан индикатор утицаја фотогенерисаних носилаца као носилаца топлоте. У раду се повлаче паралеле између ефеката рекомбинације носилаца и танких премаза на материјалима који нису полупроводници, а који се користе за заштиту микрофона приликом мерења транспарентних узорака. Допринос кандидата овом раду састојао се у: писању основне верзије рада, надгледању и усклађивању, успостављању методологије, основном истраживању, формалној анализи, одабиру података и одабиру концепта рада.

**Рад 2.** Др Маркушев је водећи аутор у датом раду у коме је, по први пут у фотоакустици чврстих тела, представио концепт граничне, тзв. cut-off фреквенције у мерењима и анализи топлотног тока на основу: електроакустичке аналогije са електричним колима,

нумеричких симулација и експерименталних мерења термоеластичног фотоакустичког одзива узорака алуминијума и његових легура. Указано је да је температурна разлика између осветљене и неосветљене стране испитиваног узорка на одређеној дебљини у домену фреквенција модулације окарактерисана својом максималном вредношћу, која одређује положај cut-off фреквенције. Показано је како температурне разлике, њихов максимум и cut-off фреквенција утичу на фреквентни одзив температурног момента и термоеластичне фотоакустичке компоненте узорка, у области модулационих фреквенција од 1 Hz до 10 MHz. Поред тога, показано је да сви поменути параметри зависе од дебљине узорка и како се ове зависности могу искористити за успостављање нове и поједностављене методологије за анализу топлотног тока и контролу квалитета материјала или његову карактеризацију. Применљивост предложених метода потврђена је мерењем фотоакустичних одзива чистог алуминијума и легура алуминијума у стандардном опсегу фреквенција модулације, од 20 Hz до 20 kHz. Допринос кандидата овом раду састојао се у: писању основне верзије рада, потврди резултата, надгледању и усклађивању, успостављању методологије, основном истраживању, формалној анализи, одабиру података и одабиру концепта рада.

**Рад 3.** Др Маркушев је водећи аутор у датом раду, у коме је представљен развој новог метода фотоакустике намењеног прецизном одређивању експерименталних услова потребних за анализу утицаја фотогенерисаних носилаца као носиоца топлоте на топлотни ток и термални одзив узорка силицијума *n*-типа. Нумеричким тестирањем његовог фотоакустичког одзива у фреквентном домену потврђено је да је термоеластична компонента фотоакустичког сигнала најосетљивија на утицај носилаца, посебно у плазма-танким узорцима. Кроз електроакустичне аналогije уочено је да се ова компонента може користити за идентификацију карактеристичних граничних фреквенција потребних за успостављање калибрационе криве тестираног материјала, и да су фреквенције површинске рекомбинације јако важни параметри за описивање термалног утицаја фотогенерисаних носилаца. Идентификована је дебљина узорка при којој је утицај носилаца најзначајнији за задате експерименталне услове. Испоставила се да се представљена методологија може генерално применити за анализу утицаја вишка слободних носилаца на топлотни ток и промене температуре у свим типовима полупроводника под истим експерименталним условима (трансмисиона мерења у случајевима различито пасивизираних осветљених и неосветљених странама узорка). Допринос кандидата овом раду састојао се у: концепцији и дизајну рада, прикупљању података, анализи и интерпретацији резултата, и припреми основне верзије рада.

**Рад 4.** Др Маркушев је коаутор у датом раду у коме је приказан модел који описује варијације температуре на неосветљеној страни термички танких полупроводничких узорака изложених правоугаоним оптичким импулсима, узимајући у обзир површинску рекомбинацију фотогенерисаних носилаца наелектрисања. Анализа се фокусира на умерено допирани силицијум *n*- и *p*-типа. Резултати показују да површинска рекомбинација значајно утиче и на амплитуду и на динамику промена површинске температуре, посебно у плазма-непрозирним узорцима са високим брзинама рекомбинације. Ниске брзине рекомбинације истичу термализацију решетке као главни механизам загревања, док у плазма-прозирним узорцима, рекомбинација остаје кључни извор загревања. Поред тога, коефицијент дифузије мањинских носилаца утиче на максимални температурни сигнал, али не и на укупни облик или време релаксације. Ови налази сугеришу да рекомбинација носилаца утиче на температурни одзив и фотоакустичне сигнале, што представља потенцијал за неструктивну, временски зависну електронску карактеризацију полупроводничких материјала и уређаја. Допринос

кандидата овом раду састојао се у: формалној анализи и истраживањима везаним за интерпретацију приказаних резултата.

**Рад 5.** Др Маркушев је водећи аутор у датом раду у коме је, користећи нумеричке симулације и експериментална мерења, показала да је утицај фотогенерисаних носилаца као носилаца наелектрисања на плазма-еластичне фотоакустичке одзиве под великим утицајем површинских стања полупроводника. Тај утицај носилаца одређен је са два кључна ефекта. Први се огледа у великом доприносу плазма-еластичне компоненте укупном сигналу на високим фреквенцијама када је осветљена површина пасивирана, а неосветљена није. Други је окарактерисан структурама сличним пику плазма-еластичних амплитуда када је неосветљена површина пасивирана, а осветљена није. Пикови се јављају када су густине носилаца на обе површине скоро једнаке, слично променама изазваним малим температурним разликама код термоеластичних одзива. Појаве пикова амплитуда првенствено се јављају у плазма-танким и плазма-провидним узорцима са непасивираним осветљеним површинама, док плазма-дебели и плазма-непровидни узорци не показују такво понашање. Поред тога, указано је на то да повећање таласне дужине побудне светлости потискује пикове, повећавајући транспарентност узорка. Допринос кандидата овом раду састојао се у: концепцији и дизајну рада, прикупљању података, анализи и интерпретацији резултата, и припреми основне верзије рада.

## 4. ПОКАЗАТЕЉИ УСПЕХА У НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКОМ РАДУ

### 4.1. Утицајност

Према бази *Scopus* број цитата др Маркушев је 109, док је број цитата без аутоцитата 60. Хиршов индекс кандидата је 7, а без аутоцитата 5.

(доказ: цитатни извештај из базе *Scopus*)

Према правилнику о стицању истраживачких и научних звања који се примењује од 1. јуна 2025, кандидат има цитираност без аутоцитата > 50 чиме је, за тражено звање вишег научног сарадника, испунио квалитативни Б1 услов.

### 4.2. Међународна научна сарадња

Др Маркушев има активну вишегодишњу међународну сарадњу са др Хозе Ордонес-Мирандом, истраживачем који ради у Париском институту за нанонауке на Универзитету Сорбона, Француска. Са њим до сада има 6 заједничких радова:

1. Dragana K. Markushev, Slavica M. Kovacevic, **Jose Ordonez-Miranda**, Dragan D. Markushev, Optical manipulation of the heat flow followed by the thermoelastic photoacoustic response of *n*-type silicon, *Results in Engineering*, **27**, (2025), 106988, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106988> (M21a+)
2. D. K. Markushev, S. M. Kovacevic, J. Ordonez-Miranda, D. D. Markushev, Role of excess free carriers in the plasma-elastic photoacoustic response of semiconductors, *International Journal of Thermophysics*, **47**, 24 (2026). <https://doi.org/10.1007/s10765-025-03695-2> (M21)
3. D. K. Markushev, N. Branković, S. M. Aleksić, D. S. Pantić, S. P. Galović, D. D. Markushev, **J. Ordonez-Miranda**, The Influence of Excess Free Carriers as Heat Carriers on the *n*-Type Silicon Thermoelastic Photoacoustic Responses Explained by Electro-Acoustic Analogies, *International Journal of Thermophysics*, **45**, 107, (2024), <https://doi.org/10.1007/s10765-024-03406-3> (M21)
4. N. Stanojevic, D. K. Markushev, S.M. Aleksić, D.S. Pantić, S.P. Galović, D. D. Markushev, **J. Ordonez-Miranda**, Thermal characterization of *n*-type silicon based on an electro-acoustic analogy, *Journal of Applied Physics*, **133**, 245102 (2023), <https://doi.org/10.1063/5.0152495> (M22)
5. Katarina Lj. Djordjevic, Dragana K. Markushev, Slobodanka P. Galović, Dragan D. Markushev and **Jose Ordonez-Miranda**, Si plate radius influence on the photoacoustic signal processed by neural networks, *Journal of Applied Physics*, **132**, 215701 (2022), <https://doi.org/10.1063/5.0123041> (M22)
6. D. K. Markushev, D. D. Markushev, S. M. Aleksić, D. S. Pantić, S. P. Galović, D. V. Lukić and **J. Ordonez-Miranda**, Enhancement of the thermoelastic component of the photoacoustic signal of silicon membranes coated with a thin TiO<sub>2</sub> film, *Journal of Applied Physics*, **131**, 085105, (2022), <https://doi.org/10.1063/5.0079902> (M22)

(доказ: копије радова)

Према правилнику о стицању истраживачких и научних звања који се примењује од 1. јуна 2025, кандидат има међународну сарадњу кроз објављена бар два заједничка резултата категорија М21-М24 са ауторима из иностраних научних институција, чиме је испунио квалитативни Б2 услов.

#### 4.5. Предавања по позиву (осим на конференцијама)

Кандидат је одржао предавање 14. децембра 2022. године на тему „Термоеластика и неуронске мреже“ на Академији струковних студија Западна Србија – одсек Ужице, у оквиру радионице „Примена машинског учења у оквирима академских и струковних студија“.

(доказ: позивно писмо домаћина са Агендом)

Према правилнику о стицању истраживачких и научних звања који се примењује од 1. јуна 2025, предавања по позиву (осим на конференцијама) (за оцењивани период) кандидат има предавање у домаћој институцији у области високог образовања, чиме је испунио квалитативни Б4 услов.

#### 4.7. Образовање научних кадрова

а) др Маркушев је изабран за **коментора** за израду докторске дисертације кандидата мастер инжењера Неде Бранковић (рођена Станојевић), под називом „Фотоакустичка карактеризација термичких и механичких особина МЕМС материјала коришћењем електроакустичких аналогича“, на Електронском факултету Универзитета у Нишу

(доказ: одлука Сената Универзитета у Нишу о коменторству од 10.07.2024.)

Као саставни део израде дисертације објављено је више радова у међународним часописима и на међународним конференцијама, од којих се издвајају:

1. N. Stanojevic, D. K. Markushev, S.M. Aleksić, D.S. Pantić, S.P. Galović, D. D. Markushev, J. Ordonez-Miranda, Thermal characterization of *n*-type silicon based on an electro-acoustic analogy, *Journal of Applied Physics*, **133**, 245102 (2023), <https://doi.org/10.1063/5.0152495> (M22, 13 страна, Импакт фактор = 2,7)

2. N. Stanojevic, D. K. Markushev, S.M. Aleksić, D.S. Pantić, D.V. Lukić, M. N. Popović, D. D. Markushev, Electro-acoustic analogies between thermoelastic component of the photoacoustic signal and low-pass RC filter, *Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics*, **36**, (4), 2023, pp. 485 - 497, <https://doi.org/10.2298/FUEE2304485S> (M23, 13 страна, Импакт фактор = 0,7)

3. Dragana Markushev, Neda Branković, Sanja Aleksić, Dragan Pantić, Aleksandar Pantić, Dragan Markushev, How to Use Sound as a Powerful Tool for New Materials Characterization, *11th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETRAN)*, Niš, Serbia, 03-06 June 2024, IEEE Publishing 2024, <https://doi.org/10.1109/IcETRAN62308.2024.10645122>

4. D. K. Markushev, N. Lj. Branković, S. M. Kovačević, S. M. Aleksić, D. D. Markushev, Application of RC Analogies in the Framework of Thermal Characterization of Materials Assigned for Electronics, 2025 *IEEE 34th International Conference on Microelectronics (MIEL)*, Niš, Serbia

October 13th-16th, 2025, IEEE Publishing 2025, 255-258, IEEE Catalog No. CFP25432-PRT ISBN 979-8-3315-1416-7, <https://doi.org/10.1109/MIEL66332.2025.11261072>

б) Кандидат је био **ментор** израде *мастер рада* Славице Ковачевић, студента мастер студија физике, смер Примењена и компјутерска физика, под називом „Оптимизација фотоакустичке методе карактеризације материјала засноване на машинском учењу“, одбрањеног 24. септембра 2024, на Физичком Факултету Универзитета у Београду.

(доказ: Потврда Физичког факултета од 09.02.2026)

Као саставни део израде масте рада објављен је рад на међународној конференцији:

1. Kovacevic SS, Jordovic-Pavlovic MI, Popovic MN, Markushev DD, Dobardzic EF, Markushev DK, P46 - Machine Learning optimal photoacoustic characterisation of aluminium using thermoelastic response, *ICPPP22: 22nd International conference on photoacoustic and photothermal phenomena: Proceedings*, 08-12 July 2024, Coimbra, University of Coimbra, Portugal, 2024, 367-369, ISBN: 978-989-33-6212-9,

в) Кандидат је био **коментор** израде *мастер рада* Кристине Милојевић, студента мастер струковних студија, смер Информационе технологије и системи, под називом „Оптимална редукација димензија у обради резултата фотоакустичких мерења“, одбрањеног 19. фебруара 2024, на Академији струковних студија Западна Србија – Одсек Ужице.

(доказ: Уверење Академије струковних студија Западна Србија – Одсек Ужице од 19.02.2024)

Као саставни део израде мастер рада објављен је рад на међународној конференцији:

1. Jordovic Pavlovic Miroslava, Milojević Kristina, Markushev Dragana, Markušev Dragan, Principal Component Analysis in Processing Photoacoustic Measurement Data, *13th International Scientific Conference Science and Higher Education in Function of Sustainable Development – SED 2023, Proceedings*, 5th to 8th June 2023, in Vrnjačka Banja, Serbia, 2023, 209-213

Према правилнику о стицању истраживачких и научних звања који се примењује од 1. јуна 2025, кандидат има **једно коменторство на докторској тези и два менторства на мастер тезама**, чиме је испунио квалитативни А1 услов.

#### Додатне активности

г) Кандидат је био **ментор** израде *матурског рада* Ање Вукмировић, матуранта IVb Математичке гимназије у Београду, под називом „Фотоакустика кроз призму

интеракције светлости и материје: Како звуче супстанце?“, одбрањеног 10. јуна 2025, у Математичкој гимназији у Београду.

(доказ: распоред одбрана матурских радова из физике са сајта Математичке гимназије <https://www.mg.edu.rs/sr/podmeni/ucenici/maturski-ispit/maturski-ispit-2025>)

г) Кандидат је, у периоду од 2023. до 2025, био **члан Комисије за такмичење** из физике ученика средњих школа Друштва физичара Србије ангажован као *прегледач* задатака на Републичким и такмичењима Српске Физичке Олимпијаде у периоду 2023-2024, као и изборном такмичењу за Балканску Олимпијаду из Физике (ВРО) 2025. Кандидат је био и *аутор* задатака за све нивое такмичења за II разред 2023.

(доказ: задаци са такмичења [https://drive.google.com/drive/folders/1kSvKz1t\\_LhG-N5QzjmZSN96LH8tFHkXJ](https://drive.google.com/drive/folders/1kSvKz1t_LhG-N5QzjmZSN96LH8tFHkXJ))

## БИБЛИОГРАФИЈА КАНДИДАТА

Са \* су означени резултати пре избора у звање научни сарадник 15.10.2021.

### Радови објављени у научним часописима међународног значаја M20

#### *Рад у водећем међународном часопису категорије M21a+ (20 поена)*

1. Dragana K. Markushev, Slavica M. Kovacevic, Jose Ordonez-Miranda, Dragan D. Markushev, Optical manipulation of the heat flow followed by the thermoelastic photoacoustic response of n-type silicon, *Results in Engineering*, **27**, (2025), 106988, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106988> (10 страна, Импакт фактор = 7,9)

#### *Рад у водећем међународном часопису категорије M21a (12 поена)*

1. D.K. Markushev, N.Lj. Brankovic, S.P. Galovic, K.Lj. Djordjevic, S.M. Aleksic, D.S. Pantic, D.D. Markushev, The cut-off frequency – a key concept in the heat flow measurements based on the thermoelastic photoacoustic response, *Measurement*, **248**, (2025), 116902, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.116902> (11 страна, Импакт фактор = 5,6)

#### *Рад у водећем међународном часопису категорије M21 (8 поена)*

1. D. K. Markushev, S. M. Kovacevic, J. Ordonez-Miranda, D. D. Markushev, Role of excess free carriers in the plasma-elastic photoacoustic response of semiconductors, *International Journal of Thermophysics*, **47**, 24 (2026). <https://doi.org/10.1007/s10765-025-03695-2> (24 стране, Импакт фактор = 2,9)

2. Slobodanka Galovic, Dragana K. Markushev, Dragan D. Markushev, Katarina Djordjevic, Marica Popovic, Edin Suljovrujic, Dragan M. Todorovic, Time-resolved photoacoustic response of thin semiconductors measured with minimal volume cell: influence of photoinduced charge carriers, *Applied Science*, **15**, (2025), 7290, <https://doi.org/10.3390/app15137290> (23 стране, Импакт фактор = 2,7)

3. D. K. Markushev, N. Branković, S. M. Aleksić, D. S. Pantić, S. P. Galović, D. D. Markushev, J. Ordonez-Miranda, The Influence of Excess Free Carriers as Heat Carriers on the n-Type Silicon Thermoelastic Photoacoustic Responses Explained by Electro-Acoustic Analogies, *International Journal of Thermophysics*, **45**, 107, (2024), <https://doi.org/10.1007/s10765-024-03406-3> (23 стране, Импакт фактор = 2,9)

4. Katarina Lj Djordjević, Dragana K. Markushev, Marica N. Popović, Mioljub V. Nesić, Slobodanka P. Galović, Dragan V. Lukić and Dragan D. Markushev, Photoacoustic Characterization of TiO<sub>2</sub> Thin-Films Deposited on Silicon Substrate Using Neural Networks, *Materials*, **16** (7), 2865, (2023); <https://doi.org/10.3390/ma16072865> (17 страна, Импакт фактор = 3,5)

5. K Lj Djordjevic, S P Galović, Ž M Čojbašić, D D Markushev, D K Markushev, S M Aleksic, D S Pantic, Electronic Characterization of Plasma-Thick n-Type Silicon Using Neural Networks and Photoacoustic Response, *Optical and Quantum Electronics*, **54**, 485 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11082-022-03808-3> (14 страна, Импакт фактор = 4,0)

\*6. Jovančić N., Markushev D.K., Markushev, D.D., Aleksić S.M., Pantić D. S., Korte D., Franko M., Thermal and Elastic Characterization of Nanostructured Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Polymorphs and TiO<sub>2</sub>-Coated Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Using Open Photoacoustic Cell, *International Journal of Thermophysics*, **41**, 90 (2020), <https://doi.org/10.1007/s10765-020-02669-w> (14 страна, Импакт фактор = 2,9)

**Рад у међународном часопису категорије М22 (5 поена)**

1. N. Stanojevic, D. K. Markushev, S.M. Aleksić, D.S. Pantić, S.P. Galović, D. D. Markushev, J. Ordonez-Miranda, Thermal characterization of n-type silicon based on an electro-acoustic analogy, *Journal of Applied Physics*, **133**, 245102 (2023), <https://doi.org/10.1063/5.0152495> (13 страна, Импакт фактор = 2,7)

2. S. P. Galovic, K. Lj. Djordjevic, M. V. Nestic, M. N. Popovic, D. D. Markushev, D. K. Markushev, D. M. Todorovic, Time-domain minimum-volume cell photoacoustic of the thin semiconductor layer. I. Theory, *Journal of Applied Physics*, **133**, 245701 (2023), <https://doi.org/10.1063/5.0152519> (13 страна, Импакт фактор = 2,7)

3. Stanimirović Ivanka, Markushev Dragana, Stanimirović Zdravko, Galović Slobodanka, Djordjević Katarina, Analysis of plasma-elastic component of time-domain photoacoustic response, *Journal of Applied Physics*, **133**, (2023), 235701, <https://doi.org/10.1063/5.0152713> (13 страна, Импакт фактор = 2,7)

4. Katarina Lj. Djordjevic, Dragana K. Markushev, Slobodanka P. Galović, Dragan D. Markushev and Jose Ordonez-Miranda, Si plate radius influence on the photoacoustic signal processed by neural networks, *Journal of Applied Physics*, **132**, 215701 (2022), <https://doi.org/10.1063/5.0123041> (12 страна, Импакт фактор = 2,7)

5. D. K. Markushev, D. D. Markushev, S. M. Aleksić, D. S. Pantić, S. P. Galović, D. V. Lukić and J. Ordonez-Miranda, Enhancement of the thermoelastic component of the photoacoustic signal of silicon membranes coated with a thin TiO<sub>2</sub> film, *Journal of Applied Physics*, **131**, 085105, (2022), <https://doi.org/10.1063/5.0079902> (12 страна, Импакт фактор = 2,7)

6. S. M. Aleksić, D. K. Markushev, D. D. Markushev, D. S. Pantić, D. V. Lukić, M. N. Popović & S. P. Galović, Photoacoustic Analysis of Illuminated Si-TiO<sub>2</sub> Sample Bending Along the Heat-Flow Axes, *Silicon*, **14**, 9853–9861 (2022), <https://doi.org/10.1007/s12633-022-01723-6> (9 страна, Импакт фактор = 3,3)

\*7. Markushev D.K., Markushev D.D., Aleksić S.M., Pantić D.S., Galovic S.P., Todorovic D.M., and J. Ordonez-Miranda, Experimental photoacoustic observation of the photogenerated excess carrier influence on the thermoelastic response of n-type silicon, *Journal of Applied Physics*, **128**, 095103 (2020), <https://doi.org/10.1063/5.0015657> (10 страна, Импакт фактор = 2,7)

\*8. Markushev D.K., Markushev D.D., Aleksić S.M., Pantić D.S., Galovic S.P., Todorovic D.M., and J. Ordonez-Miranda, Effects of the photogenerated excess carriers on the thermal and elastic properties of n-type silicon excited with a modulated light source: Theoretical analysis, *Journal of Applied Physics*, **126** (18), 185102 (2019), <https://doi.org/10.1063/1.5100837> (10 страна, Импакт фактор = 2,7)

### ***Рад у међународном часопису категорије М23 (3 поена)***

1. N. Stanojevic, D. K. Markushev, S.M. Aleksić, D.S. Pantić, D.V. Lukić, M. N. Popović, D. D. Markushev, Electro-acoustic analogies between thermoelastic component of the photoacoustic signal and low-pass RC filter, *Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics*, **36**, (4), 2023, pp. 485 - 497, <https://doi.org/10.2298/FUEE2304485S> (13 страна, Импакт фактор = 0,7)

### ***Зборници међународних научних скупова М30***

#### ***Саопштење са међународног скупа штампано у целини М33 (1 поен)***

1. D. K. Markushev, N. Lj. Branković, S. M. Kovačević, S. M. Aleksić, D. D. Markushev, Application of RC Analogies in the Framework of Thermal Characterization of Materials Assigned for Electronics, *2025 IEEE 34th International Conference on Microelectronics (MIEL)*, Niš, Serbia October 13th-16th, 2025, IEEE Publishing 2025, 255-258, <https://doi.org/10.1109/MIEL66332.2025.11261072>

2. Dragana Markushev, Neda Branković, Sanja Aleksić, Dragan Pantić, Aleksandar Pantić, Dragan Markushev, How to Use Sound as a Powerful Tool for New Materials Characterization, *11th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETRAN)*, IEEE Publishing 2024, paper1636 pp 1-6, <https://doi.org/10.1109/IcETRAN62308.2024.10645122> (*позивно предавање*)

3. Markushev DK, Brankovic N, Galovic SP, Djordjevic KLj, Alekic SM, Pantic DS, Markushev DD, P16 - The cut-off frequency - a key in the thermoelastic photoacoustic response, *ICPPP22: 22nd International conference on photoacoustic and photothermal phenomena: Proceedings*, 08-12 July 2024, Coimbra, University of Coimbra, Portugal, 2024, 293-295, ISBN: 978-989-33-6212-9,

4. Kovacevic SS, Jordovic-Pavlovic MI, Popovic MN, Markushev DD, Dobardzic EF, Markushev DK, P46 - Machine Learning optimal photoacoustic characterisation of aluminium using thermoelastic response, *ICPPP22: 22nd International conference on photoacoustic and photothermal phenomena: Proceedings*, 08-12 July 2024, Coimbra, University of Coimbra, Portugal, 2024, 367-369, ISBN: 978-989-33-6212-9,

5. Popovic MN, Markushev DD, Milicevic D, Markushev DK, Djordjevic KLj, Galovic SP, P61 - Photoacoustic characterization of Poly-L-Lactide, *ICPPP22: 22nd International conference on photoacoustic and photothermal phenomena : Proceedings*, 08-12 July 2024, Coimbra, University of Coimbra, Portugal, 2024, 403-405, ISBN: 978-989-33-6212-9,

6. Katarina Lj Djordjevic, Slobodanka P Galović, Miroslava I Jordović-Pavlović, Dragan D Markushev, Dragana K Markushev, Mijub V Nešić, and Marica N Popović, Evaluation of Thermophysical Properties of Semiconductors by Photoacoustic Phase Neural Network, *Conference: 11th International Conference of the Balkan Physical Union (BPU 11)*, October 2023, *Proceedings of Science*, **157**, <http://dx.doi.org/10.22323/1.427.0157>

7. Jordovic Pavlovic Miroslava, Milojević Kristina, Markushev Dragana, Markušev Dragan, Principal Component Analysis in Processing Photoacoustic Measurement Data, *13th International Scientific Conference Science and Higher Education in Function of Sustainable*

*Development –SED 2023, Proceedings, 5th to 8th June 2023, in Vrnjačka Banja, Serbia, 2023, 209-213, ISBN 978-86-82078-18-0*

***Саопштење са међународног скупа штампано у изводу М34 (0.5 поена)***

1. Dragan Markushev, Dragana Markushev, A new and straightforward method for thermal quality control of radiation shielding materials based on photoacoustic thermoelastic response, *Book of Abstracts, International Conference on Radiation Applications (RAP 2025)*, May 26–30, 2025, Hellenic Centre of Marine Research (HCMR), Gournes-Heraklion, Crete, Greece, Sievert Association, Niš, Serbia, 2025, 142, ISBN: 978-86-81652-07-7

2. Dragana Markushev, Dragan Markushev, Reduction of a set of thermoelastic photoacoustic parameters used for shielding material characterization, *Book of Abstracts, International Conference on Radiation Applications (RAP 2025)*, May 26–30, 2025, Hellenic Centre of Marine Research (HCMR), Gournes-Heraklion, Crete, Greece, Sievert Association, Niš, Serbia, 2025, 146, ISBN: 978-86-81652-07-7

3. M.N. Popovic, S.P. Galovic, D.K. Markushev, E. Suljovrujic, D.D. Markushev, Transmission Photoacoustic Response of Coated Polymer Samples Measured With Minimum Volume Cell, *Book of Abstracts, 4<sup>th</sup> Conference on Photoacoustic and Photothermal Theory and Applications (CPPTA)*, 22-25 September 2025, Warsaw, Poland, 16, <https://cppta.eu/>

4. Galovic S, Markushev D K, Markushev D D, Djordjevic K, Popovic M, Suljovrujic E, Todorovic D, OC19 - Influence of excess charge carriers recombination to time-resolved photoacoustic response of semiconductor, *ICPPP22: 22nd International conference on photoacoustic and photothermal phenomena: Proceedings*, 08-12 July 2024, Coimbra, University of Coimbra, Portugal, 2024, 141-142, ISBN: 978-989-33-6212-9,

5. Djordjevic KLj, Markushev DK, Popovic MN, Nestic MV, Galovic SP, Lukic DV, Markushev DD, Characterization of TiO<sub>2</sub> thin films deposited on silicon membranes using neural networks, *ICPPP21: 21st International conference on photoacoustic and photothermal phenomena: Book of Abstracts*, 19-24 June 2024, Bled, Slovenia, 2022, 35-36.

6. Nestic MV, Miletic VV, Milicevic DS, Djordjevic KLj, Jordovic-Pavlovic MI, Markushev DK, Popovic MN, Thermoelastic and optical properties of PLLA estimated by photoacoustic measurements, *ICPPP21: 21st International conference on photoacoustic and photothermal phenomena: Book of Abstracts*, 19-24 June 2024, Bled, Slovenia, 2022, 77-78.

7. Misovic A, Nestic MV, Djordjevic KL, Markushev DK, Popovic MN, Markushev DD, Galovic SP, Estimation of heat propagation speed in the thin graphene-oxide foil by photoacoustic spectroscopy, *ICPPP21: 21st International conference on photoacoustic and photothermal phenomena: Book of Abstracts*, 19-24 June 2024, Bled, Slovenia, 2022, 291-292.

8. Jordovic-Pavlovic MI, Popovic MN, Galovic SP, Djordjevic KLj, Nestic MV, Markushev DK, Markushev DD, The reduction of neural network input vector for efficient optimization of photoacoustic calibration, *ICPPP21: 21st International conference on photoacoustic and photothermal phenomena: Book of Abstracts*, 19-24 June 2024, Bled, Slovenia, 2022, 367-368.

\*9. D. K. Markushev, M. N. Popovic, S. P. Galovic, K. Lj. Djordjevic, D. D. Markushev, J. Ordonez-Miranda, "Steady-state temperature component within an n-type silicon plate

illuminated with a laser beam of modulated intensity", The 20th International Conference on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, July 7-12, 2019, Moscow, Russia, ICPPP20 Book of Abstracts, (2019), pp. 325-326.

\*10. D. K. Markushev, S. Aleksic, D.S. Pantic, D. D. Markushev, M. D. Rabasovic, D. M. Todorovic, M. Lukic, Z. Cojbasic, "Industrial application of computationally intelligent photoacoustic: Analysis of Si plates in frequency domain", 18th International Conference on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, September 6-10, 2015, Novi Sad, Serbia, ICPPP18 Book of Abstracts, (2015), p 198.

(бодови=0.5)

\*11. D. K. Markushev, S. Aleksic, D.S. Pantic, D. D. Markushev, M. D. Rabasovic, D. M. Todorovic, "Theoretical study of silicon membranes by solid state photoacoustics: thermoelastic properties in frequency domain", 18th International Conference on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, September 6-10, 2015, Novi Sad, Serbia, ICPPP18 Book of Abstracts, (2015), p 177

#### **Радови објављени у часописима националног значаја М50**

#### ***Рад у водећем националном часопису категорије М52 (2 поена)***

\*1. Dragana K. Markushev, Dragan D. Markushev, Slobodanka Galović, Sanja Aleksić, Dragan S. Pantić, Dragan M. Todorović, "The surface recombination velocity and bulk lifetime influences on photogenerated carrier density and temperature distributions in n-type silicon excited by a frequency-modulated light source", *FACTA UNIVERSITATIS Series: Electronics and Energetics* **31**, 2, (2018), pp. 313 - 328 <https://doi.org/10.2298/FUEE1802313M> (15 страна, Импакт фактор = 0,7)

\*2. Sanja M. Aleksić, Dragana K. Markushev, Dragan S. Pantić, Mihajlo D. Rabasović, Dragan D. Markushev, Dragan M. Todorović, "Electro-acoustic influence of measuring system on the photoacoustic signal amplitude and phase in frequency domain", *FACTA UNIVERSITATIS Series: Physics, Chemistry and Technology*, **14**, 1, (2016), pp. 9 - 20, <https://doi.org/10.2298/FUPCT1601009A>

## 5. КВАНТИФИКАЦИЈА НАУЧНИХ РЕЗУЛТАТА КАНДИДАТА

Врста резултата	Вредност резултата (Прилог 2.)	Укупан број резултата (укупан број резултата који подлежу нормирању)	Укупан број бодова
M21a+	20	1(0)	20
M21a	12	1(0)	12
M21	8	5(0)	40
M22	5	6(0)	30
M23	3	1(0)	3
M33	1	7(0)	7
M34	0,5	8(0)	4
<b>УКУПНО</b>			<b>116</b>

**Поређење са минималним квантитативним условима за избор у тражено научно звање**

Диференцијални услов за оцењивани период за избор у научно звање: <i>виши научни сарадник</i>	Неопходно	Остварени број бодова
Укупно	<b>50</b>	<b>116</b>
Обавезни: M11+M12+M21+M22+ M23+M91+M92+M93	<b>35</b>	<b>105</b>
Обавезни (2): M21+...		

Према правилнику о стицању истраживачких и научних звања који се примењује од 1. јуна 2025, за избор у звање виши научни сарадник неопходно је да кандидат испуни најмање **три** услова са збирне листе А и Б. Кандидат др Драгана Маркушев испуњава **четири** услова са збирне листе: **A2) Менторски рад, Б1) Цитираност, Б2) Међународна научна сарадња, Б4) Предавања по позиву.**

## 6. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу свеобухватне анализе научног рада *др Драгана К. Маркушев*, Комисија једногласно закључује да, према важећем Правилнику о стицању истраживачких и научних звања Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, кандидат у потпуности испуњава услове за избор у звање *виши научни сарадник*.

Од претходног избора у звање, др Маркушев је остварила значајне резултате, укључујући 14 радова на SCI листи (1 у категорији M21a+, 1 у M21a, 5 у M21, 6 у M22 и 1 у M23), при чему је на 5 радова била први аутор. Поред тога, објавила је 8 саопштења на међународним скуповима и испуњава четири услова са збирне листе А и Б. Кандидат, др Маркушев, је кроз менторски рад показала изузетну самосталност, ентузијазам и посвећеност у развоју научних кадрова, што се огледа у њеном коменторству у изради 1 докторске дисертације, и менторству и коменторству одбрањених 2 мастер рада. Ова активност поткрепљује њену научну компетентност и показује посвећеност унапређењу научне заједнице. Кандидат има активну међународну сарадњу са Париским институтом за нанонауку на Универзитету Сорбона, Француска. Према бази Scopus, радови др Маркушев су цитирани 117 пута (од тога 60 без аутоцитата).

С обзиром на све наведене аспекте, укључујући квантитативне и квалитативне показатеље, као и висок степен самосталности у раду, Комисија сматра да је др *Драгана К. Маркушев* демонстрирала изузетну зрелост и научну компетентност. Стога, у складу са Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, Комисија са великим задовољством предлаже Научном већу Института за физику у Београду да усвоји предлог за избор др *Драгана К. Маркушев* у звање *виши научни сарадник*.

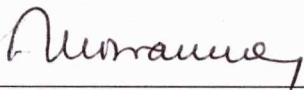
У Београду, 31.03.2026. Чланови комисије:



Академик др Бранислав Јеленковић  
Научни саветник у пензији  
Институт за физику у Београду



др Ненад Сакан  
Виши научни сарадник  
Институт за физику у Београду



Проф. др Мирослав Драмићанин  
Научни саветник  
Институт за нуклеарне науке, Винча