

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног
родитеља и име Лукић Георги Младена
Датум и место рођења 24.11.1971. у Нишу

Основне студије

Универзитет Универзитет у Нишу
Факултет Филозофски факултет
Студијски програм Физика
Звање Дипломирани физичар за примењену физику
Година уписа 1990.
Година завршетка 1999.
Просечна оцена 8,3

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ - НИШ
ПРИМЉЕНО 19.12.2017.
СТ. БРОЈ 01 4683

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет Универзитет у Нишу
Факултет Природно-математички факултет
Студијски програм Физика
Звање Магистар физичких наука
Година уписа 2000.
Година завршетка 2013.
Просечна оцена 9,38
Научна област Физика
Наслов завршног рада Примена вештачке интелигенције у физици околине и настави физике

Докторске студије

Универзитет
Факултет
Студијски програм
Година уписа
Остварен број ЕСПБ бодова
Просечна оцена

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације Анализа атмосферских полутаната интелигентном импулсном фотоакустиком
Име и презиме ментора, звање др Драган Маркушев, научни саветник
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације Број: 8/17-01-003/15-012.
Датум: 10.3.2015. године.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна 183 (сто осамдесет три)
Број поглавља 8 (осам)
Број слика (шема, графика) 53 (педесет три)
Број табела 8 (осам)
Број прилога -

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1.	<p>Lukić, M., Čojbašić, Ž., Rabasović, M., Markushev, D., Todorović, D. Laser Fluence Recognition Using Computationally Intelligent Pulsed Photoacoustics Within the Trace Gases Analysis. <i>International Journal of Thermophysics</i> (2017) 38:165. (pp 12). DOI: 10.1007/s10765-017-2296-5</p> <p>У раду је истражена могућност примене вештачких неуронских мрежа за одређивање вредности густине енергије ласерског зрачења Φ, из интензитета фотоакустичког сигнала. Услед варијација параметра Φ у фотоакустичким експериментима, могу настати грешке у одређивању вредности апсорпционог пресека и вероватноће дисоцијације, као и ефикасности апсорпције различитих атмосферских полутаната. Ефикасност процене параметра Φ неуронском мрежом, потврђена је тестирањем на експерименталним фотоакустичким сигнаlima у смеши SF₆ + Ar. Резултати показују да се осим симултане и прецизне процене вредности параметра Φ, у реалном времену, применом неуронских мрежа остварују услови за поједностављење експерименталне апаратуре. Инструменти за мерење профила и густине енергије ласерског зрачења за велике интензитета зрачења, могу се заменити одговарајућим софтвером.</p>	M23
2.	<p>Lukić, M., Čojbašić, Ž., Rabasović, M. & Markushev D. Computationally intelligent pulsed photoacoustics. <i>Measurement Science and Technology</i> (2014) 25:125203 (9pp). DOI:10.1088/0957-0233/25/12/125203</p> <p>У раду је дискутована примена интелигентних техника у импулсној фотоакустичкој спектроскопији. Вишеслојна перцептронска неуронска мрежа је примењена на истовремено одређивање просторног профила ласерског зрачења и вибрационо-транслационог релаксационог времена вишеатомских молекула у гасу. Мрежа је обучавана теоријским сигнаlima прилагођеним датој експерименталној поставци. Обучена мрежа је коришћена за погађање непознатих параметара експерименталног сигнала добијеног у смеши SF₆ + Ar. Генетском оптимизацијом су рачунати поменути параметри фитовањем фотоакустичког сигнала, различитим бројем генерација. Имплементацијом интелигентних техника у импулсну фотоакустичку спектроскопију, отварају се могућности одређивања главних параметара фотоакустичког сигнала, у <i>in situ</i> мерењима атмосферских полутаната, у реалном времену и у широком опсегу вредности.</p>	M21
3.	<p>Lukić M., Čojbašić Ž., Rabasović M., Markushev D., Todorović D. Genetic Algorithms Application for the Photoacoustic Signal Temporal Shape Analysis and Energy Density Spatial Distribution Calculation. <i>International Journal of Thermophysics</i> (2013) 34 (8-9):1466-1472. DOI 10.1007/s10765-013-1529-5</p> <p>Приказан је метод заснован на анализи временског облика фотоакустичког сигнала, који користи генетске алгоритме за истовремено одређивање полупречника профила ласерског зрачења и молекуларног вибрационо-транслационог релаксационог времена. Тестирање метода је извршено симулирањем експерименталног сигнала, теоријским фотоакустичким сигналом израчунатим за познати профил ласерског зрачења (Gauss-ов, top hat или Lorentz-ов профил). Показано је да прецизност решења зависи од параметара алгоритма тј. строжи критеријуми заустављања алгоритма захтевају дуже време рада, али производе тачнији резултат. Узимајући у обзир могућности паралелног претраживања простора и налажења довољно доброг решења и у случају када оптимално није нађено, овај метод је показао велики потенцијал за практичне примене.</p>	M23
4.	<p>Lukić M., Čojbašić Ž., Rabasović M., Markushev D., Todorović D. Neural Networks-Based Real-Time Determination of the Laser Beam Spatial Profile and Vibrational-to-Translational Relaxation Time Within Pulsed Photoacoustics. <i>International Journal of Thermophysics</i> (2013) 34 (8-9):1795-1802. DOI 10.1007/s10765-013-1507-y</p> <p>У циљу унапређења постојеће експерименталне апаратуре, примењене су неуронске мреже, да би се избегло коришћење уређаја за одређивање просторног профила ласерског снопа. Идеја изложена у овом раду је била да се применом технике вештачких неуронских мрежа, што прецизније и у реалном времену израчуна полупречник профила ласерског зрачења и време релаксације. Обучаван је велики број мрежа различитих топологија и показано да су све продуковале резултат за време реда величине 10 μs. У зависности од топологије мреже, добијена је другачија просечна</p>	M23

вредност потребног времена за процену параметара, али приказани резултати недвосмислено показују да се ради о извршавању задатака у реалном времену.

5. Rabasović M., Markushev D., Čojbašić Ž., Lukić M. & Todorović, D. Spatial laser beam determination by pulsed photoacoustics: detection radius/signal wavelength approximation. *Physica Scripta* (2013) T157: 014058 (6pp). DOI:10.1088/0031-8949/2013/T157/014058

M22

Профил снопа ласерског зрачења, могуће је одредити користећи математички алгоритам развијен за фотоакустичку томографију. У случају да је детекциони полупречник много већи од таласне дужине фотоакустичког сигнала (тзв. апроксимација детекциони полупречник/таласна дужина сигнала) израчунавање се поједностављује. Анализиран је фотоакустички сигнал у временском домену. Фотоакустички сигнал је генерисан у смеси SF₆ + Ar. Истовремено са профилем ласерског снопа израчунато је и време вибрационо-транслационе релаксације. Дискутована је и могућност примене неуронских мрежа и генетске оптимизације на решавање овог проблема.

6. Lukić, M., Čojbašić Ž., Rabasović M., Markushev D. and Todorović D. Computational intelligence based simultaneous determination of the spatial profile of the laser beam and vibrational-rotational relaxation time by pulsed photoacoustics. *Facta Universitatis, Series: Physics, Chemistry and Technology* (2012) 10 (1):1-12. DOI: 10.2298/FUPCT1201001L

M52

У раду су представљени резултати имплементације вишеслојних неуронских мрежа са унапредним простирањем сигнала и реално-кодираних генетских алгоритама. Технике вештачке интелигенције су коришћене са циљем повећања ефикасности и прецизности метода фотоакустичке спектроскопије. Потенцијали метода су тестирани упоређивањем вредности параметара процењених поменутих методама вештачке интелигенције и параметара задатог фотоакустичког сигнала. Обучена неуронска мрежа је у реалном времену процењивала вредности непознатих параметара фотоакустичког сигнала, полупречника ласерског профила и времена релаксације молекула, док су реално-кодираним генетским алгоритмима истовремено одређиване вредности параметара сигнала у широком опсегу задатих вредности.

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА

Кандидат Младена Г. Лукић је аутор четири рада објављена у међународним часописима категорија: M21 (један рад) и M23 (три рада); рада објављеног у часопису чији је издавач Универзитет у Нишу (катеорије M52) и коаутор је једног рада категорије M22. Радови садрже резултате истраживања приказаног у оквиру ове докторске дисертације. На основу наведеног, кандидат испуњава све услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторску дисертацију чини осам поглавља.

У првом, уводном поглављу је дат кратак осврт на примену фотоакустичке спектроскопије и техника вештачке интелигенције у детекцији атмосферских полутаната. Поменуте су основне области примене фотоакустичке спектроскопије и предности у односу на друге, традиционалне спектроскопске технике, посебно у анализи атмосферских полутаната. Са друге стране, указано је на све већу употребу интелигентних техника у савременој анализи атмосферских полутаната.

У другом поглављу су разматране теоријске основе импулсне фотоакустике у гасним смешама. Приказан је механизам формирања фотоакустичких таласа, након апсорпције инфрацрвеног ласерског зрачења молекулама узорка. Дате су и основе мултифотонских процеса, карактеристичних за интеракцију јаког електромагнетног зрачења (ласерског) и материје. Описан је процес молекулских релаксација вишеатомских молекула.

Треће поглавље представља преглед свих интелигентних метода коришћених у анализи фотоакустичког сигнала. Поглавље садржи теоријски опис вишеслојне перцептронске мреже и неуронске мреже засноване на радијалним базисним функцијама, неуро – фази адаптивног система закључивања (ANFIS) и метода метахеуристичке оптимизације (генетских алгоритама, алгоритма ројева честица, алгоритма колоније вештачких пчела и алгоритма симулираног жарења).

Поглавље четири садржи опис фотоакустичке апаратуре коришћене у експерименту.

У поглављу пет су приказани резултати примене неуронских мрежа на истовремено одређивање времена релаксације и просторног профила ласерског зрачења. У овом и у наредним поглављима је разматрано у којој мери се интелигентним техникама могу подржати и унапредити добре особине фотоакустичке анализе, пре свега: осетљивост, селективност и широк динамички опсег. Примењене су: вишеслојна перцептронска мрежа и неуронска мрежа заснована на радијалним базисним функцијама. Упоредиване су перформансе ових мрежа у одређивању поменутих параметара фотоакустичког сигнала насталих у смешама $SF_6 + Ar$ и $C_2H_4 + Ar$. Анализирано је и дискутовано време релаксације молекула SF_6 и C_2H_4 .

Шесто поглавље обједињује резултате примене неуро и неуро-фази анализе интензитета експерименталног фотоакустичког сигнала у смешама апсорбер (SF_6 или C_2H_4) + бафер гас. Описан је метод одређивања густине енергије ласерског зрачења Φ на основу интензитета експерименталног фотоакустичког сигнала. Параметар Φ је важан параметар у карактеризацији ефикасности апсорпције, посебно у експериментима мултифотонске апсорпције. Дискутоване су и апсорпционе карактеристике молекула SF_6 и C_2H_4 .

У седмом поглављу је дат преглед резултата примене различитих метахеуристичких метода на истовремено одређивање параметара фотоакустичког сигнала. Добијени резултати су упоређивани, са аспекта прецизности и ефикасности, како би се издвојила најпогоднија техника за имплементацију у фотоакустичку апаратуру за *in situ* мерења.

У последњем, осмом поглављу дата су закључна разматрања, као и правци будућих истраживања. Приказани резултати су указали на велике потенцијале примене интелигентних техника. Предности остварене применом ових метода се огледају у прецизном одређивању непознатих параметара експерименталног сигнала у реалном времену. Поједностављење експерименталне апаратуре се може реализовати заменом инструмената за мерење профила и густине енергије ласерског зрачења одговарајућим софтвером, те се евентуалне корекције насталих варијација могу свести на модификацију софтвера. На крају, захваљујући особинама интелигентних техника: адаптацији, учењу на основу искуства, аутоматизовању интелигентних реакција везаних за процес мишљења, доношења одлука и закључивања, отварају се широке могућности да се фотоакустичка анализа атмосферских полутаната употпуни и системом за предвиђање будућих загађења.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

У пријави дисертације као основни циљ дефинисана је потреба да се техникама вештачке интелигенције изврши карактеризација атмосферских полутаната (SF_6 и C_2H_4) импулсном фотоакустиком у односу на њихове апсорпционе и релаксационе особине, као и да се апаратура која се користи у мерењима на терену поједностави. Да би постигла постављени циљ кандидаткиња посебно акцентира примену неуронских мрежа, фази логике, неуро-фази адаптивних система закључивања и метахеуристичких оптимизационих техника за симултано добијање четири независна параметра који карактеришу како полутанте тако и експерименталну поставку. Користећи доступне експерименталне податке, кандидаткиња је дошла до закључка да вештачка интелигенција у оквирима фотоакустичке спектроскопије има и практичну примену. Увидом у написану докторску дисертацију може се закључити да је задати циљ успешно реализован.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Значај и научни допринос докторске дисертације, у најширем је у реализованом практичном истраживању на пољу развоја и примене метода вештачке интелигенције у оквиру импулсне фотоакустике гасова и свеобухватном теоријском и концептуалном уобличавању материје значајне за науку везане за заштиту атмосфере и физику околине.

Конкретније, теоријски допринос докторске дисертације је у систематизацији сазнања о могућим применама метода вештачке интелигенције и до сада реализованих претходних истраживања како у свету, тако и код нас. За резултате експерименталних истраживања може се са правом рећи да представљају посебан допринос докторске дисертације, јер обезбеђују адекватне доказе о примењивости вештачке интелигенције у реалном окружењу.

Сумирањем теоријских и експерименталних истраживања обезбеђена је интеграција знања о методама обраде података и развоју ефикасних уређаја за праћење гасова у траговима. Резултат таквог рада је научно заснован и практично потврђен садржај докторске дисертације на основу кога су дате препоруке у циљу имплементације приказаних метода у анализи атмосферских полутаната.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат је у свим фазама припреме и израде докторске дисертације показао висок ниво самосталности. Самосталност је развијана паралелно са уважавањем стручних сугестија чланова комисије. Пажљивом анализом релевантне домаће и стране литературе из области импулсне инфрацрвене фотоакустичке спектроскопије и примена метода вештачке интелигенције, кандидат је самостално дефинисао циљеве дисертације, поставио истраживачке хипотезе, одабрао теоријске моделе и експерименталне поставке неопходне за реализацију истраживачког дела дисертације.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Комисија констатује да су резултати истраживања, научни допринос и самосталност научног рада кандидата у складу са захтевом научне оригиналности, академском етиком и потпуно сагласни са одредбама Закона, Статута Универзитета и Статута Природно-математичког факултета у Нишу.

Сходно томе, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију кандидата Младене Г. Лукић под називом „Анализа атмосферских полутаната интелигентном импулсном фотоакустиком“ и предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета у Нишу да прихвати Извештај о оцени докторске дисертације и одобри њену јавну одбрану.

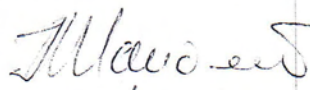
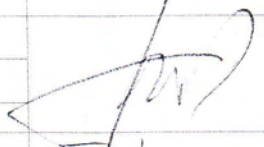
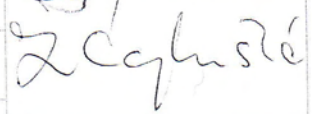


КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовану Комисије

8/17-01-010/17-007


Датум именованја Комисије

04.12.2017.

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	Др Иван Манчев, ред. проф.	председник	
	Теоријска физика (Научна област)	Природно-математички факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
2.	Др Драган Маркушев, научни саветник	ментор, члан	
	Физика (Научна област)	Институт за физику у Београду (Установа у којој је запослен)	
3.	Др Жарко Ђојбашић, ред. проф.	члан	
	Аутоматско управљање и роботика (Научна област)	Машински факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
4.	Др Михаило Рабасовић, научни сарадник	члан	
	Физика (Научна област)	Институт за физику у Београду (Установа у којој је запослен)	
5.	Др Љубиша Нешић, ред. проф.	члан	
	Теоријска физика (Научна област)	Природно-математички факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

.....

	ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ	Број:
	ИЗВЕШТАЈ КОМИСИЈЕ О ОДБРАНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ	Датум:

(Податке уноси председник комисије)

Докторант:	Младена Лукић
------------	---------------

НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:






„Анализа атмосферских полутаната интелигентном импулсном фотоакустиком”

КРАТАК ПРИКАЗ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У РАДУ СУ ИСТРАЖЕНЕ МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ МЕТОДА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ У АНАЛИЗУ АТМОСФЕРСКИХ ПОЛУТАНАТА ИНФРАЦРВЕНОМ ИМПУЛСНОМ ФОТОАКУСТИЧКОМ СПЕКТРОСКОПИЈОМ. АНАЛИЗИРАНЕ СУ СМЕСЕ SF₆ТА₁ И С₂Н₂ТА₁. ПОКАЗАНО ЈЕ ДА ВЕШТАЧКЕ НЕУРОНСКЕ МРЕЖЕ, НЕУРО-ФАЗА СИСТЕМИ И МЕТАХЕУРИСТИЧКЕ ТЕХНИКЕ ИМАЈУ ВЕЛИКЕ ПОТЕНЦИЈАЛЕ У РАДУ СА НЕЛИНЕАРНИМ И КОМПЛЕКСНИМ ПРОЦЕСИМА ПРИСУТНИМ У АТМОСФЕРИ.

ЗАКЉУЧАК КОМИСИЈЕ:

КАНДИДАТ ЈЕ УСПЕШНО ОДБРАНИО.

Чланови комисије:	
Председник:	
Члан:	
Члан:	
Члан:	
Ментор:	

Примерак за: О - Секретаријат Факултета;