

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 4 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија

Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399

E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs; <http://www.elfak.ni.ac.rs>

Текући рачун: 840-0000032819845-55; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 4 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia

Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399

E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs

<http://www.elfak.ni.ac.rs>

ДЕКАН

4. 5. 2026. године

О Б А В Е Ш Т Е Њ Е
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата дипл. инж. Александра Пантића под насловом „Напредне технике пројектовања и предвиђања карактеристика фотонапонских система“ и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације доступни су на увид јавности у електронској верзији на званичној интернет страници Факултета и налазе се у штампаном облику у Библиотеци Електронског факултета у Нишу, и могу се погледати до 3. 6. 2026. године.

Примедбе на наведени извештај достављају се декану Електронског факултета у Нишу у напред наведеном року.

Председник Наставно-научног већа
ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

Проф. др Владимир Ђирић



ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног
родитеља и име
Датум и место рођења

Пантић, Драган, Александар
25.04.1988. Ниш

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ

Примљено 4.5.2026.

Број

07/03-005/26-004

Основне студије

Универзитет Универзитет у Нишу
Факултет Електронски Факултет у Нишу
Студијски програм Микроелектроника и микросистеми
Звање Дипломирани инжењер електронике за микроелектронику и микросистеме
Година уписа 2007.
Година завршетка 2015.
Просечна оцена 8,35(осам 35/100)

Магистарске студије

Универзитет
Факултет
Студијски програм
Звање
Година уписа
Година завршетка
Просечна оцена
Научна област
Наслов завршног рада

Докторске студије

Универзитет Универзитет у Нишу
Факултет Електронски Факултет у Нишу
Студијски програм Електротехника и рачунарство – научна област Нанотехнологије и микросистеми
Година уписа 2016.
Остварен број ЕСПБ бодова 150
Просечна оцена 10,00(десет)

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације Напредне технике пројектовања и предвиђања карактеристика фотонапонских система
Наслов теме докторске дисертације на енглеском језику Advanced Methods for Design and Predictive Modeling of Photovoltaics System Characteristics
Име и презиме ментора, звање Сања Алексић, ванредни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације 8/20-01-007/22-024, 31.10.2022. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна XIX + 214
Број поглавља 6
Број слика (шема, графикона) 83
Број табела 28
Број прилога 12

**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>Sanja Aleksić, Aleksandar Pantić, Dragan Pantić, <i>High electric field stress model of n-channel VDMOSFET based on artificial neural network</i>, Journal of Computational Electronics, vol. 17, no. 3, pp. 1088–1097, 2018. DOI: 10.1007/s10825-018-1167-z</p> <p>У раду је предложен модел за описивање утицаја јаког електричног поља на карактеристике n-каналног VDMOSFET транзистора применом вештачких неуронских мрежа. Анализирани су сложени механизми деградације услед високих напона, који укључују генерисање дефеката у оксиду гејта и на међуповршини. Показано је да ANN модел омогућава прецизно предвиђање електричних карактеристика у условима близу пробојног напона, где класични физички модели имају ограничења. Резултати указују на потенцијал примене машинског учења у моделовању понашања полупроводничких компоненти.</p>	M23
2	<p>S. Aleksić, V. Mitić, B. Randelović, A. Pantić, B. Marković, A. Karoui, B. Vlahović, <i>Fractal correction in advanced solar energy material's current-voltage equation</i>, International Journal of Modern Physics B, vol. 36, no. 2, Art. no. 2250016, 2022. DOI: 10.1142/S0217979222500163</p> <p>У раду је анализиран утицај фракталних структура на струјно-напонске карактеристике напредних материјала за соларну енергију. Уведена је фрактална корекција класичних електрохемијских модела, укључујући Аренијусову и Батлер-Волмерову једначину, како би се описали ефекти микроструктуре материјала (зрна, поре и њихове интеракције). Разматрани су термодинамички параметри и енергија активације у контексту фракталне геометрије. Резултати показују да увођење фракталне димензије омогућава прецизније моделовање електрохемијских процеса и карактеризацију материјала за примену у фотонапонским и другим енергетским системима.</p>	M22
3	<p>S. Đorđević, L. Pantić, M. Krstić, I. Radonjić, M. Mančić, A. Pantić, <i>Enhancing monocrystalline solar module efficiency through front-surface cooling with 96% alcohol</i>, Applied Sciences, vol. 13, no. 9, Art. no. 5331, 2023. DOI: 10.3390/app13095331</p> <p>У раду је испитан утицај хлађења предње површине монокристалног фотонапонског модула применом 96% алкохола на његове електричне перформансе. Експериментална анализа показује да смањење температуре модула доводи до повећања излазне снаге и ефикасности. Разматрана је зависност температуре, напона отвореног кола и излазне снаге у реалним условима рада. Резултати потврђују да је контрола температуре значајан фактор за оптимизацију рада фотонапонских система, што има директну примену у повећању енергетске ефикасности и поузданости соларних електрана.</p>	M21
4	<p>A. Pantić, A. Petković, N. Branković, S. Aleksić, D. Pantić, <i>Chronologically Validated Neural Network Framework for Photovoltaic Forecasting Using Integrated Ground and Satellite Meteorological Data</i>, Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics, vol. XX, no. XX, 2026. DOI: (у поступку доделе)</p> <p>У раду је предложен напредни ANN оквир за прогнозу производње фотонапонских система заснован на интеграцији података са земаљских метеоролошких станица и сателитских извора. Посебан допринос представља хронолошки валидиран приступ тренингу и тестирању модела, којим се избегава информационо „цурење“ и обезбеђује реалистична процена перформанси. Анализирани су различити скупови улазних параметара и њихов утицај на тачност прогнозе. Резултати показују да интеграција хетерогених извора података значајно побољшава прецизност краткорочних и средњорочних предвиђања.</p>	M23
5	<p>A. Pantić, A. Petković, S. Aleksić, <i>Design and optimization of solar parking canopy as a part of energy efficient urban planning</i>, Facta Universitatis, Series: Automatic Control and Robotics, vol. 23, no. 2, pp. 111–121, 2024. DOI: 10.22190/FUACR241028008P</p> <p>У раду је анализирано пројектовање и оптимизација соларне настрешнице изнад паркинг простора као елемента енергетски ефикасног урбаног планирања. Разматрани су технички параметри фотонапонског система, укључујући оријентацију, нагиб и конфигурацију модула, као и енергетски и економски аспекти имплементације. Извршена је процена производње електричне енергије и утицаја на смањење урбаних топлотних острва. Резултати показују да овакви системи представљају одрживо решење које доприноси повећању енергетске ефикасности и интеграцији обновљивих извора у урбану инфраструктуру.</p>	M52
6	<p>A. Pantić, I. Stevanović, D. Pantić, <i>Ultracapacitor Energy Storage System</i>, in Proc. 19th International Conference on Thermal Science and Engineering of Serbia (SIMTERM), Sokobanja, Serbia, Oct. 2019.</p> <p>У раду је анализирана примена суперкондензатора као система за складиштење енергије у савременим енергетским системима. Разматране су њихове електричне карактеристике, као и предности у односу на класичне батеријске системе, укључујући високу густину снаге, брзо пуњење и пражњење и дуг радни век. Посебан акценат је стављен на могућност интеграције суперкондензатора у системе засноване на обновљивим изворима енергије, пре свега фотонапонске системе, у циљу стабилизације излазне снаге и побољшања динамичких перформанси.</p>	M34
7	<p>A. Pantić, D. Dimitrijević-Jovanović, P. Mitković, M. Laković-Paunović, M. Mitković, <i>Solar Parking Canopy as a Part of Energy Efficient Urban Planning</i>, in Proc. International Conference on Urban Planning (ICUP 2020), Nov. 2020.</p> <p>У раду је разматрана интеграција фотонапонских система у урбано окружење кроз концепт соларних настрешница изнад паркинг простора. Анализирани су просторни, енергетски и еколошки аспекти примене, укључујући потенцијал производње електричне енергије и утицај на смањење ефекта урбаних топлотних острва. Дата је техно-економска</p>	M33

8	<p>процена оправданости оваквих система у контексту одрживог урбаног развоја. Резултати указују да соларне настрешинице представљају ефикасан начин интеграције обновљивих извора енергије у постојећу инфраструктуру.</p> <p>N. Stanojević, A. Pantić, F. Filipović, B. Banković, S. Aleksić, M. Petronijević, D. Pantić, <i>CAD Analysis of Grid-on Photovoltaic Power Plant Design and Cost-effectiveness</i>, in Proc. 15th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS), Niš, Serbia, Oct. 2021. DOI: 10.1109/TELSIKS52058.2021.9606321</p> <p>У раду је представљена анализа пројектовања фотонапонске електране прикључене на електроенергетску мрежу применом CAD алата. Разматрани су технички параметри система, избор компоненти, оријентација и конфигурација модула, као и метеоролошки услови локације. Посебан акценат стављен је на економску исплативост инвестиције, укључујући анализу производње електричне енергије и периода повраћаја уложених средстава. Резултати показују да оптимизација пројектних параметара значајно утиче на ефикасност и економску оправданост фотонапонских система.</p>	M33
9	<p>A. Pantić, N. Stanojević, A. Petković, S. Aleksić, D. Pantić, <i>ANN Model of mc-Si Solar Cell</i>, in Proc. 20th International Conference on Thermal Science and Engineering of Serbia (SIMTERM), Niš, Serbia, Oct. 2022, pp. 642–647.</p> <p>У раду је предложен модел монокристалне силицијумске соларне ћелије заснован на примени вештачких неуронских мрежа. Анализирана је зависност електричних карактеристика (напон отвореног кола, струја кратког споја, фактор испуне, максимална снага и ефикасност) од технолошких и геометријских параметара ћелије. Подаци за обуку модела добијени су нумеричким симулацијама коришћењем PCID софтвера. Испитане су различите архитектуре и алгоритми учења ANN модела. Резултати показују да предложени модел омогућава брзо и прецизно предвиђање карактеристика соларне ћелије.</p>	M33
10	<p>A. Pantić, A. Petković, N. Branković, T. Denić, S. Aleksić, D. Pantić, <i>Comprehensive Analysis of Solar PV Systems: A Dual Approach with PVSyst and Matlab/Simulink</i>, in Proc. XVII International Conference on Systems, Automatic Control and Measurements (SAUM), Niš, Serbia, 2024, pp. 193–195. DOI: 10.46793/SAUM24.193P</p> <p>У раду је представљен свеобухватан приступ анализи фотонапонских система применом два комплементарна алата – PVSyst и Matlab/Simulink. Извршено је моделовање и симулација рада фотонапонског система са циљем процене његових енергетских перформанси у различитим условима. Упоредени су резултати добијени различитим методама симулације, са посебним освртом на тачност и применљивост у процесу пројектовања. Резултати показују да комбинација ових алата омогућава поузданију анализу и оптимизацију фотонапонских система.</p>	M33
11	<p>A. Pantić, A. Petković, N. Branković, S. Aleksić, D. Pantić, <i>Application of Artificial Neural Networks for Weather Forecasting and Photovoltaic Power Prediction Using Local Meteorological and Meteosat Satellite Data</i>, in Proc. 2025 IEEE 34th International Conference on Microelectronics (MIEL), Niš, Serbia, Oct. 2025, pp. 351–354. DOI: 10.1109/MIEL66332.2025.11261189</p> <p>У раду је представљен модел заснован на вештачким неуронским мрежама за прогнозу временских параметара и производње фотонапонских система коришћењем локалних метеоролошких података и Meteosat сателитских информација. Анализирана је интеграција различитих извора података са циљем побољшања тачности предвиђања. Развијени модел омогућава поуздану краткорочну прогнозу излазне снаге фотонапонских система. Резултати показују да комбиновање ground-based и сателитских података значајно повећава перформансе модела у односу на класичне приступе.</p>	M33

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 -НЕ

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације, покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације и изборе у звања наставника на Електронском факултету у Нишу, бр. 07/03-005/26-001 од 30.03.2026. године, установљено је да кандидат дипломирани инжењер Александар Пантић **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Кандидат дипломирани инжењер Александар Пантић доставио је Електронском факултету у Нишу доказ да је првопотписани аутор рада објављеног у часопису са SCI листе, као и да је првопотписани аутор рада објављеног у часопису који издаје факултет Универзитета у Нишу.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација је структурирана кроз шест основних поглавља, уз увод и закључак, као и додатне прилоге који детаљно описују имплементацију развијених модела.

У уводном делу дефинисани су мотивација и значај истраживања у области фотонапонских система, са посебним фокусом на унапређење тачности и поузданости предикције њихове производње. Такође су јасно формулисани циљеви истраживања и основне хипотезе.

Друго поглавље обухвата преглед релевантне литературе из области моделовања и предикције карактеристика фотонапонских система. Анализирани су постојећи приступи засновани на физичким моделима, емпиријским

методама и савременим техникама машинског учења, са посебним акцентом на примену вештачких неуронских мрежа.

У трећем поглављу разматране су методе пројектовања фотонапонских система. Посебна пажња посвећена је избору локације, анализи доступних метеоролошких података, као и оптимизацији конфигурације система у циљу постизања максималне енергетске ефикасности.

Четврто поглавље представља методологију истраживања и централни део дисертације. У њему је развијен методолошки оквир који интегрише физичке моделе и методе машинског учења. Дефинисана су два основна приступа предикцији производње фотонапонског система: индиректни приступ заснован на предикцији глобалног хоризонталног зрачења и директни приступ у којем се излазна снага система одређује применом ANN модела. Такође је описан поступак тренирања модела, укључујући комбинацију симулационих и експерименталних података.

Пето поглавље обухвата резултате истраживања и њихову анализу. Развијени модели евалуирани су коришћењем вишегодишњих метеоролошких и енергетских података за регион Ниша, применом стандардних статистичких метрика као што су MAE, RMSE и nRMSE. Извршено је поређење различитих приступа, као и анализа утицаја улазних параметара на тачност предикције.

Шесто поглавље представља закључак у којем су сумирани најважнији резултати и истакнути оригинални научни доприноси дисертације. Такође су дате смернице за будућа истраживања у области моделовања и оптимизације фотонапонских система.

У прилозима дисертације дати су детаљи имплементације развијених модела, укључујући алгоритме учења, дефиниције коришћених метрика, структуре ANN модела, њихову имплементацију у MATLAB окружењу, као и додатне анализе резултата и оптимизацију хиперпараметара мреже.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

Постављени циљеви докторске дисертације у потпуности су остварени. У складу са дефинисаним циљевима из пријаве теме, развијени су модели фотонапонских система на нивоу соларне ћелије, модула и целокупног система применом вештачких неуронских мрежа. Посебан допринос представља развој ANN модела за предвиђање електричних карактеристика соларних ћелија и модула, као и модел за прогнозу производње електричне енергије фотонапонских система заснован на обради метеоролошких података.

Реализована је методологија која обједињује симулационе податке и податке добијене мерењима, чиме је обезбеђена висока поузданост и применљивост предложених модела. Такође, успешно су развијени и тестирани алгоритми за избор оптималних параметара модела, као и методе за анализу и евалуацију њихових перформанси.

Добијени резултати потврђују постављене хипотезе и показују да предложени приступ омогућава прецизно и ефикасно моделовање и предвиђање карактеристика фотонапонских система.

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

Резултати докторске дисертације представљају значајан научни и практични допринос у области пројектовања и анализе фотонапонских система. Основни допринос огледа се у развоју интегрисаног приступа који комбинује физичко моделовање и методе машинског учења, чиме је омогућено прецизније и брже одређивање карактеристика соларних ћелија, модула и фотонапонских система.

У дисертацији су развијени ANN модели који са високом тачношћу предвиђају кључне електричне параметре, уз значајно смањење времена прорачуна у односу на класичне нумеричке методе. Посебан научни допринос представља методологија за прогнозу производње фотонапонских система која обухвата директан и индиректан приступ, као и интеграцију података са локалних метеоролошких станица и сателитских извора, чиме се унапређује тачност предвиђања.

Додатни допринос огледа се у развоју метода за оптимизацију архитектуре неуронских мрежа и избор хиперпараметара, као и у интеграцији симулационих и експерименталних података у процесу обучавања модела. Предложени приступ има широку примену у пројектовању, оптимизацији и управљању фотонапонским системима, доприносећи повећању енергетске ефикасности и поузданости њиховог рада.

Оцена самосталности научног рада кандидата *(до 100 речи)*

На основу увида у резултате истраживања и објављене научне радове, може се закључити да је кандидат показао висок степен самосталности у научноистраживачком раду. Кандидат је самостално дефинисао методолошки оквир истраживања, развио и имплементирао моделе засноване на вештачким неуронским мрежама, као и извршио анализу и интерпретацију добијених резултата. Поред тога, активно је учествовао у припреми и публикацији научних радова, што потврђује његову способност за самосталан научни рад. Докторска дисертација садржи све неопходне елементе научног истраживања. Резултати истраживања су објављени у релевантним међународним и домаћим научним публикацијама, као и у самој докторској

дисертацији. Провером докторске дисертације на плагијаризам од стране Универзитета у Нишу потврђена је њена оригиналност као и самосталност научног рада кандидата.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу спроведеног истраживања и добијених резултата, може се закључити да докторска дисертација представља оригиналан и значајан научни допринос у области пројектовања и предвиђања карактеристика фотонапонских система. Развијени модели и методе омогућавају прецизно, ефикасно и практично применљиво решење за анализу и оптимизацију рада фотонапонских система. Резултати су верификовани кроз експерименталне и симулационе податке и потврђени кроз објављене научне радове. Дисертација испуњава све услове предвиђене за стицање научног степена доктора наука. На основу наведеног, кандидат може приступити одбрани докторске дисертације.






КОМИСИЈА

Број одлуке Научно-стручног већа
техничко-технолошке науке о именовану
Комисије

820-01-4/26-14

Датум именовања Комисије

22.04.2026.

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	Др Љубомир Врачар, редовни професор Микроелектроника и микросистеми (Ужа научна област) Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	председник 
2.	Др Сања Алексић, ванредни професор Микроелектроника и микросистеми (Ужа научна област) Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	ментор, члан 
3.	Др Зоран Пријић, редовни професор Микроелектроника и микросистеми (Ужа научна област) Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 
4.	Др Данијел Данковић, редовни професор Микроелектроника и микросистеми (Ужа научна област) Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 
5.	Др Лана Пантић-Ранђеловић, доцент Експериментална и примењена физика (Ужа научна област) Универзитет у Нишу, Природно- математички факултет (Установа у којој је запослен)	члан 

Датум и место:

4.5.2026., Ниш