

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Страхиње Јанковића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства.

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду бр. 5015/12-3 од 02.07.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Страхиња Јанковић под насловом

„Енергетски неутрални соларно напајани бежични сензорски чворови“

односно

„Energy neutral solar powered wireless sensor nodes“.

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 Страхиња Јанковић је уписао докторске студије у школској 2012/2013. години на Електротехничком факултету у Београду, студијски програм Електротехника и рачунарство, модул Електроника. Током студија положио је све испите са просечном оценом 10,00 и одрадио све обавезе везано за студијски истраживачки рад предвиђене планом и програмом.

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду, члана 74. Статута Универзитета у Београду-Електротехничког факултета и захтева студента, одобрено је продужење рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма.

Тему под насловом „Енергетски неутрални соларно напајани бежични сензорски чворови“ пријавио је Комисији за студије трећег степена на Електротехничком факултету у Београду, 28.11.2019. године.

Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог за израду докторске дисертације 03.12.2019. године и предлог комисије о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу на усвајање.

Наставно-научно веће именовало је комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (одлука број 5015/12-1 од 19.12.2019. године) у саставу: др Иван Поповић, ванредни професор Електротехничког факултета у Београду, др Владимир Миловановић, доцент Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, др Александар Ракић, ванредни професор Електротехничког факултета у Београду, и др Владимир Рајовић, ванредни професор Електротехничког факултета у Београду. За ментора је предложен др Лазар Сарановац, редовни професор Електротехничког факултета у Београду.

Јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације на Електротехничком факултету у Београду одржана је 17.01.2020. године пред комисијом у саставу: др Иван Поповић, ванредни професор Електротехничког факултета у Београду, др Владимир Миловановић, доцент Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, др Александар Ракић, ванредни професор Електротехничког факултета у Београду, и др Владимир Рајовић, ванредни професор Електротехничког факултета у Београду. Комисија је закључила да је кандидат Страхиња Јанковић на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добио оцену „задовољно“. Комисија је заједно са предложеним ментором докторске дисертације, др Лазар Сарановац, редовни професор Електротехничког факултета у Београду, поднела Извештај о оцени подобности теме и кандидата.

Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (одлука број 5015/12-2 од 11.02.2020. године).

Веће научних области техничких наука у Београду је на седници одржаној 24.02.2020. године дало сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом „Енергетски неутрални соларно напајани бежични сензорски чворови“ (одлука број 61206-752/2-20 од 24.02.2020. године).

Кандидат је 11.06.2020. године предао урађену докторску дисертацију на преглед и оцену.

Комисија за студије трећег степена је 16.06.2020. године потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације. Наставно-научно веће је на седници одржаној 23.06.2020. године именовало комисију за преглед и оцену докторске дисертације (одлука број 5015/12-3 од 02.07.2020. године) у саставу: др Лазар Сарановац (ментор), редовни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет, др Иван Поповић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет, др Владимир Миловановић, доцент, Универзитет у Крагујевцу - Факултет инжењерских наука, др Александар Ракић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет, и др Владимир Рајовић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет.

1.2. Научна област дисертације

Дисертација се бави развојем компоненти алгорита за оптимизацију потрошње и перформанси соларно напајаних бежичних сензорских чворова који обезбеђују што већи степен енергетске неутралности. У ширем смислу дисертација припада научној области Техничке науке – Електротехника и рачунарство, а у ужем смислу области Електронике, за коју је Електротехнички факултет у Београду матичан.

За ментора докторске дисертације одређен је др Лазар Сарановац, редовни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет, због својих значајних доприноса у области примењене електронике и наменских рачунарских система.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Страхиња Јанковић је рођен 30.01.1988. године у Ћуприји, Србија. Основну школу „Нада Поповић“ и Гимназију завршио је у Крушевцу, као Вуковац и ђак генерације. Као ученик четврте године Гимназије учествовао је на 38. међународној олимпијади из физике одржаној 2007. године у Исфахану, ИР Иран.

Електротехнички факултет у Београду уписао је 2007. године. Дипломирао је на одсеку за електронику 2011. године са укупном просечном оценом 9.83 и оценом 10 на завршном раду на тему „Имплементација Linux оперативног система на развојном окружењу EA3250“ под менторством професора др Лазара Сарановца. Дипломске академске - мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу електроника, уписао је у октобру 2011. године. Положио је све испите са просечном оценом 10 и одбранио мастер рад на тему „Управљачки програми и оптимизација потрошње енергије у мобилним оперативним системима“ под менторством професора др Лазара Сарановца. Докторске студије на модулу Електроника започео је 2012. године. Положио је све испите са просечном оценом 10 и испунио све обавезе прописане студијским програмом сакупивши предвиђених 120 ЕСПБ.

У јесењем семестру школске 2010/11. и 2011/12. године био је ангажован као студент-демонстратор на Катедри за електронику. Од јануара 2012. године запослен је као сарадник у настави, а од марта 2013. године као асистент на Катедри за електронику Електротехничког факултета у Београду. У звању асистента био је до марта 2019. године када је почео да ради у својству вишег лабораторијског инжењера. Од марта 2016. године до марта 2018. године био је ангажован као секретар Катедре за електронику.

Као сарадник у настави, односно асистент, на Електротехничком факултету у Београду учествовао је у извођењу рачунских вежби на предметима: „Основи дигиталне електронике“ за одсек Електроника, „Увод у пројектовање VLSI система“, „Интегрисани рачунарски системи“, „Системи у реалном времену“, „Практикум из софтверских алата у електроници“, „Основи дигиталне електронике“ за одсек Рачунарска техника и информатика и „Наменски рачунарски системи“ за одсек Сигнали и системи на основним студијама и „Дигитални VLSI системи“, „Интегрисани вишепроцесорски системи“ и „Пројектовање дигиталних система“ на мастер студијама.

Учесник је пројекта министарства просвете, науке и технолошког развоја „Развој и моделовање енергетски ефикасних, адаптивних, вишепроцесорских и вишесензорских

електронских система мале снаге“. Учествовао је на пројекту за унапређење образовања „Програмирање хардверских система и апликација“ и на комерцијалном истраживачком међународном пројекту са фирмом SANS R&D LLC „Развој широкопојасног модема и интернет свича“ од 2017-2018. године.

Од 2007. године учествује у раду семинара Примењене физике и електронике у ИС Петница као млађи сарадник, односно стручни сарадник од 2011. године, где је радио са ученицима средњих школа на различитим истраживачким пројектима и држао неколико различитих предавања. У току 2010. и 2011. године, као члан тима Strawberry Energy, учествовао је у реализацији уређаја Јавни соларни пуњач мобилних телефона са којим су освојени: 1. место на такмичењу у оквиру Недеље одрживог развоја, одржаном у Бриселу у априлу 2011. године, у категорији производа који подстичу смањење јавне потрошње, награда града Београда за стваралаштво младих 2010. године и награда Инжењерске коморе Србије.

Објављени радови кандидата који су резултат истраживачког рада, а у индиректној вези су са дисертацијом (радови кандидати који су резултат истраживачког рада кандидата у оквиру дисертације приказани су у делу 4.3 овог Реферата):

Категорија М20

1. **S. Janković**, A. Smiljanić, M. Vesović, H. Redžović, M. Bežulj, A. Radošević and S. Moro, "High-capacity FPGA Router for Satellite Backbone Network," in *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*. doi: 10.1109/TAES.2019.2951187 (early access 4.November 2019) (M21, IF 2018: 2.797)

Категорија М30

1. **S. Janković** and V. Drndarević, "Microcontroller Power Consumption Measurement Based on PSoC," in *Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)*, 2015 23rd, pp.673–676, ISBN 978-1-5090-0054-8 (M33)
2. **S. Janković**, I. Popović, A. Lekić and L. Saranovac, "Power Management for Wireless Sensor Nodes", *IcETRAN-2015*, 2015, Silver Lake, Serbia, EK11.5, ISBN 978-86-80509-71-6 (M33)
3. I. Popovic, D. El Mezeni, **S. Jankovic** and L. Saranovac, "Load monitoring module for multiprocessor performance optimization," in *Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)*, 2014 22nd, pp.737–740, 25-27 Nov. 2014, ISBN 978-1-4799-6190-0 (M33)
4. Simonovic, V. Zivojnovic, D. Mista, **S. Jankovic** and L. Saranovac, "Energy proportional management of residential gateways," in *Telecommunications Forum (TELFOR)*, 2013 21st, pp. 636–639, 26-28 Nov. 2013, ISBN 978-1-4799-1419-7 (M33)

Категорија М50

1. **S. Janković** and V. Drndarević, "Microcontroller power consumption measurement based on PSoC," *Telfor Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 44–49, 2016, ISSN 2334-9905, doi: 10.5937/telfor1601044J (M52)

Категорија М60

1. **S. Jankovic**, D. El Mezeni, V. Petrovic, I. Popovic, J. Popovic Bozovic and L. Saranovac, "EASYSim: Energy-aware embedded system simulator," in *Proceedings of the 6th Small Systems Simulation Symposium*, Nis, Serbia, 2016, pp. 89–94., ISBN 978-86-6125-154-2 (M63)

2. I. Popovic, **S. Jankovic**, "Kontrola učestanosti kod namenskih sistema niske potrošnje," in *Telecommunications Forum (TELFOR)*, 2012 20th, pp.1096–1099, 20-22 Nov. 2012, ISBN 978-1-4673-2984-2 (M63)
3. **S. Janković**: "Automatic generation of software for hardware resource management", *ETRAN*, 2012. Zlatibor, Srbija, EK3.6, ISBN 978-86-80509-67-9 (M63)
4. M. Gazdic i **S. Jankovic**, "Određivanje pozicije mobilnog telefona u prostoriji upotrebom spektralnih analizatora," in *Telecommunications Forum (TELFOR)*, 2011 19th, pp.1620–1623, 22-24 Nov. 2011, ISBN 978-1-4577-1499-3 (M63)
5. M. Milošević i **S. Janković**, "Digitalna steganografija", *IEEEESTEC Students projects conference*, 2008. Niš, Srbija (M63)

Категорија М90

1. V. Živojnović, D. Mista, M. Simonović and **S. Janković**, "Automatic energy design and management system", US10101794B2, Oct. 2018, AGGIOS Inc., Irvine (M91)
2. V. Živojnović, D. Mista, M. Simonović and **S. Janković**, "Automatic energy design and management system", US9857861B1, Jan. 2018, AGGIOS Inc., Irvine (M91)
3. V. Živojnović, D. Mista, M. Simonović and **S. Janković**, "Automatic energy design and management system for assessing system components' energy consumption, compiling energy management control and optimizing energy usage", US9690354B1, Jun. 2017, AGGIOS Inc., Irvine (M91)

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под називом „Енергетски неутрални соларно напајани бежични сензорски чворови“ је написана на српском језику на 127 страна (98 страна са прилозима). Садржи 7 поглавља, 20 табела, 56 слика и листу од 117 референци.

Наслови појединачних поглавља дисертације су:

1. Увод,
2. Енергетска неутралност бежичних сензорских чворова,
3. Алгоритам за оптимизацију потрошње и перформанси,
4. Деградација у системима за рад у реалном времену,
5. Нове технике за предвиђање доступне соларне енергије,
6. Алгоритам за оптимизацију потрошње и перформанси,
7. Закључак.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу је приказан концепт бежичних сензорских мрежа и њихово интегрисање у Интернет ствари (енг. *Internet of Things*) и сајберфизичке системе (енг. *Cyber-physical systems*). Приказане су карактеристике постојећих платформи које се користе за батеријски напајане бежичне сензорске чворове. Детаљно су анализиране и класификоване постојеће технике за смањење потрошње код батеријски напајаних сензорских чворова као и метрике за квантификовање перформанси. Поред тога, разматрани су различити доступни извори за прикупљање енергије из околине и приказане су њихове карактеристике. На крају овог поглавља дат је кратак опис осталих поглавља дисертације.

Друго поглавље се бави детаљном анализом концепта енергетске неутралности. У оквиру овог поглавља дат је преглед основних елемената који су неопходни у циљу постизања енергетске неутралности: информација о тренутно ускладиштеној енергији, информација о енергији која ће бити доступна у будућности и алгоритам за распоређивање енергије. Приказани су постојећи приступи за сваки од елемената и анализиране су предности и мане. Посебна пажња посвећена је анализи техника за предвиђање енергије која ће бити доступна у будућности. Анализиране су две класе постојећих техника за предвиђање доступне енергије, технике које користе податке из претходних временских интервала и технике које су засноване на подацима из временске прогнозе.

У трећем поглављу представљен је општи модел алгоритма за оптимизацију потрошње и перформанси у различитим системима. Пошто алгоритам за оптимизацију потрошње и перформанси обухвата технике за смањење потрошње, алгоритам за распоређивање енергије, и технике за предвиђање доступне енергије, приказана је интеракција свих тих елемената у оквиру модела. На крају овог поглавља приказани су постојећи алгоритми за оптимизацију потрошње и перформанси.

Четврто поглавље се бави приказом предложене методе за опис деградације у системима за рад у реалном времену. Предложена је објективна метрика којом може да се опише деградација перформанси појединачних таскова на основу временске критичности, као и релација између деградације перформанси појединачних таскова на основу које може да се опише деградација перформанси целокупне апликације. Метрика је примењена на стандардну технику динамичког скалирања учестаности и напона (енг. *Dynamic Voltage and Frequency Scaling*) чиме се постиже проширење опсега примене и могућност за постизање компромиса између смањења потрошње и повећања перформанси. У оквиру овог поглавља приказана је и нова техника за смањење потрошње која користи уведену метрику за опис деградације. Техника је верификована у симулираном условима и приказани су резултати.

У петом поглављу су предложене две нове технике за предвиђање соларне енергије која ће бити доступна у будућности. На основу закључака анализе из другог поглавља, технике су засноване на коришћењу и временске прогнозе и података из претходних временских интервала. На тај начин могуће је постићи малу грешку предвиђања у краткорочном, средњорочном и дугорочном интервалу прогнозе. Технике су поређене у симулираном окружењу са репрезентативним техникама на подацима прикупљеним у периоду од годину дана.

У шестом поглављу приказан је нови алгоритам за оптимизацију потрошње и перформанси, односно његов део, алгоритам за распоређивање енергије. Алгоритам је заснован на скупу правила и користи податке о тренутном стању напуњености складишта енергије, као и податке од техника за предвиђање енергије која ће бити доступна у будућности. У оквиру овог поглавља евалуирана је и енергетска неутралност целог система. Алгоритам је тестиран у симулираним условима на прикупљеним подацима у периоду од годину дана. Такође је тестиран на реализованом лабораторијском прототипу соларно напајаног бежичног сензорског чвора.

Резултати постигнути у овој дисертацији, заједно са општим закључцима и предлозима за даље истраживање у овој области, сумирани су у седмом поглављу.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Страхиње Јанковића припада ужој научној области електроника, а у још ужем смислу припада области оптимизације потрошње и перформанси батеријски напајаних уређаја који имају могућност прикупљања енергије из околине. Предмет истраживања ове докторске дисертације је развој алгорита за оптимизацију потрошње и перформанси соларно напајаних бежичних сензорских чворова који обезбеђује што већи степен енергетски неутралног рада. Посебна пажња посвећена је дизајну нове технике за смањење потрошње енергије заснованој на уведеној објективној метрици за опис деградације перформанси система за рад у реалном времену и дизајну нових техника за предвиђање соларне енергије која ће бити доступна у будућности.

Бежичне сензорске мреже, које се састоје од више сензорских чворова који комуницирају путем бежичне везе, имају широку примену у различитим аспектима свакодневног живота. Користе се у метеорологији, пољопривреди, медицини, безбедносним и војним применама. Са појавом концепата попут Интернета ствари и сајберфизичких система примена бежичних сензорских мрежа је добила нову димензију, где је путем интернета омогућена интеракција између географски удаљених сензорских мрежа.

Велики број сензорских чворова је батеријски напајан, пошто није свугде практично или могуће поставити каблове за напајање. Недостатак батеријског напајања је ограничени капацитет батерије, односно ограничено време рада док не дође до пражњења батерије. Применом техника за смањење потрошње могуће је продужити време рада док не дође до пражњења батерије, али ће се батерија сигурно у неком тренутку испразнити. То представља проблем јер замена батерија није увек физички могућа или економски исплатива.

Прикупљање енергије из околине (енг. *Energy harvesting*) омогућава да се применом одговарајућег алгорита за оптимизацију потрошње и перформанси постигне рад сензорског чвора тако да се повећају перформансе а да се батерија не испразни. Овај концепт се у литератури назива концепт енергетске неутралности, и доста је актуелног истраживања на ту тему. Самим тим, развој алгорита за оптимизацију потрошње и перформанси сензорских чворова који прикупљају енергију из околине који омогућава што већи степен енергетски неутралног рада је од изузетне важности за практичну примену сензорских чворова. Стање технике у овој области се константно побољшава и предложени алгоритам представља оригинални допринос развоју алгорита за оптимизацију потрошње и перформанси.

Предложена тема докторске дисертације припада актуелној и значајној области оптимизације потрошње и перформанси батеријски напајаних наменских рачунарских система који имају могућност прикупљања енергије из околине.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Литература дата у списку референци садржи најважније радове из релевантних научних области. Кандидат је користио укупно 117 библиографских референци. Велики број радова је новијег датума, што поново указује на актуелност обрађене теме. У оквиру наведене литературе изложен је један рад који је објављен у међународном часопису на којем је кандидат Страхиња Јанковић првопотписани аутор, један рад објављен у часопису националног значаја и два рада презентована на међународним конференцијама.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања у оквиру докторске дисертације спроведена је по следећим фазама:

- Прва фаза обухвата анализу постојећих техника за предвиђање доступне енергије у будућности. У оквиру ове фазе је систематизовано постојеће знање у овој области и уочене су предности и мане различитих приступа овом проблему. На основу закључака ове фазе формулисани су основни критеријуми које нова техника за предвиђање треба да испуни.
- Друга фаза подразумева дефинисање нове технике за предвиђање доступне енергије у будућности. У оквиру ове фазе нова техника је била стално поређена са постојећим најбољим решењима ради побољшања резултата. На крају друге фазе реализоване су две нове технике за предвиђање доступне енергије у будућности које дају задовољавајуће резултате на тест подацима.
- Трећа фаза обухвата анализу постојећих техника за смањење потрошње код батеријски напајаних система код којих је дозвољена деградација перформанси. У оквиру ове фазе систематизовано је постојеће знање у овој области и уочени су најчешћи проблеми који се могу јавити приликом развоја и примене техника за смањење потрошње.
- Четврта фаза подразумева дефинисање нове технике за смањење потрошње која омогућава контролисано и селективно деградирање перформанси система у реалном времену. Уведена је нова метрика која омогућава објективну квантификацију деградације перформанси система за рад у реалном времену. У оквиру ове фазе нова техника је поређена са стандардним техникама анализираним у претходној фази.
- Пета фаза се бави интегрисањем реализованих техника у нови алгоритам за оптимизацију потрошње енергије соларно напајаних бежичних сензорских чворова који обезбеђује што већи степен енергетски неутралног рада. У оквиру ове фазе алгоритам је био тестиран у симулираном окружењу, као и на реализованом лабораторијском прототипу.

Примењена методологија у потпуности одговара проблему који је решаван и стандардима научно-истраживачког рада и у сагласности је са циљевима дефинисаним на почетку израде дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

У савременим применама сензорских чворова ограничење представља ограничено време рада док не дође до пражњења батерије. Додавање могућности за прикупљање енергије из околине унапређује ситуацију, јер је могуће допунити батерију у току рада и тиме продужити време рада.

У циљу оптималног искоришћења доступне енергије, потребно је користити одговарајући алгоритам за оптимизацију потрошње и перформанси, који може да обезбеди максималне перформансе система, а да се батерија не испразни. Да би то било могуће, алгоритам мора да има информације о стању напуњености батерије, информације о енергији која ће бити доступна, информације о потрошњи система и технике којима може да постигне компромис између потрошње и перформанси.

Све наведене компоненте су детаљно анализирани у дисертацији. У оквиру дисертације су дефинисане нове технике за смањење потрошње и за предвиђање доступне енергије у будућности, као и описан нови алгоритам за оптимизацију потрошње и перформанси који омогућава постизање што већег степена енергетски неутралног рада.

Алгоритам и појединачне технике су верификовани у симулираном окружењу и на лабораторијском прототипу и испуњени су захтеви постављени приликом дизајна.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде докторске дисертација показао способност да самостално проучи литературу из релевантне области, препозна отворена питања и адекватно одговори на нека од њих. Доприноси дисертације у области оптимизације потрошње и перформанси соларно напајаних бежичних сензорских чворова су оригинални, савремени и потврђују способност кандидата за самосталан успешан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Главни научни допринос ове дисертације је нови алгоритам за оптимизацију потрошње енергије и перформанси соларно напајаних бежичних сензорских чворова који омогућава што већи степен енергетски неутралног рада. У оквиру дисертације посебно су представљена два аспекта алгоритма: нова техника за предвиђање соларне енергије и нова техника за контролу коришћења заснована на уведеној метрици деградације перформанси.

Остварени научни доприноси ове дисертације су:

- Преглед, систематизација и анализа постојећих техника за предвиђање доступне енергије и техника за смањење потрошње енергије.
- Нова техника за предвиђање доступне соларне енергије у будућности која нуди квалитетно краткорочно, средњорочно и дугорочно предвиђање.

- Нова техника за смањење потрошње која омогућава селективну и контролисану деградацију перформанси система за рад у реалном времену.
- Нови алгоритам за оптимизацију потрошње енергије и перформанси соларно напајаних бежичних сензорских чворова који интегрише предложене технике и омогућава оптимизацију и максимално коришћење енергетски неутралног рада.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Увидом у циљеве истраживања, полазне хипотезе и остварене резултате, констатујемо да је кандидат успешно одговорио на сва значајна питања из проблематике која је анализирана у дисертацији.

Предложене технике за предвиђање доступне соларне енергије у будућности, техника за смањење потрошње енергије, и предложени алгоритам за оптимизацију потрошње и перформанси, заједно са добијеним експерименталним резултатима дају значајан практичан и научни допринос из области оптимизације потрошње и перформанси соларно напајаних бежичних сензорских чворова. Увидом у објављене радове и резултате докторске дисертације, констатујемо да су у дисертацији приказани нови, оригинални и савремени резултати.

4.3. Верификација научних доприноса

У току истраживачког рада кандидат Страхиња Јанковић објавио је два рада у међународним научним часописима са SCI листе на којима је првопотписани аутор, од којих је један у директној вези са темом докторске дисертације. Поред тога, објавио је два рада у часописима националног значаја, од којих је један у директној вези са темом докторске дисертације, и седам научних радова из области оптимизације потрошње и перформанси наменских рачунарских система, од којих су три у директној вези са темом докторске дисертације. Кандидат је и коаутор више техничких решења и три прихваћене међународне патентне пријаве које припадају широј области истраживања.

Категорија M23:

1. **Janković, S.**, Saranovac, L: Prediction of Harvested Energy for Wireless Sensor Node, - *ELEKTRONIKA IR ELEKTROTECHNIKA*, vol. 26, no. 1, pp. 23-31, 2020 (**IF=0.684**) (DOI: 10.5755/j01.eie.26.1.23807).

Категорија M33:

1. **Janković, S.**, Saranovac, L.: "Improving Energy Usage in Energy Harvesting Wireless Sensor Nodes Using Weather Forecast," -*Proceedings of the Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)*, Belgrade, Serbia, 2017, pp. 550-553.
2. **Janković, S.**, Saranovac, L.: "High-level Power Modeling of CC430 SoC," -*Proceedings of the IcETRAN-2017*, Kladovo, Serbia, 2017, ELI3.2.
3. Popović, I., **Janković, S.**, Saranovac, L.: "Online power-aware scheduling strategy based on workload power profile measurement," -*Proceedings of the 2017 Zooming Innovation in Consumer Electronics International Conference (ZINC)*, Novi Sad, Serbia, 2017, pp. 45-46.

Категорија M52:

1. **Janković, S.**, El Mezeni, D., Saranovac, L.: “Improving Energy Usage in Energy Harvesting Wireless Sensor Nodes Using Weather Forecast,” -*Telfor Journal*, vol. 10, no. 1, pp. 38-43, 2018 (DOI: 10.5937/telfor1801038J).

Категорија M85:

1. **Janković, S.**, Popović, I., El Mezeni, D., Radovanović, I., Saranovac, L.: “Simulator solarno napajаног бежичног сензорског чвора оријентисан на оптимизацију потрошње и перформанси,” 2019, Београд, Србија.
2. Popović, I., **Janković, S.**: “Metoda за оптимизацију извршавања програмског посла на намеској платформи за рад у реалном времену,” 2017, Београд, Србија.
3. **Janković, S.**, Popović, I., El Mezeni, D., Radovanović, I., Saranovac, L.: “Metoda за процену деградације перформанси апликације код намеских рачунарских система,” 2017, Београд, Србија.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Страхине Јанковића под насловом, „Енергетски неутрални соларно напајани бежични сензорски чворови“, односно „Energy neutral solar powered wireless sensor nodes“, је написана на српском језику, у складу са образложењем наведеним у пријави теме и садржи све елементе који се захтевају Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета у Београду.

У оквиру докторске дисертације представљен је нови алгоритам за оптимизацију потрошње и перформанси соларно напајаних бежичних сензорских чворова који омогућава постизање оптимизације и максимално коришћење енергетски неутралног рада. У оквиру алгоритма представљене су: нова техника за смањење потрошње заснована на уведеној метрици деградације перформанси система за рад у реалном времену, две нове технике за предвиђање соларне енергије која ће бити доступна у будућности, као и нови алгоритам за распоређивање енергије.

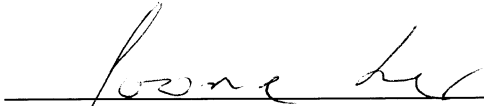
Коришћење технике су тестиране у симулираном окружењу и поређени са карактеристикама из најновијих доступних научних референци из релевантне области Такође, коришћене технике, односно алгоритам је тестиран и на лабораторијском прототипу.

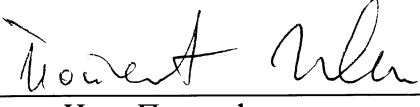
Резултате проистекле из истраживања спроведеног у оквиру докторске дисертације кандидат је публикувао у међународном часопису са SCI листе, у часопису од националног значаја, на међународним конференцијама и у виду техничких решења. На основу увида у докторску дисертацију и објављене радове, Комисија констатује да дисертација „Енергетски неутрални соларно напајани бежични сензорски чворови“ мастер инжењера Страхиње Јанковића садржи оригиналне научне доприносе.

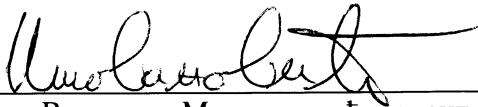
На основу претходног Комисија констатује да је Страхиња Јанковић, мастер инжењер електротехнике и рачунарства, испунио све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета у Београду. Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да се докторска дисертација под називом „Енергетски неутрални соларно напајани бежични сензорски чворови“ прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и да се одобри јавна усмена одбрана.

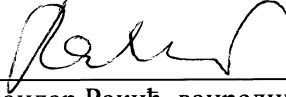
У Београду, 15.07.2020. године.

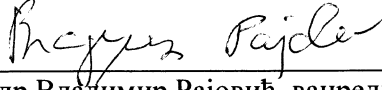
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


ментор др Лазар Сарановац, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Иван Поповић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Владимир Миловановић, доцент
Универзитет у Крагујевцу – Факултет инжењерских наука


др Александар Ракић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Владимир Рајовић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет