

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · 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: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · 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

11.06.2021. године

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

Докторска дисертација кандидата дипл. инж. **Дејана Јовановића** под насловом “**Моделовање и анализа утицаја металних медицинских имплантата на расподелу електромагнетског поља мобилних телефона у ткивима корисника**” 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 **11.07.2021. године**.

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

Председник Наставно-научног већа
ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

Декан
Проф. др Драган Манчић



ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Јовановић, Братислав Дејан	ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ
Датум и место рођења	16.07.1989. Прокупље	
Основне студије		Примљено 11.06.2021
Универзитет	Универзитет у Нишу	Број
Факултет	Електронски факултет	07/03-014/21-004
Студијски програм	Електроенергетика	
Звање	Дипломирани инжењер електротехнике за електроенергетику	
Година уписа	2008	
Година завршетка	2013	
Просечна оцена	9.53	

Мастер студије, 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	Теоријска електротехника
Година уписа	2013
Остварен број ЕСПБ бодова	480
Просечна оцена	10

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Моделовање и анализа утицаја металних медицинских имплантата на расподелу електромагнетског поља мобилних телефона у ткивима корисника
Име и презиме ментора, звање	др Ненад Цветковић, ванредни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ Универзитета у Нишу, бр. одлуке: 8/20-01-001/20-018, датум: 28.01.2020. год.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	222
Број поглавља	8
Број слика (шема, графика)	233
Број табела	8
Број прилога	1

**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>Dejan B. Jovanović, Dragan Đ. Krasić, Vladimir B. Stanković, Nenad N. Cvetković, Dragan D. Vučković, „Electric Field and SAR Distribution in the Vicinity of Orthodontic Brace Exposed to the Cell Phone Radiation”, ACES Journal, 2019, Volume 34, Issue 12, pp. 1904-1914, ISSN 1054-4887. https://bit.ly/382fNWF. (5-годишњи IF (2019)=0.599)</p> <p>Циљ ове студије је одређивање утицаја фиксне зубне протезе на расподелу електричног поља и количине апсорбоване енергије мобилног телефона у области вилице. Реализована је упоредна анализа резултата који одговарају моделима детета и одрасле особе, са и без протезе, што је неопходност условљена различитим морфолошким и хистолошким карактеристикама главе детета и одрасле особе. У оквиру описаног истраживања формиран су одговарајући 3D модели. Примењена процедура заснива се на нумеричком решавању једначине простирања електромагнетски таласа, за фреквенцију 3G мреже (0.9GHz). Добијени резултати наводе на закључак да присуство протезе утиче на повећање вредности електричног поља и SAR-а унутар вилице, односно зуба.</p>	M23
2	<p>Dejan B. Jovanović, Vladimir B. Stanković, Nenad N. Cvetković, Dejan D. Krstić, Dragan Vučković, „The impact of human age on the amount of absorbed energy from mobile phone”, COMPEL International Journal of Computations and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, 2019, Volume 38, Issue 5. DOI: 10.1108/COMPEL-12-2018-0511. (5-годишњи IF (2019)=0.528)</p> <p>У овом раду је извршена анализа утицаја старости корисника мобилног телефона на расподелу електромагнетског поља и количине апсорбоване енергије унутар главе корисника мобилног телефона. Нумеричка анализа је спроведена за три различите фреквенције (900MHz, 1800MHz и 2100MHz) које се користе у систему мобилне комуникације. Да би се добили што тачнији резултати, креиран је 3D модел дечије главе тако да димензије овог модела одговарају димензијама седмогодишњег детета. Расподела продлог електромагнетског поља унутар модела главе као и количине апсорбоване енергије добијена је применом нумеричког метода заснованог на методу коначних интеграла.</p>	M23
3	<p>Nenad N. Cvetković, Marko A. Dimitrijević, Dejan B. Jovanović, Dragana U. Živaljević, Dragan Đ. Krasić, „Dental Amalgam Influence on the Amount of Absorbed Energy from Mobile Phone”, Elektronika Ir Elektrotehnika, 2020, Volume 26, Issue 4, pp. 32-38. DOI: 10.5755/j01.eie.26.4.25811.</p> <p>У овој студији извршена је нумеричка анализа електричног поља и количине апсорбоване енергије (квантификоване помоћу специфичне стопе апсорпције (SAR)) у околини зуба испуњеног денталним амалгамом и изложеног зрачењу мобилних телефона на фреквенцијама 3G и 4G мобилне мреже. То је учињено нумеричким решавањем једначине простирања електромагнетских таласа. При томе је формиран одговарајући 3D модел људске вилице и зуба (са и без амалгама). Извршена је одговарајућа компаративна анализа чији резултати упућују на закључак да присуство амалгама утиче на повећање вредности електричног поља и SAR-а, али да у оба случаја максималне вредности ових величина остају у безбедним границама дефинисаним одговарајућим стандардима и правилницима.</p>	M23
4	<p>V. Stanković, D. Jovanović, D. Krstić, V. Marković, N. Cvetković, „Temperature distribution and specific absorption rate inside a child’s head”, International Journal of Heat and Mass Transfer, 2017, Volume 104, pp. 559-565. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.08.094.</p> <p>У раду је извршен нумерички прорачун вредности специфичне стопе апсорпције (SAR) и одређена расподела температуре унутар реалног модела главе детета изложеног зрачењу мобилног телефона на фреквенцији од 900MHz. Расподеле апсорбоване енергије и температуре одређене су решавањем једначине простирања електромагнетског таласа и <i>bioheat</i> једначине, и приказане у различитим биолошким ткивима и органима током излагања електромагнетском зрачењу мобилног телефона. Максимална апсорпција електромагнетске енергије као и повећање температуре добијено је у површинским слојевима модела најближим извору зрачења, при чему су те вредности веће од максимално дозвољених вредности дефинисаних одговарајућим стандардима, односно препорукама.</p>	M21a
5	<p>V. Stanković, D. Jovanović, D. Krstić, V. Marković, M. Dunjić, „Calculation of Electromagnetic Field from Mobile Phone Induced in the Pituitary Gland of Children Head Model”, Military Medical and Pharmaceutical Journal of Serbia, 2017, Volume 74, Issue 9, pp. 854-861. DOI: 10.2298/VSP151130279S. http://www.vma.mod.gov.rs/vsp-9-2017.pdf.</p> <p>Главни циљ овог рада је одређивање утицаја електромагнетског поља мобилног телефона на хипофизу детета. Испитивање је извршено за фреквенције од 900MHz, 1800MHz и 2100MHz. За све три фреквенције извршен је прорачун продлог електричног поља као и вредности SAR-а усредњеног на 1g и 10g унутар главе детета. Креиран је 3D реалистичан модел главе детета тако да што верније одговара стварној структури дечије главе. Највеће вредности електричног поља у области хипофизе јављају се на фреквенцији од 900MHz. Ово је последица веће дубине продирања електромагнетског таласа на нижим фреквенцијама. Исти закључак важи и у случају вредности SAR-а.</p>	M23
6	<p>Nenad N. Cvetković, Dejan Krstić, Vladimir Stanković, Dejan Jovanović, „Electric Field Distribution and Specific Absorption Rate inside a Human Eye Exposed to Virtual Reality Glasses”, IET Microwaves, Antennas & Propagation, 2018, Volume 12, Number 14, pp. 2234-2240. DOI: 10.1049/iet-map.2018.5227.</p> <p>Циљ студије је нумеричка анализа електричног поља и вредности специфичне стопе апсорпције (SAR) унутар реалистичног 3D модела људског ока изложеног електромагнетним таласима који потичу од виртуалних наочара (VR). Анализа је извршена на фреквенцијама 3G, 4G и 5G мреже. Да би се добила вредност продлог електричног поља и вредности SAR-а, нумерички је решена једначина простирања ЕМ таласа. Креиран је нови 3D реалистични модел људске главе, као и људског ока. Добијени резултати приказани су за различита биолошка ткива ока изложена ЕМ зрачењу VR-наочара.</p>	M22

Dejan Jovanović, Vladimir Stanković, Dragana Živaljević, Dragan Vučković, Simona Ilie, „Effects of Using Metal Frame Glasses Exposed to Electromagnetic Radiation from Mobile Phone“, Safety Engineering, 2020, Volume 10, Issue 1, pp. 1-8, DOI: 10.5937/SE2001001J. <https://scindeks.ceon.rs/Article.aspx?artid=2217-71242001001J>.

7 Циљ истраживања описаног у раду је процена утицаја наочара са металним оквиром на расподелу електричног поља и специфичне константе апсорпције (SAR), унутар модела људске главе. Поменуте величине одређене су за 3G фреквенцију мобилне мреже, помоћу процедуре засноване на нумеричком решавању једначине простирања електромагнетних таласа, уз претпоставку да је мобилни уређај активан, односно, у режиму позива. За потребе овог истраживања формиран су 3D модели људске главе и металног оквира наочара. Како би се извршила процена утицаја наочара, извршена је упоредна анализа резултата на моделу са и без наочара. Изложени резултати одговарају доменима унутар различитих биолошких ткива и органа који чине модел људске главе.

M53

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

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације, покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације на Електронском факултету у Нишу, бр. 07/03-014/21-001 од 16.04.2021. год., установљено је да кандидат дипл. инж. Дејан Јовановић **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Кандидат дипл. инж. Дејан Јовановић доставио је Факултету доказ да је првopotписани аутор једног рада из области од интереса за тему дисертације објављеног у часопису са SCIE листе, као и доказ да је првopotписани аутор једног рада публикованог у часопису који издаје факултет Универзитета у Нишу. Сходно томе, Комисија предлаже покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације

Докторска дисертација дипл. инж. Дејана Јовановића изложена је на 222 странице текста формата А4 и укључује 233 слике и 8 табела. Организована је у 8 поглавља (укључујући Прилоге и Литературу), уз логичан ток излагања који пружа могућност једноставног праћења текста. Језички је коректно реализована. Коришћене референце наведене су на крају сваког Поглавља, по редоследу цитирања.

У првом уводном Поглављу дат је исцрпни преглед реализованих студија и истраживања које су се бавиле расподелом електромагнетског поља мобилних уређаја и њиховим биолошким ефектима на ткива корисника.

Садржај другог Поглавља је заправо детаљан приказ нумеричког метода познатог као FIT (The Finite Integration Technique) који представља основу софтверског алата примењеног на решавање електромагнетских проблема у оквиру дисертације. Поглавље такође укључује и део посвећен начину креирања и типовима мрежа за дискретизацију које су битан део процедуре примене FIT.

У трећем Поглављу дат је преглед и изложене су карактеристике металних медицинских имплантата који се користе у хирургији главе и врата, од интереса за истраживања описана у дисертацији. То су:

- Титанијумски имплантати за реконструкцију дефекта лобање;
- Титанијумске плочице и шrafoви који се користе у трауматологији вилице;
- Дентални имплантати; и
- Фиксни ортодонтски апарат (фиксна зубна протеза).

Развој и процес креирања нумеричких модела коришћених у симулацији простирања електромагнетског таласа мобилног телефона унутар биолошких ткива корисника, изложени су у четвртном Поглављу. Детаљно је описана конструкција тродимензионалног модела главе корисника мобилног телефона, металних медицинских имплантата као и модела актуелног паметног телефона. Реализација оваквих модела подразумева и избор одговарајућих вредности параметара који карактеришу електромагнетске особине материјала (ткива), што је такође изложено у овом делу текста. Такође, описан је и поступак креирања адекватне мреже коришћене у оквиру симулације конкретних електромагнетских проблема која су предмет истраживања описаних у дисертацији.

Резултати за просторну расподелу електричног поља и апсорбоване енергије електромагнетског поља мобилног телефона квантификоване помоћу вредности специфичне стопе апсорпције (Specific Absorption Rate-SAR) добијени нумеричким прорачуном са и без присуства медицинских имплантата описаних у четвртном Поглављу, представљају садржај петог Поглавља. Извршена је свеобухватна анализа добијених резултата за сваки медицински имплантат понаособ.

Садржај шестог Поглавља формиран је од анализе добијених резултата, одговарајућих закључака и пратеће дискусије, укључујући и разматрање евентуалних истраживања која би се базирала на садржају дисертације.

Прилог који омогућава једноставније и лакше разумевање и праћење основног текста, без неопходности да буде укључен у његову основну структуру представља седмо Поглавље.

У последњем осмом Поглављу наведен је комплетан списак коришћене литературе по абecedном редоследу.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

Увидом у одељак „Очекивани резултати, научна заснованост и допринос истраживања“ из Извештаја о научној заснованости теме докторске дисертације, може се закључити да су остварени циљеви постављени у пријави дисертације.

Креиран је 3D модел главе који по димензијама, морфологији и саставу ткива одговара карактеристикама главе одрасле особе.

На основу 3D снимака креирани су нумерички модели појединих металних медицинских имплантата. Креиран је модел мобилног телефона чије карактеристике одговарају актуелним паметним телефонима са одговарајућом PIFA (Planar Inverted F Antenna) антенном.

Симулирани су услови рада телефона за две различите носеће фреквенције које одговарају 3G и 4G мобилној мрежи (1.8 GHz и 2.6 GHz).

Одређена је расподела електричног поља и специфичне стопе апсорпције (Specific Absorption Rate-SAR) за поменуте фреквенције за особе код које су присутни одређени медицински имплантати:

- Титанијумски имплантати за реконструкцију дефекта лобање (плоча и динамичка мрежица);
- Титанијумске плочице и шрафови који се користе у трауматологији вилице;
- Дентални имплантати; и
- Фиксне зубне протезе.

Анализиран је утицај медицинских имплантата на расподелу електричног поља и SAR-а у случајевима одраслог корисника изложеног електромагнетском пољу мобилног телефона. Извршена је компаративна анализа добијених резултата и донети одговарајући закључци.

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

Према оцени Комисије, најзначајнији доприноси докторске дисертације су следећи:

- Формирање 3D нумеричког модела главе који димензионо, морфолошки и хистолошки одговара карактеристикама главе одрасле особе;
- Креирање 3D нумеричких модела одређених металних медицинских имплантата (уграђених због постојећих недостатака коштаног ткива или недостатака који су узроковани хирушком интервенцијом);
- Формирање комплетног нумеричког модела који у одговарајућој мери симулира реалне услове коришћења мобилног телефона током разговора, за носеће фреквенције 3G и 4G мобилне мреже;
- Одређивање просторне расподеле продрлог електричног поља и SAR-а унутар појединих биолошких ткива корисника при реалним условима коришћења мобилног телефона у присуству медицинских имплантата за реконструкцију дефеката лобање, имплантата који се примењују у трауматологији вилице, денталних имплантата, као и фиксне зубне протезе.
- Анализа утицаја металних медицинских имплантата на расподелу електричног поља и SAR-а унутар биолошких ткива корисника услед изложености електромагнетском зрачењу мобилног телефона; и
- Закључци формиран на основу компаративне анализе добијених резултата о утицају присуства металних медицинских имплантата на расподелу продрлог електричног поља и количине апсорбоване енергије унутар ткива корисника услед изложености РФ зрачењу мобилног телефона.

Све изложено у дисертацији представља солидну базу за даља истраживања. Уз модификације условљене чињеницом да су ткива о којима је реч често дисперзивна, могу се на аналоган начин формирати и модели за решавање проблема расподеле електромагнетског поља у присуству медицинских имплантата и за мобилне уређаје који одговарају 5G мобилној мрежи. Други могући правац ширења изложених истраживања лежи у формирању оптимизационих процедура у оквиру пројектовања и реализације имплантата са становишта њиховог утицаја на расподелу електромагнетског поља мобилних уређаја. То би се пре свега огледало у избору врсте материјала који се примењује за њихову израду, а у одређеној мери и у погледу њихове геометрије.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат дипл. инж. Дејан Јовановић, исказао је висок степен самосталности како током истраживања које је резултовало формирањем теме, тако и током самог поступка израде докторске дисертације. То је условљено и чињеницом да у области од интереса за тему дисертације кандидат поседује дугогодишње истраживачко искуство стечено активностима у оквиру домаћих и иностраних научно-истраживачких институција. Податак о укупно шест радова из области од интереса које кандидат објавио у публикацијама са SCIE листе такође говори у прилог томе.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Увидом у приложени рукопис докторске дисертације дипл. инж. Дејана Јовановића, може се закључити да она садржи низ оригиналних научних доприноса из области анализе утицаја металних медицинских имплантата на расподелу продрлог електромагнетског поља мобилног телефона у ткивима корисника. Изложени приступ може се проширити на будућа истраживања у овој области. Основни доприноси дисертације доступни су стручној јавности кроз већи број публикованих радова у међународним часописима и зборницима радова са научних скупова.

Имајући у виду значај теме и изложене резултате, чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да усвоји Извештај о оцени докторске дисертације дипл. инж. Дејана Јовановића и одобри њену усмену одбрану.



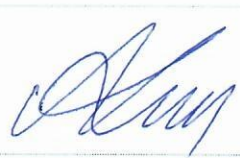


КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовану Комисије

8/20-01-004/21-025

Датум именовања Комисије

07.06.2021.

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	Др Злата Цветковић, редовни професор	председник	
	Теоријска електротехника (Научна област)	Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
2.	Др Ненад Цветковић, ванредни професор	ментор, члан	
	Теоријска електротехника (Научна област)	Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
3.	Др Небојша Раичевић, ванредни професор	члан	
	Теоријска електротехника (Научна област)	Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
4.	Др Дејан Крстић, редовни професор	члан	
	Енергетски процеси и заштита (Научна област)	Факултет заштите на раду у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
5.	Др Драган Красић, редовни професор	члан	
	Медицина, стоматологија, хирургија главе и врата (Научна област)	Медицински факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

....., Ниш