

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног
родитеља и име
Датум и место рођења

Станковић, Бранислав, Владимир
22.03.1978., Ниш

Основне студије

Универзитет
Факултет
Студијски програм
Звање
Година уписа
Година завршетка
Просечна оцена

Универзитет у Нишу
Електронски факултет у Нишу
Телекомуникације
Дипломирани инжењер електротехнике за телекомуникације
1997
2005
8.09

Мастер студије, магистарске студије

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

Докторске студије

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

Универзитет у Нишу
Електронски факултет у Нишу
Телекомуникације
2010
490
10

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске
дисертације
Име и презиме ментора,
звање
Број и датум добијања
сагласности за тему
докторске дисертације

Анализа продрлог електромагнетског поља мобилног телефона коришћењем
нумеричког модела дечије главе за различите микроталасне подопсеге
Вера В. Марковић, редовни професор
НСВ Универзитета у Нишу, бр. одлуке 8/20-01-004/17-027, датум: 15.05.2017.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна
Број поглавља
Број слика (шема, графикона)
Број табела
Број прилога

211
9
286
17
-

**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>V. Stanković, D. Jovanović, D. Krstić, V. Marković, N. Cvetković, "Temperature distribution and specific absorption rate inside a child's head," <i>International Journal of Heat and Mass Transfer</i>, 104 (2017) 559-565, ISSN:0017-9310, http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.08.094</p> <p>Овај рад представља нумеричку анализу специфичне стопе апсорпције (SAR) и расподеле температуре унутар реалног модела главе детета изложене зрачењу мобилног телефона на фреквенцији од 900MHz. У овом раду, SAR и расподела температуре су добијени нумеричким решењем једначине простирања електромагнетског таласа и <i>bioheat</i> једначине, респективно, а приказани су у различитим биолошким ткивима и органима током излагања електромагнетском зрачењу мобилног телефона. Максимална апсорпција електромагнетске енергије је добијена у површинским слојевима модела, при чему су те вредност веће од максимално дозвољених вредности дефинисаних стандардима. Такође, повећање температуре је највеће у оним биолошким ткивима и органима који су најближи извору зрачења.</p>	M21a
2	<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," <i>Military Medical and Pharmaceutical Journal of Serbia</i>, Vol. 74, no. 9, pp. 854-861, ISSN: 0042-8450, DOI: 10.2298/VSP151130279S, UDC: 613.168::616.2]:[537.531::616.432-053.2</p> <p>У овом раду испитиван је утицај електромагнетског поља мобилног телефона на хипофизу детета. Испитивање је извршено за фреквенције од 900MHz, 1800MHz и 2100MHz. За све три фреквенције извршен је прорачун електричног поља и SAR усредњеног на 1g и 10g. Креиран је 3D модел главе детета чије димензије одговарају седмо годишњем детету. Највеће вредности електричног поља у области хипофизе су на фреквенцији од 900MHz. Ово је последица веће дубине продирања електромагнетског таласа на овој фреквенцији у односу на остале две. SAR вредности такође се смањују у области хипофизе како се фреквенција повећава.</p>	M23
3	<p>V. Stanković, D. Jovanović, D. Krstić, V. Marković, N. Cvetković, "Mobile Phones and Children," <i>Safety Engineering</i>, Vol. 6, No. 1, 2016, pp. 47-52. UDK 621.395-053.2, DOI: 10.7562/SE2016.6.01.07.</p> <p>Овај рад сумира навике коришћења мобилних телефона код деце и тинејџера и везу са могућим штетним биолошким ефектима електромагнетског зрачења ових уређаја. Описан је поступак креирања модела главе одраслих особа и деце који се користе за нумерички прорачун продрлог електромагнетског поља и апсорбоване енергије.</p>	M53
4	<p>V. Stanković, D. Jovanović, D. Krstić, N. Cvetković, "Electric Field Distribution and SAR in Human Head from Mobile Phones," <i>The 9th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering</i>, May 7-9, 2015., Bucharest, Romania. http://ieeexplore.ieee.org/</p> <p>Овај рад показује расподелу електричног поља и SAR унутар људске главе као последицу зрачења мобилног телефона. Такође, приказани су термални ефекти као последица апсорбовања електромагнетске енергије. Коришћена су два различита модела људске главе. Први модел је креиран запреминском интерполацијом којом се дефинишу електромагнетски параметри ткива и органа, а у другом случају модел главе са слојевима. Да би се добила расподела електричног поља за различите попречне пресеке нумерички прорачун је заснован на техници коначних интеграла и методи коначних елемената. Наравно, највиши нивон електромагнетског зрачења су у области непосредно поред антене мобилног телефона и опадају драстично како расте удаљеност од извора зрачења.</p>	M33
5	<p>V. Stanković, D. Jovanović, D. Krstić, N. Cvetković, V. Marković, "Thermal Effects on Human Head from Mobile Phones," <i>12 International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS)</i>, 14-17 October, 2015, Niš, Serbia. ISBN: 978-1-4673-7514-6. http://ieeexplore.ieee.org/</p> <p>Предмет овог рада је мониторинг термалних ефеката у људској глави од мобилних телефона. Приказане су вредности SAR и расподеле температуре. Како електромагнетско поље унутар главе и изван главе није исто, нумеричке биоелектромагнетске симулационе методе олакшавају прорачун компоненти поља продрлог електромагнетског таласа. Резултати симулације су поређени са експерименталним подацима који су добијени помоћу термовизијске камере. На основу резултата је евидентно да је највећа температура у области близу извора електромагнетског зрачења.</p>	M33
6	<p>Vladimir Stanković, Dejan Jovanović, Dejan Krstić, Darko Zigar, Vera Marković, "Numerical Calculation of Electromagnetic Field From Mobile Phone Within Human Head in Order to Predicting Biological Effects on Tissues," <i>The First Congress of Traditional Medicine of the SCO/BRICS/EAU countries, Российская профессиональная медицинская ассоциация специалистов традиционной и народной медицины</i>, 2015, pp. 240-245, ISBN:978-5-905675-70-6, UDC: 615.811.2</p> <p>У овом раду је приказана расподела електричног поља у глави човека као резултат симулације реалних услова употребе мобилног телефона за разговор. Насупрот базним станицама које су постављене далеко од људи, мобилни телефони као извор електромагнетског зрачења су постављени непосредно поред главе или тела корисника. Како би се добила што тачнији подаци о расподели електромагнетског поља у глави корисника коришћен је вишеслојни модел људске главе. Сваки од ових слојева је описан адекватним електромагнетским карактеристикама. Резултати показују где су максималне вредности апсорбоване енергије, како поље продира и колико слаби како удаљеност расте од извора зрачења.</p>	M33

7 Dejan Krstić, Darko Zigar, Momir Dunjić, Dejan Jovanović, Vladimir Stanković, "Investigation of Harmful Artificial Electromagnetic Fields and Biological Effects Using Electromagnetic's Simulation Methods," The First Congress of Traditional Medicine of the SCO/BRICS/EAU countries, Российская профессиональная медицинская ассоциация специалистов традиционной и народной медицины, 2015, pp. 232-239, ISBN:978-5-905675-70-6, UDC: 615.811.2

M33

У овом раду приказани су неки нумерички методи за прорачун електромагнетског поља унутар ткива које потиче од мобилног телефона. Приказани су резултати расподеле апсорбоване енергије унутар нумеричког модела главе човека за случај коришћења мобилног телефона који је у режиму преноса говора. Циљ оваквог приступа решавању проблема је да се анатомски лоцира тачна позиција где електромагнетско поље достиже максималну вредност унутар главе модела а самим тим и место где је највиша вредност апсорбоване енергије.

D. Jovanović, V. Stanković, D. Krstić, N. Cvetković, "Modelling SAR of Mobile Phone Inside User' Head," 6th Small Systems Simulation Symposium, 12-14 February, 2016, Niš, Serbia. ISBN: 978-86-6125-154-2.

8 У овом раду приказан је поступак креирања више различитих модела људске главе који се користе у процесу симулације испитивања зрачења мобилног телефона. Приказана је расподела електричног поља и SAR унутар модела људске главе. Први модел је креиран као фантом, други као модел из више слојева и трећи као реални модел са стварним биолошким ткивима и органима. Резултати добијени коришћењем различитих модела показали су неслагање резултата добијених током симулације преноса говора мобилним телефоном. Реалнији и прецизнији резултати су добијени у случају коришћења реалног модела јер овај модел узима у обзир више биолошких ткива и органа са њиховим електромагнетским особинама.

M33

D. Krstić, D. Zigar, D. Sokolović, V. Stanković, M. Dunjić, M. Jovanović, "Metode istraživanja biološkog dejstva radiofrekventnog e lektromagnetskog zračenja", Unapređenje sistema zaštite na radu, 13. nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem, Tara, 27-30. oktobar 2016.

9 У раду су приказане методе помоћу којих се врши испитивање, мерење и истраживање биолошког дејства електромагнетског поља. За доказивања биолошког дејства електромагнетских таласа неопходан је мултидисциплинарни тим стручњака из техничких и биолошко-медицинских грана. Задњих деценија је развијена нова научна дисциплина електромагнетска дозиметрија нејонизујућег зрачења која квантификује електромагнетска зрачења на основу њихових величина, врши њихово мерење у слободном простору и прорачун продних компонента и апсорбоване енергије у биолошке субјекте. Ово су неопходни полазни подаци за биолошке и биомедицинске експерименталне студије *in vivo* и *in vitro* као и за епидемиолошка истраживања електромагнетских поља.

M61

V. Marković, V. Stanković, "Uticaj elektromagnetskog polja mobilnih telefona na decu", XXXIV simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, PosTel 2016, Beograd, 29. i 30. novembar 2016.

10 У овом раду су приказане навике коришћења мобилних телефона код деце и тинејџера и могући штетни биолошки ефекти. Дат је преглед различитих модела одрасле особе и деце који се користе за нумерички прорачун продрлог електромагнетског поља. На бази резултата електромагнетске анализе могуће је извести одређене закључке о специфичностима када је у питању изложеност деце електромагнетском зрачењу мобилног телефона.

M61

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. 07/03-017/17-007 од 27.10.2017. год., установљено је да кандидат дипл. инж. Владимир Станковић **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Кандидат дипл. инж. Владимир Станковић је доставио Факултету доказ да је првопотписани аутор рада у часопису са СЦИ листе и да је првопотписани аутор рада у часопису који издаје Универзитет у Нишу или 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. Владимира Станковића је изложена на 211 страница текста формата А4 и садржи 286 слика и 17 табела. Дисертација има логичан ток и прецизно је језички формулисана. Организована је у 9 поглавља.

У поглављу 1 су дефинисане електромагнетске особине ткива, специфична стопа апсорпције електромагнетске енергије (SAR) и *bioheat* једначина.

У поглављу 2 приказани су стандарди који су дефинисани за безбедно излагање људи електромагнетским зрачењима и могући биолошки ефекти.

У поглављу 3 приказани су нумерички модели мобилног телефона и главе детета који су коришћени за различите сценарије употребе мобилног телефона. Дат је приказ 3Д модела паметног мобилног телефона и модела главе седмогодишњег детета.

У поглављу 4 дати су резултати опсежне анализе продрлог електромагнетског поља унутар модела дечије главе. Симулација је вршена за услове који одговарају реалној ситуацији коришћења мобилног телефона од стране деце. Такође, симулацијом су обухваћени фреквенцијски опсежи који одговарају различитим генерацијама

мобилних комуникационих система, почев од друге, до будуће пете генерације. Резултати су показали да се на фреквенцијама које се тренутно користе у мобилним мрежама, под задатим условима, унутар модела главе детета у одређеним регионима ближе извору зрачења јављају високе вредности интензитета електричног поља које су изнад референтних граничних нивоа, као и високе вредности за SAR које прекорачују базична ограничења. На фреквенцијама предложеним за будуће 5G мреже анализа је показала да се више вредности за интензитет електричног поља од референтног граничног нивоа јављају само у врло танком површинском слоју модела, тј. кожи. Слични резултати добијени су и за величину SAR чије максималне вредности су биле изнад вредности базичних ограничења у танком слоју уз површину модела који обухвата кожу, масно ткиво и мали део мишићног слоја главе.

У поглављу 5 истраживан је утицај електромагнетског зрачења на повећање температуре у моделу главе детета. Резултати су показали да је максимални пораст температуре посматрајући целокупну област главе детета након 15-то минутног разговора износио око 1°C , док пораст температуре посматрајући само možдано ткиво, као најосетљивије, није прелазило 0.7°C .

У поглављу 6 симулиран је сценарио посматрања садржаја на екрану телефона приликом активног преноса података преко мобилне мреже. Испитивано је више случаја удаљености телефона од очију детета. У ту сврху развијен је модел ока детета који одговара реалном оку по анатомским карактеристикама. Вредности интензитета електричног поља и SAR у моделу главе премашивале су референтне граничне нивое и базична ограничења само када се екран телефона налазио веома близу корисника.

У поглављу 7 извршена је анализа утицаја постављених вредности параметара ткива модела дечије главе на расподелу електромагнетског поља и апсорпцију електромагнетске енергије. Утврђено је да је разлика у морфолошким карактеристикама ткива и органа код деце у односу на ткива одрасле особе утицала на пораст вредности за SAR у кожи и масном ткиву модела главе детета.

У поглављу 8 приказани су резултати који се односе на разлику у расподели електромагнетске енергије код деце и одраслих. За потребе поређења развијен је модел главе одрасле особе. Утврђено је да су присутне више вредности интензитета електричног поља и SAR код модела детета.

У поглављу 9 извршено је поређење модела главе одрасле особе и фантома који служи за експерименталну карактеризацију величине SAR. Показано је да експериментално одређивање вредности за SAR помоћу фантома има недостатке који се огледају у немогућности одређивања вредности за SAR у површинском слоју модела фантома, као и у мањој тачности одређивања вредности за SAR у унутрашњости главе, у односу на сложенији нумерички модел.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације

Увидом у одељак „Очекивани резултати, научна заснованост и допринос истраживања“ из Извештаја о научној заснованости теме докторске дисертације, може се закључити да су циљеви, који су постављени у пријави докторске дисертације, у потпуности остварени. Добијени су адекватни резултати везани за прорачун продрлог електромагнетског поља које потиче од мобилног телефона и његове просторне расподеле у 3D моделу дечије главе. Сваки орган или ткиво у глави детета су представљени одговарајућим електромагнетским карактеристикама. Модел мобилног телефона је креиран са одговарајућим карактеристикама актуелних паметних телефона са антеном одговарајућих параметара антена стварних телефона. Симулирани су различити услови коришћења мобилног телефона за више различитих носећих фреквенција.

Добијена је просторна расподела електричног и магнетског поља за различите радне фреквенције телефона и, на основу тих резултата, изведени су одговарајући закључци о томе који су делови главе оптерећени највећом густином апсорбоване електромагнетске енергије.

Такође, добијени су резултати за просторну расподелу SAR и температуру изложених ткива и анализирано је топлотно дејство електромагнетског поља на ткива и органе који су посебно осетљиви на дејство електромагнетског поља.

Показана је разлика у утицају електромагнетског зрачења мобилног телефона на децу и одрасле особе, као и утицај морфолошких карактеристика ткива и органа деце и одраслих на расподелу електромагнетског поља и апсорбоване енергије.

Утврђено је да сам процес одређивања вредности SAR мобилних телефона мерењем у лабораторијским условима није задовољавајући и да има извесне недостатке који се не смеју занемарити.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације

- Према оцени Комисије, најзначајнији доприноси дисертације дипл. инж. Владимира Станковића су:
- формирање нумеричког модела са анатомским и морфолошким карактеристикама главе детета и одрасле особе, са акцентом на нумерички модел главе детета, будући да је већина студија о утицају електромагнетског зрачења које потиче од мобилних телефона фокусирана на одрасле особе.
 - формирање истраживачких модела који одговарају реалним ситуацијама коришћења мобилног телефона за пренос говора и података,
 - детаљна анализа просторне расподеле електромагнетског поља у биолошким ткивима главе детета при реалним условима коришћења мобилног телефона,
 - детаљна анализа просторне расподеле апсорбоване енергије електромагнетског таласа и њене зависности од електромагнетских особина биолошких ткива,

- испитивање ефеката загревања ткива и органа у моделу главе детета и утврђеној апсолутној промени температуре у биолошким ткивима и органима који су посебно сензитивни на електромагнетско поље,
- утврђивање утицаја разлика у морфолошким карактеристикама ткива и органа на простирање електромагнетског таласа,
- утврђивање утицаја разлике у апсорбовању енергије електромагнетског зрачења на биолошка ткива и органе у дечијој глави у односу на главу одрасле особе,
- утврђивање недостатака експерименталног одређивања SAR вредности мобилног телефона у лабораторијским условима.

Резултати приказани у овој дисертацији су публиковани у међународним часописима са импакт фактором, у националном часопису и у зборницима међународних и домаћих конференција.

Оцена самосталности научног рада кандидата

Кандидат дипл. инж. Владимир Станковић је показао висок степен самосталности и испољио изузетну самоиницијативу како током бављења научно-истраживачким радом тако и током израде докторске дисертације. Кандидат је самостално дошао до највећег дела резултата приказаних у дисертацији, што је потврђено и великим бројем радова у којима је кандидат првопотписани аутор.

ЗАКЉУЧАК

На основу увида у поднету докторску дисертацију дипл. инж. Владимира Станковића може се закључити да она садржи низ оригиналних научних доприноса у области анализе расподеле подрлог електромагнетског поља мобилног телефона у ткивима дечје главе. Резултати истраживања могу да помогну код даље анализе утицаја електромагнетског поља бежичних система и процене евентуалних биолошких ефекта. Главни доприноси дисертације представљени су стручној јавности кроз већи број радова публикованих у међународним часописима са импакт фактором и саопштених на конференцијама.

Имајући у виду значај обрађене проблематике и остварене научне резултате, чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да усвоји Извештај о оцени докторске дисертације дипл. инж. Владимира Станковића и одобри усмену одбрану дисертације.






КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовању Комисије

8/20-01-008/17-021

Датум именовања Комисије

30.11.2017.

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	Проф. др Вера Марковић, редовни професор Телекомуникације (Научна област)	Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	ментор, председник 
2.	Проф. др Небојша Дончов, редовни професор Телекомуникације (Научна област)	Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 
3.	Др Ненад Цветковић, доцент Теоријска електротехника (Научна област)	Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 
4.	Др Дејан Крстић, ванредни професор Енергетски процеси и заштита (Научна област)	Факултет заштите на раду у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 
5.	Проф. др Јовица Јовановић, редовни професор Медицина рада (Научна област)	Медицински факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 

**ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ**

Датум и место:

14.12.2017. године, Ниш

Примљено	15.12.2017
Број	
07/03-017/17-011	