

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Тушара Сингха (Tushar Singh), мастер инж. електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 551/25 од 24.04.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Тушара Сингха, мастер инж. електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под насловом „Контролисано тродимензионално електромагнетско моделовање система који се користе за добијање микроталасних слика у медицини”.

Комисија за оцену подобности теме и кандидата је предложила да се наслов теме докторске дисертације измени, што је прихваћено од стране предложеног ментора и кандидата, тако да је усаглашени наслов предложене теме докторске дисертације кандидата Тушара Сингха: **„Контролисано тродимензионално електромагнетско моделовање система за добијање микроталасних слика у медицини”**. Наслов теме на енглеском језику гласи: **“Controllable three-dimensional electromagnetic modeling of medical microwave imaging systems.”**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Тушар Сингх је рођен 1990. године у Алахабаду, Индија. Основне студије је завршио 2012. године на Мадан Мохан Малавија технолошком институту у Горакпуру, Индија (Madan Mohan Malaviya University of Technology, Gorakhpur, India), на одсеку за електронику. Мастер студије из области микроталасне технике је завршио 2014. године на Индијском технолошком институту у Варанасију, Индија (Indian Institute of Technology Varanasi, India). У свом мастер раду бавио се пројектовањем, израдом и мерењем антена у милиметарском опсегу за потребе сателитских комуникација.

У периоду између 2014. и 2018. године радио је као асистент на универзитету KIIT у Бубанешвару, Индија (KIIT University, Bhubaneswar, India) где је држао вежбе из предмета електромагнетика, антене и простирање, обрада сигнала и дигитална обрада слике. Аутор је индијског патента под насловом: “Систем и метод за праћење загађења у ваздуху”.

У оквиру програма EMERALD (ElectroMagnetic imaging for a novel genERation of medicAL Devices), MSCA-ITN EU Horizon 2020, уписао је докторске академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Микроталасна техника. Положио је све предмете предвиђене наставним планом са просечном оценом 10. Истраживање је радио у сарадњи са компанијом WIPL-D, где му је главни задатак био

електромагнетско моделовање микроталасних медицинских уређаја у присуству реалистичних људских модела. У оквиру пројекта, радио је на развијању библиотека са антенама, антенским низовима, ткивима и осталим компонентама које олакшавају прављење електромагнетских модела истраживачима из области биомедицине. Аутор је и коаутор више научних и стручних радова, од којих су два објављена у часописима са SCI листе у категоријама M21 и M22, као и поглавља у књизи.

Тренутно је запослен као специјалиста за електромагнетске симулације у компанији Danfoss у Хамбургу, Немачка.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Кандидат је на докторским академским студијама на Електротехничком факултету Универзитета у Београду (модул Микроталасна техника) положио све предмете предвиђене наставним планом са просечном оценом 10:

1. Електромагнетика (9 ЕСПБ бодова)
2. Антене и простирање радиоталаса (9 ЕСПБ бодова)
3. Метод момената у електромагнетици (9 ЕСПБ бодова)
4. Микроталасна пасивна кола (9 ЕСПБ бодова)
5. Напредне технике за микроталасно формирање слике (9 ЕСПБ бодова)
6. Електромагнетска компатибилност и интегритет сигнала (9 ЕСПБ бодова)
7. Анализа и синтеза антена (9 ЕСПБ бодова)
8. РФ и микроталасни филтри (9 ЕСПБ бодова)
9. Микроталасна електроника (9 ЕСПБ бодова)
10. Енглески језик (6 ЕСПБ бодова)

Такође, одрадио је и преостале обавезе у току докторских студија:

1. Студијски истраживачки рад I у вези докторске тезе (15 ЕСПБ бодова)
2. Студијски истраживачки рад II у вези докторске тезе (15 ЕСПБ бодова)

Предмет истраживања у Студијским истраживачким радовима I и II био је развој нове методе за упрошћавање сложених реалистичних модела људског ткива помоћу формула за одређивање еквивалентних пермитивности смеша које су развили Лујенга (*Looyenga*) и Лихтнекер (*Lichtenecker*). Помоћу ове методе се поједностављују модели добијени магнетском резонанцом који се састоје од милиона воксела тако што се групе воксела различитих пермитивности замењују већим, хомогеним вокселем. Пермитивност еквивалентног воксела се одређује тако да се након хомогенизације електромагнетски одзив ткива минимално промени.

Кандидат је аутор 8 научних и стручних радова, од којих су два објављена у часописима са SCI листе у категоријама M21 и M22. Аутор је и једног поглавља посвећеног електромагнетском моделовању са применом у медицини.

Списак објављених радова који доказују подобност кандидата за рад на приложеној теми:

Радови у часописима са SCI листе:

1. T. Singh, D. M. Ninkovic, B. M. Kolundzija and M. N. Stevanovic, "Smooth Polynomial Approach for Microwave Imaging in Sparse Processing Framework," in IEEE Access, vol. 10, pp. 120616-120629, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3217221. (M22, IF₂₀₂₁ = 3.476).
2. T. Singh, B. M. Ninkovic, M. S. Tasic, M. N. Stevanovic and B. M. Kolundzija, "3-D EM Modeling of Medical Microwave Imaging Scenarios With Controllable Accuracy," in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 71, no. 2, pp. 1640-1653, Feb. 2023, doi: 10.1109/TAP.2022.3209244. (M21, IF₂₀₂₃ = 4.824).

Радови на скуповима од међународног значаја:

1. T. Singh, M. N. Stevanovic, and B. Kolundzija, "Survey and Classification of Antennas for Medical Applications," 2019 13th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Krakow, Poland, 2019, pp. 1-5.
2. B. Kolundzija, M. N. Stevanovic, M. Stevanetic, B. Ninkovic, and T. Singh, "Advanced 3D EM Simulation Environment for Development, Testing, and Usage of Medical Microwave Imaging Devices," 2019 14th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS), Nis, Serbia, 2019, pp. 186-189, doi: 10.1109/TELSIKS46999.2019.9002224.
3. T. Singh, M. Stevanetic, M. Stevanovic, and B. Kolundzija, "Homogenization of Voxel Models using Material Mixing Formulas," 2020 14th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Copenhagen, Denmark, 2020, pp. 1-4, doi: 10.23919/EuCAP48036.2020.9135081.
4. T. Singh, S. Abedi, B. Ninkovic, M. N. Stevanovic, N. Joachimowz, H. Roussel and B. Kolundzija, "Smart Simplification of Anthropomorphic Head Phantom Aimed for Microwave Imaging," in *15th European Conference on Antennas and Propagation*, Düsseldorf, Germany, 2021, pp. 1-4, doi: 10.23919/EuCAP51087.2021.9411262.
5. M. N. Stevanovic, T. Singh, B. Ninkovic, and B. Kolundzija, "Microwave Sparse Imaging Applied to Stroke Monitoring," 2021 XXXIVth General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science (URSI GASS), Rome, Italy, 2021, pp. 1-4, doi: 10.23919/URSIGASS51995.2021.9560370.
6. T. Singh, B. Ninkovic, M. Tasic, M. N. Stevanovic, and B. Kolundzija, "New Method for Calculation of Average Electric Properties of Reference Head Phantom in Microwave Imaging," 2022 16th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Madrid, Spain, 2022, pp. 1-5, doi: 10.23919/EuCAP53622.2022.9769058.

Поглавље у књизи:

1. T. Singh, B. M. Ninkovic, M. S. Tasic, M. N. Stevanovic and B. M. Kolundzija, "Tools and Strategies for 3D EM Modeling and Design of Microwave Imaging Systems for Medical Applications", Computational Intelligence and Image Processing in Medical Applications" July 2022, 297-314.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу одлуке Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 551/25 од 24.04.2023. године, именовани су чланови Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под насловом „Контролисано тродимензионално електромагнетско моделовање система који се користе за добијање микроталасних слика у медицини”, у следећем саставу:

1. др Бранко Колунџија, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
2. др Небојша Дончов, редовни професор, Универзитет у Нишу, Електронски факултет,
3. др Милица Јанковић, ванредни професор Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
4. др Драган Олћан, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
5. др Миодраг Тасић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За ментора докторске дисертације предложена је др Марија Стевановић, редовни професор Универзитета у Београду – Електротехнички факултет.

Јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације (докторски испит) одржана је 11.05.2023. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Комисија је оценила кандидатову одбрану теме оценом „задовољио”.

На основу приказа резултата досадашњег научно-истраживачког рада закључујемо да је кандидат Тушар Сингх, мастер инж. електротехнике и рачунарства, веома посвећен истраживању комплексне и актуелне области као што је електромагнетско моделовање медицинских сценарија и да је учинио значајне напоре да се детаљно упозна са самом облашћу.

Научни доприноси верификовани су кроз неколико научних и стручних радова, од којих су два објављена у часописима са SCI листе у категоријама M21 и M22 и у којима је био први аутор. Посебно се издваја рад под називом “3-D EM modeling of medical microwave imaging scenarios with controllable accuracy”, објављен у часопису IEEE Transactions on Antennas and Propagation (M21, IF₂₀₂₃ = 4.824), који представља окосницу будуће докторске дисертација. У другом раду, објављеном у часопису IEEE Access, (M22, IF₂₀₂₁ = 3.476), кандидат је предложио алгоритам за добијање слика помоћу микроталаса који обезбеђује високу резолуцију неопходну у медицинским применама.

На јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације (докторски испит), кандидат је детаљно образложио предмет и циљ докторске дисертације, основне хипотезе, истраживачке методе, структуру, очекиване резултате, као и научни и стручни допринос докторске дисертације.

На основу посвећености истраживању, објављених научних радова, образложења теме докторске дисертације и успешне јавне одбране, закључујемо да је кандидат способан за самосталан научни рад, да може да изврши планирана истраживања у целости, као и да испуњава све услове за пријаву теме докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Развој микроталасних медицинских дијагностичких система је значајна тема због низа предности ових уређаја попут преносивости и повољне цене, као и због безбедности мерног поступка по здравље пацијента и оператера услед тога што се не користи јонизујуће зрачење. Основна премиса за рад оваквих уређаја је да се свака промена здравог ткива (цисте, тумори, угрушци, итд.) манифестује као одступање пермитивности у односу на пермитивност здравог

ткива. Са становишта микроталасних мерења, ове промене пермитивности изазивају пертурбације параметара расејања које се могу измерити. Измерени сигнали, заједно са резултатима електромагнетског моделовања здравог ткива, прослеђују се алгоритму за микроталасно добијање слике ради утврђивања места, величине и типа промене. Пројектовање и тестирање оваквих сценарија захтева прецизно и ефикасно електромагнетско моделовање комплексног система чији су основни делови: антенски низ састављен од компактних антена прилагођених за рад у присуству дела тела од интереса и фантом (нумерички или физички модел који верно представља људско тело).

Циљ овог истраживања је развој метода за постизање високе тачности нумеричких симулација медицинских сценарија уз разумно време извршавања које би омогућило коришћење оваквих система у реалном времену. Наиме, због изузетне нехомогености људских ткива овакви модели су изузетно сложени и захтевају решавање система једначина са огромним бројем непознатих. Додатно, захтева се већа тачност од уобичајене због малих промена нивоа поља услед модификације ткива. Генерално, нумеричке методе које могу да се користе у поменутом контексту деле се на две веће групе чији су најважнији представници:

- 1) Метод момената примењен на површинске интегралне једначине (Method of Moment applied to Surface Integral Equation или MoM/SIE) који одређује непознате еквивалентне струје дуж површинских градивних елемената (троуглови или четвороуглови) и
- 2) Метод коначних елемената (Finite Element Method или FEM), метод коначних разлика у временском домену (Finite Difference Time Domain или FDTD), метод коначне интеграције (Finite Integration Technique или FIT) и метод момената примењен на запреминске интегралне једначине (MoM applied to Volume Integral Equation или MoM/VIE). Ови методи одређују непознато поље унутар запреминских градивних елемената као што су тетраедрони и хексаедрони.

Реалистични модели људског тела су обично дефинисани помоћу огромног броја троуглова или хексаедрона, те би њихово директно коришћење довело до неприхватљиво дугог времена извршавања симулација. Због тога је од пресудног значаја развој метода које на контролисани начин смањују број троуглова или хексаедрона и конвертују их у пожељније градивне елементе као што су четвороуглови или тетраедрони, уз очувану тачност електромагнетске симулације. Тачност електромагнетске симулације се уобичајено процењује:

- 1) поређењем са резултатима експеримената,
- 2) поређењем са резултатима добијеним другим методима и
- 3) испитивањем конвергенције резултата који су добијени помоћу једног метода.

Међутим, због комплексности медицинских сценарија, ниједан од претходно наведених начина процене не даје задовољавајуће резултате па их истраживачи обично прескачу. Наиме, поређење са мерењима није адекватно јер се обично користе поједностављени фантоми који су далеко од реалистичне представе. Такође, у литератури се практично не могу наћи резултати испитивања конвергенције прилагођени потребама микроталасног формирања медицинских слика. Међутим, уколико добијене слике нису довољно добре, односно не могу се користити у дијагностици, није лако закључити шта је узрок неуспеха: неодговарајући антенски низ, недовољно тачна електромагнетска анализа или лош алгоритам за обраду података. Због тога је од виталног значаја да се развије ефикасна стратегија за процену конвергенције резултата електромагнетских симулација пре примене алгоритама за добијање слике.

Стога је први циљ овог истраживања да обезбеди стратегију и методе за ефикасне електромагнетске симулације микроталасних мерних система који се користе у медицини.

Други циљ истраживања је формирање медицинских слика на основу добијених резултата. Да би се остварили задати циљеви, предлагемо следећа унапређења постојећих MoM/SIE решења која су заснована на базисним функцијама вишег реда и које користе четвороугаону мрежу:

- 1) развој метода за децимацију које производе правоугаону мрежу високог квалитета са контролисаном девијацијом од почетног троугаоног модела,
- 2) развој ефикасне стратегије за испитивање конвергенције резултата за блиско поље и за параметре расејања,
- 3) развој начина за валидацију симулација на основу добијених слика или на основу резидуала инверзне једначине расејања (Inverse Scattering Equation или ISE).

3. Полазне хипотезе

Полазећи од дефинисаног предмета и циљева истраживања, приликом израде докторске дисертације кандидат намерава да тестира следеће хипотезе:

- Промене у саставу ткива се манифестују као промене комплексне пермитивности које се могу детектовати мерењем параметара расејања у микроталасном опсегу.
- За детекцију малих промена у нивоу параметара расејања потребни су компактни антенски низови који се састоје од добро прилагођених антена које су оптимизоване за рад у присуству реалистичних фантома.
- Применом техника инверзног расејања на измерене податке може се реконструисати положај, облик и састав промене.
- За развој и тестирање техника инверзног расејања потребни су реалистични људски фантоми чија електромагнетска симулација траје довољно кратко да обезбеди њихову примену у реалном времену.
- Због сложености људске анатомије фантоми се дефинишу помоћу великог броја троуглова. Уколико се број троуглова смањи на контролисани начин, могуће је у великој мери очувати тачност електромагнетске симулације.
- Утицај редукције броја троуглова, као и других упрошћења којима се смањује број непознатих, на тачност резултата симулације може се утврдити алгоритмима за испитивање конвергенције резултата.
- Утицај повећања броја непознатих на тачност резултата симулације, при задатој сегментацији, може се утврдити алгоритмима за испитивање конвергенције резултата.
- Квалитет добијене слике је показатељ потребног нивоа тачности симулација.

4. Научне методе истраживања

Ради испитивања предложених хипотеза, кандидат ће користити различите методе истраживања које су карактеристичне за дату научну област:

- Преглед литературе ради упознавања са постојећим алгоритмима за нумеричко и геометријско моделовање са акцентом на алгоритме за децимацију.
- Преглед литературе ради упознавања са електромагнетским параметрима ткива људске главе.
- Преглед литературе ради упознавања са антенама које се користе у медицинској дијагностици.
- Преглед литературе ради упознавања са савременим алгоритмима за добијање микроталасних слика.

- Стварање електромагнетског модела комплетног система који ће се користити за тестирање тачности електромагнетских симулација, као и за добијање медицинских слика.
- Развој, реализација и тестирање алгоритама за контролисану сегментацију и децимацију.
- Развој, реализација и тестирање алгоритама за добијање медицинских слика помоћу микроталаса.
- Анализа и приказ добијених резултата, као и поређење са резултатима који се могу пронаћи у литератури.

5. Очекивани научни допринос

На јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације (докторски испит), која је одржана 11.05.2023. године, кандидат је детаљно образложио научни и стручни допринос дисертације.

Очекивани научни и стручни допринос дисертације је исказан у следећим корацима:

- Развој електромагнетског модела главе са важним ткивима који ће се користити за тестирање тачности електромагнетских симулација, као и за добијање слике.
- Оптимизација одабране антене за рад у присуству модела главе.
- Пројектовање антенског низа у облику шлема који се састоји од густо распоређених антена.
- Развој алгорита за децимацију оригиналне густе троугаоне мреже заснованог на техници укидања чворова (*vertex collapse technique*).
- Рафинација алгорита за децимацију дефинисањем услова који мора бити испуњен да би испитивани чвор био укинут. Услов се задаје у виду максималног одступања испитиваног чвора од троуглова који се добијају његовим укидањем. Уколико је одступање веће од задатог, чвор се не укида.
- Развој алгорита за додатно смањење броја троуглова који се огледа у контролисаном спајању парова суседних троуглова у четвороуглове. Услов да дође до спајања је да угао између нормала троуглова буде мањи од задатог. У супротном, троуглови остају неизмењени. Мрежа добијена на овај начин је мешовита, тј. састоји се од троуглова и четвороуглова.
- Развој алгорита за конверзију мешовите мреже у четвороугану тако што се сваки троугао подели на три четвороугла, а сваки четвороугао подели на четири мања четвороугла ради очувања континуитета коначне мреже.
- Развој алгорита за контролисану рафинацију добијене четвороугаоне мреже тако што се сваки чвор, који је настао поделом четвороуглова или троуглова на мање четвороуглове, помера у малим корацима ка пројекцији тог чвора на оригиналну мрежу. Померање се врши све док чвор не стигне до своје пројекције или док се провером не утврди да је квалитет модификованог четвороугла мањи од полазног.
- Испитивање квалитета добијених модела кроз прорачун средњег квадратног одступања (мера слагања са оригиналним моделом) и кроз прорачун броја четвороуглова (мера ефикасности нумеричке симулације) на примеру сегментације ткива главе за различите вредности параметра максималне децимације.
- Развој стратегије за испитивање конвергенције резултата за блиско поље и параметре расејања при задатој сегментацији у зависности од броја променљивих који се контролише помоћу референтне учестаности.
- Развој стратегије за испитивање конвергенције резултата за блиско поље и параметре расејања у зависности од нивоа децимације.

- Испитивање конвергенције апроксимативне и егзактне једначине расејања у зависности од броја променљивих који се контролише помоћу референтне учестаности.
- Испитивање конвергенције електромагнетских симулација на основу резултата микроталасног формирања слике.

Значај истраживања огледа се у развоју алгоритама за поједностављење људских фантома дефинисаних огромним бројем троуглова уз унапред дефинисано максимално одступање редукованог модела од оригиналног модела. Без тог поједностављења, модели би били неупотребљиви са становишта нумеричке електромагнетске анализе због енормног броја непознатих. Оно што разликује ово истраживање од постојећих алгоритама је контролисана редукција броја површинских елемената.

Кроз презентацију и одговоре кандидата на постављена питања, Комисија је стекла уверење да је предложена тема докторске дисертације добро теоријски и емпиријски утемељена, као и да је кандидат добро упознат са проблематиком електромагнетског моделирања сложених проблема са великим бројем непознатих. Комисија је такође закључила да приказани резултати представљају добру полазну основу за спровођење планираних истраживања и израду докторске дисертације са адекватним, како научним, тако и стручним доприносима.

6. План истраживања и структура рада

Редослед истраживања и структура предвиђених фаза и активности у истраживању може се поделити на неколико корака:

- Проучавање литературе у вези са антенама и антенским низовима који се користе у медицинској дијагностици и раде у микроталасном фреквенцијском опсегу.
- Проучавање литературе у вези са електромагнетским параметрима људских ткива.
- Проучавање алгоритама за сегментацијом површи на троуглове и четвороуглове и редукцију (децимацију) површинских елемената.
- Израда фантома главе полазећи од детаљног модела људског тела (Neva female phantom) дефинисаног помоћу троугаоне мреже.
- Одабир најбоље антене за дијагностику главе и њена оптимизација без и у присуству главе.
- Пројектовање и оптимизација антенског низа у облику шлема који належе на главу.
- Развој алгорита за контролисану децимацију и дефинисање параметара за проверу квалитета добијене троугаоне мреже.
- Развој алгорита за контролисану конверзију троугаоне у четвороугаону мрежу.
- Развој алгорита за контролисану поправку четвороугоне мреже са циљем смањења одступања од полазне мреже уз очување квалитета четвороуглова.
- Развој стратегија за испитивање конвергенције добијених резултата.
- Развој алгоритама за микроталасно формирање слике.
- Испитивање утицаја различитих параметара сегментације на квалитет добијене слике.

Структура предложене дисертације пратиће наведени план истраживања.

- Уводни део садржаће мотивацију за одабир теме истраживања, преглед релевантних резултата, као и ограничења постојећих решења расположивих у литератури.
- У наредном делу биће приказан преглед актуелних типова антена који се користе у микроталасним медицинским системима. На основу особина датих антена, као и специфичних захтева везаних за испитивање ткива главе као што су оптимални

фреквенцијски опсег, величина и облик антене, материјал за прилагођење, итд. биће објашњен најподеснији тип антене.

- У следећем делу биће описани реалистични људски модели дефинисани путем површинских елемената (троуглова), као и модели засновани на запреминским елементима (воскелима). Модели ће бити прилагођени потребама истраживања тако што ће бити елиминисани сувишни детаљи, а геометријском опису ће бити придружени електромагнетски параметри попут пермитивности и проводности одговарајућих ткива.
- Наредни део ће бити посвећен пројектовању антенског низа. Биће говора о различитим антенским низовима који се користе у сличним применама, њиховим предностима и манама, као и стратегијама за одабир оптималног броја антена у низу. Коначно, биће представљено одабрано решење које ће се састојати од антена оптимизованих за рад у присуству фантома и густо поређаних у облику шлема.
- Главни део у овој структури биће посвећен унапређењу постојећих алгоритама за децимацију, односно, редукцију броја троуглова којима се дефинишу границе ткива у моделу главе. Најважније унапређење састојаће се у дефинисању критеријума за децимацију, тако да она не буде аутоматска, већ ће се спајати само погодни троуглови чиме се дозвољава минимално одступање у односу на полазни модел. Такође, биће приказан алгоритам за контролисану конверзију троугаоне у четворугону мрежу, опет са циљем минимизације девијације редукованог од оригиналног модела. Додатно, биће приказана стратегија за поправку четвороугаоне мреже, која ће имати у виду квалитет добијених четвороуглова са становишта ефикасности и тачности електромагнетских симулација.
- Наредни део садржаће опис стратегија за испитивање конвергенције добијених резултата како са становишта броја непознатих на које се утиче са једне стране одабиром референтне учестаности, а са друге стране степеном децимације. Стратегије ће бити развијене пре свега имајући у виду податке који се највише користе у микроталасном добијању слике као што су параметри расејања и електрично поље у фантому.
- Следећи део садржаће нумеричке резултате који ће потврдити доприносе предложених алгоритама и стратегија на примеру реалистичног модела људске главе и антенског низа у виду шлема.
- Коначно, последње поглавље биће посвећено анализи добијених резултата, као и смерницама за будући рад.

7. Закључак и предлог

Комисија оцењује да кандидат Тушар Сингх, мастер инж. електротехнике и рачунарства, располаже потребним знањем и аналитичким вештинама неопходним за адекватно разумевање и истраживање дефинисане теме. На основу објављених научних радова, образложења теме докторске дисертације и успешне јавне одбране, закључујемо да је кандидат способан за самосталан научни рад, да може да изврши планирана истраживања у целости, као и да испуњава све услове за пријаву теме докторске дисертације.

Предложена тема припада студијском програму Електротехника и рачунарство, односно научној области Електромагнетика, антене и микроталаси. Она је по својој идеји, дубини анализе и суштини, оригинална и до сада није обрађивана. Имајући у виду значај, актуелност и комплексност дате проблематике, Комисија констатује да предложена тема представља захтевно, али и атрактивно истраживачко подручје.

Очекивани резултати теоријске и емпиријске анализе у оквиру дисертације ће на иновативан и савремен начин допринети већој ефикасности електромагнетског моделовања сложених

проблема као што су људски фантоми који се користе микроталасним медицинским сценаријима. Предмет и циљ дисертације су јасно и коректно формулисани, а хипотезе и структура рада постављени у складу са њима. Такође, предложене методе истраживања су довољно поуздане да обезбеде доношење исправних закључака.

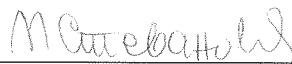
На основу наведеног, сматрамо да је тема по радном наслову, по предложеном садржају, као и по задатом циљу, довољно широка да се може сматрати подобном за самостално научно истраживање. Тема је значајна и актуелна, те се са високом поузданошћу може очекивати да ће одређени резултати, који ће бити део докторске дисертације, представљати референцу која ће бити корисна за истраживаче који се баве овом облашћу.

Имајући у виду наведено, Комисија сматра да су кандидат и предложена тема подобни, те стога предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да прихвати тему докторске дисертације под насловом „Контролисано тродимензионално електромагнетско моделовање система за добијање микроталасних слика у медицини”, односно, “Controllable three-dimensional electromagnetic modeling of medical microwave imaging systems“ на енглеском језику.

Такође, Комисија подржава предлог кандидата и предлаже да се за ментора, који ће водити кандидат током истраживања и израде докторске дисертације, одреди др Марија Стевановић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Предвиђено је да докторска дисертација буде написана на енглеском језику.

Београд, 18.05.2023.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Марија Стевановић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Бранко Колунџија, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Небојша Дончов, редовни професор
Универзитет у Нишу – Електронски факултет



др Милица Јанковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Драган Олћан, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Миодраг Тасић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет