

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Филипа Хараламбоса Апостолакопоулоса, мастер инжењера електротехнике и рачунарства

Одлуком бр. 5006/15-3 од 23.06.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Филипа Хараламбоса Апостолакопоулоса, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом

„Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења”

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 Филип Хараламбос Апостолакопоулос је уписао докторске академске студије у школској 2015/16. години на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Нуклеарна, медицинска и еколошка техника. Током студија је положио све испите са просечном оценом 9,90 и испунио је све обавезе везане за студијски истраживачки рад које су предвиђене студијским планом и програмом.

Тему докторске дисертације под насловом „Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским радијационим пољима”, кандидат је пријавио 02.09.2019. године. Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду је одобрила предлог теме за израду докторске дисертације 10.09.2019. године. Одлуком бр. 5006/15-1 од 30.09.2019. године, Наставно-научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду је именovalo Комисију за оцену услова и прихватања теме докторске дисертације у саставу:

1. др Милош Вујисић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
2. др Драгана Шобић-Шарановић, редовни професор, Универзитет у Београду – Медицински факултет,

3. др Владимир Рајовић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет и
4. др Оливера Цирај-Бјелац, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За ментора докторске дисертације је предложена др Ковиљка Станковић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

Јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације на Електротехничком факултету Универзитета у Београду одржана је 29.10.2019. године пред Комисијом у саставу: др Милош Вујисић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, др Драгана Шобић-Шарановић, редовни професор, Универзитет у Београду – Медицински факултет, др Владимир Рајовић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет и др Оливера Цирај-Бјелац, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

Комисија је закључила да је кандидат Филип Хараламбос Апостолакопоулос на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добио оцену „задовољно“. Комисија је заједно са предложеним ментором докторске дисертације, доц. др Ковиљком Станковић, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, сачинила Извештај о оцени подобности теме и кандидата. Комисија се усагласила да се предложени наслов теме „Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским радијационим пољима“ коригује на „Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења“.

Одлуком бр. 5006/15-2 (донетој на седници бр. 846 одржаној 10.12.2019) , Наставно научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду је усвојило Извештај Комисије о оцени подобности теме и кандидата.

Одлуком бр. 61206-5182/2-19 од 23.12.2019. године Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом „**Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења**“ кандидата Филипа Хараламбоса Апостолакопоулоса и за ментора је предложена др Ковиљка Станковић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао на преглед и оцену 25.05.2022. године.

Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду потврдила је на седници одржаној 07.06.2022. испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

Наставно-научно веће је одлуком бр. 5006/15-3 од 23.06.2022. донетој на седници бр. 874, одржаној 14.06.2022, именовало Комисију за преглед и оцену докторске дисертације под насловом „Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења“, у следећем саставу:

1. др Ковиљка Станковић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,

2. др Слободан Петричевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
3. др Драгана Шобић-Шарановић, редовни професор, Универзитет у Београду – Медицински факултет,
4. др Милош Вујисић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет и
5. др Никола Кржановић, научни сарадник, Универзитет у Београду – Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Техничких наука – електротехника и рачунарство, у ужем смислу научној области Нуклеарна техника. За ову научну област матичан је Електротехнички факултет Универзитета у Београду. За ментора дисертације одређена је др Ковиљка Станковић, доцент Електротехничког факултета Универзитета у Београду, на основу научних и стручних доприноса из уже научне области којој припада ова докторска дисертација.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Филип Хараламбос Апостолакопоулос је рођен 14.01.1991. године у Београду. Основну школу и Дванаесту београдску гимназију је завршио као носилац Вукове дипломе. Студијски програм Електротехника и рачунарство основних академских студија на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписује 2010. године. Дипломирао је у јулу 2014. године на смеру Биомедицински и еколошки инжењеринг модула Физичка електроника са просечном оценом 9,27. Завршни рад под насловом „Важење експоненцијалног закона атенуације снопа гама зрачења у зависности од дебљине и врсте материјала апсорбера” је одбранио са оценом 10, под менторством др Ковиљке Станковић. Мастер академске студије на модулу Биомедицинско и еколошко инжењерство Електротехничког факултета Универзитета у Београду је уписао 2014. године, а завршио у априлу 2015. године, са просечном оценом 10,00. Завршни рад под насловом „Калибрација и компарација енергетског и ангуларног одзива ТЛ и ОСЛ личних дозиметара” је одбранио са оценом 10, под менторством др Ковиљке Станковић. Докторске академске студије на модулу Нуклеарна, медицинска и еколошка техника на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписује 2015. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,90 и испунио је све обавезе везане за студијски истраживачки рад које су предвиђене студијским планом и програмом.

Од јануара до новембра 2016. године ради као инжењер за заштиту од зрачења у Одељењу за процену нивоа излагања јонизујућим зрачењима ЈП „Нуклеарни објекти Србије”, где се упознао са термолуминисцентним (ТЛ) и оптички стимулисаним луминисцентним (ОСЛ) личним дозиметријским системима, као и са методама мерења унутрашње контаминације изворима јонизујућих зрачења професионално изложених лица и становништва. Од децембра 2016. године до априла 2018. године ради као инжењер за анализу података у компанији „Натера” на неинвазивном пренаталном тесту за детекцију хромозомских абнормалности плода преко мајчине крви. Од маја 2018. године је запослен као клинички инжењер у Одељењу за аритмологију компаније „Медтроник”, где пружа техничку подршку приликом уградњи и контрола уређаја за регулисање и праћење срчаног ритма у Србији, Црној Гори и Северној Македонији.

Област научно-истраживачког рада кандидата је заштита од зрачења, а у ужем смислу лична дозиметрија. Активности научно-истраживачког рада обухватају одређивање

карактеристика, у пракси најчешће коришћених, дозиметријских система, који мере оперативне величине у заштити од зрачења. Посебну пажњу кандидат је посветио одређивању енергетског и ангуларног одзива ТЛ и ОСЛ личних дозиметара, као и провери њихове усклађености са међународним стандардима из области заштите од зрачења, како би се оценила подобност њиховог коришћења у реалним условима. Резултате добијене у истраживачком раду кандидат је објавио на конференцијама, као и у међународном научним часописима.

На четвртој међународној конференцији IcETTRAN 2017 је презентовао рад у оквиру секције Нуклеарна техника и освојио награду за најбољи рад у категорији „Рад младог истраживача”.

Додатне студије кандидат је уписао 2020. године као стипендиста на „Cotrugli Business School“, где је на модулу Пословно управљање дипломирао као студент генерације.

Носилац је највише дипломе знања енглеског језика за странце „University of Cambridge Certificate of Proficiency in English”, а додатна усавршавања је стекао у оквиру струке, где је постао носилац међународно признатих сертификата из области аритмологије.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Дисертација је написана на српском језику, ћириличним писмом. Укупан број страна дисертације, почевши од увода и укључујући библиографске референце и прилог, је 135. Дисертација је организована у 5 поглавља, и има 33 табеле, 71 слику, листу од 81 библиографске референце и један прилог.

Текст докторске дисертације садржи следећа поглавља:

- 1) Увод;
- 2) Детектори и дозиметри јонизујућег зрачења;
- 3) Материјали и методе истраживања;
- 4) Резултати и дискусија;
- 5) Закључак.

Дисертација садржи и непагиниране уводне странице са неопходним информацијама о дисертацији: насловне стране на српском и енглеском језику, страну са подацима о ментору и члановима комисије, захвалницу на српском језику, сажетак са кључним речима и подацима о научној области на српском и енглеском језику и садржај. Поред наведеног, на крају текста се налази биографија аутора и обавезне изјаве (Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу).

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу описана је актуелност и значај теме дисертације, дефинисани су предмет, циљ и методе истраживања, наведене су публикације проистекле у току истраживања, и укратко је описана структура дисертације.

У другом поглављу, Детектори и дозиметри јонизујућег зрачења, су описани механизми детекције и мерења јонизујућег зрачења за детекторе и дозиметре који су коришћени у експерименталним поступцима: јонизациона комора, термолуминисцентни (ТЛ) и оптички стимулирани луминисцентни (ОСЛ) пасивни лични дозиметри.

У трећем поглављу, Материјали и методе истраживања, је дат детаљан опис материјала, метода и поступака коришћених у истраживачком раду, који обухватају: термолуминисцентне и оптички стимулисане луминисцентне дозиметријске системе, референтна фотонска поља зрачења, одређивање референтних параметара експерименталних поступака, експерименталне поставке за одређивање енергетског и угаоног одзива дозиметара, статистичку обраду експерименталних резултата, критеријуме међународног стандарда из области заштите од зрачења IEC 62387:2020 и Монте Карло симулације експерименталних поступака.

У четвртном поглављу, Резултати и дискусија, приказани су резултати експерименталних и Монте Карло поступака одређивања енергетског и угаоног одзива за све три врсте личних дозиметара који се користе на територији Републике Србије (две врсте ТЛ дозиметара: MTS-N и MCP-N и једна врста ОСЛ дозиметара: InLight). Резултати су подељени по сегментима спроведених поступака: за десет различитих квалитета фотонског јонизујућег зрачења (у опсегу средњих енергија од 24 keV до 1,25 MeV) и пет инцидентних углова озрачивања дозиметара (0°, 20°, 40°, 60° и 80°). За сваки сегмент, дат је табеларни и графички приказ статистички обрађених резултата експерименталних поступака уз пратећу дискусију. На крају је обједињена дискусија свих добијених експерименталних резултата. У наставку овог поглавља, на исти начин, приказани су и резултати Монте Карло симулација.

У последњем, петом поглављу, изнети су закључци истраживања, наведен је њихов практични значај и дате су смернице за даља истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Разматрана докторска дисертација представља оригиналан научно-истраживачки рад у области нуклеарне технике, а у ужем смислу у области дозиметрије и заштите од јонизујућег зрачења. Предмет истраживања су ТЛ и ОСЛ пасивни персонални дозиметријски системи, док је циљ одређивање њиховог одзива у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења, ради повећања ефикасности процене ефективне дозе професионално изложених лица.

У истраживању су коришћене две врсте ТЛ дозиметара (MTS-N и MCP-N) и једна врста ОСЛ дозиметара (InLight). Њихове перформансе су испитиване експериментално и Монте Карло моделовањем. У експерименталним поступцима је коришћено десет различитих квалитета фотонског јонизујућег зрачења, дефинисаним међународним стандардом ISO 4037-1:2019. Осам квалитета представљају поља икс-зрачења из тзв. N-серије уског спектра, док су преостала два гама извори. Стандардом дефинисани квалитети N-серије верно представљају ситуације излагања расејаном зрачењу професионално изложених лица у индустријским и медицинским радијационим делатностима. Поред широког опсега средњих енергија (од 24 keV до 1,25 MeV), употребљено је и пет инцидентних углова (0°, 20°, 40°, 60° и 80°). Део добијених експерименталних резултата релативног енергетског и ангуларног одзива дозиметара је упоређен директно са критеријумима међународног стандарда из области заштите од зрачења IEC 62387:2020, који се односи на дозиметријске системе са интегришућим пасивним детекторима за лично, професионално и еколошко радијационо надгледање фотонског и бета зрачења. У дисертацији су коришћена поља и инцидентни углови фотонског јонизујућег зрачења који обухватају шири опсег од обавезног и опционог опсега прописаног стандардом како би се утврдило да ли дозиметри имају задовољавајући одзив и на нижим енергијама и већим ицидентним угловима. Савремена истраживања у

области метрологије јонизујућег зрачења и заштите од зрачења су углавном посвећена нискоенергетским пољима зрачења, где бројни инструменти за заштиту од зрачења показују прекомерни или недовољни одзив или чак нису у могућности да дају ни приближно тачне резултате дозиметријских мерења. Наведени ефекти су присутни у специфичним применама јонизујућег зрачења, као што је дијагностичка радиологија и брахитерапија коришћењем нискоенергетских гама емитера.

Симулације експерименталних поступака су рађене коришћењем Монте Карло програмског пакета MCNPX. Како је симулирано одређивање енергетског и угаоног одзива ТЛ и ОСЛ дозиметара, геометрија је укључивала извор фотона, ISO блок фантом испуњен водом и дозиметре на бази LiF и Al₂O₃:C позициониране на фантому. Монте Карло модел настао у оквиру истраживања ове дисертације може да се примени као основа за даља испитивања, као што је одређивање одзива дозиметара у пољима фотонског јонизујућег зрачења која су недоступна у лабораторијским условима или за одређивање линеарности дозиметара.

Добијени резултати у оквиру докторске дисертације су продукт рада на савременој проблематици у области дозиметрије и заштите од зрачења, и као такви се могу искористити, не само за даља фундаментална, већ и за примењена истраживања.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Преглед коришћене литературе, који је дат у дисертацији, обухвата 81 библиографску референцу. Референце се односе на стручне и научне публикације из области метрологије јонизујућег зрачења, дозиметрије и заштите од зрачења. Већина коришћених референци је новијег датума, што указује на актуелност обрађене теме у дисертацији. Литература укључује и публиковане резултате кандидата, који су проистекли током научно-истраживачког рада на докторској дисертацији.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања у оквиру докторске дисертације може се систематизовати на следећи начин:

- преглед и анализа актуелне научне и стручне литературе из области метрологије јонизујућег зрачења, дозиметрије и заштите од зрачења, ТЛ и ОСЛ пасивних личних дозиметријских система и радијационих мерења оперативне дозиметријске величине лични дозни еквивалент $H_p(10)$;
- осмишљавање, припрема и дефинисање методологије за спровођење експерименталних поступака, аквизиције и обраде експерименталних података;
- спровођење експерименталних поступака: калибрација дозиметријских система и одређивање референтних параметара - мерење јачине керме у ваздуху националним еталоном Републике Србије, прорачун јачине личног дозног еквивалента и времена озрачивања за десет квалитета фотонских поља зрачења; озрачивање ТЛ и ОСЛ дозиметара кроз укупно 165 експерименталних поступака, од којих је 30 озрачивања било за потребе одређивања енергетског одзива, а 135 за потребе ангуларног одзива;
- формирање Монте Карло симулационог модела дефинисањем геометрије, извора зрачења и параметара који се прате као резултат симулације озрачивања дозиметара на бази LiF и Al₂O₃:C.
- статистичка обрада експериментално добијених резултата и резултата симулација;
- анализа експериментално добијених резултата и резултата симулације и утврђивање усклађености резултата са условима међународног стандарда из области заштите од

зрачења IEC 62387:2020 са предлозима за корекцију одзива применом корекционих фактора у случајевима неусклађености са критеријумима стандарда;

- предлози за могућа унапређења и правац будућих истраживања;
- припрема и публиковање кључних резултата истраживања на конференцијама и у научним часописима;
- приказивање резултата у форми докторске дисертације.

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

3.4. Применљивост остварених резултата

Испитиване карактеристике дозиметара, енергетски и ангуларни одзив у полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења, су од кључног значаја за њихову употребу у свим областима где је потребно радијационо надгледање, укључујући индустријске, медицинске, еколошке и војне примене. Применљивост резултата остварених у оквиру докторске дисертације се огледа у практичном и научном унапређењу оптимизације излагања зрачењу професионално изложених лица у условима радне средине. Наиме, познавањем одзива испитваних личних дозиметара у одређеним квалитетима фотонског јонизујућег зрачења, могуће је извршити корекцију њиховог одговора, чиме се може постићи боља процена ефективне дозе професионално изложених лица. Такође, Монте Карло симулације осмишљене и спроведене у оквиру истраживања омогућавају одређивање енергетског и ангуларног одзива дозиметара на бази LiF и Al₂O₃:C у најчешће примењеним пољима фотонског јонизујућег зрачења. На крају, како су експерименталним и нумеричким поступцима обухваћене све врсте пасивних дозиметријских система који се у Републици Србији користе за процену ефективне дозе професионално изложених лица, ова дисертација има и општи значај за друштвену заједницу.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током рада на дисертацији показао способност да препозна проблеме из релевантне области и да на креативан и систематичан начин организује и спроведе истраживања која дају задовољавајуће одговоре на постављене изазове. Кандидат је, такође, показао способност да организује и изврши захтевне и комплексне, физичке и нумеричке, експерименте. Доприноси дисертације, публиковани кроз два рада у међународним часописима и више радова на конференцијама, су оригинални и савремени и потврђују способност кандидата за самосталан научно-истраживачки рад. Поред тога, у току израде дисертације, кандидат је уочио и предложио правац даљих истраживања. Сходно свему наведеном, може се констатовати да је кандидат достигао висок степен способности за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси које је кандидат Филип Хараламбос Апостолакопулос остварио кроз научно-истраживачки рад докторске дисертације су следећи:

- Омогућени су развој и примена експерименталних метода испитивања енергетских и угаоних одзива термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних дозиметара, који се користе у области заштите од зрачења за мерење оперативне дозиметријске величине лични дозни еквивалент $H_p(10)$, са циљем њихове примене за радијациона надгледања у широком спектру радијационих делатности у индустрији и медицини;
- Утврђена је усклађеност одзива испитиваних пасивних дозиметријских система са критеријумима из обавезног и опционог опсега прописаног међународним стандардом IEC 62387:2020 из области заштите од зрачења, у широком енергетском и ангуларном опсегу примењених фотонских поља, док је за поједине тачке у којима је утврђен прекомеран или недовољан одзив предложена употреба корекционих фактора;
- Развијен је и примењен Монте Карло модел за испитивање енергетских и ангуларних одзива ТЛ и ОСЛ дозиметара, који се може искористити као основа за даља испитивања, као што је одређивање одзива дозиметара у пољима фотонског јонизујућег зрачења која су недоступна у лабораторијским условима или за одређивање линеарности одзива дозиметара;
- Установљена је основа за оптимизацију заштите од зрачења у оквирима метрологије јонизујућег зрачења, посредством поузданости одређивања дозе, која је у директној вези са испитивањем својстава личних дозиметара изложеним и верификованим у дисертацији.

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 области која је анализирана у оквиру докторске дисертације.

Експериментална и нумеричка испитивања енергетских и угаоних одзива термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних дозиметријских система у полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења представљају значајано практично и научно унапређење у областима метрологије јонизујућег зрачења и заштите од зрачења, у широком спектру радијационих делатности у медицини и индустрији. Увидом у објављене радове и резултате докторске дисертације, констатујемо да су у дисертацији приказани нови, оригинални и савремени резултати, што је верификовано публикавањем резултата истраживања у два међународна научна часописа категорија M22 и M23, као и у зборницима међународних конференција.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси приказани у докторској дисертацији верификовани су у следећим публикованим радовима:

Категорија M22 – истакнути међународни часопис:

1. **Apostolakopoulos, F. H.**, Kržanović, N., Stanković, K., Perazić, L.: “Response of TL and OSL passive personal dosimetry systems in poly-energetic and multi-directional photon radiation fields”, *Applied Radiation and Isotopes*, vol. 151, pp. 235-241, 2019 (IF=1.787) (ISSN 0969-8043) (<https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2019.06.023>)

Категорија М23 – међународни часопис:

1. **Apostolakopoulos, F. H.**, Kržanović, N., Božović, P., Stanković, K., Perazić, L.: “Comparison of Experimental and Simulated Responses of TL and OSL Dosimeters in Poly-Energetic and Multi-Directional Photon Radiation Fields”, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, vol. 36, no. 4, pp. 329-337, 2021 (**IF=0.945**) (ISSN 1452-8185) (<https://doi.org/10.2298/NTRP2104329A>)

Категорија М33 - саопштење са међународног скупа штампано у целини:

1. **Apostolakopoulos F. H.**, Kržanović N., Perazić L., Stanković K.: “Low-energy X-ray Angular Response of Optically Stimulated Luminescent Dosimeters”, *-Proceedings of the 5th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2018*, Palić, Serbia, 2018, pp. 1005-1007 (ISBN: 978-86-7466-752-1)
2. **Apostolakopoulos F. H.**, Kržanović N., Perazić L., Stanković K.: “Comparison of the Angular Dependence of Thermoluminescent (TL) and Optically Stimulated Luminescent (OSL) Personal Dosimeters”, *-Proceedings of the 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2017*, Kladovo, Serbia, 2017, pp. NT11.5.1-5 (ISBN: 978-86-7466-692-0)
3. Kržanović N., **Apostolakopoulos F. H.**, Živanović M., Vujisić M., Stanković K., Lazarević Đ.: “Establishing Standard X-ray Narrow-Beam Radiation Qualities in the Secondary Standard Dosimetry Laboratory”, *-Proceedings of the 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2017*, Kladovo, Serbia, 2017, pp. NT11.2.1-5, (ISBN: 978-86-7466-692-0)
4. **Apostolakopoulos F. H.**, Kržanović N., Perazić L., Živanović M., Stanković K.: “Comparison of Energy and Angular Responses of Thermoluminescent and Electronic Personal Dosimeters”, *-Proceedings of the 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2016*, Zlatibor, Serbia, 2016 pp. NT11.4.1-4, (ISBN: 978-86-7466-618-0)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

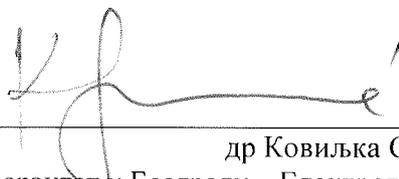
Резултати истраживања остварени при изради ове докторске дисертације представљају научне доприносе који припадају области Нуклеарна техника за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан.

Текст дисертације ја написан јасно и разумљиво, са добром организацијом структуре и садржаја. Публиковани резултати су потврдили испуњеност најзначајнијих задатих циљева дисертације, као и актуелност теме дисертације којом су отворене нове могућности за примену добијених резултата у пракси, а такође потврђују способност кандидата за самостални научно-истраживачки рад. Истраживања приказана у дисертацији дају значајан допринос експерименталним и нумеричким методама испитивања енергетских и угаоних одзива термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних дозиметара, који се користе у области заштите од зрачења за мерење оперативне дозиметријске величине лични дозни еквивалент за потребе индивидуалног и амбијенталног радијационог надгледања у широком спектру радијационих делатности у медицини и индустрији. Резултати докторске дисертације такође доприносе општем циљу заштите од зрачења, а како су истраживањима обухваћене све врсте пасивних дозиметријских система који се у Републици Србији користе за процену ефективне дозе професионално изложених лица, ова дисертација има и шири значај за друштвену заједницу.

Комисија констатује да докторска дисертација кандидата Филипа Хараламбоса Апостолакопоулоса испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се примењују приликом вредновања докторске дисертације на Универзитету у Београду и на Електротехничком факултету. Узимајући у обзир остварене резултате и оригиналан научни допринос, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом „Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења“ кандидата Филипа Хараламбоса Апостолакопоулоса прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да се кандидату одобри јавна усмена одбрана.

У Београду,
27. септембра 2022. године

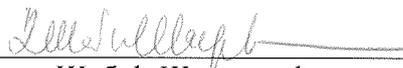
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Ковиљка Станковић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



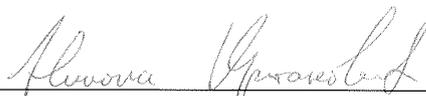
др Слободан Петричевић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Драгана Шобић-Шарановић, редовни професор
Универзитет у Београду – Медицински факултет



др Милош Вујић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Никола Кржановић, научни сарадник
Универзитет у Београду – Институт за нуклеарне науке „Винча“,
Институт од националног значаја за Републику Србију