

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Филипа Хараламбоса Апостолакопоулоса, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације

Одлуком 5006/15-1 бр. од 30.09.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Филипа Хараламбоса Апостолакопоулоса за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења“.

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“

Кориговани наслов теме докторске дисертације на енглеском језику је: *Response of thermoluminescent and optically stimulated luminescent passive personal dosimetry systems in realistic polyenergetic and multidirectional photon radiation fields.*

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

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 уписао је 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. У априлу 2015. године је завршио мастер академске студије, 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 уписао је 2015. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,90 и испунио све обавезе прописане студијским програмом сакупивши предвиђених 120 ЕСПБ.

Од јануара до новембра 2016. године радио је на месту инжењера за заштиту од зрачења у Одељењу за процену нивоа излагања јонизујућим зрачењима ЈП „Нуклеарни објекти Србије“. Од децембра 2016. године до априла 2018. године био је запослен на месту инжењера 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 поремећаје срчаног ритма и срчану слабост компаније „Медтроник“, где пружа техничку подршку приликом уградњи и контрола уређаја за регулисање и праћење срчаног ритма у Србији, Црној Гори и Северној Македонији.

Носилац је највише дипломе знања енглеског језика за странце „University of Cambridge Certificate of Proficiency in English“, а додатна усавршавања је стекао у оквиру стручног ангажовања, и постао је носилац међународно признатог сертификата „Cardiac Rhythm & Heart Failure Disease Management“ компаније Медтроник. Поред тога, стипендиста је генерације 2020 на програму пословног управљања Cotrugli Business School.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Филип Хараламбос Апостолакопоулос уписао је докторске студије на модулу Нуклеарна, медицинска и еколошка техника на Електротехничком факултету Универзитета у Београду 2015. године. Током прве две године докторских студија испунио је следеће испитне и студијске обавезе:

- Испити:
 1. Радијациона и електромагнетна компатибилност електротехничких компоненти и уређаја (Оцена: 9, ЕСПБ: 9);
 2. Нуклеарне методе у технолошким процесима (Оцена: 10; ЕСПБ: 9);
 3. Дозиметрија, заштита од зрачења и нуклеарни отпад (Оцена: 10; ЕСПБ: 9);
 4. Одабрана поглавља из нуклеарне физике (Оцена: 10; ЕСПБ: 9);
 5. Мерење јонизујућег и нејонизујућег зрачења (Оцена: 10; ЕСПБ: 9);
 6. Пројектовање интегрисаних кола (Оцена: 10; ЕСПБ: 9);
 7. Биомедицински сензори и претварачи (Оцена: 10; ЕСПБ: 9);
 8. Увод у научни рад (Оцена: 10, ЕСПБ: 6);
 9. Теорија нуклеарних реактора (Оцена: 10; ЕСПБ: 9);
 10. Комплексни феномени у физици плазме (Оцена: 10; ЕСПБ: 9).
- Додатне обавезе:
 1. Студијски истраживачки рад I (ЕСПБ: 15);
 2. Студијски истраживачки рад II (ЕСПБ: 15);
 3. Научно стручни рад (ЕСПБ: 3).

Кандидат је остварио укупно 120 ЕСПБ са просечном оценом 9,90.

Током мастер и докторских студија Филип је започео истраживачки рад у области дозиметрије и заштите од зрачења. На месту инжењера за заштиту од зрачења у Одељењу за процену нивоа излагања јонизујућим зрачењима ЈП „Нуклеарни објекти Србије“ упознао са термолуминисцентним и оптички стимулисаним луминисцентним личним дозиметријским системима, као и са методама мерења унутрашње контаминације изворима јонизујућих зрачења професионално изложених лица и становништва. Наставио је истраживачки рад у области дозиметрије професионално изложених лица. Активности истраживања обухватају одређивање карактеристика у пракси најчешће коришћених дозиметријских система, који мере оперативне величине у заштити од зрачења. Посебан фокус у истраживањима посвећен је одређивању енергетског и ангуларног одзива термолуминисцентних (ТЛ) и оптички стимулисаних луминисцентних (ОСЛ) пасивних дозиметријских система, као и провера њихове усаглашености са међународним стандардима из области заштите од зрачења, како би се оценила подобност њиховог коришћења у реалним условима. Резултати добијени у досадашњем истраживачком раду су објављени на националним и међународним конференцијама, као и у научним часописима. На четвртој међународној конференцији IcETRAN 2017 је кандидат је презентовао рад у оквиру секције Нуклеарна техника и освојио награду за најбољи рад у категорији „Рад младог истраживача“.

Објављени радови кандидата:

Рад у истакнутом међународном часопису (M22)

- [1] **Filip Haralambos Apostolakopoulos**, Nikola Kržanović, Koviljka Stanković, Luka Perazić, „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. DOI: [10.1016/j.apradiso.2019.06.023](https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2019.06.023)

Саопштења са међународних скупова штампаних у целини (M33)

- [1] **Filip Haralambos Apostolakopoulos**, Nikola Kržanović, Luka Perazić, Koviljka Stanković, 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, June 11 – 14 2018. ISBN 978-86-7466-752-1
- [2] Nikola Kržanović, **Filip Haralambos Apostolakopoulos**, Miloš Đaletić, Miloš Živanović, Koviljka Stanković, Energy, Angular, and Dose-rate Dependence of the GM Survey Meter Response, Proceedings of the 5th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2018, Palić, Serbia, June 11 – 14 2018. ISBN 978-86-7466-752-1
- [3] **Filip Haralambos Apostolakopoulos**, Nikola Kržanović, Luka Perazić, Koviljka Stanković, Comparison of the Angular Response of Thermoluminescent and Optically Stimulated Luminescent Personal Dosimeters, Proceedings of the 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2017, Kladovo, Serbia, June 05 – 08 2017. ISBN 978-86-7466-692-0

- [4] Nikola Kržanović, **Filip Haralambos Apostolakopoulos**, Miloš Živanović, Miloš Vujisić, Koviljka Stanković, Đorđe Lazarević, 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, June 05 – 08 2017. ISBN 978-86-7466-692-0
- [5] **Filip Haralambos Apostolakopoulos**, Nikola Kržanović, Luka Perazić, Koviljka Stanković, Comparison of the 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, June 13 – 16 2016. ISBN 978-86-7466-618-0

M63 - Саопштења са националних скупова штампаних у целини

- [1] **Filip Haralambos Apostolakopoulos**, Nikola Kržanović, Koviljka Stanković, Važenje eksponencijalnog zakona atenuacije snopa gama zračenja u zavisnosti od debljine i vrste materijala apsorbera, Zbornik 58. konferencije za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku ETRAN 2014, Vrnjačka Banja, 02 - 05. juna 2014. godine, ISBN 978-86-80509-69-3

Кандидат Филип Хараламбос Апостолакопоулос је дана 29.10.2019. године полагао испит о подобности теме и кандидата (докторски испит) пред комисијом у саставу: др Милош Вујисић, доцент, др Драгана Шобић-Шарановић, редовни професор (Медицински факултет у Београду), др Владимир Рајовић, доцент, Оливера Цирај-Бјелац, редовни професор. Комисија је оценила да је кандидат Филип Хараламбос Апостолакопоулос испит положио са оценом: **задовољно**.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходно оствареног рада и постигнутих резултата, узимајући посебно у обзир научно-истраживачко искуство и успех на докторским студијама, Комисија је стекла увид у научно-истраживачке способности кандидата, као и потенцијал да током израде докторске дисертације оствари резултате који могу бити валоризовани од стране међународне заједнице. Према томе, Комисија сматра да кандидат Филип Хараламбос Апостолакопоулос, мастер инжењер електротехнике и рачунарства, задовољава све потребне услове за пријаву теме докторске дисертације и показује довољан ниво истраживачке зрелости и спремности да ради на изради докторске дисертације у оквиру предложене теме са коригованим насловом: „Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења“ (енглески: *“Response of thermoluminescent and optically stimulated luminescent passive personal dosimetry systems in realistic polyenergetic and multidirectional photon radiation fields”*).

2. Предмет и циљ истраживања

Дозиметрија је област метрологије јонизујућих зрачења и представља научну дисциплину која описује дејство јонизујућих зрачења на материјалну средину. Поред професионално изложених лица, која су под дозиметријским надзором, јонизујућим зрачењима су изложени пацијенти приликом одређених дијагностичких и терапијских

процедура, као и становништво услед природних и вештачких извора зрачења. Дисциплина која као циљ има заштиту људи и животне средине од штетних ефеката јонизујућих зрачења јесте заштита од зрачења [1].

Конверзија енергије зрачења и њено депоновање у материју је квантификовано дозиметријским величинама (нпр. кермом и апсорбованом дозом), помоћу којих су дефинисане физичке величине у заштити од зрачења (еквивалентна и ефективна доза), које изражавају биолошке ефекте излагања зрачењу [2]. Ефекти зрачења за одређено ткиво су идентични при једнакој еквивалентној дози, без обзира на врсту јонизујућег зрачења и начин излагања. Услед различите радиосензитивности ткива, вероватноћа појаве стохастичких ефеката зрачења при одређеној еквивалентној дози зависи од конкретног ткива или органа и изражава се ефективном дозом. Међутим, како ове величине нису директно мерљиве, њихове вредности се могу проценити помоћу директно мерљивих операционих величина у заштити од зрачења, које је увела Међународна комисија за радијационе јединице и мерења (енг. *International Commission on Radiation Units and Measurements – ICRU*).

У случају личне дозиметрије, за оцену еквивалентне и ефективне дозе, углавном се користи операциона физичка величина лични дозни еквивалент $H_p(d)$, који представља дозни еквивалент у ICRU ткиву (материјалу еквивалентном меком људском ткиву), на дубини d испод одређене тачке на површини. Дубина d се изражава у милиметрима (mm). За слабо продорно зрачење се користи дубина од 0,07 mm за кожу ($H_p(0,07)$) и дубина од 3 mm за очи ($H_p(3)$), док се за јако продорно зрачење користи дубина од 10 mm ($H_p(10)$). Процена нивоа спољашњег излагања јонизујућим зрачењима професионално изложених лица се најчешће остварује помоћу пасивних личних дозиметара који управо мере лични еквивалент дозе.

Најраспрострањенију врсту пасивних личних дозиметријских система представљају термолуминисцентни (ТЛ) дозиметри, који налазе широку примену у индустријским, медицинским, војним и научно-истраживачким областима. ТЛ дозиметри могу садржати различите детекторске материјале, међу којима су најчешћи MTS-N (LiF:Mg,Ti) и осетљивији MCP-N (LiF:Mg,Cu,P) [3,4,5]. Поред ТЛ дозиметара, све већу примену налазе новији оптички стимулирани луминисцентни (ОСЛ) дозиметри на бази материјала $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ [6,7,8].

Предмет истраживања је одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским радијационим пољима. Наиме, ефективна доза којом се описују биолошки стохастички ефекти јонизујућег зрачења на појединца и његово потомство није директно мерљива величина. Практичне методе за процену ефективне дозе користе операционе величине личног еквивалента дозе. Операционим величинама није могуће у потпуности извршити процену дозе, јер се калибрација личних дозиметара (ТЛ и ОСЛ), који мере операционе величине, врши у познатом радијационом пољу моноенергетских фотона, перпендикуларних на површину дозиметра.

Циљ истраживања биће одређивање ефикасности одзива ТЛ и ОСЛ пасивних персоналних дозиметријских система у реалним условима радне средине, односно ефикасности процене ефективне дозе коришћењем ових система. У условима радне средине, излагање зрачењу је синергија инцидентног и расејаног радијационог поља зрачења, које је мултидирекционо и полиенергетско. Ради испитивања утицаја енергије и угла на одзив дозиметара биће коришћени широки енергетски и ангуларни опсези. Коришћена поља фотонског зрачења (од нискоенергетских X-фотона до високоенергетских γ фотона) се срећу у индустријским и медицинским применама јонизујућег зрачења [9,10,11,12].

Значај истраживања у оквиру докторске дисертације огледа се у практичном и научном унапређењу оптимизације излагања зрачењу у условима радне средине. Наиме, оптимизација излагања зрачењу представља један од три основна стуба науке о заштити од зрачења (пored оправданости примене јонизујућег зрачења и дозних лимита). Научно унапређење односи на дефинисање доминантних радијационих процеса у детекторском материјалу одговорних за прецењивање (*overestimation*) или подцењивање (*underestimation*) одзива система, као и развоја методе за корекцију одзива софтверског типа. Практично унапређење односи се на објективнију процену ефективне дозе помоћу пасивних дозиметријских система, у специфичним условима радне средине. Поред тога, истраживањем су обухваћени сви пасивни дозиметријски системи који се у Републици Србији користе за процену дозе професионално изложених лица у медицини, у индустрији и у науци, па ова дисертација има и општи значај за друштвену заједницу.

Референце:

- [1] H. Cember and T. E. Johnson, Introduction to Health Physics, New York: McGraw Hill, 2009.
- [2] Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students, Vienna: International Atomic Energy Agency (IAEA), 2005.
- [3] E. Carinou, A. Boziari, P. Askounis, A. Mikulis and V. Kamenopoulou, "Energy dependence of TLD 100 and MCP-N detectors," Radiat. Meas., vol. 43, pp. 599-602, 2008.
- [4] C. R. Edwards, P. J. Mountford, S. Green, J. E. Palethorpe and A. J. Moloney, "The low energy X-ray response of the LiF:Mg,Cu,P thermoluminescent dosimeter: a comparison with LiF:Mg,Ti," Br. J. Radiol., vol. 78, pp. 543-547, 2005.
- [5] B. Obryk, C. Hranitzky, H. Stadtmann, M. Budzanowski and P. Olko, "Energy response of different types of RADOS personal dosimeters with MTS-N (LiF:Mg,Ti) and MCP-N (LiF:Mg,Cu,P) TL detectors," Radiat. Protect. Dosim., vol. 144, pp. 211-214, 2011.
- [6] L. Giansante, J. C. Santos, N. K. Umisedo, R. A. Terini and P. R. Costa, "Characterization of OSL dosimeters for use in dose assessment in Computed Tomography procedures," Phys. Med., vol. 47, pp. 16-22, 2018.
- [7] J. G. Gutierrez-Marquez, L. Y. Avalos-Pina, A. Lopez-Valencia, L. Palacios-Perez, H. Vega-Carnillo and T. Rivera-Montalvo, "OSL dosimeters for dental panoramic radiography," Appl. Radiat. Isot., vol. 142, pp. 32-37, 2018.
- [8] Y. Musa, S. Hashim, S. K. Ghoshal, D. A. Bradley, N. E. Ahmad, M. K. A. Karim, A. Hashim and A. B. A. Kadir, "General radiographic attributes of optically stimulated luminescent dosimeters: a basic insight," Radiat. Phys. Chem., vol. 147, pp. 1-6, 2018.
- [9] L. Oliver, C. Candela-Juan, J. D. Palma, M. C. Pujades, A. Soriano, J. Vilar, J. M. Martinez, V. Mestre, J. C. Ruiz-Rodriguez and N. Llorca-Domaica, "Comparison of the dosimetric response of 4-elements OSL and TL passive personal dosimeters," Radiat. Meas., vol. 107, pp. 128-135, 2017.
- [10] A. A. Nunn, S. D. Davis, J. A. Micka and L. A. DeWerd, "LiF:Mg,Ti TLD Response as a function of photon energy for moderately filtered X-ray spectra in the range of 20 - 250 kVp relative to Co-60," Med. Phys., vol. 35, pp. 1859-1869, 2008.
- [11] Carlsson Tedgren, A. Hedman, J. E. Grindborg and G. A. Carlsson, "Response of LiF:Mg,Ti thermoluminescent dosimeters at photon energies relevant to the dosimetry of brachytherapy (< 1 MeV)," Med. Phys., vol. 38, pp. 5539-5550, 2011.
- [12] Kawaguchi, Y. Matsunaga, S. Suzuki and K. Chida, "Energy dependence and angular dependence of an optically stimulated luminescence dosimeter in the mammography energy range," J. Appl. Clin. Med. Phys., vol. 18, pp. 191-196, 2017.

3. Полазне хипотезе

Истраживачки рад у оквиру докторске дисертације кандидата Филипа Хараламбоса Апостолакопоулоса заснива се на следећим хипотезама:

- ❖ ТЛ и ОСЛ пасивни дозиметријски системи могу се користити у поленергетским и мултидирекционим пољима за процену ефективне дозе.
- ❖ Под одређеним условима сложеног радијационог поља ТЛ и ОСЛ пасивни дозиметријски системи дају превисок (*overestimation*) или недовољан (*underestimation*) одговор.
- ❖ Могуће је извршити квалитативну и квантитативну анализу доминантних радијационих процеса на микроскопском нивоу одговорних за висок или низак одзив ТЛ и ОСЛ пасивних дозиметријских система.
- ❖ уколико су познате карактеристике радијационог поља могуће је извршити корекцију одговора ТЛ и ОСЛ пасивних личних дозиметријских система у циљу оптимизације ефективне дозе професионално изложених лица.

4. Научне методе истраживања

Одзив дозиметра представља однос измерене и стварне вредности физичке величине од интереса, одређене примарним или секундарним дозиметријским стандардом, који се налазе на врху хијерархије метролошке следљивости. Физичка величина од интереса овог истраживања је лични дозни еквивалент $H_p(10)$, чија ће стварна вредност за различите квалитете фотонског јонизујућег зрачења бити одређена помоћу литарске сферне јонизационе коморе са шупљином PTW 32002 са електрометром PTW Unidos, која представља секундарни еталон у области заштите од зрачења. Енергетски и ангуларни одзив ће бити испитани за укупно три врсте пасивних личних дозиметријских система (две врсте термолуминисцентних на бази LiF:Mg,Ti и LiF:Mg,Cu,P и једна врста оптички стимулираних луминисцентних са детекторским елементима од $Al_2O_3:C$). Квалитети зрачења ће бити успостављени у складу са међународним стандардом ISO 4037.

Укупно десет квалитета зрачења ће бити коришћено за одређивање енергетског одзива дозиметара, у опсегу средњих енергија од 24 keV до 1,25 MeV. Осам од десет квалитета зрачења представљају поља X-зрачења тзв. N серије уског енергетског спектра (N-30, N-40, N-60, N-80, N-100, N-120, N-150 и N-200), а преостала два квалитета представљају поља γ зрачења (S-Cs и S-Co). Приликом озрачивања, претходно калибрисани дозиметри ће бити постављени на ISO блок фантом испуњен водом, који опонаша људско тело. Референтни одзив дозиметара је одређен одзивом на S-Cs квалитету. Добијене вредности релативног енергетског одзива дозиметара ће бити упоређене са условима које прописује међународни стандард из области заштите од зрачења за пасивне дозиметријске системе IEC 62387.

За одређивање ангуларног одзива дозиметара ће бити коришћено пет инцидентних углова (0° , 20° , 40° , 60° и 80°) на четири квалитета зрачења (N-40, N-150, S-Cs и S-Co), како би се покрио широки ангуларни и енергетски опсег. Приликом озрачивања, претходно калибрисани дозиметри ће такође бити постављени на ISO блок фантом који опонаша људско тело, а референтни одзив представља одзив на S-Cs квалитету при углу од 0° .

На основу изведених експеримената биће извршена анализа одзива и биће утврђени услови под којима пасивни дозиметријски системи имају превисок (*overestimation*) или недовољан (*underestimation*) одговор. То ће омогућити спровођење квалитативне и

квантитативне анализе на микроскопском нивоу, која се односи на доминантне радијационе процесе у детекторском материјалу одговорне за такве макроскопске појаве. Анализа ће бити спроведена помоћу софтверских алата који се користе у области радијационе физике. Резултати анализе ће омогућити да се изврши корекција одговора ТЛ и ОСЛ пасивних личних дозиметријских система, уколико су познате карактеристике радијационог поља.

Сва испитивања и тестирања биће спроведена у Лабораторији за заштиту од зрачења и заштиту животне средине Института за нуклеарне науке „Винча“ и у Лабораторији за личну дозиметријску контролу Одељења за процену нивоа излагања јонизујућим зрачењима у Јавном предузећу „Нуклеарни објекти Србије“.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни допринос докторске дисертације се огледа у следећем:

- ❖ Боље разумевање микроскопских механизма интеракције јонизујућег зрачења са детекторским материјалом (LiF:Mg,Ti; LiF:Mg,Cu,P; Al₂O₃:C) и радијационих процеса који воде ка високом или ниском одзиву система у облику личног еквивалента дозе.
- ❖ Развој и примена методе софтверског типа за корекцију одзива ТЛ и ОСЛ пасивних личних дозиметријских система.
- ❖ Тестирање и верификација методе у полиенергетским и мултидирекционим радијационим пољима.
- ❖ Унапређење оптимизације излагања зрачењу у условима радне средине и процене ефективне дозе професионално изложених лица.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање ће бити спроведено у више фаза:

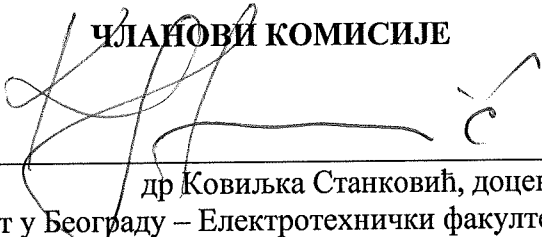
- ❖ у првој фази ће бити извршен преглед релевантне литературе, анализа тренутног стања у области и преглед искустава из праксе везана за ТЛ и ОСЛ пасивне личне дозиметријске системе и мерења оперативне величине $H_p(10)$ у циљу праћења нивоа излагања јонизујућим зрачењима професионално изложених лица,
- ❖ у другој фази ће бити адекватно припремљени и калибрисани дозиметри ради експерименталног одређивања њиховог енергетског и ангуларног одзива, затим ће бити извршени експериментални поступци озрачивања дозиметара на десет различитих квалитета зрачења и пет инцидентних углова. Ови експериментални поступци су изузетно захтевни и временски дуготрајни. На крају фазе ће бити извршена анализа одзива и биће утврђени услови под којима пасивни дозиметријски системи имају превисок или недовољан одговор.
- ❖ у трећој фази, помоћу софтверских алата који се користе у области радијационе физике, спровешће се квалитативна и квантитативна анализа доминантних радијационих процеса у детекторском материјалу одговорних за висок или низак одговор система. Биће предложена метода за корекцију одговора ТЛ и ОСЛ дозиметријских система, софтверског типа.
- ❖ у четвртој фази планира се верификација и дисеминација резултата у научним часописима и на научним конференцијама.

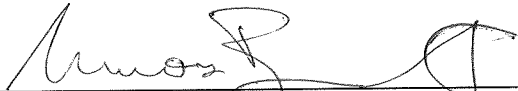
7. Закључак и предлог

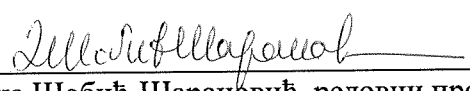
Разматрајући остварене резултате у досадашњем научно-истраживачком раду кандидата Филипа Хараламбоса Апостолакопоулоса, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, Комисија сматра да кандидат испуњава све услове за реализацију предвиђених истраживања. Сагледавајући наведене циљеве, очекиване резултате и доприносе, Комисија је у потпуности сагласна да предложена тема под коригованим насловом „Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења“ задовољава све услове подобности за докторску дисертацију. Комисија констатује да предложена тема припада ужој научној области Нуклеарна техника, за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан и за ментора рада предложи др Ковиљку Станковић, доцента на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Уз Извештај о подобности теме и кандидата, Комисија прилаже и списак радова др Ковиљке Станковић, доцента, који је квалификују за ментора дисертације. Имајући у виду све наведено, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да прихвати овај Извештај о предлогу теме докторске дисертације под коригованим насловом „Одзив термолуминисцентних и оптички стимулираних луминисцентних пасивних персоналних дозиметријских система у реалним полиенергетским и мултидирекционим фотонским пољима зрачења“ и да кандидату Филипу Хараламбосу Апостолакопоулосу омогући да приступи изради дисертације.

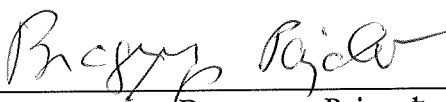
У Београду, 26.11.2019. године

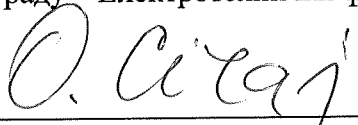
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Ковиљка Станковић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Милош Вујић, 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


др Оливера Цирај-Бјелац, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет