

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА
У КРАГУЈЕВЦУ
И СТРУЧНОМ ВЕЋУ ЗА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На основу одлуке број 610/X-1 Научно-наставног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу од 08.07.2010. године, одређени смо у Комисију за подношење извештаја о подобности кандидата **Биљане Миленковић**, као и научне заснованости теме под насловом **»Ефикасност детектора CR-39 и прорачун дозе при озрачивању неутронима«** за израду докторске дисертације. На основу увида у потребну документацију о томе подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Кратка биографија кандидата

Биљана Миленковић рођена је 22.01.1983. године у Крагујевцу. Основну школу Трећи крагујевачи батаљон у Крагујевцу завршила је са одличним успехом, као носилац дипломе "Вук Стефановић Караџић". Након тога уписује се у Другу крагујевачку гимназију, општи смер, коју такође завршава као носилац дипломе "Вук Стефановић Караџић. Природно-математички факултет у Крагујевцу, студијска група физика, уписала је школске 2002/03. године и са успехом завршила студије у децембру 2006. године, са просечном оценом 9,77 и одбрањеним дипломским радом, из области радијационе физике, са оценом 10.

2007. године изабрана је у звање истраживача-приправника на Природно-математичком факултету у Крагујевцу.

2010. године изабрана је у звање истраживача-сарадника, на Природно-математичком факултету у Крагујевцу.

Докторске академске студије на Институту за физику Природно-математичког факултета у Крагујевцу, смер Радијациона физика, уписала је школске 2006/07 године, и положила све испите предвиђене студијским програмом.

2. Наслов, предмет и хипотезе докторске дисертације

Комисија се предлаже да се наслов докторске дисертације промени у **»Примена детектора CR-39 у детекцији и дозиметрији неутрона«**.

Предмет истраживања ове докторске дисертације је рачунање и мерење ефикасности детектора CR-39 при озрачивању неутронима и прорачун апсорбоване дозе. Као пример разматраће се интеракције неутрона из Am-Be извора са атомима CR-39 детектора. Модел интеракције који је развијен у ту сврху узима у обзир енергетски спектар емитованих неутрона, ефикасне пресеке разних процеса интеракције (n,n') , (n,p) , (n,α) , еластично расејање, као и угаоне расподеле секундарних честица. Додатно овоме, развијен је модел визуелизације латентних трагова које у материјалу CR-39 детектора изазову протони и алфа честице створени у (n,p) и (n,α) интеракцијама. Модели раста трага у директном и супротном смеру од смера кретања честице се посебно разматрају и примењују различити рачунарски подпрограми. Прорачун опсорбованих доза обавља се познатим софтвером MCNP5.

3. Подобност кандидата

На основу података наведених у оквиру тачке 1, Комисија закључује да кандидат има звање дипломирани физичар-информатичар.

Научно интересовање Биљане Миленковић обухвата следеће области савремене радијационе физике: неутронску дозиметрију и траг детекторе.

Кандидат Биљана Миленковић је до сада објавила 3 *научна рада у врхунским међународним часописима* (категорије **M21**) и 5 *саопштења на скуповима националног значаја*.

На основу анализе научних радова Биљане Миленковић може се закључити да је испољила запажену научну активност, и смисао за анализу и решавање научних проблема из области радијационе физике.

Списак објављених научних радова кандидата

Научни радови штампани у врхунским међународним часописима (M21)

- [1] B. Milenkovic, N. Stevanovic, D. Krstic, D. Nikezic, »*Numerical solving of the track wall equation in LR115 detectors etched in direct and reverse directions*«, Radiation Measurements, 44, 57-62 (2009). ISSN: 1350-4487 (ИФ за 2008 је 1.267 и налази се на 4. месту од 30 часописа).
- [2] Goran Dugalic, Dragana Krstic, Miodrag Jelic, Dragoslav Nikezic, Biljana Milenkovic, Mira Pucarevic, Tijana Zeremski-Skoric, »*Heavy metals, organics and radioactivity in soil of western Serbia*«, Journal of Hazardous Materials, 177, 697-702 (2010). ISSN: 0304-3894 (ИФ за 2009 је 4.144 и налази се на 1. месту од 106 часописа).
- [3] Biljana Milenković, Dragoslav Nikezić, Nenad Stevanović, »*A simulation of neutron interaction from Am-Be source with the CR-39 detector*«, Radiation Measurements, DOI 10.1016/j.radmeas.2010.06.049. ISSN: 1350-4487 (ИФ за 2008 је 1.267 и налази се на 4. месту од 30 часописа).

Саопштења са скупова националног значаја, штампана у целини (M63)

1. Б. Миленковић, Н. Стевановић, Д. Крстић, Д. Никезић. Нумеричко решавање једначине зида трага у LR115 детектору нагрзаном у директном и супротном смеру. Зборник радова 52. конференције за ЕТРАН, Палић 8-12. јун 2008. ISBN: 978-86-80509-63-1
2. Д. Крстић, Д. Никезић, Б. Миленковић. Рачунање конверзионих ORNL фантома за ефективну дозу по керми од природних радионуклида у грађевинским материјалима. Зборник радова 52. конференције за ЕТРАН, Палић 8-12. јун 2008. ISBN: 978-86-80509-63-1
3. Б. Миленковић, Д. Никезић, Н. Стевановић. Симулација одговора CR-39 детектора на озрачивање неутронима из Am-Be извора. Зборник радова, XXV Симпозијум Друштва за Заштиту од Зрачења Србије и Црне Горе (ДЗЗСЦГ), Копаоник, 30.09. - 02.10. 2009. ISBN: 978-86-7306-112-2
4. Биљана Миленковић, Ненад Стевановић, Владимир Марковић, Драгослав Никезић. Ефикасност детекције протона насталих у CR-39 детектору озраченом неутронима из Am-Be извора. Зборник радова 54. конференције за ЕТРАН, Доњи Милановац 7-11. јун 2010 (зборник радова у штампи).
5. Владимир Марковић, Ненад Стевановић, Биљана Миленковић, Драгослав Никезић. Укупни бројни и угловни албеда фотона за воду, бетон и гвожђе у зависности од дебљине материјала. Зборник радова 54. конференције за ЕТРАН, Доњи Милановац 7-11. јун 2010 (зборник радова у штампи).

Научни радови објављени у врхунским међународним часописима који би могли ући у састав докторске дисертације горе су наведени под бројевима [1] и [3], док је рад који није укључен у састав дисертације означен бројем [2].

4. Преглед стања у подручју истраживања

До сада су вршена бројна истраживања у области неутронске дозиметрије, и на ту тему је објављен велики број радова. Упркос четрдесетогодишњем истраживању лична неутронска дозиметрија остаје велики проблем у области радијационе заштите. Главни проблем у овој области је велика зависност одговора детектора од енергије неутрона. Насупрот томе у пракси се могу срести неутрони веома широког енергетског спектра почев од 0 (термализовани неутрони у нуклеарним реакторима) па све до неколико стотина MeV (у космичком зрачењу). Поред тога, енергетски спектар очекиваних неутрона је често непознат, тежак је за мерење, а радијационо поље неутрона је обично мешано са другим врстама зрачења, као што су гама, X, фисиони продукти и др.

Карактеристике тренутно доступних личних неутронских дозиметара су далеко од идеалних. Међу данас коришћеним пасивним личним неутронским дозиметрима, траг детектори се сматрају једном од најперспективнијих техника. Посебно место у свету траг детектора заузима добро познати CR-39 детектор (poly allyl diglycol carbonate PADC), иако су у употреби и други типови детектора засновани на нитроцелулози. Главна предност CR-39 детектора је његова неосетљивост на гама зрачење и нискоенергетски праг за неутроне. У односу на друге испитиване детекторе CR-39 је јефтинији и свестранији неутронски дозиметар са широким спектром одговора у области енергије неутрона. При коришћењу овог детектора потребно је познавати везу између густине и карактеристика трагова са једне стране и флуенса и апсорбоване дозе неутрона са друге стране. Радови [1] и [3] у горе наведеном списку садрже резултате, који се односе на неутронску дозиметрију.

5. Значај и циљ истраживања са становишта актуелности у одређеној научној области

Дозиметрија се бави одређивањем апсорбоване дозе јонизујућег зрачења у разним материјалима, укључујући и људско ткиво. Радиобиологија користи информације о дози у сврху процене ризика и користи. *Ризик* представља вероватноћу појаве канцера услед изложености одређеној дози. При излагању канцерогенх тумора одређеним дозама јонизујућих зрачења у сврху лечења добија се извесна *корист*. Да би се постигло тачно и ефикасно одређивање дозе неопходни су експериментални подаци о одговору детектора у широком енергетском опсегу.

Неутронска дозиметрија је од велике важности за заштиту од зрачења у близини акцелератора честица и нуклеарних реактора, као и за квантификацију ефеката излагања космичком зрачењу. Такође је веома битна код терапије брзим неутронима и неутронским захватом. Осим тога, производња неутрона у високо енергетској x-зрачној терапији, као и у терапији јонским сноповима, забрањавајућа је због могућности изазивања секундарних канцера. Уређаји за терапију јонским сноповима се брзо развијају широм света и питања дозиметрије неутрона су од великог значаја. Циљ ове докторске дисертације је одређивање веза између одговора детектора израженог преко густине трагова и апсорбоване дозе неутрона у енергетској области до 10 MeV.

6. Веза са досадашњим истраживањима

У оквиру рада на овој проблематици биће коришћени подаци о ефикасним пресецима интеракције неутрона са атомима водоника, угљеника и кисеоника и њихова зависност од енергије инцидентних неутрона. Такође биће коришћени постојећи компјутерски софтвери за симулацију интеракције неутрона и материје, за прорачун доза и симулацију раста трага при нагризању. При детекцији неутрона користе се разни материјали (конвертери) за њихово успоравање. У овом раду ће се применити постојећа искуства и знања о конвертерима, а могуће је испитивање других материјала за ту сврху.

7. Методе истраживања

Симулација интеракције неутрона са атомима CR-39 детектора ће се обављати Методом Монте Карло. У ту сврху користиће се оригинално развијен компјутерски програм. Његови резултати ће се упоредити са постојећим, комерцијално расположивим софтвером MCNP који ће се још користити за прорачун апсорбованих доза. Развој трага и прорачун параметара трагова у CR-39 детектору ће се симулирати постојећим софтверима TRACK_TEST, TRACK_VISION при нагризању у смеру кретања честице, а ново развијени програм при нагризању у супротном смеру.

Експериментални део рада се састоји у озрачивање детектора у лабораторији са постојећим Am-Be извором. Хемијско третирање и читавање детектора ће се такође обавити у постојећим лабораторијама према добро уходаним процедурама.

8. Очекивани резултати докторске дисертације

Тема ове докторске дисертације је веома актуелна и као таква предвиђа да ће добијени резултати имати широку примену. Горе описана истраживања требало би да доведу до одређивања калибрационог коефицијента за мерење неутрона детекторима CR-39 као и његову зависност од енергије, тј. одређивање везе између одговора детектора израженог преко густине трагова и апсорбоване дозе неутрона у енергетској области до 10 MeV.

Очекује се да ће добијени резултати ове докторске дисертације бити објављени у више радова, који би били публиковани у неким од водећих научних часописа.

9. Оквирни садржај докторске дисертације

Докторска дисертација ће се састојати из више међусобно повезаних делова. У првом делу биће дат преглед области неутронске дозиметрије и примене траг детектора у овој области. У другом делу рада биће симулиран процес интеракције неутрона и детектора CR-39, при чему ће се посебна пажња посветити неутронима из Am-Be неутронског извора. У трећем делу рада обавиће се експериментално озрачивање детектора CR-39, њихово нагризање и читавање са циљем поређења експерименталних и рачунски добијених резултата. Главни циљ рада је одређивање калибрационог коефицијента детектора CR-39 за мерење неутрона.

10. Ментор докторске дисертације

Институт за физику Природно-математичког факултета у Крагујевцу за ментора ове дисертације предлаже др Драгослава Никезића, редовног професора Природно-математичког факултета у Крагујевцу.

Образложење: Професор има докторат из уже научне области **Радијационе физике**, као и велики број објављених радова у часописима са ISI листе, као и бројна саопштења на међународним и националним конференцијама. Он се већ дуже време бави разним проблемима у области радијационе физике и дозиметрије, те, имајући у виду циљеве и очекиване резултате ове дисертације, сматрамо да испуњава све услове да буде ментор ове докторске дисертације.

11. Научна област докторске дисертације

Област истраживања којом кандидат у својој дисертацији намерава да се бави може се, с обзиром на предмет и циљ истраживања, подвести под област Радијационе физике за коју је Природно-математички факултет матичан.

12. Научна област чланова комисије

Сви чланови комисије се баве истраживањима из области **Радијационе физике** и/или **Нуклеарне технике**, и имају велики број објављених радова из поменутих области.

- ◆ **Др Драгослав Никезић**, редовни професор ПМФ-а у Крагујевцу
ужа научна област: **Радијациона физика**, ментор
- ◆ **Др Оливера Цирај Бјелац**, доцент Електротехничког факултета у Београду
ужа научна област: **Нуклеарна техника**
- ◆ **Др Драгана Крстић**, доцент ПМФ-а у Крагујевцу
ужа научна област: **Радијациона физика**

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу свега изложеног, Комисија закључује да кандидат испуњава све услове предвиђене законом и Статутом Природно-математичког факултета у Крагујевцу за израду докторске дисертације из области физичких наука. Комисија такође сматра да је предложена тема докторске дисертације научно интересантна и значајна, односно да је научно оправдана. Због тога Комисија предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета у Крагујевцу да кандидату Биљани Миленковић одобри израду докторске дисертације под називом

ПРИМЕНА ДЕТЕКТОРА CR-39 У ДЕТЕКЦИЈИ И ДОЗИМЕТРИЈИ НЕУТРОНА

За ментора се предлаже проф. др **Драгослав Никезић**.

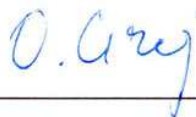
У Крагујевцу,
20.09.2010. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Драгослав Никезић, редовни професор,
Природно-математички факултет, Крагујевац
Ужа научна област: **Радијациона физика**



Др Оливера Цирај Бјелац, доцент,
Електротехнички факултет, Београд
Ужа научна област: **Нуклеарна техника**



Др Драгана Крстић, доцент,
Природно-математички факултет, Крагујевац
Ужа научна област: **Радијациона физика**

