

*Institut saglasna
Milenkovic*

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИМЉЕНО: 23.08.2013			
Орг. јед.	Број	ПРИЛОГ	ВРЕДНОС
02	510/10	-	-

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

Предмет: Извештај комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Биљане Миленковић**, дипл. физичара-информатичара.

Одлуком Наставно-научног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу, број 460/LX-1, одржаној дана 26.06.2013, одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом

„ ПРИМЕНА ДЕТЕКТОРА CR-39 У ДЕТЕКЦИЈИ И ДОЗИМЕТРИЈИ НЕУТРОНА “

кандидата Биљане Миленковић, истраживача сарадника на Природно-математичком факултету у Крагујевцу. Након прегледа докторске дисертације, а у складу са Статутом Факултета, чл. 51, и Статутом Универзитета, чл. 48, подносимо Наставно-научном већу Природно-математичког факултета следећи

ИЗВЕШТАЈ

Докторска дисертација кандидата Биљане Миленковић изложена је на 159 страна, а у оквиру текста приказано је 57 слика, 12 табела и 112 једначина. Укупно је цитирано 128 литературних јединица.

Поднети рад се састоји из два дела А и В. Део А је општи, без оригиналног научног доприноса кандидата, даје преглед стања у овој области и има монографски карактер. Део В представља рад кандидата на задатој теми.

Преглед садржаја урађене дисертације

Део А се састоји из пет глава, које описују појмове неопходне за разумевање рада и методологије.

У првој глави су описани историјски увод открића неутрона, физичке особине, класификација по енергијама, као и Am-Be извори неутрона. Такође су наведене примене неутрона са акцентом на медицинску примену брзих и спорих неутрона за терапију канцера. Дат је опис основних процеса интеракције неутрона са материјом.

У другој глави су описани основни појмови и величине у радијационој физици. Дефинисане су протекционе и операционе величина, као и њихова веза са физичким величинама према ICRP и ICRU публикацијама.

Трећа глава даје преглед радова у области детекције и дозиметрије неутрона. Дефинисане су активне и пасивне методе детекције и дозиметрије брзих и спорих неутрона. Одвојено су разматране алbedo дозиметрија и дозиметрија неутрона на бази детектора CR-39.

Четврта глава даје опис најчешће коришћених нуклеарних траг детектора, тј. њихову историју, затим физичко-хемијске карактеристике и детаљан опис геометрије раста трага. У оквиру геометрије раста трага разматрани су случајеви упада честице у детектор под правим и косим угловима одвојено за константну и променљиву брзину нагризања дуж трага. Представљен је модел раста трага који се касније користи у раду, а који су развили Nikezić и Yu.

У петој глави су описане нумеричке методе коришћене у раду, као што су Монте-Карло метод, метод коначних разлика и Њутнов метод. Нагласак је на оним елементима ових метода, који су касније коришћени у раду.

Део В, за разлику од дела А, представља оригиналан научни рад аутора. Резултати су представљени у оквиру 6, 7, 8 и 9 главе и закључка.

У шестој глави је представљен је модел интеракције неутрона из Am-Be извора са детектором CR-39 као и начин на који се врши одабир почетне енергије, положаја и правца неутрона у извору; места интеракције неутрона и мете; врсте атома у детектору са којим неутрон интерагује као и тип интеракције неутрона са детектором. Дат је опис рачунања домета насталих секундарних честица тј. протона и алфа честица. Секундарне честице се креирају у различитим правцима и њихови латентни трагови су случајно орјентисани у детектору. Неки трагови се нагризају од тачке где је честица настала у смеру њеног кретања – ово се назива директно нагризање, док се други нагризају од тачке у којој се честица зауставила или у којој је напустила детектор у супротном смеру од смера њеног кретања – ово је нагризање у супротном смеру. Модели раста трага у директном и супротном смеру од смера кретања честице се посебно разматрају. На поменутиим моделима је заснован фортрански програм Neutron_CR-39.F90 чији је опис и дијаграм тока представљен у овој глави.

У седмој глави је описан експеримент озрачивања детектора Am-Be извором у Лабораторији за заштиту од зрачења у Институту за нуклеарне науке у Винчи, као и хемијско третирање и читавање детектора, према стандардним процедурама, у постојећим лабораторијама на ПМФ-у у Крагујевцу. Такође је описан инструмент за мерење јачине дозног еквивалента неутрона, DINEUTRON.

Осма глава садржи приказ оригиналних научних резултата кандидата, тј. резултата теоријско-симулационог рада као што су: прорачун енергетско-угаоне расподеле створених протона и алфа честица, прорачун апсорбоване енергије по једном неутрону, прорачун

параметара трагова нагризаних у супротном смеру, прорачун латентне ефикасности и ефикасности нагрizaња, прорачун ефикасности нагрizaња трагова у директном и супротном смеру.

У деветој глави су поређени резултати прорачуна и мерења јачине дозног еквивалента неутрона као и густине трагова. Израчуната је вредност за конверзиони коефицијент флуенса у дозни еквивалент која се добро слаже са вредностима датим у литератури. Одређена је веза између одговора детектора израженог преко густине трагова и дозног еквивалента неутрона, односно флуенса. Густина трагова је линеарно зависна од дозног еквивалента неутрона за различите скинуте слојеве, чиме је одређен калибрациони коефицијент што је и био циљ ове докторске дисертације. Тиме је потврђена примена развијеног програма Neutron_CR-39.F90 у неутронској дозиметрији.

У закључку је дат сажет преглед резултата и достигнућа рада. Дискутовани су нађени резултати у светлу постојећих експерименталних и теоријских података.

Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Предмет ове докторске дисертације је проучавање интеракције неутрона из Am-Be извора са детектором CR-39, тј. рачунање и мерење ефикасности детектора, као и прорачун дозе тј. дозног еквивалента, односно одређивање одговарајућих конверзионих коефицијената. До сада је публиковано много радова на тему интеракције неутрона са детектором CR-39 у циљу одређивања калибрационог коефицијента тј. процене дозе неутрона на основу мерене и рачунате густине трагова. У докторској дисертацији кандидата Биљане Миленковић добијен је калибрациони коефицијент који важи за скинуте слојеве у опсегу од 6 μm до 24 μm , док други аутори одређују калибрациони коефицијент само за задате услове нагрizaња тј, за један скинут слој. Такође је одређен конверзиони коефицијент флуенса у дозни еквивалент користећи програм Neutron_CR-39.F90, заснован на моделима интеракције и раста трага, који представља оригинални научни допринос кандидата.

Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Имајући увид у актуелно стање у изучавању интеракције неутрона са детектором CR-39, Комисија закључује да докторска дисертација кандидата Биљане Миленковић садржи оригиналне научне резултате који нису били предмет ниједног до сада објављеног истраживања у овој области.

Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

Кандидат Биљана Миленковић бави се научним радом у области радијационе физике дужи низ година, о чему сведоче објављени радови: четири рада у часописима категорије М21; један рад у часопису категорије М22; два поглавља у монографијама познатих светских издавача категорије М14.

Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Предати рукопис “Примена детектора CR-39 у детекцији и дозиметрији неутрона” кандидата Биљане Миленковић у потпуности и по обиму и по квалитету испуњава првобитно постављене захтеве приликом пријављивања теме докторске дисертације.

Научни резултати докторске дисертације

Комисија истиче да је из области докторске дисертације кандидат Биљана Миленковић публиковала три рада у часописима са листе цитираних часописа (SCI), као и да је коаутор поглавља монографије познатог светског издавача:

- [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*, Vol. **44**, Issue **1**, 57-62 (2009) ISSN: 1350-4487
DOI: 10.1016/j.radmeas.2008.10.014
[Импакт фактор: **1.267**; 4/30; 2008; Subject Category: Nuclear Science & Technology] [M21]
- [2] **Biljana Milenković**, Dragoslav Nikezić, Nenad Stevanović, *A simulation of neutron interaction from Am-Be source with the CR-39 detector*, *Radiation Measurements*, Vol. **45**, Issue **10**, 1338-1341 (2010) ISSN: 1350-4487
DOI: 10.1016/j.radmeas.2010.06.049
[Импакт фактор: **1.267**; 4/30; 2008; Subject Category: Nuclear Science & Technology] [M21]
- [3] **B. Milenkovic**, N. Stevanovic, D. Nikezic, M. Ivanovic, *Computer program Neutron_CR-39 for simulation of neutrons from an Am-Be source and calculation of proton track profiles*, *Computer Physics Communications*, Vol. **182**, Issue **7**, 1536-1542 (2011) ISSN: 0010-4655
DOI: 10.1016/j.cpc.2011.03.024
[Импакт фактор: **3.268**; 2/55; 2011; Subject Category: Physics, Mathematical] [M21]
- [4] N. Stevanovic, **B. Milenkovic**, D. Nikezic, *Software for Determination of Track Parameters in Nuclear Track Detectors Etched in Reverse Direction*,

Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати добијени у овој дисертацији могу наћи примену у актуелном проучавању утицаја неутронског зрачења на детектор CR-39 и евентуалну примену добијених резултата у дозиметрији и радиобиологији. Неутронска дозиметрија је од велике важности за заштиту од зрачења у близини акцелератора честица и нуклеарних реактора, за квантификацију ефеката излагања космичком зрачењу, као и код терапије брзим и спорим неутронима. CR-39 детектор је погодан за детекцију и дозиметрију неутрона, што је показано и у овом раду.

Начин презентирања резултата научној јавности

Резултати до којих је кандидат дошао представљени су научној јавности кроз три публикована рада у часописима, категорије M21, који се налазе на листи цитираних часописа (SCI) као и у поглављу монографије познатог светског издавача, категорије M14.

После детаљног прегледа докторске дисертације, као и на основу свега што је констатовано и написано у овом извештају, Комисија доноси следећи

ЗАКЉУЧАК

Комисија сматра да приложени текст докторске дисертације кандидата Биљане Миленковић под називом “Примена детектора CR-39 у детекцији и дозиметрији неутрона” у потпуности испуњава циљеве постављене у теми коју је прихватило Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Крагујевцу. Комисија, истиче да је поднети текст самосталан рад кандидата и да постоје нови и оригинални резултати. 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. Системски приступ и свестрана анализа указују да је кандидат овладао научном облашћу под коју потпада тема докторске дисертације и да поседује одговарајућу специфичну стручност и оспособљеност. Ова дисертација представља значајан допринос физици, и по квалитету, обиму и оствареним резултатима задовољава законске и друге специфичне услове одређене за израду докторске дисертације.

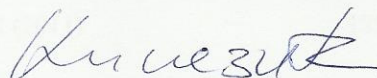
На основу горе изнетих резултата и података о раду “Примена детектора CR-39 у детекцији и дозиметрији неутрона”, кандидата Биљане Миленковић, Комисија са задовољством предлаже Научно-наставном већу Природно-математичког факултета у Крагујевцу да прихвати понуђени текст као докторску дисертацију, те да омогући њену јавну одбрану у складу са Законом и нормативним актима Природно-математичког факултета у Крагујевцу и Универзитета у Крагујевцу.

У Крагујевцу

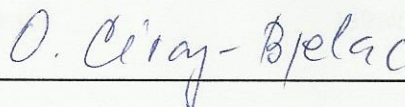
23.08.2013. год.

Чланови Комисије:

др Драгослав Никезић, редовни професор,
Природно-математички факултет,
Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: **Радијациона физика**



др Оливера Цирај Бјелац, ванредни професор
Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
и виши научни сарадник Института за нуклеарне науке “Винча”
Ужа научна област: **Нуклеарна техника**



др Драгана Крстић, доцент,
Природно-математички факултет,
Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: **Радијациона физика**



ПРИЛОГ: Листа објављених радова кандидата

Радови из области докторске дисертације:

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 Vol. 44, Issue 1, 57-62 (2009) ISSN: 1350-4487
DOI: 10.1016/j.radmeas.2008.10.014
[Импакт фактор: **1.267**; 4/30; 2008; Subject Category: Nuclear Science & Technology] [M21]
2. **Biljana Milenković**, Dragoslav Nikezić, Nenad Stevanović, *A simulation of neutron interaction from Am-Be source with the CR-39 detector*,
Radiation Measurements, Vol. 45, Issue 10, 1338-1341 (2010) ISSN: 1350-4487
DOI: 10.1016/j.radmeas.2010.06.049
[Импакт фактор: **1.267**; 4/30; 2008; Subject Category: Nuclear Science & Technology] [M21]
3. **B. Milenkovic**, N. Stevanovic, D. Nikezic, M. Ivanovic, *Computer program Neutron_CR-39 for simulation of neutrons from an Am-Be source and calculation of proton track profiles*,
Computer Physics Communications, Vol. 182, Issue 7, 1536-1542 (2011) ISSN: 0010-4655
DOI: 10.1016/j.cpc.2011.03.024
[Импакт фактор: **3.268**; 2/55; 2011; Subject Category: Physics, Mathematical] [M21]

Поглавље монографије познатог светског издавача из области докторске дисертације:

4. N. Stevanovic, **B. Milenkovic**, D. Nikezic, *Software for Determination of Track Parameters in Nuclear Track Detectors Etched in Reverse Direction*,
Horizons in Computer Science Research, Vol. 3, Ch. 5, 89-108 ISBN: 978-1-61122-807-6
Nova Science Publishers, New York, 2011 [M14] ISSN: 2159-2012

Остали радови:

5. 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 Vol. 177, Issues 1-3, 697-702 (2010) ISSN: 0304-3894
DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.12.087
[Импакт фактор: **4.144**; 11/181; 2009; Subject Category: Environmental Sciences] [M21]
6. Ljiljana Gulan, **Biljana Milenkovic**, Jelena Stajic, Biljana Vuckovic, Dragana Krstic, Tijana Zeremski, Jordana Ninkov, *Correlation between radioactivity levels and heavy metal content in the soils of North Kosovska Mitrovica environment*,

Environmental Science: Processes & Impacts (Formerly the Journal of Environmental Monitoring), Vol. 15, 1735-1742 (2013)

DOI:10.1039/c3em00208j

ISSN: 1464-0325

[Импакт фактор: **2.085**; 84/209; 2012; Subject Category: Environmental Sciences] [M22]

Поглавље монографије познатог светског издавача:

7. D. Nikezic, V.M. Markovic, N. Stevanovic, V. Urosevic, **B. Milenkovic** and J. Stajic, *Radon diffusion through the medium,*

Handbook of Radon: Properties, Applications and Health, Ch. 12, 311-333

ISBN: 978-1-62100-177-5

Nova Science Publishers, New York, 2012 [M14]