

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: **Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Милице Јанковић**

Одлуком Научно-наставног већа Електротехничког факултета одржаног 25.09.2014. године (бр. одлуке 920/3 од 2.10.2014. године), именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата магистра Милице Јанковић, дипломираног електроинжењера под насловом

**„Рачунарски систем за аквизицију, архивирање, прегледање и обраду слика добијених гама камером“**

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

28.6.2013. године кандидаткиња Милица Јанковић је пријавила тему под насловом „Рачунарски систем за аквизицију, архивирање, прегледање и обраду слика добијених гама камером“ за израду докторске дисертације.

3.7.2013. године Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије за оцену подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу Универзитета у Београду-Електротехничког факултета на усвајање.

11.7.2013. године Наставно-научно веће на седници број 764 (бр. одлуке 920/1 од 11.7.2013.) именовало је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације у саставу: др Дејан Б. Поповић, дописни члан САНУ, редовни професор (Универзитет у Београду-Електротехнички факултет), др Мирјана Б. Поповић, редовни професор (Универзитет у Београду-Електротехнички факултет), др Мила Годоровић-Тирнанић, доцент (Универзитет у Београду-Медицински факултет).

3.9.2013. године Наставно-научно веће на седници број 765 (број одлуке 920/2 од 3.9.2013.) је усвојило Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације.

16.9.2013. године Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом: „Рачунарски систем за аквизицију, архивирање, прегледање и обраду слика добијених гама камером“ (61206-4004/2-14 од 16.9.2013. године) и за ментора је одређен проф. др Дејан Б. Поповић, дописни члан САНУ, редовни професор на Универзитету у Београду - Електротехнички факултет.

Кандидаткиња је урађену дисертацију поднела на преглед и оцену 25.8.2014. године. Комисија за студије трећег степена је 17.9.2014. потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Универзитета у Београду-Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

25.09.2014. године Наставно-научно веће на седници број 778 (број одлуке 920/3 од 2.10.2014. године) је именовало Комисију за преглед и оцену докторске дисертације у саставу: др Дејан Б. Поповић, дописни члан САНУ, редовни професор (Универзитет у

Београду-Електротехнички факултет), др Мирјана Б. Поповић, редовни професор (Универзитет у Београду-Електротехнички факултет), др Мила Тодоровић-Тирнанић, доцент (Универзитет у Београду-Медицински факултет), др Предраг Маринковић, редовни професор (Универзитет у Београду-Електротехнички факултет), др Ирини Рељин, редовни професор (Универзитет у Београду-Електротехнички факултет).

Кандидаткиња је одбранила магистарску тезу 4.04.2008. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

### 1.2. Научна област дисертације

Дисертација Милице Јанковић припада научној области Техничке науке - Електротехника, ужа научна област Биомедицинско инжењерство. За ментора дисертације одређен је др Дејан Б. Поповић, дописни члан САНУ, редовни професор на Универзитету у Београду - Електротехнички факултет, због истакнутих доприноса у области биомедицинског инжењерства.

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Милица Јанковић (Пиперски) је рођена 9. априла 1979. године у Панчеву. У Основној школи "Сава Ковачевић" (данас: ОШ "Јован Миодраговић") у Београду и Трећој београдској гимназији је била носилац дипломе "Вук Караџић" и ђак генерације. Електротехнички факултет у Београду је уписала 1998. а дипломирала на смеру Аутоматика 9.12.2003. са просечном оценом 8.57. Дипломски рад под менторством проф. Дејана Поповића из предмета Биомедицинско инжењерство са темом: "Четвороканални електромиографски (ЕМГ) уређај на бази персоналног рачунара" је одбранила са оценом 10 (десет). Магистарске студије је уписала 2003. године на смеру Управљање системима, а завршила их је 2008. године са просечном оценом 10 (десет). Магистарску тезу "Аутоматска дијагностика сензорно-моторних промена: Нови електромиограф" под менторством проф. Дејана Поповића је одбранила 4.4.2008.

Милица Јанковић је 11.05.2004. изабрана на Електротехничком факултету у Београду, на Катедри за Сигнале и системе, у звање асистент-приправник, а 8.07.2008. у звање асистента за област медицинска техника. На Електротехничком факултету у Београду је ангажована на 9 предмета са основних и мастер студија. Учествовала је у изради лабораторијских вежби из предмета Електрична мерења, Аквизиција електрофизиолошких сигнала и Клиничко инжењерство. Милица Јанковић је коаутор уџбеника *Биомедицинска мерења и инструментација* (Поповић Д. Б, Поповић М. Б, Јанковић М. М, Академска мисао, Београд, 2010). 2011. године је покренула Labview Академију на Електротехничком факултету у Београду. Од 2011. године је организатор и члан комисије на Labview такмичењима под покровитељством фирми *National Instruments* и UNO-LUX NS у организацији Истраживачке групе за Биомедицинску Инструментацију и Технологије (БМИТ).

Области којима се Милица Јанковић у свом научно истраживачком раду бавила су: виртуелна инструментација у медицини, развој нових метода анализе полимиографских и електромиографских сигнала, развој система за аквизицију, архивирање и обраду слика у домену нуклеарне медицине. У току досадашњег рада, остварила је сарадњу са лекарима из Одељења за Нуклеарну медицину у Центру за Лабораторијску медицину (Клинички центар Војводине, Нови Сад), Клинике за рехабилитацију "Др Мирослав Зотовић", Београд, Центру за нуклеарну медицину (Клинички центар Србије, Београд) и Институту за онкологију и радиологију Србије, Београд.

Милица Јанковић је аутор или коаутор: једног уџбеника, једног техничког решења, 4 рада у међународним часописима са СЦИ листе, 2 рада штампана у изводу у међународним часописима са СЦИ листе, 3 рада у домаћим часописима, 8 радова на међународним конференцијама (5 радова штампаних у целини и 3 рада штампана у изводу) и 11 радова на домаћим конференцијама.

Милица Јанковић је била део истраживачког тима на следећим пројектима:

1. “Развој уређаја и метода за неурорехабилитацију особа са поремећајима сензорно-моторних функција”, пројекат Министарства за науку Републике Србије, бр. пројекта 6117А, 2005-2007, руководилац проф. Дејан Поповић.
2. “Електронски систем за управљање покретима особа са инвалидитетом”, пројекат Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, бр. пројекта 11019А, 2008-2010, руководилац проф. Дејан Поповић.
3. “Curricula Reformation and Harmonisation in the field of Biomedical Engineering (CRH-VME)“, 144537-TEMPUS-2008-GR-JPCR; EU project, 2009-2011.
4. “Integrating Robots and Electrical Stimulation for Neurorehabilitation“, билатерална сарадња између ЕТХ Цирих и ЕТФ, Београд, који је финансиран у оквиру програма СКОПЕС, 2009-2012.
5. “Ефекти асистивних система у неурорехабилитацији: опоравак сензорно-моторних функција”, пројекат Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије, бр. пројекта 175016, 2011-2015, руководилац проф. Мирјана Поповић.

Милица Јанковић је предузеће Siemens д.о.о. Београд, 2004. године доделило награду за развој система за потребе нуклеарне медицине. Добитник је и три награде за најбоље радове (најбољи постер на БИМЕФ 2003, најбољи рад младих аутора на Биомедицинској секцији конференције ЕТРАН 2005, најбољи рад у Биомедицинској секцији конференције ЕТРАН 2014).

Милица Јанковић је члан међународних удружења IEEE и IEEE EMBS и националног удружења УДИЕС. Милица Јанковић је рецензирала радове за домаћу конференцију ЕТРАН и међународни часопис *Medical & Biological Engineering & Computing*.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Организација дисертације

Докторска дисертација под насловом “Рачунарски систем за аквизицију, архивирање, прегледање и обраду слика добијених гама камером“ приказује оригинално решење система које омогућује дијагностику на основу записа добијених гама камером. Дисертација на српском језику има 134 стране и укључује 81 слику, 12 табела. Дисертација је подељена на 4 поглавља (1. Увод; 2. Архитектура *GammaKey* система; 3. Клиничка примена; и 4. Закључак), референце и има 5 прилога. Листа референци има 128 наслова који показују да је Милица за разматрање проблема, дефинисање решења и реализацију детаљно проучила стање у области и могуће правце развоја нових техника од интереса за дијагностику у домену нуклеарне медицине. Прилози дају низ важних елемената који су узети у обзир при реализацији *GammaKey* система.

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу тезе је приказан развој гама сцинтилационих камера (ГСК) од аналогних до дигиталних, објашњен је концепт и мотив за дигитализацијом аналогних и полу-аналогних ГСК и упоређена су постојећа решења дигитализације ГСК. Дефинисана је полазна хипотеза и задаци које треба да задовољи рачунарски систем за аквизицију, архивирање и обраду студија добијених гама камером.

У другом поглављу је описана архитектура реализованог рачунарског (*GammaKey*) система за аквизицију, архивирање и обраду студија добијених гама камером, као и функције појединих модула система. Наведена је спецификација развојног окружења коришћеног за имплементацију *GammaKey* апликације и наведени су формати података коришћени за креирање датотека. Објашњена је реализација аквизиционог модула система, дефинисани су имплементирани аквизициони протоколи и приложени су резултати валидације *GammaKey* система. Посебна пажња је поклоњена опису стандардних основних функција модула

система за обраду слике. Предложен је оригиналан алгоритам за аутоматску сегментацију регија од интереса код статичких студија. Посебно су размотрени имплементирани поступци корекције радиоактивности регија (на основу радиоактивност, дубину органа и радиоактивни распад).

У трећем поглављу је најпре приказана клиничка примена стандардних опција аквизиције и анализе добијених помоћу ГСК и *GammaKey* система, а потом је илустрована примена три нестандартне алатке *GammaKey* система: 1) *EffSpleen* аквизиција и анализа за оцену ефикасности спленектомије за тромбоцитопенију са нормалном продукцијом; 2) *Submarine* анализа за локализацију паратироидних тумора; 3) *SalivaryScan* анализа за комплетну квантификацију функције пљувачних жлезда. *EffSpleen* рутина омогућава комплетну аквизицију и анализу *in vivo* испитивања кинетике тромбоцита према методи развијеној у Центру за нуклеарну медицину Клиничког центра у Београду. *Submarine* рутина представља имплементацију оригиналне методе за локализацију паратироидних тумора на основу динамских паратироидних сцинтиграма и развијена је у сарадњи са лекарима из Института за радиологију и онкологију Србије у Београду. У тези је приказана евалуација *Submarine* методе на групи пацијената са хистопатолошки доказаним паратироидним туморима и указано је на њену ефикасност при локализацији хиперплазија и паратироидних лезија закљоњених тироидним нодусима, решавајући тиме типичне промашаје стандардног субтракционог протокола. Предложени су и алгоритми за визуелизацију и аутоматско издвајање регије паратироидних лезија. *SalivaryScan* рутина омогућава аутоматски прорачун 11 квантитативних индекса који описују функцију пљувачних жлезда. Предложена је и модификација индекса који описује брзину секреције. На крају поглавља је илустрована и могућност експортовања *GammaKey* података, њихова обрада у другој апликацији развијеној од стране *International Atomic Energy Agency (IAEA)* и валидација резултата *IAEA* апликације на примеру једне нефролошке клиничке студије реализоване у сарадњи са лекарима Центра за нуклеарну медицину Клиничког центра у Београду.

У четвртном поглављу је дат сумарни преглед доприноса докторске тезе и показано да је теза дала одговор на полазну хипотезу и постављене захтеве.

У Прилогу 1 и Прилогу 2 су табеларно приказани расподела и старосна структура нуклеарно-медицинске инструментације у свету према евиденцији међународног *Nuclear Medicine Database* пројекта (*NUMDAB, IAEA* пројекат).

У Прилогу 3 су описани протоколи стандарда за процену квалитета нуклеарно медицинске инструментације (дефинисаног од стране удружења *National Electrical Manufacturers Association, NEMA*) који су коришћени за валидацију *GammaKey* система.

У Прилогу 4 су приказани детаљи програмског кода алгоритма за аутоматску сегментацију регија од интереса код статичких студија.

Прилог 5 садржи упутство за коришћење основне конфигурације *GammaKey* система.

У дисертацији је дат списак употребљених скраћеница, као и списак слика и табела. На крају је приложена биографија кандидата.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Предмет дисертације је значајан и актуелан јер многи нуклеарно-медицински центри у свету (посебно у земљама у развоју) имају аналогне или полу-аналогне ГСК у којима и механика и сцинтилациони кристал правилно функционишу док су наменски рачунарски системи застарели или неисправни. Постојећа (не)комерцијална решења дигитализације омогућавају наставак коришћења старих ГСК, али нису "отворене" архитектуре, тј. нису флексибилна за интеграцију додатних анализа нити за испитивање и развој нових алгоритама. У оквиру

дисертације је развијен и евалуиран рачунарски систем који даје функционалност (аквизиција, архивирање и анализа слика) полу-аналогним ГСК, компатибилан је и може се користити и са савременим дигиталним ГСК, а који својом отвореном архитектуром омогућава развој и клиничку примену нових дијагностичких техника.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде дисертације кандидаткиња је истражила постојећу релевантну литературу и коректно навела 128 референци које су од значаја за тему дисертације. Литература обухвата широк опсег доступних публикација, од старијих до савремених. Литература укључује и 15 публикација на којима је Милица Јанковић аутор/коаутор (3 рада су у часописима са СЦИ листе), а који су директно проистекли из рада на дисертацији.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања у оквиру дисертације укључује:

- Проучавање развоја нуклеарно-медицинске инструментације од Ангерове камере, преко планарних дигиталних ГСК, SPECT и PET система до савремених хибридниh SPECT/CT и PET/CT система. Проучавање постојећих решења дигитализације аналогних и полу-аналогних ГСК.
- Проширење система за аквизицију слика добијених гама камером развијеног на Електротехничком факултету Универзитета у Београду (М. Петровић, “Систем за аквизицију и приказ слика са Ангерове гама камере”, Електротехнички факултет у Београду, магистарски рад, 1998) опцијама за:
  - Снимање целог тела и аквизицију са два изотопа
  - Архивирање података о пацијентима, студијама и дијагностичким извештајима у базу података на две синхронизоване радне станице (радна станица за аквизицију, преглед и обраду студија и радна станица за преглед и обраду студија)
  - Испитивање и корекцију униформности ГСК
  - Примену стандардних клиничких метода приказа и обраде статичких, динамских и *whole body* студија
- Развој алатки за нестандартне сцинтиграфске анализе и њихова интеграција у нови систем:
  - Проучавање методе за оцену ефикасности спленектомије код пацијената који имају тромбоцитопенију са нормалном продукцијом тромбоцита и њена имплементација
  - Проучавање метода за локализацију паратироидних тумора. Развој, евалуација и имплементација нове методе локализације на бази посматрања динамских кривих у малим регионима од интереса. Предложени су и алгоритми који омогућавају визуелизацију и аутоматизацију локализације паратироидних тумора.
  - Проучавање квалитативних индекса квантификације функције пљувачних жлезда и могућности предикције и класификације обољења на основу вредности индекса. Имплементација рутине за комплетну квантификацију функције пљувачних жлезда на основу динамских сцинтиграма. Имплементација обухвата следеће две групе индекса: 1) пљувачне индексе (максимална акумулација, време достизања максималне акумулације, максимална секреција, брзина секреције, време протекло од стимулације до минималне радиоактивности, *uptake* однос пљувачне жлезде *vs. background*, однос радиоактивности паротидне и субмандибуларне жлезде, ејекциона фракција) и 2) оралне индексе (максимална орална радиоактивност пре стимулације, максимална орална радиоактивност после стимулације, време

протекло од васкуларне перфузије до максималне оралне радиоактивности пре стимулације)

- Проучавање реналних параметара изведених са ренограма. Поређење вредности нестандардних реналних параметара (нормализована резидуална активност, излазна ефикасност и средње транзитно време за цео бубрег) са референтним вредностима из литературе на групи деце са пренаталном хидронефрозом, при чему је аквизиција ренограма извршена *GammaKey* системом, а целокупна обрада обављена помоћу *The IAEA Software Package for the Analysis of Scintigraphic Renal Dynamic Studies*.
- Валидација и клиничка евалуација комплетног проширеног система у различитим одељењима нуклеарне медицине у Клиничком центру Србије, Београд (Центар за нуклеарну медицину: Неурологија, Пулмологија, Урологија, Ендокринологија, Хематологија), Клиничком центру Војводине, Нови Сад (Центар за Лабораторијску медицину, Одељење нуклеарне медицине) и Институту за онкологију и радиологију Србије, Београд.

Примењена методологија у потпуности одговара светским стандардима научно-истраживачког рада. Наведени поступци су у сагласности са постављеним циљевима дисертације и укључују практичну реализацију система и његову клиничку евалуацију.

### 3.4. Примене остварених резултата

Рачунарски систем приказан у оквиру докторске дисертације има директну клиничку примену. Развијени систем је евалуиран је у току последњих осам година у сцинтиграфији следећих система у организму: ендокриног (тироидеа, паратириоидеа), респираторног (плућа), гастроинтестиналног (пљувачне жлезде, једњак, стомак, јетра, слезина, Мекелов дивертикулум), уринарног (бубрези), скелетног (кости, *whole body* снимање) и хематопоезског (испитивање кинетике тромбоцита). Овај систем се користио у свакодневной клиничкој пракси у два велика медицинска центра у Србији: Клиничком центру Војводине у Новом Саду (од 2005. године, Центар за Лабораторијску медицину, Одељење за нуклеарну медицину) и Клиничком центру Србије у Београду (од 2007. године, Центар за нуклеарну медицину, Одеља за неурологију, урологију и ендокринологију). *EffSpleen* рутину се користи у Клиничком центру Србије у Београду (Одељење за нуклеарну хематологију) од 2008. године (преко 250 пацијената). *Submarine* рутину се користи у Институту за онкологију и радиологију Србије у Београду за дијагностику паратиرويدних тумора и у истраживачке сврхе од 2012. године (преко 100 пацијената, укључујући и ретроактивне прегледе за пацијенте од 2008. године). Више од 30 000 пацијената је било испитано коришћењем овог система (више од 10 000 пацијената у Клиничком центру Војводине и више од 20 000 пацијената у Клиничком центру Србије).

Развијена софтверска апликација представља платформу за даља истраживања и развој нових метода за обраду сцинтиграфских студија.

### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Милица Јанковић је завршила петогодишње редовне студије и магистарске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду са одличним успехом. Милица Јанковић је на крају магистарских студија одбранила магистарски рад и тиме стекла услове да приступи изради докторске дисертације у складу са Законом и правилима Универзитета и Факултета. У току дипломских и магистарских студија је показала зрелост, интерес и вештине које су истакле склоност ка научном раду.

Научни рад Милице је интегрисао три значајне компоненте: способност да уочи проблеме, способност да дефинише методологију за решавање тих проблема и успешност у применама

одабраних метода. У току истраживања у вези са дисертацијом Милица Јанковић је развила блиску стручну и научну сарадњу са клиничарима и клиничким инжењерима у домену нуклеарне медицине. У претходном периоду је Милица Јанковић доказала да се развила у самосталног истраживача, али и натпросечног тимског истраживача.

Истраживања Милице Јанковић показују способност интеграције инжењерских, математичких и рачунарских знања са сазнањима у медицинским наукама. Основна идеја коју је Милица пратила је развој рачунарског и техничког решења које има директну имплементацију у реалним клиничким условима за унапређење дијагностике.

Начин на који је написана Дисертација показује, уз научне доприносе који су публиковани у часописима и приказани на конференцијама, научну зрелост и способност приказивања резултата на јасан начин.

Дисертација јасно указује на развијену вештину да нови метод буде отворен за надградњу. Овај приступ који почива на поштовању и примени стандарда омогућује низ нових примена резултата до којих је Милица Јанковић дошла на системима са полу-аналогним камерама али и на подацима који су добијени применом дигиталних гама камера.

Све речено јасно показује да квалификације и знања Милице Јанковић у потпуности задовољавају и надмашују захтеве који се постављају испред доктораната. При овој квалификацији чланови Комисије користе међународне стандарде за научне истраживаче.

## 4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси приказани у оквиру тезе су:

1. Развој и валидација “отвореног” рачунарског система за аквизицију, архивирање, прегледање и стандардну обраду слика добијених полу-аналогном ГСК а који је компатибилан и са савременим дигиталним ГСК.
2. Развој специјалне рутине за оцену ефикасности спленектомије код пацијената који имају тромбоцитопенију са нормалном продукцијом тромбоцита.
3. Развој, евалуација и аутоматизација нове методе за локализацију паратироидних тумора.
4. Развој специјалне рутине за локализацију паратироидних тумора коришћењем методе под тачком 3.
5. Развој специјалне рутине за квалитативан опис функције плувачних жлезда помоћу 11 индекса, при чему је индекс брзине секреције значајно модификован.
6. Валидација резултата апликације *The IAEA Software Package for the Analysis of Scintigraphic Renal Dynamic Studies* на реналним динамским студијама код деце са пренаталном хидронефрозом снимљеним помоћу *GammaKey* система.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Као што је речено у претходном делу извештаја научни доприноси су многоструки.

Рад јасно и детаљно показује “отворени” рачунарски систем за аквизицију, архивирање, прегледање и стандардну обраду слика добијених полу-аналогном ГСК. Ово је оригинално решење које користи могућности које пружа стандардни рачунар на који се доводе сигнали преко квалитетног стандардног аналого-дигиталног конвертора. Развијени програм подржава и податке сакупљене дигиталном камером. Ово оригинално решење је прошло ригорозно тестирање и коришћењем система је до сада у рутинском раду у клиничким центрима Србије и Војводине прегледано преко 30 000 пацијената у периоду од преко 5 година. У овом периоду уз стандардно одржавање систем је радио без кварова и отказивања при правилном коришћењу.

На основу захтева клиничара су у дисертацији развијене оригиналне рутине за: 1) оцену ефикасности спленектомије код пацијената који имају тромбоцитопенију са нормалном продукцијом тромбоцита; 2) нову методу за локализацију паратиroidних тумора (ова нова метода је примењена и у поређењу са другим методама је дала одличне резултате); 3) специјалне рутине за квалитативан опис функције пљувачних жлезда помоћу 11 индекса, при чему је индекс брзине секреције значајно модификован, и 4) валидацију других апликација као што је нпр. *The IAEA Software Package for the Analysis of Scintigraphic Renal Dynamic Studies* на реналним динамским студијама код деце са пренаталном хидронефрозом.

При овоме је основа рачунарске методе која користи податке са гама камере потпуно флексибилна и дозвољава практично додавање жељених рутина у складу са потребама клиничара.

Развијена програмска подршка омогућује директну интеграцију у болнички информациони систем.

Развијена програмска подршка омогућује преглед на рачунарима који су удаљени, тј. примену телемедицине.

При овој критичкој анализи Комисија се водила проценама које долазе од клиничара, али и публикација које су од стране анонимних рецензена прихваћени као оригинални научни резултати и штампани у часописима. Комисија са задовољством констатује да су практично сви резултати приказани у Дисертацији допринос кандидата, и да је већи број аутора на неким радовима резултат праксе да се и они који су само користили нови систем или допринели у неким случајевима и само техничким детаљима укључе у листу аутора. Комисији је познато да је у припреми још неколико радова и да се подношење за публикавање очекује у скорој будућности.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Кандидаткиња је аутор/коаутор 15 научних публикација из области докторске дисертације и од тога: један рад у међународном часопису категорије M21, један рад у међународном часопису категорије M22, један рад у међународном часопису категорије M23, један апстракт у међународном часопису категорије M23, један рад у националном часопису категорије M53, два рада у зборницима међународних конференција (категирија M33), један рад у изводу објављен у зборнику међународне конференције (категирија M34) и седам публикација у зборницима националних конференција (категирија M63).

#### Листа радова:

##### Категорија M21:

1. Beatović, S. Lj., Šobić-Šaranović, D. P., Jaksić, E. D., **Janković, M. M.**, Marinković, J., Obradović, V. B.: Validation of IAEA Software Package for the Analysis of Scintigraphic Renal Dynamic Studies: Parameters of Renal Transit in Children With Renal Pelvic Dilatation, - *Clinical Nuclear Medicine*, vol. 39, no. 7, pp. 598-604, 2014 (IF<sub>2013</sub>=2.857) (ISSN 0363-9762) (DOI: 10.1097/RLU.0000000000000470).

##### Категорија M22:

1. **Janković, M. M.**, Pijetlović, B., Koljević Marković, A., Todorović-Tirnanić, M. V., Beatović, S. Lj., Antić, V., Odalović, S., Sekulić, S., Jorgovanović, N., Popović, D. B.: GammaKey system for improved diagnostics with gamma cameras, -*Computers in biology and medicine*, vol. 50, pp. 97-106, 2014, (IF<sub>2013</sub>=1.475) (ISSN 0010-4825) (DOI: 10.1016/j.compbiomed.2014.04.016).



#### Категорија M23:

1. Koljević Marković, A., **Janković, M. M.**, Marković, I., Pupić, G., Džodić, R., Delaloye, A. B.: Parathyroid dual tracer subtraction scintigraphy: small regions method for quantitative assessment of parathyroid adenoma uptake, *-Annals of Nuclear Medicine*, 2014, article in press, (IF<sub>2013</sub>=1.507) (ISSN 0914-7187) (DOI: 10.1007/s12149-014-0867-0).

#### Категорија M53:

1. **Janković, M. M.**, Koljević Marković, A., Odalović, S., Popović, D.B., Petrović, N., Artiko, V.: A Software Tool for the Assessment of Salivary Gland Function, *-Telfor Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 59-63, 2014, (ISSN 1821-3251).

#### Категорија M33:

1. **Janković, M. M.**, Koljević Marković, A., Odalović, S., Popović, D. B.: Third-party application for quantitative salivary gland scintigraphy, *-Proceedings of the 21st Telecommunications forum TELFOR 2013*, 26-28 November, 2013, Belgrade, Serbia, pp. 936-939 (ISBN 978-1-4799-1419-7, IEEE Catalog Number CFP1398P-CDR, DOI: 10.1109/TELFOR.2013.6716385).
2. Miler-Jerković, V., **Janković, M. M.**, Koljević Marković, A.: Clustering of time activity curves for uptake pattern assessment in dynamic nuclear medicine imaging, *- Proceedings of the 12th Symposium on Neural Network Applications in Electrical Engineering NEUREL 2014*, 25-27 November, 2014, Belgrade, Accepted for publication.

#### Категорија M34:

1. Todorović-Tirnanić, M., **Janković, M. M.**, Pavlović, S., Šobić-Šaranović, D., Artiko, V., Popović, D., Obradović, V.: Computer programs for quality control of autologous platelets labeled with In-111 oxinate, platelet lifespan, production index, and sequestration site determination, *-Second Balkan Congress of Nuclear Medicine 2013*, 8-12 May, 2013, Belgrade, Serbia, pp. 150 PP41 (ISBN 978-86-7117-375-9).

#### Категорија M63:

1. **Пиперски, М.**, Пијетловић, Б., Поповић, Д.: Виртуелни инструмент за архивирање и обраду студија снимљених гама камером, *-X Информационе технологије, Зборник радова*, 27. Март - 1 Април, 2005, Жабљак, pp. 67-70.
2. Поповић, Д., Јорговановић, Н., Бојанић, Д., Дошен, С., Петровић, Р., **Пиперски, М.**, Поповић, М. Б., Бијелић, Г.: Виртуелни инструменти за медицину интегрисану у информациони систем, *-X Информационе технологије, Зборник радова*, 27. Март - 1 Април, 2005, Жабљак, pp. 58-66.
3. **Пиперски, М.**, Поповић, Д.: Аутоматска детекција регија од интереса на студијама снимљеним гама камером, *-50. Конференција за електронику, телекомуникације, рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику ЕТРАН, Зборник радова*, 6-8 Јун, 2006, Београд, Свеска 3, pp. 241-244 (ISBN 86-80509-60-4).
4. **Јанковић, М.**: Развој апликације за испитивање кинетике тромбоцита обележених <sup>111</sup>In-оксинатом,“ *53. Конференција за електронику, телекомуникације, рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику ЕТРАН, Зборник радова*, 15-18 Јун, 2009, Врњачка Бања, ME 1.5 pp. 1-4 (ISBN 978-86-80509-64-8).
5. **Јанковић, М. М.**, Кољевић Марковић, А., Поповић, Д. Б.: Labview апликација за анализу динамских кривих на малим лезијама у нуклеарној медицини, *57. Конференција за електронику, телекомуникације, рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику ЕТРАН, Зборник радова*, 3-6 Јун, 2013, Златибор, ME 1.9 pp. 1-5 (ISBN 978-86-80509-68-6).
6. **Јанковић, М. М.**, Милер Јерковић, В., Кољевић Марковић, А., Поповић, Д. Б.: Алгоритам за процену расподеле радиофармака у малим лезијама на динамским сцинтиграфским снимцима, *58. Конференција за електронику, телекомуникације, рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику ЕТРАН*, 2-5 Јун, 2014, Врњачка Бања, у штампани.

7. **Јанковић, М. М., Петровић, М., Антић, В.:** Валидација GammaKey система, 58. *Конференција за електронику, телекомуникације, рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику ЕТРАН, Зборник радова, 2-5 Јун, 2014, Врњачка Бања, у штампи.*

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Комисија са задовољством констатује да на основу претходног школовања и публикованих резултата **мр Милица Јанковић** испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Универзитета у Београду-Електротехничког факултета.


Докторска дисертација је научни допринос у области нуклеарне медицинске технике. Докторска дисертација детаљно приказује оригинални систем за аквизицију и обраду података добијених гама камером. Дисертација показује изузетне вештине кандидата да користи савремене истраживачке методе поштујући у потпуности етичке норме. Дисертација показује да је кандидаткиња пратила светске стандарде у области медицинског инжењерства.

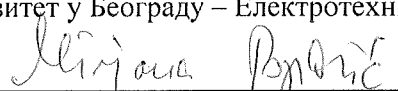
Комисија посебно истиче да се нови систем приказан у дисертацији примењује свакодневно у дужем периоду у водећим медицинским центрима у Србији на Одељењима за нуклеарну медицину. Систем је у дневној употреби омогућио преглед преко 30 000 пацијената. Нови систем је поред класичних функција омогућио и примену нових дијагностичких процедура.


Комисија предлаже Научно-наставном већу Универзитета у Београду - Електротехничког факултета, да се докторска дисертација под називом „**Рачунарски систем за аквизицију, архивирање, прегледање и обраду слика добијених гама камером**“ кандидата **мр Милице Јанковић** прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и одобри јавна усмена одбрана.

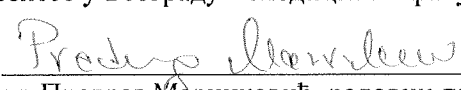
Београд, 3. октобар 2014.

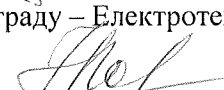
### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

  
др Дејан Б. Поповић, редовни професор, дописни члан САНУ  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

  
др Мирјана Поповић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

  
др Мила Тодоровић-Тирнанић, доцент  
Универзитет у Београду – Медицински факултет

  
др Предраг Маринковић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

  
др Ирине Рељин, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет