

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**  
**ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ**

На 748. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду, одржаној 29.05.2012. одређени смо у Комисију за преглед и оцену докторске дисертације под насловом „ПРИМЕНА МУЛТИФРАКТАЛНЕ АНАЛИЗЕ МИКРОСКОПСКИХ СЛИКА У КЛАСИФИКАЦИЈИ ИНТРАОСЕАЛНИХ МЕТАСТАТСКИХ КАРЦИНОМА“, коју је предложила мр Јелена Васиљевић, дипл. инж. електротехнике. Након прегледа поднетог материјала, Наставно-научном већу подносимо следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

**1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

1.1. Наслов и обим дисертације

Мр Јелена Васиљевић је поднела докторску дисертацију са насловом „Примена мултифракталне анализе микроскопских слика у класификацији интраосеалних метастатских карцинома“. Дисертација је написана на 97 страна и садржи 18 слика и две табеле. На крају рада је приложен списак од 142 коришћене референце.

1.2. Хронологија одобравања и израде дисертације;

Кандидат Јелена Васиљевић је 10.08.2010. године пријавила тему докторске дисертације под насловом „Примена мултифракталне анализе микроскопских слика у класификацији интраосеалних метастатских карцинома“.

Наставно-научно веће је 28.09.2010. године именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације у саставу:

- Др Бранимир Рељин, ред. професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
- Др Јелена Сопта, доцент, Медицински факултет, Универзитет у Београду
- Др Ирине Рељин, ванр. професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду

Наставно-научно веће Електротехничког факултета је на седници од 07.02.2012. прихватило Извештај о оцени услова и предложеној тему за израду докторске дисертације.

Тема је прихваћена од стране Универзитетског стручног већа на седници од 27.02.2012. године, одлуком број 06-17338/17-12.

Наставно научно веће је на 748. седници од 29.05.2012. године именovalo Комисију за преглед и оцену урађене докторске дисертације у саставу:

- Др Бранимир Рељин, редовни професор, у пензији, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
- Др Јелена Сопта, доцент, Медицински факултет, Универзитет у Београду,
- Др Ирине Рељин, ванредни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,

- Др Миодраг Поповић, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
- Др Драган Кандић, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду.

### 1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области;

Дисертација магистра Јелене Васиљевић под називом „Примена мултифракталне анализе микроскопских слика у класификацији интраосеалних метастатских карцинома“.припада техничким наукама, ужој научној области Телекомуникација.

### 1.4. Биографски подаци о кандидату;

Јелена Васиљевић је рођена 25.08.1974. године у Београду, где се и школовала. У гимназији је била део тима Истраживачке станице Петница који је проучавао фрактале. Дипломирала је 2000. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, смер Телекомуникације. Магистарску тезу под називом “Класификација дигиталних медицинских слика применом мултифракталне анализе” одбранила је 2006. године на Електротехничком факултету у Београду и тиме стекла звање магистра електротехничких наука за област Телекомуникације.

Од априла до септембра 2000. била је запослена у Телевизији, на радном месту инжењера - техничко вођство у режији и студију. Од септембра 2000. запослена је у Институту «Михајло Пупин» где и данас ради. Учествовала је као део тима у развоју више уређаја и система из области телекомуникација. Првенствено је радила на софтверу за разне уређаје коришћењем програмских језика: DSP асемблер, C, C++, Visual C++.

До пријаве теме докторске дисертације кандидаткиња је публиковала више радова, од којих један у међународном часопису, 1 у домаћем часопису, два на међународним конференцијама и 8 радова на домаћим конференцијама. Била је коаутор већег броја (13) техничких решења. Учествовала је као сарадник на пројектима Министарства за науку у оквиру програма технолошког развоја (3 пројекта у последњих 5 година пре пријављивања тезе). Након пријаве дисертације публиковала је рад у врхунском часопису *Biomedical Microdevices* (IF=3.386, категорија M21, ранг 7/70 Engineering Biomedical).

### 1.5. Основни подаци о објављеним радовима кандидаткиње из области дисертације

#### 1. Међународни часописи са импакт фактором:

J. Vasiljevic, B. Reljin, J. Sopta, V. Mijucic, G. Tulic, I. Reljin, „Application of multifractal analysis on microscopic images in the classification of metastatic bone disease“, *Biomedical Microdevices*, Springer, ISSN 1387-2176, Published online 13 February, 2012, DOI 10.1007/s10544-012-9631-1, 8 pages, available at: <http://www.springerlink.com/content/h212gg86gx57p832/>, IF = 3.386, категорија M21 (ранг 7/70 Engineering Biomedical)

#### 2. Остали објављени радови који су директно везани за тему дисертације:

J. Andelković, N. Živić, B. Reljin, V. Čelebić, I. Salom, “Application of Multifractal Analysis on Medical Images”, *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, Transactions ID Number: 28-468, 2008

J. Andjelković, N. Živić, B. Reljin, V. Čelebić, I. Salom, "Classifications of digital medical images with multifractal analysis", in *Proc. 8<sup>th</sup> WSEAS Int. Conf. on Signal, Speech and Image Processing* (SSIP'08), pp. 88-92, ISBN 978-960-6474-008-6, ISSN 1790-5109, Santander, Cantabria, Spain, Sept. 23-25, 2008.

J. Sopta, J. Vasiljević, N. Lujić, G. Tulić, D. Ristić, J. Bokun, V. Mijučić, "Multifractal analysis on microscopic images as a effective tool in the classification of metastatic bone disease" *EMSOS Conference*; Bologna, Italy, May 2012.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Материја описана у докторској дисертацији Јелене Васиљевић је изложена у девет поглавља, од којих је прво уводно а последње садржи закључке дисертације. На крају рада се наводи списак коришћене литературе (са 142 референце), као и Прилог са неким детаљима резултата, а на почетку рада је приложен је списак скраћеница, слика и табела.

У уводном поглављу рада је укратко описана тема дисертације и дат је преглед садржаја дисертације.

Друго поглавље дефинише теоријске основе фракталне геометрије и мултифракталне анализе и њихове примене у анализи и класификацији сигнала. Укратко су описане методе за процену фракталне димензије и одређивања мултифракталних параметара. Методе фракталне и мултифракталне анализе допуштају описивање сложених појава, облика и сигнала нумеричким показатељима што се може користити за објективну анализу и класификацију таквих појава. Посебно је значајна мултифрактална анализа јер омогућава и локално и глобално описивање сигнала.

У трећем поглављу се описује примена фрактала у описивању морфолошких карактеристика структура, са посебним освртом на класификацију тумора. Морфолошке карактеристике тумора, које, уобичајено, лекар субјективно процењује, могу се описати фракталним параметрима што може послужити за објективну класификацију тумора.

Четврто поглавље садржи кратак опис хистопатолошких карактеристика метастаза интраосеалног канцера. Указује се на разлику метастатског коштаног ткива у случајевима различитих примарних канцера: карцинома реналних ћелија, карцинома дојки, и карцинома плућа. Метастазе на костима су последица неког примарног канцера, најчешће канцера простате, дојке, бубрега или плућа. У зависности од типа примарног карцинома постоје морфолошке разлике у метастатским ћелијама костију што искусан лекар специјалиста може да уочи. Одређивање примарног канцера је веома битно за преживљавање и исход болести.

У петом поглављу се обрађује проблем класификације медицинских слика, конкретно, микроскопских слика интраосеалног канцера, на основу мултифракталних параметара. При анализи медицинских слика кандидаткиња је користила рачунарске програме: ImageJ (за анализу и обраду слика), FracLac (за мултифракталну анализу слика) и DTREG (програмски пакет за статистичку анализу и класификацију резултата). Ови програми су укратко описани у овом поглављу.

Шесто поглавље дисертације описује мултифракталне параметре који ће се користити за објективно описивање микроскопских снимака узорака ткива костију, ради објективне класификације узорака и процену примарног канцера.

Седмо поглавље садржи опис резултата примене мултифракталне анализе у класификацији микроскопских снимака метастатских узорака ткива костију и процене примарног канцера на основу карактеристичних мултифракталних параметара. У истраживању је коришћен велики број микроскопских узорака за три случаја дијагностикованог примарног канцера: канцера бубрега, дојке и плућа. Од сваке групе анализирано је по 350 узорака, дакле, укупно 1050 узорака добијених у клиничкој пракси Института за патологију Медицинског факултета Универзитета у Београду. Показано је да се класификација веома успешна: за све узорке (1050 узорака) остварена је тачна класификација у 62.4% случајева и то, најбоља класификација је остварена за карцином дојке (68.3%) а најлошије за карцином бубрега (60.6%).

Значај резултата истраживања је описан у осмом поглављу. Добијени резултати указују да се мултифрактална анализа може успешно користити као помоћ лекарима у одређивању примарног канцера на основу микроскопских слика метастатских узорака костију. Метода је објективна и омогућава релативно брзу и једноставну класификацију.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### 3.1 Савременост, оригиналност и значај

Тема дисертације припада актуелној области биомедицинског инжењеринга и анализе сигнала. Користи се савремена метода примене мултифрактала у анализи микроскопских слика са циљем дијагностике примарних карцинома. Резултати до којих је кандидаткиња дошла у својим истраживањима указују да се савремене методе обраде и анализе медицинских слика могу успешно применити у објективној класификацији посматраних узорака, што помаже лекарима при формирању дијагнозе.

#### 3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

Докторска дисертација Јелене Васиљевић се ослања на актуелне референце. Њихов избор указује на студиозност спроведене анализе. Кандидаткиња је користила најсавременије методе анализе (медицинских) слика, које су засноване на мултифракталној анализи и показала на великом броју примера из клиничке праксе (преко 1000 случајева) да се предложена метода успешно може применити у процени примарног канцера на основу анализе медицинских слика биоптичких узорака метастатских ткива костију.

#### 3.3 Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Кандидаткиња мр Јелена Васиљевић је у свом истраживању користила савремене методе анализе слика, мултифракталне анализе и статистичке анализе резултата. Показала је да се могу изабрати мултифрактални параметри који омогућавају нумеричко описивање разлика које постоје у снимцима биоптичких узорака метастатских ткива костију а које указују на примарни канцер. Примењене научне методе су се показале успешним у класификацији клиничких случајева за три типа примарног канцера: канцер бубрега, дојке и плућа.

### 3.4 Оцена примењивости и верификације остварених резултата

Предложена метода класификације на основу мултифракталних параметара је верификована на великом броју (1050) узорака из клиничке праксе Института за патологију Медицинског факултета Универзитета у Београду. У свим случајевима остварена тачност класификације је већа од 62% што указује на применљивост методе као помоћног алата при дијагностификовању примарног канцера.

### 3.5 Оцена способности кандидата за самостални научни рад

У свом истраживању кандидаткиња, мр Јелена Васиљевић, је исказала велику самосталност и истраживачку зрелост. Најважније резултате докторске дисертације, поред реферисања на конференцијама, кандидаткиња је публиковала у два међународна часописа од којих је један са SCI листе и врхунског је ранга (ранг 7/70 у области *Engineering Biomedical*), што задовољава све критеријуме Закона о високом образовању и јасно указује да кандидаткиња поседује све услове за самосталан научни рад.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

Докторска дисертација Јелене Васиљевић садржи више значајних доприноса:

- Извршено је прикупљање и фотографисање под увећањем великог броја (1050) узорака биопсија костију са дијагнозом метастатски интраосеални карцином. Посматране су дигиталне слике три групе метастаза у костима (метастатски карцином бубрега, метастатски карцином дојке и метастатски карцином плућа).
- Развијен је алгоритам примене мултифракталне анализе на микроскопске медицинске слике с циљем њихове класификације.
- У оквиру анализе су примењени софтверски алати за мултифракталну анализу слика.
- Извршена је статистичка обрада резултата.
- Дефинисана је класификација микроскопских медицинских слика. Уочено је да се мултифрактални параметари микроскопских слика статистички значајно разликују за посматране групе ткива.
- Развијени модел може бити примењен код дијагностике примарних карцинома у случајевима метастатских интраосеалних карцинома.

Модел по коме се врши избор технологије, као и предложени алгоритам примене мултифракталне анализе на микроскопске медицинске слике, је међународно верификован у два рада објављена у међународним часописима, од којих је један највишег ранга (M21 по класификацији Министарства просвете и науке), и реферисани су на неколико међународних конференција.

Најважнији допринос дисертације Јелене Васиљевић је садржан у успешности и поузданој примени мултифракталне анализе микроскопских медицинских слика као помоћног алата лекарима (патолозима) у дијагностици примарних карцинома у случајевима метастатских интраосеалних карцинома.

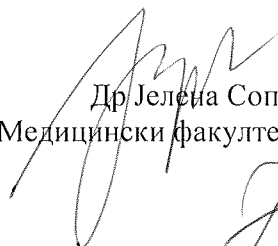
## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега изложеног Комисија констатује да приложена дисертација садржи оригиналне научне доприносе, што је и међународно верификовано објављивањем рада у врхунском међународном часопису. Сагласно томе, с обзиром да је кандидаткиња испунила све услове прописане Законом о високом образовању Републике Србије и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да прихвати Извештај за преглед и оцену докторске дисертације мр Јелене Васиљевић, дипл. инж., под насловом „ПРИМЕНА МУЛТИФРАКТАЛНЕ АНАЛИЗЕ МИКРОСКОПСКИХ СЛИКА У КЛАСИФИКАЦИЈИ ИНТРАОСЕАЛНИХ МЕТАСТАТСКИХ КАРЦИНОМА“, и кандидаткињи одобри њену усмену одбрану.

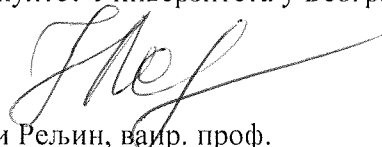
У Београду, 04.06.2012.



Др Бранимир Рељин, ред. проф. у пензији  
Електротехнички факултет Универзитета у Београду



Др Јелена Сопта, доцент  
Медицински факултет Универзитета у Београду



Др Ирини Рељин, в.ир. проф.  
Електротехнички факултет Универзитета у Београду



Др Миодраг Поповић, редовни професор  
Електротехнички факултет Универзитета у Београду



Др Драган Кандић, редовни професор  
Машински факултет Универзитета у Београду