

**НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет : Подобност теме и кандидата мр Игора Радојичића за израду докторске дисертације „Моделовање сигнала електрокардиограма и варијабилности срчаног ритма методама вјештачке интелигенције и теорије хаоса“.

Одлуком бр. 965/1 од 30.06.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата мр Игора Радојичића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Моделовање сигнала електрокардиограма и варијабилности срчаног ритма методама вјештачке интелигенције и теорије хаоса“. На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1 Биографски подаци

Кандидат Игор Радојичић рођен је 13.09.1966. године у Бањалуци, Република Српска, Босна и Херцеговина. Основну школу „Браћа Павлић“ у Бањалуци завршио је као најбољи ученик генерације, а средњу Електротехничку школу у Бањалуци, смер електроничар-техничар за рачунарску технику завршио је, такође, као најбољи ученик генерације. Након завршеног средњег образовања, 1985. године уписао је Електротехнички факултет у Бањалуци, смер „Рачунарска техника и аутоматика“.

Електротехнички факултет у Бањалуци завршио је 07. 11. 1991. године, као најбољи студент у генерацији. Дипломирао је на Одсеку „Рачунарска техника и аутоматика“, на тему „Лексички анализатор за CLIPPER“ и стекао звање дипломирани инжењер електротехнике.

На Електротехничком факултету у Бањалуци кандидат се запослио 1991. године, као асистент на Катедри за аутоматику. У периоду од 1991. до 2005. године ангажован је као асистент и виши асистент у настави на више предмета: Синтеза система аутоматског управљања, Системи аутоматског управљања, Вјештачка интелигенција и неуронске мреже, Оптимално управљање, Роботика, Управљање у реалном времену, Аутоматика. Кандидат је као асистент био ангажован неколико школских година и на Природно-математичком факултету у Бањалуци (предмет Електроника) и Вишој техничкој школи у Добоју (предмет Аутоматика).

Због рата у Босни и Херцеговини, кандидат је уписао и започео постдипломске студије на Електротехничком факултету у Београду након завршетка рата 1996. године. Уписао је Одсек управљања стохастичким системима где је слушао и полагао предмете Вештачка интелигенција и неуронске мреже, Препознавање облика, Адаптивна и нелинеарна естимација, Оптимални и адаптивни стохастички системи, Стохастички системи и естимација и Спектрална анализа сигнала. Све испите положио је са највишом оценом 10 (десет). Након положених испита на Електротехничком факултету у Београду, кандидат се преписао на Електротехнички факултет у Бањалуци, где су му признати положени испити

и где је пријавио и одбранио магистарски рад, под менторством проф. др Бранка Ковачевића, са Електротехничког факултета у Београду.

Научни степен „магистра електротехничких наука“ кандидат је стекао 17.11.2001. године, одбраном магистарске тезе под називом „Анализа сигнала варијабилности срчаног ритма неким методама теорије хаоса“, под менторством проф. др Бранка Ковачевића, на Електротехничком факултету у Бањалуци.

Кандидат је у звање асистента на Електротехничком факултету у Бањалуци изабран први пут 1991. године, а у звање вишег асистента на Електротехничком факултету у Бањалуци изабран је 2002. године.

Кандидат је 2003. године прекинуо радни однос на Електротехничком факултету у Бањалуци и засновао радни однос у Народној скупштини Републике Српске, у коју је изабран за народног посланика. Неколико наредних школских година кандидат је и даље, као спољни сарадник, био ангажован на Електротехничком факултету у Бањалуци.

Од 28.02.2006. до 24.11.2014. године, у три мандата, кандидат је обављао дужност Председника Народне скупштине Републике Српске. Након 24.11.2014. године, кандидат је остао у радном односу у Народној скупштини Републике Српске, као народни посланик.

Кандидат активно користи енглески језик и пасивно се служи француским језиком. Ожењен је и отац двоје деце.

1.2 Сечено научноистраживачко искуство

Дипломски рад кандидата Игора Радојичића, одбрањен 07.11.1991. године, под називом „Лексички анализатор за CLIPPER“ припадао је области рачунарске технике и програмирања.

У току рада на Електротехничком факултету у Бањалуци кандидат је био ангажован на извођењу и креирању рачунских и лабораторијских вежби из више области/предмета наведених у претходном одељку.

У току магистарских студија кандидат је слушао предмете и полагао испите из области управљања системима и обраде сигнала. Магистарски рад „Анализа сигнала варијабилности срчаног ритма неким методама теорије хаоса“ представљао је мултидисциплинарно истраживање у областима обраде сигнала, нелинеарних система, биомедицинског инжињерства, теорије хаоса.

Кандидат је објавио 13 радова и једну књигу, као аутор и коаутор, на више домаћих и међународних конференција. Објављени радови су из више области: нелинеарних система, управљања системима, неуронских мрежа, fuzzy логике, препознавања облика, биомедицинског инжењерства, обраде сигнала, стохастичких сигнала и система, теорије хаоса.

Предложено истраживање за докторску дисертацију, такође, представља наставак мултидисциплинарног истраживања из претходног магистарског рада и више објављених научних радова у истим областима: неуронских мрежа, fuzzy логике, обраде сигнала, нелинеарних система и сигнала, теорије хаоса, биомедицине. Из прегледа објављених радова, приложеног уз пријаву докторске дисертације, релевантни за предложеној тему су:

1. I. Radojčić, M. Božić : *ANFIS GPC - based controller for systems with hysteresis*, Proceedings of the 4th Seminar on Neural Network Applications in Electrical Engineering, NEUREL 97, Belgrade, September 8-9, 1997, 152-156
2. I. Radojčić, M. Božić : *Razlučivanje haotičnih od stohastičkih signala na bazi eksponenata Ljapunova i rekurzivnih predikcija*, Zbornik radova XLII konferencije ETRAN, Vrnjačka banja, 02.-05.06.1998., Sveska I, 275-278

3. I. Radojičić, D. Mandić : *Vremenske metode analize varijabilnosti srčanog ritma*, Zbornik radova XLIII konferencije ETRAN, Zlatibor, 20.-22. septembar 1999., 280-283
4. I. Radojičić, D. Mandić : *Pregled savremenih nelinearnih metoda analize signala varijabilnosti srčanog ritma*, Zbornik radova XLIV konferencije ETRAN, Sokobanja, 26.-29. juna 2000., Sveska I, 394-397
5. I. Radojičić : *Rekonstrukcija prostora stanja signala varijabilnosti srčanog ritma metodom vremenskog kašnjenja*, Zbornik radova XLV konferencije ETRAN, Bukovička banja, 4.-7. juna 2001., Sveska I, 213-216
6. I. Radojičić, D. Mandić, D. Vulić : *Searching for an optimal time-delay in a state-space reconstruction of a heart rate variability signal*, IFMBE Proceedings, Medicon 2001., 12-15 June 2001., Pula, Croatia, Part II, 893-896
7. I. Radojičić, D. Mandić, D. Vulić : *On the presence of deterministic chaos in HRV signals*, Computers in cardiology 2001, 28:465-468, Rotterdam, the Netherlands, September 23-26, 2001.
8. I. Radojičić, T. Gautama, D. Mandić : *A Comparison of Two Novel Methods for Characterisation of Heart Rate Variability Series*, BIOSIGNAL 2002 Proc, 84-87, Brno, Czech republic, June 26-28, 2002.
9. I. Radojičić, D. Mandić, D. Vulić : *Searching for a Simple Ventricular Arrhythmia Detector*, IFMBE Proc. 2002, EMBEC '02, 366-367

Кандидат је завршио и Летњу школу обраде биомедицинских сигнала у Certosa di Pontignano, Italy.

Поред наведеног, кандидат је био ангажован на више пројеката, међу којима: управљање процесима сушења дувана (везано за Фабрику дувана у Бањалуци), те система за прикупљање, обраду, приказивање и регистровање података о стању технолошког процеса у ДД Дестилација Теслић, као и на развоју пројекта лабораторије за аутоматско управљање и роботiku и пројекта лабораторије за развој апликативног софтвера у медицини и едукацији.

Дана 02.07.2015. године Игор Радојичић је полагао испит о подобности теме и кандидата (докторски испит) пред комисијом у саставу: професор Жељко Ђуровић, професор Мирјана Поповић и професор Миодраг Поповић. Оцена комисије је да је кандидат Игор Радојичић задовољио на том испиту.

1.3 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

У припреми овог Извештаја, Комисија је узела у обзир све претходно наведене чињенице и резултате досадашњег рада кандидата мр Игора Радојичића. Са посебном пажњом су размотрена искуства која је кандидат стекао током образовања на редовним и постдипломским студијама, мултидисциплинарно истраживање у припреми магистарског рада, објављене научноистраживачке радове, наставни и научно-истраживачки рад током вишегодишњег ангажовања на Електротехничком факултету у Бањалуци, те остале активности у истраживачком, предавачком и радном процесу. Узимајући у обзир све наведене елементе који чине истраживачки профил кандидата за докторску дисертацију, Комисија је стекла увид у способности кандидата за научно-истраживачки рад, као и његове могућности да, током израде предложене докторске дисертације, оствари резултате који могу бити приказани и валоризовани од стране међународне научне заједнице. Став Комисије је позитиван и, након детаљног образложења саме теме, предлаже да она буде усвојена, а кандидату дата могућност да настави с израдом докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

По подацима Светске здравствене организације (WHO) из јануара 2015. године [<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>] кардиоваскуларна оболења су и даље глобални број један узрочник смртности у свету. Процењује се да је око 17,5 милиона људи умрло од кардиоваскуларних оболења 2012. године широм света, што је 31 % укупне смртности од свих оболења, а да ће број умрлих порасти на 23,6 милиона до 2030. године (подаци Америчког центра за болести срца). Око $\frac{3}{4}$ од укупног броја умрлих од кардиоваскуларних оболења је у земљама са ниским или средњим приходима. Многе кардиоваскуларне болести могу се превенирати контролом или утицајем на факторе ризика, као што су: пушење, погрешна исхрана, телесна тежина, претерана употреба алкохола, физичка неактивност и сл. Особама са кардиоваскуларним оболењима и појачаним факторима ризика потребна је рана детекција оболења и одговарајући медицински третман, саветима, променом стила живота или лековима и лечењем. Иако је у Европи, ради појачане превенције и добре терапије, приметан тренд пада смртности, ипак је врло висок број хоспитализованих и лечених. Узрочник за више од 50 % од укупног броја умрлих у Европи су кардиоваскуларна оболења, али се истовремено процењује да је 80 % прераних оболевања од срца могуће превенирати. Србија је, по расположивим подацима, на трећем месту у Европи по смртности и броју оболелих од болести срца и крвних судова, а, у просеку, сваких 15 минута једна особа у Србији умре од неке од болести срца или крвних судова. У Републици Српској од ових болести умире чак 53 одсто становништва. Зато су истраживања кардиоваскуларних оболења од изузетног општег значаја.

Анализа физиолошких сигнала, који индицирају оболења или ризике, важна је, како с аспекта лабораторијске примене и провере нових метода, тако и ради њиховог значаја у медицинској пракси. Анализа ових сигнала, у правилу, креће се у два правца: ка бољем разумевању њихове природе и моделовању генеришућих механизма, те ка практичној примени у превенцији, дијагностици и предикцији, екстракцијом параметара, препознавањем узорака и класификацијом према оболењима.

Електрокардиограм (ЕКГ) је графички запис електричних потенцијала срчаног мишића и има изузетан дијагностички потенцијал за велики број кардиоваскуларних оболења. Електрокардиограм бележи срчани ритам човека, вођен из синусног чвора. Нормални ритам људског срца је „синусни ритам“, са фреквенцијом од 60 – 100 откуцаја у минути. Нормалан срчани ритам показује флукуације у магнитуди и фреквенцији од око 10 % у односу на средњу вредност, а значајно се мења под утицајем различитих интерних и екстерних фактора и, нарочито, с оболевањем. Сигнал варијабилности срчаног ритма (Heart Rate Variability - HRV) добија се из сигнала ЕКГ, као мера варијације временских интервала између откуцаја срца (мера промене „beat-to-beat“ интервала). HRV сигнал изводи се из ЕКГ, након детекције R таласа у електрокардиограму, мерењем времена између детектованих таласних R облика. HRV носи у себи изузетно значајну информацију о општем стању кардиоваскуларног и аутономног нервног система. Доказано је у многим истраживањима и на многим оболењима, као што су артеријска хипертензија, исхемија миокарда, инфаркт миокарда и сл. да анализа HRV сигнала представља ефикасно неинвазивно средство за дијагностицирање и терапију у клиничким апликацијама. Праћењем промена у HRV сигналу могу се уочити, а понекад и предвидети промене здравственог стања, појава оболења и индикације могућих нежељених и чак фаталних догађаја. Редуковани HRV је нпр. поуздан аларм/предиктор фаталног исхода након инфаркта миокарда.

Анализа ЕКГ и HRV сигнала је врло сложен задатак и развијене су бројне методе анализе: временске, геометријске, фреквенцијске, нелинеарне, морфолошко кластеровање, fuzzy анализа, вештачке неуронске мреже, wavelet, мултисигнална анализа и друге. Једноставније методе су широко коришћене и постоји много истраживања и резултата, али оне не могу искористити сав информациони потенцијал који ови сигнали носе у себи. Посматрани сигнали су врло богати информационим садржајем, као једна опсервација врло комплексног, мултиваријабилног, кардиоваскуларног система у којем постоје многобројне узрочно-последичне везе. Научно је утврђено да постоје сложене нелинеарне узрочно-последичне везе у кардиоваскуларном систему, што води и ка истраживањима могућег детерминистичког или хаотичног карактера ЕКГ и HRV сигнала. Због тога се развијају сложеније методе, попут нелинеарних и метода теорије хаоса. Иако су сигнали типа HRV традиционално посматрани, моделовани и анализирани као стихастички сигнали, у савременим научним истраживањима, традиционална подела на детерминистичке и стохастичке сигнале више није тако оштра и искључива, због детекције сигнала на граници ових класа, као детерминистичког хаоса или стохастичких сигнала са PSD типа power-law, који имају низ сличности са детерминистичким хаосом.

Предмет овог истраживања, с аспекта претходно истакнутог значаја, је анализа, карактеризација и моделовање ЕКГ и HRV сигнала неким методама вештачке интелигенције и теорије хаоса. У претходном истраживању које је кадидат провео у изради магистарског рада под називом: „Анализа сигнала варијабилности срчаног ритма неким методама теорије хаоса“, утврђени су одређени закључци, али и хипотезе за даља истраживања. Резултати овог истраживања, применом више метода из теорије хаоса, дали су прелиминарне доказе о присуству високодимензионалног детерминистичког хаоса у дугим 24-часовним HRV серијама. Међутим, није било могуће утврдити безусловни хаотичан карактер, већ су резултати тек сугерисали да HRV сигнал може бити или детерминистички хаотичан или стохастички, а да се карактер мења услед екстерних или интерних утицаја или, пре свега, с одређеним оболењем. Највећи потенцијал за одређивање карактера сигнала и дијагностичке намене, међу методама из теорије хаоса, показали су параметри реконструкције вишедимензионог простора стања и експоненти Љапунова. У времену од завршетка претходног истраживања усавершене су и методе истраживања, значајно појачане перформансе рачунара за врло захтевне математичке операције, а доступне су глобално знатно веће и богатије базе референтних сигнала за анализу, што су биле озбиљне потешкоће у претходном истраживању.

Циљеви истраживања у оквиру докторске дисертације су: испитивање хипотеза о карактеру сигнала (постоји ли детерминистички хаос и под којим условима/околностима) и њиховој предиктабилности (моделовање), при чему ће се извршити и преглед расположивих метода за анализу и предикцију сигнала ЕКГ и HRV, преглед постојећих алгоритама и програмских пакета и, по потреби, развој додатних алата за ове анализе, и то применом неких метода вештачке интелигенције и теорије хаоса. Очекује се да резултати добијени у овом истраживању дају теоретски допринос у разумевању нелинеарног, генеришућег физиолошког система и карактеру сигнала ЕКГ и HRV, уз испитивање хипотезе о присуству детерминистичког хаоса, под одређеним околностима, те покажу корисност/примењивост појединих метода и параметара у сврху карактеризације, али и да, кроз разликовање параметара и проверу предиктабилности, допринесу коришћењу ових сигнала у дијагностичке сврхе.

3. Полазне хипотезе

Сигнали електрокардиограма и варијабилности срчаног ритма мењају се као последица различитих околности (године, старост, стрес, радно или животно окружење, начин живота) или догађаја, нарочито услед оболевања, али могу и да благовремено упозоравају на различита оболења. Сигнали електрокардиограма и варијабилности срчаног ритма традиционално се карактеришу као стохастички, али постоје истраживања, резултати, али и контроверзе о присуству високодимензионалног детерминистичког хаоса у појединим серијама. Испитаће се хипотеза о карактеру тј. присуству детерминистичког хаоса у анализираним временским серијама, под одређеним условима.

Међу бројним методама анализе и могућим параметрима, полазна хипотеза, на бази резултата претходног истраживања и референтне литературе, је да се, као најперспективнији параметри за анализу међу методама теорије хаоса, користе параметри реконструкције вишедимензионог простора стања и експоненти Љапунова. Ову хипотезу треба проверити на већим базама референтних сигнала у односу на претходно истраживање и за различите околности (различите категорије пацијената).

У директној вези са карактером сигнала је и хипотеза да је сигнал срчаног ритма краткорочно предиктабилан, под одређеним околностима или код одређеног оболења, а, ако јесте, треба извршити избор методе за моделовање. С обзиром на сложени генеришући механизам физиолошког сигнала, те флексибилност модела, као полазна хипотеза/избор модела користиће се модели на бази вештачке интелигенције тј. неуронских мрежа, fuzzy логике и сложенијих ANFIS и "ansambl" ANFIS структура за моделовање. Такође, на расположивим временским серијама, провериће се да ли је ову предиктабилност могуће искористити у лабораторијске и дијагностичке сврхе, са циљем детекције нежељених епизода/догађаја и укључивања аларма за нежељене ситуације.

4. Научне методе истраживања

Са циљем провере почетних хипотеза и достизања нових резултата, истраживање ће се провести :

- систематском теоретском припремом,
- рачунарском анализом временских серија сигнала електрокардиограма и варијабилности срчаног ритма из референтних база података, коришћењем метода и параметара теорије хаоса,
- моделовањем сигнала методама из вештачке интелигенције,

и то :

Анализираће се физиолошка и електрофизиолошка основа система и сигнала, те постојећа сазнања о нелинеарном карактеру и узрочно-последичним везама између срчаног ритма и других механизма и параметара у организму.

- Анализираће се и дати преглед коришћених метода анализе сигнала, које укључују: временске методе, фреквенцијске методе, нелинеарне методе, методе теорије хаоса, fuzzy анализу, неуронске мреже, комбиноване адаптивне неуро-fuzzy (ANFIS) структуре и друге.
- Извршиће се рачунарска анализа временских серија, одабраним методама и параметрима из теорије хаоса, из референтних база података :
 - референтне „MIT-BIH Аритмија базе података“ (MIT-BIH Arrhythmia Database),
 - других референтних база из PhysioBank са мреже PhysioNet која садржи око 40.000 дигитализираних физиолошких сигнала, организованих у 600 база,

међу којима ЕКГ базе, базе RR интервала и друге кардиоваскуларне базе података.

коришћењем :

- програмског пакета MATLAB који у основним и додатним алатима (toolbox) располаже бројним могућностима анализе временских низова. Поред расположивих готових алата, креираће се и посебни програми (m фајлови) кад год је то математички и аналитички потребно и оправдано,
 - програмског пакета TISEAN, развијеног од истраживача са Института за физику комплексних система у Дрездену и Универзитета у Вуперталу, који садржи програме за нелинеарну анализу временских низова,
 - PhysioToolkit софтвера, као пратеће програмске подршке уз PhysioNet базу,
 - TSA Toolbox развијеног на Технолошком универзитету у Грацу за стандардну анализу временских низова,
 - програмског пакета DB посебно дизајнираног за читање и анализу са MIT-BIH базом података,
 - Програмског пакета Visual Recurrence Analysis за тополошку анализу, нелинеарну анализу и непараметарску предикцију,
 - Kubios HRV софтвера, развијеног на Универзитету Источне Финске, за анализу варијабилности срчаног ритма,
 - Других готових програмских пакета (RHRV, gHRV, HRVOS, ...) и развијањем сопствених алгоритама и алата у оквирима расположивих пакета, зависно од резултата теоретских истраживања и потребе рачунарске анализе и самих временских низова.
- Временске серије из анализиране базе моделоваће се рачунарски методама вештачке интелигенције (неуронске мреже, fuzzy, ANFIS, "ansambl" ANFIS), те проверити хипотеза о краткорочној предиктабилности неких од временских серија.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да резултати овог истраживања дају допринос глобалним истраживањима у овој области на следећи, конкретан начин:

- систематизацијом постојећих метода за анализу сигнала ЕКГ и HRV,
- систематизацијом постојећих главних алгоритама и софтверских алата за претходну анализу и допуном истих за потребе анализе,
- анализом примењивости различитих метода и параметара из теорије хаоса у карактеризацији сигнала и одабиром најбољих метода и параметара за поменуте потребе,
- постављањем закључака о карактеру сигнала (стохастички или детерминистички хаос) и њиховој променљивости, у зависности од околности или одређених оболења,
- креирањем модела анализираних временских серија на основама техника из вештачке интелигенције,
- провером предиктабилности анализираних сигнала ради превентивних и дијагностичких намена.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање ће бити обављено у неколико фаза :

1. Прикупљање и преглед референтне научне и стручне литературе, ради квалитетног теоретског основа истраживања и праћења савременог статуса истраживаног питања.

2. Анализа физиолошке и електрофизиолошке основе феномена, нелинеарног карактера система и узрочно-последичних веза, између срчаног ритма и других механизма и параметара у организму.
3. Систематизација и анализа расположивих метода анализе временских низова, сигнала електрокардиограма и варијабилности срчаног ритма и систематизација постојећих софтверских решења.
4. Одабир адекватних метода анализе, у складу са полазним хипотезама, и софтверских пакета за анализу временских низова, са развојем сопствених алгоритама и алата, у зависности од потребе.
5. Рачунарска анализа референтних временских низова, путем прорачуна карактеристичних параметара и тестова, са закључцима о карактеру анализираних сигнала.
6. Систематизација адекватних модела из области вештачке интелигенције.
7. Одабир и моделовање временских серија и провера почетне хипотезе о краткорочној предиктабилности.
8. Систематизација и поређење добијених резултата, с извођењем закључака и утврђивањем оправданости почетних хипотеза и постављањем нових хипотеза за даља истраживања.

Структура рада ће у највећој мери пратити претходно наведене фазе у истраживању. Прелиминарно је предвиђено да се структура рада састоји од :

- уводног поглавља посвећеног предмету, значају и циљу истраживања,
- поглавља посвећених
 - физиолошким и електрофизиолошким основама феномена,
 - методама анализе временских низова, сигнала електрокардиограма и варијабилности срчаног ритма.
 - теорији, методама и параметрима теорије хаоса,
 - могућим моделима типа неуронских мрежа, fuzzy логики, ANFIS структура,
- поглавља посвећеног систематизацији постојећих софтверских решења,
- два поглавља која ће дати рачунарску анализу и то резултате анализе временских серија неким методама из теорије хаоса, те рачунарско моделовање серија и резултате провере краткорочне предиктабилности серија,
- закључака,
- референтне литературе,
- потребних прилога.

7. Закључак и предлог

Разматрајући пријаву кандидата мр Игора Радојичића, у изради овог Извештаја, Комисија је узела у обзир све релевантне чињенице потребне за дефинисање става о подобности теме и кандидата за реализацију предвиђених истраживања. Имајући у виду биографију, укупне резултате досадашњег рада, стечено наставно и научно-истраживачко искуство у току рада на факултету, а нарочито резултате показане током истраживања у изради магистарског рада, те с тим у вези објављене научне радове, Комисија је стекла неоспорни утисак да кандидат јесте способан за научно-истраживачки рад, као и за реализацију предвиђеног истраживања. Анализирајући предложену тему под називом „Моделовање сигнала електрокардиограма и варијабилности срчаног ритма методама вјештачке интелигенције и теорије хаоса" стављајући је у контекст важности и актуелности оваквих истраживања, сагледавајући постављене хипотезе и циљеве, очекиване резултате и доприносе, Комисија је у потпуности сагласна да оваква тема задовољава све услове подобности за докторску дисертацију. При томе, Комисија констатује да ова тема припада ужој научној области Управљање системима и обрада сигнала, да Електротехнички

факултет Универзитета у Београду јесте матичан за ову научну област, и при томе за ментора предлаже проф. др Бранка Ковачевића, редовног професора запосленог на Електротехничком факултету у Београду. У контексту овог предлога, уз Извештај је приложен списак радова проф. др Бранка Ковачевића који га квалификује за ментора.

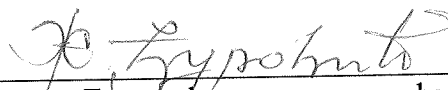
Коначно, у закључку овог Извештаја, а имајући у виду све наведено, Комисија има част да Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду предложи да прихвати тему докторске дисертације „Моделовање сигнала електрокардиограма и варијабилности срчаног ритма методама вјештачке интелигенције и теорије хаоса“ и да кандидату мр Игору Радојичићу омогући да приступи њеној изради.

У Београду,
Дана 02.07.2015.год.

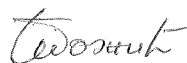
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



Проф. др Бранко Ковачевић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



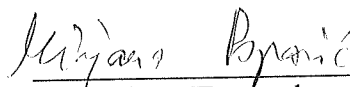
Проф. др Жељко Ђуровић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



Проф. др Милорад Божић, редовни професор
Универзитет у Бањалуци - Електротехнички факултет



Проф. др Миодраг Поповић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



Проф. др Мирјана Поповић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др. Милика Ашанин, доцент
Универзитет у Београду - Медицински факултет