

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА САНУ

На седници Научног већа Института техничких наука САНУ одржаној 14.02.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научног рада и испуњености услова за избор у звање **Виши научни сарадник** др Александра Радоњића, научног сарадника Института техничких наука САНУ. На основу анализе достављеног материјала и увида у досадашњи рад кандидата подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци

Др Александар Радоњић је рођен 30.09.1977. године у Зеници, Босна и Херцеговина. Основну и средњу школу завршио је у Добоју. Дипломирао је два пута на Факултету техничких наука у Новом Саду, одсек Електротехника и рачунарство, Департман за енергетику, електронику и телекомуникације: први пут 2003. године на студијском програму Телекомуникације (назив дипломског рада: "Одређивање тренда сигнала применом стохастичке адиционе А/Д конверзије"), а други пут 2004. године на студијском програму Инструментација (назив дипломског рада: "Баждарење положених цилиндричних резервоара"). Докторску дисертацију, под називом "Мерења у фреквенцијском домену у концепту паметне дистрибутивне мреже", одбранио је 21.11.2013. године. Академску каријеру започео је 2008. године на Факултету техничких наука у Новом Саду као стручни сарадник на пројекту. У фебруару 2015. године, на Факултету за менаџмент Универзитета Унион Никола Тесла, изабран је у звање доцента, а у априлу исте године и у звање научног сарадника при Институту техничких наука САНУ. Од 2015. године ангажован је на пројекту ТР32019 "Мерења у концепту паметне дистрибутивне мреже", који финансира Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије. Аутор је и коаутор већег броја научних радова од којих је 11 објављено у часописима са СЦИ листе. Поред тога, коаутор је и 18 техничких решења и једног поглавља објављеног у монографији међународног значаја. Према цитатним базама *Web of Science* и *Scopus*, на дан 09.02.2019. године, цитираност радова др Александра Радоњића износи 55 (без аутоцитата: 29, *h*-индекс: 4). Област научног интересовања др Александра Радоњића обухвата дистрибуиране мерне системе и, у оквиру њих, теорију заштитних кодова и рачунарске комуникације. Рецензент је часописа *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, *IEEE Communications Letters* и *IEEE Transactions on VLSI Systems*. Од 2015. године члан је Научног већа **Института техничких наука САНУ**.

2. Научноистраживачка делатност и анализа радова

Научноистраживачки рад др Александра Радоњића је примарно оријентисан ка електричним мерењима и теорији заштитних кодова. У оквиру електричних мерења ужа област истраживања обухвата стохастичку дигиталну мерну (СДМ)

методу и њену примену у обради сигнала. Колега Радоњић је активно учествовао на развоју бројних алгоритама помоћу којих је могуће мерити различите параметре сигнала, као што су фреквенција, фреквенцијски састав, степен изобличења, средња вредност, итд. С друге стране, у оквиру теорије заштитних кодова, др Александар Радоњић се бави конструкцијом и практичном применом целобројних кодова. Ови кодови, за разлику од класичних, користе целобројне операције, што их чини погодним за софтверску имплементацију.

Разноврстан научноистраживачки рад колега Радоњић је започео 2009. године, када је објавио рад на тему дизајна СЕЦ-ДЕД-БЕД кодова и њихове примене у паметним мерним системима (Прилог 2, стр. 3, М33.3). Недуго затим, објавио је рад који се бави конструкцијом СЕЦ-ДЕД кодова и њиховом применом у мерним системима са ограниченим енергетским ресурсима (Прилог 2, стр. 3, М23.1). Заједничка особина оба наведена кода јесте да користе две контролне чексуме како би кориговали једноструке и детектовали вишеструке грешке.

Од 2013. године др Александар Радоњић се примарно бави конструкцијом целобројних кодова и стратегијом њихове имплементације. За разлику од СЕЦ-ДЕД и СЕЦ-ДЕД-БЕД кодова, ови кодови користе једну контролну чексуму и одговарајуће меморијске ресурсе како би кориговали вишеструке грешке. Тако, на пример, целобројни кодови који коригују узастопне симетричне грешке унутар бајта захтевају између 200 и 400 килобајта меморије (Прилог 2, стр. 3, М21.1). За имплементацију целобројних кодова који коригују једноструке симетричне грешке и узастопне асиметричне грешке унутар бајта потребно је око 150 килобајта (Прилог 2, стр. 5, М23.1). С друге стране, целобројни кодови који исправљају ретке (Прилог 2, стр. 5, М22.4) и густе (Прилог 2, стр. 5, М22.3) асиметричне грешке унутар бајта захтевају меморијске ресурсе од неколико мегабајта. Исто важи и за целобројне кодове које коригују ретке симетричне бајтне грешке (Прилог 2, стр. 4, М22.1), односно узастопне и ретке асиметричне грешке унутар бајта (Прилог 2, стр. 4, М21а.1). Највеће меморијске захтеве, до 30 мегабајта, имају кодови који коригују једноструке и двоструке асиметричне грешке (Прилог 2, стр. 5, М23.2). Насупрот њих, најмање захтевни у погледу меморије су целобројни кодови који исправљају једноструке симетричне грешке (Прилог 2, стр. 4, М22.2). За њихову имплементацију довољно је да дигитални уређај (мерни инструмент) поседује до 30 килобајта унутрашње меморије.

Паралелно са конструкцијом заштитних кодова, колега Радоњић је радио и на развоју и унапређењу СДМ методе. Један од првих радова на ту тему бави се одређивањем границе грешке мерења Фуријеових коефицијената (Прилог 2, стр. 3, М33.1). У раду је показано да апсолутна грешка мерења Фуријеових коефицијената опада са квадратним кореном броја семплова, и да не зависи од таласног облика сигнала ако је резолуција дитерованих базисних функција бар за два бита већа од резолуције примењеног А/Д конвертора. Поред тога, у раду је показано и да је доња граница грешке мерења, у случају идеалног А/Д конвертора, еквивалентна Крамер-Рао граници. Тиме је, преко СДМ методе, извршена генерализација Крамер-Рао границе. У следећем раду (Прилог 2, стр. 6, М33.9) је показано како се, мерењем у Фуријеовом домену, може извршити детаљна анализа квалитета електричне енергије. Тако је показано да се преко Фуријеових коефицијената индиректно може мерити ефективна вредност напона, фактор изобличења (ТХД фактор), активна, реактивна и привидна снага,

итд. Ова сазнања мотивисала су др Александра Радоњића да, заједно са колегама, објави рад на тему примене двобитне СДМ методе у мерењу реактивне енергије (Прилог 2, стр. 5, М33.5). Једно од кључних сазнања, наведено у раду, тиче се поједностављења операција сабирања и одузимања. Показано је да се оне, у случају двобитне СДМ, свде на просте "up and down" операције. Поред тога, резултати симулација, приказани у раду, показују да се реактивна снага на произвољној (основној) фреквенцији може мерити са тачношћу бољом од 0.025%. У раду је приказана и шема двобитног уређаја за мерење реактивне снаге. Његова генерализација довела је развоја модела стохастичког дигиталног ДФТ (СДДФТ) процесора (Прилог 2, стр. 4, М21.1). Овај процесор, у поређењу са класичним ФФТ процесорима, има две предности: 1) знатно је једноставнији и јефтинији за имплементацију и 2) може да мери индивидуалне ДФТ компоненте (засебно или у паралели). Експериментални и симулациони резултати, који су приказани у раду, показују да се реактивана енергија, коришћењем двобитног СДДФТ процесора, може мерити са тачношћу од 0.0014%. Како су мерни подаци у електроенергетској мрежи, добијени СДДФТ процесором, природно пондерисани и како СДДФТ процесор може да мери произвољне хармонике, у следећем раду (Прилог 2, стр. 5, М33.2) је разматрана могућност да се мерни подаци класификују према важности, те да се само најважнији од њих шаљу ка контролном центру. Тиме би се, у великој мери, редуковала комуникација на релацији мерни уређај - контролни центар, а истовремено би се, у контролном центру, обрађивала знатно мања количина мерних података. Мерење Фуријеових коефицијената, у контексту одређивања спектралне густине снаге шума (услед флукуација адсорбованих честица на површини графенских сензора), показало је најмање две предности СДМ методе у односу на класичан приступ заснован на примени ФФТ алгоритма и ДСП процесора (Прилог 2, стр. 5, М33.7). Прва од њих тиче се меморијских ресурса неопходних за обраду сигнала. Они, у случају коришћења класичног приступа, прелазе 800 мегабајта, док су код СДМ методе практично занемарљиви (мањи од 1 мегабајта). Друга значајна предност тиче енергетске ефикасности. Код класичног приступа она је врло ниска, јер се користе ДСП процесори који обрађују податке високе резолуције. С друге стране, код СДМ методе енергетска ефикасност је изузетно висока, пошто се се обрађују двобитни подаци. Др Александар Радоњић је анализирао и могућност мерења у Вејвлет/Харовом домену (Прилог 2, стр. 6, М33.8). Иако је овај домен обраде сигнала популаран међу истраживачима, колега Радоњић је доказао да он није компатибилан са СДМ методом. Тачније, у раду је показано да апсолутна грешка мерења Вејвлет/Харових коефицијената расте са кореном броја одбирака, што је у супротности са основним постулатом теорије на којој се заснивају СДМ мерења.

Поред мерења у Фуријеовом домену, колега Радоњић се бавио и применом СДМ методе у сврху мерења фреквенције дистрибутивног напона (Прилог 2, стр. 3, М22.1). За ту сврху коришћена је идеја о каскадном везивању двобитног флеш А/Д конвертора и ФИР филтра M -тог реда ($900 \leq M \leq 2100$). Да би се проценила фреквенција филтрираног сигнала употребљен је метод детекције првог проласка кроз нулу. На тај начин је значајно редукован број операција које треба да обави микропроцесор (снимају се тренуци првих пролазака кроз нулу, а на основу њих се израчунава полупериода, односно фреквенција сигнала). Резултати симулација, приказани у раду, недвосмислено показују да предложени метод изузетно тачно мери фреквенцију напонског сигнала, чак и

када је он драстично изобличен. Тако, на пример, за фактор изобличења ТХД = 100% и ред ФИР филтра $M = 2100$, предложени метод мери фреквенцију сигнала са тачношћу од 0.0068%. У настојању да добије још боље резултате, колега Радоњић је извршио генерализацију предложеног метода (Прилог 2, стр. 5, М33.6). Испитивана је тачност методе у случајевима када се, поред двобитног, користе тробитни и четворобитни флеш А/Д конвертори. Приказани резултати (теоријски и симулациони) показали су да је тробитна резолуција оптимално решење за мерење фреквенције дистрибутивног напона. У прилог томе говори и чињеница да за фактор изобличења ТХД = 11.32% и ред ФИР филтра $M = 2100$, тачност мерења са двобитним А/Д конвертором износи 0.0016%, док је у случају тробитног и четворобитног она идентична и износи 0.0008%.

У оквиру даљег рада на СДМ методи, колега Радоњић се бавио њеном применом за потребе реконструкције аналогног сигнала (Прилог 2, стр. 5, М33.4). У раду је показано да се из двобитних одмерака може реконструисати сигнал чија је ефективна резолуција (прецизност) већа од 12 бита. Показано је и да се још бољи резултати могу остварити повећавањем броја одмерака (фреквенције А/Д конвертора) и/или мерног интервала. Поред ове теме, колега Радоњић се бавио и могућношћу примене СДМ методе, како у уграђеним системима (Прилог 2, стр. 5, М33.1), тако и за потребе мерења мрежне струје (Прилог 2, стр. 5, М33.3). Ове, и већина претходних тема, представљају срж поглавља објављеног у књизи *Advances in Engineering Research: Volume 27* (Прилог 2, стр. 4, М14.1). Поред наведених радова, др Александар Радоњић је и коаутор 18 техничких решења, од којих је 16 настало након његовог избора у звање научни сарадник. Конкретан допринос колеге Радоњића на сваком од тих решења детаљно је описан у изборном материјалу (Прилог 3, стр. 10-13).

Др Александар Радоњић је из свог опуса предложио **пет најзначајнијих научних резултата** за које сматра да најбоље репрезентују његов свеукупан научноистраживачки рад. Они су одраз његове самосталности и научне зрелости (на свим предложеним радовима он је кореспондирајући аутор), а истовремено и показатељ остварене сарадње са колегама из домаћих научних институција.

1. **Aleksandar Radonjic**, Platon Sovilj, Jelena Djordjevic-Kozarov, Vladimir Vujcic: "Chapter 4: Stochastic Digital Measurement Method and Its Application in Signal Processing", *Advances in Engineering Research: Volume 27*, Nova Science Publishers, Jan. 2019, ISBN: 978-1-53614-803-9.
2. **Aleksandar Radonjic**, Platon Sovilj, Vladimir Vujcic: "Stochastic Measurement of Power Grid Frequency Using a Two-Bit A/D Converter", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 60, pp. 56-62, Jan. 2014.
3. Dragan Pejic, Dragana Naumovic-Vukovic, Bojan Vujcic, **Aleksandar Radonjic**, Platon Sovilj, Vladimir Vujcic: "Stochastic Digital DFT Processor and Its Application to Measurement of Reactive Power and Energy", *Measurement*, vol. 124, pp. 494-504, Aug. 2018.
4. **Aleksandar Radonjic**, Vladimir Vujcic: "Integer Codes Correcting Burst and Random Asymmetric Errors within a Byte," *J. Franklin Inst.*, vol. 355, no. 2, pp. 981-996, Jan. 2018.
5. **Aleksandar Radonjic**, Vladimir Vujcic: "Integer Codes Correcting High-Density Byte Asymmetric Errors," *IEEE Communications Letters*, vol. 21, no. 4, pp. 694-697, Apr. 2017.

3. Квалитет научних резултата

Укупни фактор утицајности часописа са СЦИ листе у којима су објављени сви радови колега Радоњића (11 радова) износи 20,17, односно усредњено по раду 1.84 и просечним бројем аутора по раду 2,36. На свим радовима колега Радоњић је био кореспондирајући аутор, а на 91% радова био је први аутор. Научни радови др Александра Радоњића су (према бази података Web of Science на дан 09.02.2019. године) цитирани 55 пута (29 хетеро цитата, *h*-индекс: 4) (Прилог 4).

Након избора у звање научни сарадник др Александар Радоњић је објавио 8 радова у часописима са СЦИ листе, и то 1 рад у међународном часопису категорије M21a (први и кореспондирајући аутор), 1 рад у међународном часопису категорије M21 (кореспондирајући аутор), 4 рада у међународним часописима категорије M22 (први и кореспондирајући аутор) и 2 рада у међународним часописима категорије M23 (први и кореспондирајући аутор). Коаутор је и 16 техничких решења, и то једног техничког решења категорије M81, 1 техничког решења категорије M82 и 14 техничких решења категорије M85. Поред тога, коаутор је и 9 саопштења са међународних скупова (категиорија M33) и једног поглавља које је објављено у монографији међународног значаја (категиорија M14).

4. Предавања по позиву

По позиву организатора конференције "Мерно-информационе технологије 2017" др Александар Радоњић је, 2017. године, одржао предавање: *Целобројни заштитни кодови и њихова примена у дистрибутивним мерним системима*. Наредне године, на конференцији "Мерно-информационе технологије 2018", као коаутор, одржао је још три предавања: *Мерно-информационе технологије и спорт*, *Целобројни заштитни кодови за бежичне сензорске комуникације и Стратегија примене СДММ*.

5. Рецензије научних радова

Колега Радоњић је рецензирао неколико научних радова за часописе са СЦИ листе из области електротехнике, што представља међународну потврду његовог рада и научне компетенције (Прилог 5). Међународни часописи за које рецензирао припадају категоријама M21 (*IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*) и M22 (*IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*).

6. Руковођење пројектима, потпројектима и задацима

Од 2015. године колега Радоњић је ангажован као руководилац пројектног задатка "Стохастички дигитални ДФТ процесор и његова примена у обради сигнала" у оквиру пројекта TP32019 "Мерења у концепту паметне дистрибутивне мреже", којег финансира Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије. Руководилац пројекта је проф. др Зоран Митровић (потврда дата у Прилогу 3).

7. Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова

Ангажованост у образовању и формирању научних кадрова кандидата се огледа у руковођењу истраживањима и менторском раду. У периоду од 2015. до 2018. године др Александар Радоњић је био ментор осам дипломских радова на Факултету за менаџмент, Универзитет Унион Никола Тесла. На истом факултету, колега Радоњић је био члан још четири комисије за одбрану дипломских радова и председник једне комисије за одбрану магистарског рада.

Поред наведеног, др Александар Радоњић је веома посвећен научном раду са млађим сарадницима, где је његова улога у едукацији и помоћи при експерименталном раду и тумачењу резултата добијених применом СДМ методе.

ЗАКЉУЧАК

На основу увида у приложену документацију и разматрања целокупне научноистраживачке активности др Александра Радоњића, Комисија закључује да је кандидат постигао значајне резултате у области електричних мерења и заштитног кодовања. До сада је објавио 11 научних радова у часописима са СЦИ листе, од којих 8 након избора у звање научни сарадник (1 рад у међународном часопису категорије M21a, 1 рад у међународном часопису категорије M21, 4 рада у међународним часописима категорије M22 и 2 рада у међународним часописима категорије M23). Коаутор је и 18 техничких решења, од којих је 16 настало након његовог избора у звање научни сарадник (1 техничко решење категорије M81, 1 техничко решење категорије M82 и 14 техничких решења категорије M85). Поред тога, коаутор је и 9 саопштења са међународних скупова (категорија M33) и једног поглавља објављеног у монографији међународног значаја (категорија M14).

Укупни фактор утицајности часописа са СЦИ листе у којима су објављени сви радови др Александра Радоњића (11 радова) износи 20,17, односно усредњено по раду 1,84 и просечним бројем аутора по раду 2,36. На свим радовима колега Радоњић је био кореспондирајући аутор, а на 91% радова био је први аутор. Укупни фактор утицајности часописа са СЦИ листе у којима је објављено 8 радова у периоду после избора у звање научни сарадник износи 16,30, у просеку 2,04 по раду. Просечан број аутора по раду износи 2,38, при чему је на 87,5% радова др Александар Радоњић био први аутор. Резултати колеге Радоњића су афирмативно цитирани 55 пута (29 хетеро цитата).

У својој досадашњој активности др Александар Радоњић је показао изузетну склоност ка темељном и студиозном научноистраживачком раду, као и способност за заједнички рад на пројектном задатку. Изражени висок степен самосталности и учешћа у реализацији радова довео је до високог теоријско-научног нивоа његових истраживања. Колега Радоњић поседује научну зрелост да отвара нове теме истраживања у оквиру области електричних мерења и теорије заштитног кодовања. Своју научну компетентност доказао је и успешним руковођењем научно-истраживачким пројектним задатком, али и рецензентским радом за реномиране научне часописе.

**Испуњење квантитативних захтева за стицање звања
виши научни сарадник**

Потребан услов за техничко-технолошке и биотехничке науке (убрзано напредовање)	Остварено
Укупно: 75	105 (101.81*)
$M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42}+M_{51}+M_{80}+M_{90}+M_{100} \geq 60$	99 (95.81*)
$M_{21}+M_{22}+M_{23}+M_{81-83}+M_{90-96}+M_{101-103}+M_{108} \geq 33$	58 (56.67*)

*број бодова након нормирања

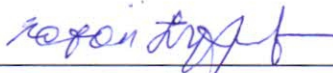
Укључујући све категорије публикација које је др Александар Радоњић објавио у временском периоду после избора у претходно звање, његова научна компетентност од 105 бодова (101,81 након нормирања) (Табела 1) превазилази критеријуме за убрзани избор у звање Виши научни сарадник, дефинисане Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача и Законом о научно-истраживачкој делатности. Из тог и свих претходно наведених разлога, чланови Комисије са задовољством предлажу Научном већу Института техничких наука САНУ да овај Извештај усвоји и да надлежној Комисији Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије предложи да др Александар Радоњић буде изабран у звање **Виши научни сарадник**.

У Београду,
28.02.2019. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Зоран Митровић, редовни професор,
Факултет техничких наука Нови Сад, председник



академик Зоран Ђурић, научни саветник,
Институт техничких наука САНУ, члан



др Владимир Вујичић, редовни професор у пензији,
Факултет техничких наука Нови Сад, члан



др Платон Совиљ, ванредни професор,
Факултет техничких наука Нови Сад, члан