

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Јелене Динкић

Одлуком бр. 5026/15-3 од 20.05.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јелене Динкић под насловом

Неуниформне хеликоидалне антене (Nonuniform helical antennas)

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

10.11.2015. године Јелена Динкић је уписала докторске академске студије Електротехнике и рачунарства, модул Микроталасна техника, на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. На докторским студијама положила је све испите са просечном оценом 10,00.

30.5.2019. године Јелена Динкић пријавила је тему за израду докторске дисертације под радним називом „Неуниформне хеликоидалне антене (Nonuniform helical antennas)“.

4.6.2019. године Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације упутила Наставно-научном већу Електротехничког факултета на усвајање.

11.6.2019. године на 841. седници, Наставно-научно веће Електротехничког факултета именовало је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5026/15-1 од 21.6.2019.) у саставу:

- др Марија Стевановић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Ненад Цветковић, ванредни професор, Универзитет у Нишу – Електронски факултет, и
- др Дејан Гвоздић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За коменторе су предложени:

- др Антоније Ђорђевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, и
- др Драган Олћан, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

3.7.2019. године обављена је јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, пред Комисијом и предложеним коменторима у саставу:

- др Антоније Ђорђевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, који је уједно и предложени коментор,
- др Драган Олћан, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, који је уједно и предложени коментор,
- др Марија Стевановић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Ненад Цветковић, ванредни професор, Универзитет у Нишу – Електронски факултет, и
- др Дејан Гвоздић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

На одбрани су били присутни сви чланови Комисије. Комисија је закључила да је кандидат добила оцену „задовољила“. Комисија је предложила да коментори докторске дисертације буду др Антоније Ђорђевић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, и др Драган Олћан, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

17.9.2019. године на 843. седници, Наставно-научно веће Електротехничког факултета усвојило је извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5026/15-2 од 17.09.2019. године).

28.10.2019. године Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност за предлог теме докторске дисертације Јелене Динкић под насловом „Неуниформне хеликоидалне антене (Nonuniform helical antennas)“ (Одлука бр. 61206-4339/2-19 од 28.10.2019.).

26.4.2021. године Јелена Динкић предала је на преглед и оцену докторску дисертацију под насловом „Неуниформне хеликоидалне антене (Nonuniform helical antennas)“.

5.5.2021. године Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

11.5.2021. године на 861. седници, Наставно-научно веће Електротехничког факултета именовало је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (Одлука бр. 5026/15-3 од 20.05.2021. године) у саставу:

- др Антоније Ђорђевић, редовни професор у пензији, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, који је уједно и коментор,
- др Драган Олћан, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, који је уједно и коментор,
- др Марија Стевановић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, и
- др Весна Јавор, ванредни професор, Универзитет у Нишу – Електронски факултет.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација „Неуниформне хеликоидалне антене (Nonuniform helical antennas)“ кандидата Јелене Динкић припада научној области Електротехника и рачунарство, ужа научна област Електромагнетика, антене и микроталаси, за коју је матичан

Електротехнички факултет Универзитета у Београду. Коментори докторске дисертације су др Антоније Ђорђевић, редовни професор у пензији Електротехничког факултета Универзитета у Београду, и др Драган Олћан, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Јелена Динкић је рођена 03.12.1991. године у Неготину. Завршила је Математичку гимназију у Београду као носилац Вукове дипломе и дипломе за најбољи матурски рад из биологије на тему „PCR метода“. У основној и средњој школи учествовала је на републичким такмичењима из математике и физике.

На Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписала се школске 2010/11. године, на Одсек за електронику. Дипломирала је 2014. године са просечном оценом 9,83, одбранивши са оценом 10 дипломски рад „Анализа времена живота фотона у прстенастом резонатору“ код ментора проф. др Дејана Гвоздића.

Мастер студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписала је школске 2014/15. године, на модулу Електроника, а завршила је те студије 2015. године са просечном оценом 10,00, одбранивши са оценом 10 мастер рад на тему „Локализација тумора дојке применом микроталаса и технике обраде ретких сигнала“ код ментора проф. др Марије Стевановић.

Докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписала је школске 2015/16. године, на модулу Микроталасна техника. На докторским студијама је положила 10 испита са просечном оценом 10,00. Током докторских студија објавила је 14 научних радова. Рад „Мерење пермитивности чврстих и течних диелектрика“ награђен је као најбољи рад презентован у секцији Антене и простирање на 60. конференцији ЕТРАН, док је рад „Investigation of natural transmission zeros of printed combline filters using electromagnetic simulators“ награђен као најбољи рад младог истраживача презентован у секцији Антене и простирање на 61. конференцији ЕТРАН.

Била је стипендиста града Београда 2010, 2012. и 2013. године и стипендиста задужбине Студеница 2012/13. и 2013/14. године.

Од 1. августа до 1. новембра 2014. године боравила је на пракси на University of California, San Diego, у Photonics Systems Group.

Током докторских студија похађала је три курса Европске школе антена: „Antenna Imaging Techniques“ (Делфт, Холандија, јул 2015), „Microwave Imaging and Diagnostics“ (Таормина, Италија, октобар 2016) и „Diagnostic and Therapeutic Applications of Electromagnetics“ (Напуљ, Италија, септембар 2019).

Јелена Динкић је запослена на Електротехничком факултету Универзитета у Београду од 1. децембра 2014. године, најпре као сарадник у настави, а затим, од 1. марта 2016. године, као асистент на Катедри за општу електротехнику. Ангажована је у извођењу рачунских вежби на предметима основних академских студија: Основи електротехнике 1 и 2, Практикум из Основа електротехнике 1 и 2 и Електромагнетска компатибилност, на предметима мастер академских студија: Испитивање електромагнетске компатибилности и Формирање микроталасних слика, као и у извођењу лабораторијских вежби на предметима основних академских студија: Лабораторијске вежбе из Основа електротехнике, Микроталасна техника и Електромагнетска компатибилност. Јелена Динкић је активно учествовала у осмишљавању и постављању нових вежби из предмета Лабораторијске вежбе из Основа електротехнике и коаутор је два Практикума из тог предмета. Руководилац је Лабораторије за основе електротехнике.

Јелена Динкић је учествовала на три пројекта.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Неуниформне хеликоидалне антене (Nonuniform helical antennas)“ написана је на енглеском језику и има укупно 131 страну. Делови дисертације су:

- насловне стране на енглеском језику (1 страна) и српском језику (1 страна),
- страна са информацијама о ментору и члановима комисије,
- страна са изјавом захвалности,
- стране са подацима о докторској дисертацији на енглеском језику (1 страна) и српском језику (1 страна),
- садржај (2 стране),
- текст рада по поглављима:
 1. Introduction (8 страна),
 2. Geometry and models of nonuniform helical antennas (5 страна),
 3. Optimization (22 стране),
 4. Characteristics of designed antennas (27 страна),
 5. Design procedure and experimental verification (14 страна),
 6. Design of array of nonuniform helical antennas (13 страна),
 7. Design of optimal quad arrays of nonuniform helical antennas with linearly varying geometrical parameters (12 страна),
 8. Conclusions (2 стране),
- Appendix A. Gain definitions (4 стране),
- Appendix B. Theorem of electromagnetic similitude (2 стране),
- списак литературе (9 страна),
- биографија аутора (1 страна),
- изјава о ауторству (1 страна),
- изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада (1 страна) и
- изјава о коришћењу (2 стране).

Дисертација садржи 102 слике, 12 табела и 52 једначине. Списак литературе садржи 128 библиографских јединица наведених по редоследу цитирања у тексту дисертације.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **првом поглављу** изложене су уводне информације о хеликоидалним антенама – основни типови геометрије хеликоидалних антена, модови рада ових антена, као и поља досадашње примене хеликоидалних антена кроз преглед литературе. Такође, у овом поглављу представљен је детаљан преглед смерница за дизајн хеликоидалних антена које су доступне у литератури. У наставку првог поглавља дате су и основне информације о геометрији, примени и карактеристикама антенских низова хеликоидалних антена. Коначно, у овом поглављу изложена је мотивација, као и главни доприноси ове тезе.

У **другом поглављу** представљени су детаљи везани за геометрију разматраних (униформних и неуниформних) хеликоидалних антена. Осим тога, детаљно су представљени модели хеликоидалних антена коришћени за симулације, чији су резултати анализирани у тези.

Проналажење оптималног дизајна и формулација брзе и сигурне процедуре дизајна неуниформних хеликоидалних антена је један од главних доприноса ове тезе. Зато су

оптимизације веома важан део овог истраживања. У **трећем поглављу** представљени су детаљи о поставкама оптимизација, одабиру одговарајућих оптимизационих алгоритама и обради резултата оптимизације са већ поменутиим циљем. Такође, у трећем поглављу објашњени су и кораци који су претходили формулацији скупа једначина за дизајн оптималних неуниформних хеликоидалних антена са линеарном варијацијом геометријских параметара.

У **четвртом поглављу** разматране су карактеристике дизајнираних антена. Такође, разматран је и утицај промене бесконачне проводне равни и проводних равни квадратног или кружног облика на карактеристике антена. Коначно, у овом поглављу су карактеристике дизајнираних антена упоређене са карактеристикама других типова хеликоидалних антена (униформним, неуниформним са експоненцијалном или део-по-део линеарном варијацијом геометријских параметара), као и са хеликоидалним антенама чији је дизајн доступан у литератури.

У **петом поглављу** представљена је брза процедура за дизајн хеликоидалних антена која користи формулисани скуп једначина за дизајн. Ваљаност ове процедуре је потврђена мерењима прототипа антене која је дизајнирана коришћењем ове процедуре. У овом поглављу дати су детаљи дизајна, производње и мерења прототипа антене.

У **шестом поглављу** детаљно су описани кораци за решавање реалног инжењерског проблема – дизајниран је низ од 4 (2×2) хеликоидалне антене који испуњава унапред дефинисане спецификације. У овом поглављу описан је дизајн геометрије хеликоидалних антена које чине низ, дизајн мреже за напајање низа, као и производња и мерење дизајнираног низа.

У **седмом поглављу** испитивање низова 2×2 хеликоидалне антене је генерализовано и формулисана је процедура за њихов дизајн. Ова процедура представља проширење процедуре за дизајн хеликоидалних антена (формулисана у петом поглављу), с обзиром на то да се за дизајн низова користе једначине за дизајн хеликоидалних антена.

Осмо поглавље сумира резултате представљене у тези. У овом поглављу истакнути су главни закључци, доприноси тезе, као и смернице за будућа истраживања.

У **Прилогу А** дата су објашњења појмова, дефиниције јединица и величина често коришћених у тези.

У **Прилогу Б** изложена је теорема електромагнетске сличности, која је коришћена у тези.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Хеликоидалне антене познате су и користе се већ више од 70 година. Примена хеликоидалних антена је и данас присутна у разним апликацијама, о чему сведоче и недавно објављени радови. Међутим, и поред тога, генералне смернице за њихов дизајн ретко су присутне у литератури, посебно у случају неуниформних хеликоидалних антена. Из тог разлога, дизајн ових антена и даље представља актуелну тему.

Детаљно истраживање различитих врста неуниформних хеликоидалних антена (као и униформних хеликоидалних антена), спроведено у оквиру ове тезе, омогућило је формирање базе оптималних хеликоидалних антена и дефинисање нове, брзе и сигурне процедуре за њихов дизајн. Корисницима ове процедуре обезбеђено је да употребом формулисаног скупа једначина, кроз неколико једноставних корака, одреде параметре оптималних антена, као и да процене карактеристике дизајнираних антена. На тај начин је смањена (или потпуно елиминисана) потреба за додатним прорачунима или симулацијама, што значајно скраћује време потребно за дизајн и смањује неопходне хардверске и софтверске ресурсе. Дефинисана процедура за дизајн је проширена тако да омогућава и дизајн низова од 2×2 хеликоидалне антене, што додатно проширује потенцијалну примену услед побољшања постигнутих карактеристика.

Процедуре за дизајн које су формулисане у тези, представљају оригиналан допринос кандидата, а њихова примена омогућава једноставан и сигуран дизајн хеликоидалних антена (и низова хеликоидалних антена) које могу бити примењене у низу апликација (као што су сателитске и мобилне комуникације, медицинска дијагностика и терапија и друго).

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У дисертацији је цитирано 128 библиографских референци које су наведене по редоследу цитирања у тексту дисертације. Цитиране референце датирају из читавог периода од времена објављивања првих радова на тему хеликоидалних антена (1947. године), па све до референци које су објављене у претходних неколико година. На тај начин у дисертацији је дат детаљан преглед релевантне литературе, цитиране референце су класификоване, а такође су истакнуте и значајне појединости које одређене референце доносе.

С обзиром на структуру дисертације, где су у првом делу дисертације представљени резултати везани за хеликоидалне антене, док је у другом делу дисертације дат приказ резултата везаних за низове хеликоидалних антена, цитирана литература даје преглед како хеликоидалних антена, тако и низова ових антена. Део цитираних референци бави се искључиво дизајном хеликоидалних антена или низова ових антена са циљем унапређења одређених карактеристика, док су у једном делу цитираних референци дати предлози и смернице за дизајн ових антена са циљем примене у одређеним апликацијама.

У оквиру цитираних референци налазе се књиге које се баве теоријом антена, као и IEEE стандард термина. Ове референце коришћене су за дефинисање појмова и величина релевантних за тезу.

Конечно, у склопу цитиране литературе су и коауторски радови кандидата на којима се базирају и неки од резултата представљених у тези.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У истраживању чији су резултати представљени у дисертацији најпре је извршен детаљан преглед литературе, истакнута су најзначајнија достигнућа и указано је на пропусте који постоје у литератури, тј. на потенцијалан простор за унапређење и додатно истраживање. Након тога извршени су моделовање и симулација хеликоидалних антена и низова хеликоидалних антена. У циљу проналаaska оптималних антена и низова антена извршене су обимне оптимизације. Резултати тих оптимизација су систематизовани и искоришћени за формулисање процедуре за брз и сигуран дизајн хеликоидалних антена и низова ових антена. Карактеристике дизајнираних антена и низова су испитане и извршено је поређење са резултатима доступним у литератури.

Додатно, у тези је описано и решење једног конкретног инжењерског задатка, засновано на методама развијеним у дисертацији – дизајниран је низ неуниформних хеликоидалних антена који задовољава унапред дефинисане карактеристике. Задовољење захтеваних карактеристика је потврђено производњом и мерењем прототипа дизајнираног антенског низа.

Научне методе примењене у дисертацији довеле су до генерисања иновативног начина за дизајн неуниформних хеликоидалних антена и низова тих антена, који гарантује остварење добрих карактеристика дизајнираних антена и значајно поједностављује и скраћује време потребно за дизајн. Такође, те научне методе су искоришћене за решавање реалног инжењерског проблема. На основу овога може се закључити да спроведене научне методе на адекватан начин одговарају захтевима које је имало спроведено истраживање.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати изложени у дисертацији имају практичну примену, дајући опште смернице и конкретне податке потребне за дизајн неуниформних хеликоидалних антена и низова тих антена. На тај начин се значајно поједностављује дизајн ових антена, а такође се гарантује остварење специфицираних карактеристика. Кориснику ових метода омогућено је да само

применом дефинисане процедуре за дизајн генерише антену која испуњава жељене карактеристике.

Осим тога, спроведена детаљна анализа разних типова неуниформних хеликоидалних антена (као и униформних хеликоидалних антена) и низова тих антена даје корисна поређења и информације о оваквим антенама, што може бити значајно како са теоријског, тако и са практичног аспекта.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Научно истраживање спроведено у оквиру ове тезе захтевало је како теоријски увид у разматрану тему, тако и практичну реализацију и проверу постављених претпоставки кроз моделовање, симулације, оптимизације, као и систематичну анализу добијених резултата. На основу тога, можемо закључити да је Јелена Динкић показала задовољавајући степен способности за самостални научни рад.

Додатно, у дисертацији су спроведени производња и мерења прототипова, што потврђује способност кандидата за решавање и реализацију практичних ижењерских задатака.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У дисертацији су остварени следећи научни доприноси:

- Детаљна анализа смерница за дизајн хеликоидалних антена и низова тих антена доступних у литератури.
- Формирање базе оптималних хеликоидалних антена (униформних и неуниформних) и низова тих антена. Анализа оптималних антена и њихова класификација.
- Формулисање скупа аналитичких израза који омогућују прорачун геометријских параметара оптималних неуниформних хеликоидалних антена и формулисање процедуре за брз дизајн ових антена.
- Верификација предложене процедуре мерењем прототипа антене дизајниране коришћењем предложене процедуре.
- Формулисање процедуре за дизајн низова (2 x 2) неуниформних хеликоидалних антена.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Научни доприноси наведени у тачки 4.1 представљају унапређење научних знања доступних у литератури јер уводе потпуно нов начин за дизајн неуниформних хеликоидалних антена и низова ових антена. Формулисана процедура за дизајн значајно унапређује до сада коришћене методе за дизајн јер се информације у литератури везане за дизајн неуниформних хеликоидалних антена односе на специфичне апликације или намене, док генералне смернице и подаци за дизајн ових антена нису постојале. Процедуре за дизајн хеликоидалних антена и низова ових антена, формулисане у овој дисертацији, омогућују брз дизајн, обезбеђујући све неопходне податке. Ово представља значајно унапређење до сада доступних информација и смерница за дизајн хеликоидалних антена и низова ових антена.

4.3. Верификација научних доприноса

Категорија M21:

1. **Dinkić, J.**, Olćan, D., Djordjević, A., Zajić, A.: „Design and Optimization of Nonuniform Helical Antennas with Linearly Varying Geometrical Parameters,” *IEEE ACCESS*, vol. 7, pp. 136855–136866, September 2019 (DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2942363) (ISSN: 2169-3536) (IF₂₀₁₉=3,745).

Категорија M23:

1. **Dinkić, J.**, Olćan, D., Djordjević, A., Zajić, A.: „High-Gain Quad Array of Nonuniform Helical Antennas,” *International Journal of Antennas and Propagation, Hindawi*, vol. 2019, Article ID 8421809, pp. 1–12, 2019 (DOI: 10.1155/2019/8421809) (ISSN: 1687-5869 (Print), ISSN: 1687-5877 (Online)) (IF₂₀₁₉=1,207).

Категорија M33:

1. **Dinkić, J.**, Olćan, D., Djordjević, A., Zajić, A.: „Comparison of the Optimal Uniform and Nonuniform Lossy Helical Antennas,” *Proceedings of 2020 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and North American Radio Science Meeting*, Montreal, QC, Canada, July 2020, pp. 423–424 (DOI: 10.1109/IEEECONF35879.2020.9330063).
2. **Dinkić, J.**, Olćan, D., Djordjević, A.: „Comparison of Various Geometries of Nonuniform Helical Antennas,” *Proceedings of 6th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering icETRAN 2019*, Srebrno jezero, Serbia, June 2019, pp. 89-92.
3. **Dinkić, J.**, Olćan, D., Djordjević, A., Zajić, A.: „Comparison of Optimization Approaches for Designing Nonuniform Helical Antennas,” *Proceedings of IEEE International Symposium on Antennas and Propagation*, Boston, USA, July 2018, pp. 1581-1582 (DOI: 10.1109/APUSNCURSINRSM.2018.8608928).
4. **Dinkić, J.**, Tasić, M., Djordjević, A.: „Influence of Conductor Shape and Size on Properties of Helical Antennas,” *Proceedings of 5th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering icETRAN 2018*, Palić, Serbia, June 2018, pp. 605-608.

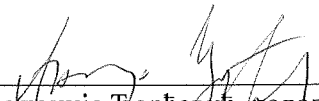
5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

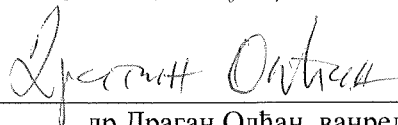
Докторска дисертација „Неуниформне хеликоидалне антене (Nonuniform helical antennas)“ кандидата Јелене Динкић представља оригиналан научни допринос научној области Електротехника и рачунарство (ужа научна област Електромагнетика, антене и микроталаси). Дисертација садржи све елементе наведене у образложењу приликом пријаве теме и испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

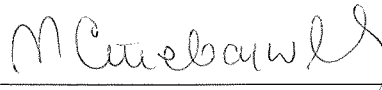
Докторска дисертација је написана на енглеском језику. Излагање је јасно и систематично. Резултати изложени у оквиру докторске дисертације имају теоријски значај. Међутим, главни допринос ове докторске дисертације огледа се у практичном потенцијалу формулисаних процедура за дизајн хеликоидалних антена и низова ових антена. Кандидат Јелена Динкић је овим истраживањем показала научну зрелост и инжењерску способност и креативност, који потврђују спремност за самостални научно-истраживачки рад.


На основу свега наведеног комисија констатује да су испуњени сви формални и суштински услови предвиђени Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Комисија има задовољство да предложи Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „Неуниформне хеликоидалне антене (Nonuniform helical antennas)“ кандидата Јелене Динкић прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Антоније Ђорђевић, редовни професор у пензији
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Драган Олћан, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Марија Стевановић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Весна Јавор, ванредни професор
Универзитет у Нишу – Електронски факултет