

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Божимира Мишковића.

Одлуком Наставно-научног већа бр. 954/3, од 03.11.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Божимира Мишковића под насловом

ПОВЕЋАЊЕ БРОЈА HD ПРОГРАМА У МУЛТИПЛЕКСИМА DVB-T2 СИСТЕМА

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат мр Божимир Мишковић је пријавио тему докторске дисертације под насловом „Повећање броја HD програма у мултиплексима DVB-T2 система“ 07.05.2015. године. Одлуком Наставно-научног већа бр. 954/1, од 30.06.15. године, именована је Комисија за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме у саставу:

1. др Александар Нешковић, ванр. проф, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет,
2. др Жељен Трповски, ванр. проф, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука,
3. др Милан Прокин, ред. проф, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет.

За ментора докторске дисертације је изабрана др Ирени Рељин, ред. проф, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет.

Мр Божимир Мишковић је, пред наведеном комисијом, успешно одбранио тему докторске дисертације одговоривши на постављена питања везана за област радио система, дигиталног емитовања телевизијских програма, као и компресију видео сигнала.

На основу одбране, као и поднетог Образложења теме, Извештај о подобности теме и кандидата мр Божимира Мишковића, за израду докторске дисертације под називом

"Повећање броја HD (*High Definition*) програма у мултиплексима DVB-T2 (Digital Video Broadcasting Terrestrial) система" је поднела комисија у саставу:

1. др Ирини Рељин, ред. проф, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет.
2. др Александар Нешковић, ванр. проф, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет,
3. др Жељен Трповски, ванр. проф, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука,
4. др Милан Прокин, ред. проф, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета у Београду је прихватило горе наведени Извештај на својој седници од 10.07.2015. године.

Веће техничких наука Универзитета у Београду је донело одлуку бр. 61206-3776/2-15 од 15.09.2015. године о прихватању теме.

Коначно, Наставно-научно веће Електротехничког факултета је, на седници од 27.10.2015. године (број одлуке 954/3 од 03.11.2015. године) именовало Комисију за преглед и оцену докторске дисертације мр Божимира Мишковића, у саставу:

1. др Ирини Рељин, ред. професор, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет
2. др Александар Нешковић, ред. проф, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет
3. др Жељен Трповски, ванр. проф, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука
4. др Милан Прокин, ред. професор, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет
5. др Мирослав Лутовац, ред. професор, Универзитет Сингидунум

1.2. Научна област дисертације

Научна област докторске дисертације под насловом „Повећање броја HD програма у мултиплексима DVB-T2 система“ кандидата Божимира Мишковића је Електротехника и рачунарство, а ужа научна област Телекомуникације, подобласти Телевизија и Мултимедија. За наведену област матичан је Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

Дисертација је урађена под менторством др Ирини Рељин, редовног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Ментор има научне радове из уже научне области која је предмет дисертације кандидата. Поред тога, ментор предаје више предмета на Катедри за телекомуникације и информационе технологије на Електротехничком факултету, који су у вези са предметом дисертације. Релевантни радови ментора су наведени приликом пријаве теме докторске дисертације кандидата.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мр Божимир Мишковић је рођен 08.01.1956. у Чачку. Основну школу је завршио у Горњој Горевници, а гимназију у Чачку. Студије на Електротехничком факултету у Сарајеву уписао је 1974. године. Дипломирао је 1978. године на одсеку за Електронику, смер Телекомуникације. Од 1979. године ради у предузећу Телеком Србија, на пословима одржавања, планирања и инвестиција. Од 1984. године, по положеном стручном испиту, бави се пројектовањем локалних, а потом и магистралних телекомуникационих система. Кандидат

је школске 2007-2008 године обновио магистарске студије на смеру Телекомуникационе и рачунарске мреже – комуникације и протоколи, и након полагања испита приступио изради магистарског рада под насловом: „Компаративна анализа метода прорачуна ресурса у класичним телефонским мрежама и пакетској телефонској мрежи“, који је успешно одбранио крајем 2009. године.

У досадашњем раду, пратећи развој савремених телекомуникација, учествовао је као сарадник, а касније као координатор у изради развојних и инвестиционих планова за потребе Телекома Србије. Од 2008. године бави се планирањем, а потом и надзором на изградњи фиксних бежичних мрежа у Телекому Србија, а од 2010. године ради и у Високој школи струковних студија у Чачку, на предмету Бежичне мреже, од када почиње и да објављује радове из ове области.

Непрекидно се усавршавао пратећи увођење нових технологија:

- на специјалистичким обукама произвођача опреме у Словенији и Италији,
- на интерним обукама за нове телекомуникационе системе у Телекому,
- обуке за програмске језике и релационе базе података,
- на обукама за елементе Интегрисаног информационог система у Телекому.

Тренутно је запослен у Телекому Србија као Руководила службе за планирање и инвестиције у ИЈ Чачак, а као сарадник ангажован је у ВШСС у Чачку на предмету Бежичне мреже.

Као носилац увођења многих савремених технологија, почев од планирања до укључења у рад и примене сервиса које тај систем омогућава, 2006. године је био проглашен за најуспешнијег менаџера у Регији Центар. Учествовао је у реализацији више пројеката и у предавањима у оквиру стручних семинара.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Мр Божимир Мишковић је магистарски рад „Компаративна анализа метода прорачуна ресурса у класичним телефонским мрежама и пакетској телефонској мрежи“, успешно одбранио крајем 2009. године. Рад се односи на прорачуне ресурса који претходе планирању пакетских мрежа.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

1.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је написана у осам поглавља, на 85 страна текста. Садржи списак скраћеница и слика, као и 36 илустрација и графика, које су већим делом резултат спроведених симулација или прорачуна. Дисертација садржи и 16 табела, као и списак 30 коришћених референци.

Садржај рада:

1. Увод
2. Карактеристике HDTV програма

3. Архитектура DVB-T2 система
4. Мултиплексирање HDTV програма
5. TFS повезивање RF канала
6. Повезивање суседних RF канала
7. Смештање програма у широкопојасне мултиплексе
8. Закључак

1.2. Кратак приказ појединих поглавља

У уводном поглављу дисертације констатован је тренд повећања резолуције емитованих TV програма. Све веће учешће HD и UHD програма захтева повећање протока емисионих система. Посебно је уочљива потреба за повећањем ефикасности DVB-T2 система јер се, поред затева за већим бројем емитованих програма, сусрећемо и са тенденцијом смањења фреквенцијског опсега намењеног терестричком емитовању телевизијских програма. Наведни су правци развоја и резултати савремених истраживања и указано на могућности DVB-T2 система за боље искоришћење спектра, као и прилагођење условима терестричког емитовања.

У другом поглављу су разматрани нови и, са становишта потребног протока, захтевни видео формати, као што су HD, 3D и UHD (*Ultra HD*). Посебна пажња је посвећена осталим променама које се очекују у области аудио-видео технологија, као што су повећање хроматске резолуције, фреквенције освежавања, броја квантизационих нивоа узорака, као и проширење палете боја и промене димензија слике. Имајући у виду истраживања повећања квалитета и аудио и видео сигнала, овде се разматра проток компримованог и некомпимованог сигнала. На крају је дат кратак закључак који се односи на очекивану динамику примене нових формата и осталих наведених промена, са циљем да се процене потребни капацитети DVB-T2 система, који је предмет анализе у овој докторској дисертацији.

У трећем поглављу су сагледане одлике, архитектура и могућности DVB-T2 система. Посебно су анализирани могућности за унапређење перформанси са становишта ефикасног искоришћења фреквенцијског опсега. Међу важнијим су повећање капацитета захваљујући примени COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Modulation*) технике модулације, а потом и дефинисање услова за већу ефикасност нових техника примењених у DVB-T2 као што су: LDPC (*Low Density Parity Check*) заштитно кодовање, PLP (*Physical Layer Pipe*) груписање програма, статистичко мултиплексирање, а посебно TFS (*Time Frequency Slicing*), опциона техника за истовремено заузимање више RF канала.

Четврто поглавље даје резултате прорачуна броја HD програма различитих формата, које може да прихвати мултиплексе у једном RF каналу. Претходно су процењене вредности протока по програму, усвојени капацитети канала за више модела конфигурације мреже, и установљен оригиналан метод прорачуна, који узима у обзир факторе који у овом поступку имају утицај. На крају је изведен са утврђеним слабостима и проблемима који могу настати овакавим начином коришћења ресурса. Анализа је извршена подразумевајући примену DVB-T2 стандарда за терестричко емитовање телевизијског сигнала, 1080p као доминантног HD формата, и примене најновијег компресионог стандарда HEVC (*High Efficiency Video Coding*) технике компримовања паралелно са стандардном MPEG-4 (*Moving Picture Expert Group*). На крају је дат закључак који упућује на неопходност нових приступа у емитовању HD програма.

Пето поглавље посвећено је TFS повезивању, квантификовању могућих добитака и њиховом претварању у одговарајуће повећање капацитета. Показана је компатибилност добитака статистичког мултиплексирања и планирања. Уведен је поступак утврђивања вредности TFS

добитка планирања, од експериментално добијених вредности у dB, преко њиховог исказивања као одговарајуће смањење кодног количника до утврђивања новог, повећаног, капацитета RF канала.

У шестом поглављу су истражене све могућности искоришћења потенцијала COFDM технике у оквиру DVB-T2 стандарда у циљу већег, а у неким условима и потпуног искоришћења опсега RF канала. Анализирани су могућности за проширење капацитета RF канала на физичком слоју OSI модела, обједињавање ресурса у складу са потребама појединих формата, и потом примена добро разрађених механизма за заузимање једног RF канала на групу RF канала. Показано је да се може формирати одговарајући широкопојасни канал, односно да се формира *broadband in broadcast* по мери HD формата, односно њихових протока.

Седмо поглавље је посвећено утврђивању компатибилности и комбиновању техника предложених у претходним поглављима. Дефинисани су сценарији за рад у реалном окружењу. Спроведеним прорачунима су показани остварени капацитети, као и потребне конфигурације за ефикасно емитовање HD и UHD програма за MFN (Multi-Frequency Network), SFN (Single Frequency Network) и портабл/мобилне модове мреже.

На крају рада донети се закључци о тренутним могућностима DVB-T2 система у емитовању програма високе резолуције, са предлозима који би се добили применом резултата истраживања спроведених у овој дисертацији. У том смислу резултати истраживања представљају проверу потенцијала DVB-T2 технике и потврду да се могу створити капацитети за емитовање HD и UHD формата TV програма у будућности.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Ова докторска дисертација прати и повезује резултате истраживања везаних за терестричко емитовање TV програма на систему друге генерације DVB-T2, који се користи у Европи.

Прелазак на дигитално емитовање је само отворио простор да се кроз нове формате HD и 3D програма друге генерације, као и формате ултра високих дефиниција, UHD, реализује потреба за побољшањем квалитета. Нови формати у некомпримованој варијанти производе изузетно велике протоке, па ће, без обзира на примену ефикасних техника компримовања, као што је HEVC, проток компримованог видео сигнала бити и даље велики. Постоји реална бојазан да ће у мултиплексе моћи да се сместити мали број програма високе резолуције, а да притом капацитет канала неће бити оптимално искоришћен.

DVB-T2 системи добијају све већу конкуренцију у другим техникама TV емитовања. То намеће обавезу емитовања и већег броја програма и бољег квалитета. Истраживање се врши у тренутку када се у свету постепено смањује опсег намењен терестричком емитовању, па се фокус усмерава на повећање ефикасности коришћење преосталог фреквенцијског спектра.

Приступ примењен у овој дисертацији је комплексан. Посматрају се појединачни ефекти оригиналних предлога за повећање капацитета RF канала реализованих на Физичком слоју OSI модела у корелацији са опционим, недовољно истраженим, техникама повезивање несуседних канала на MAC (*Media Access Control*) слоју, на начин да се додатно повећа и ефикасност савремених техника уграђених у сам DVB-T2 систем. Оригинална истраживања су подржана симулационом анализом, а донети TFS повезивања резултатима међународних пројеката и више независних истраживања. Појединачни и заједнички доприноси применом

оригиналне методе прорачуна служе за одређивање оптималних капацитета и броја ТВ програма, зависно од формата у коме се емитују.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У раду је коришћено 30 релевантних референци из ремираних часописа, студија и извештаја експертских група из области обраде сигнала, терестричког емитавања ТВ програма и мултиплексирања програма високе резолуције. С обзиром да је тема дисертације везана за најсавременије токове у дигиталној телевизији, публикације су новијег датума. Кандидат је успео да, на основу расположиве литературе, развије идеју о изузетно великом проширењу капацитета RF канала. Коришћене референце укључују и 6 радова који представљају оригиналне научне резултате до којих је кандидат дошао у току припрема ове докторске дисертације и који покривају све сегменте рада у којима се даје стручни и научни допринос.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидат је у раду користио више различитих метода. Предуслов за истраживање био је проучавање и упоредна анализа процена релевантних извора о динамици увођења и карактеристикама HD и UHD програма различитих формата, имајући и виду истовремено и развој нове технике компресионог кодовања изворног тока.

Анализа параметара на Физичком слоју по развојним спецификацијама DVB-T2 система вршена је применом програмског пакета кандидата развијеног у *Matlab* окружењу. Оригинални симулациони модел је коришћен за верификацију метода за повећање капацитета на Физичком слоју OSI (*Open System Interconnection*) модела.

За тестирање предложених модела креирано је *Matlab* радно окружење које обухвата предајнике, канале са променљивим одзивом и пријемнике. Верификација је спроведена мерењем BER-а (*Bit Error Rate*) у зависности од симулираних промена одзива канала. Поређењем резултата примене разних решења, међусобно, и у односу на стандардни RF канал програмски су генерисани резултати у аналитичком и графичком облику.

Методом компилације анализира се Добитак планирања при повезивању RF канала и његова трансформација из вредности повећања односа сигнал-шум у повећање удела корисног садржаја смањењем вредности FEC или ширење подручја покривања предајника.

Оригиналном методом прорачуна одређују се капацитети канала, број програма у мултиплексу, средње вредности протока мултиплекса, и ефикасност искоришћења капацитета канала. Применом модела Сугарис-Рељин, преузетог из литературе, експлицитно је извршена финансијска валоризација резултата предложених решења изражених или кроз добијени део спектра (дивиденду) или кроз додатни број програма у поређењу са класичним техникама смештања програма.

На основу изложеног, Комисија констатује да примењене научне методе у потпуности одговарају циљевима докторске дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати истраживања у овом раду показују да у садашњој конфигурацији DVB-T2 системи не могу ефикасно да емитују TV програме високих резолуција, али и да постоје

предиспозиције да се то омогући. Прорачуни потврђују да предложена унапређења доприносе како повећању капацитета тако и њиховом бољем искоришћењу. За сваки формат могуће је дефинисати начин да се постигне високо искоришћење расположивог капацитета.

Симулационим методама је предложено и верификовано као могуће, искоришћење комплетног опсега RF канала, уз технике мултиплексирања и синхронизације које DVB-T2 систем већ поседује и користи у специфичним применама и модovima.

Спроведени поступак валоризације Добитка планирања експлицитно је показао интерес за стварање широкопојасног мултиплекса, и могуће модалитете зависно од реалног окружења. Рад недвосмислено показује да је за TV програме високих резолуција неопходно опционо увођење TFS технике софтверског повезивања RF канала у спецификацију DVB-T2 система.

Резултати остварени у докторској дисертацији биће од користи операторима за утврђивање динамике увођења нових формата TV програма високе резолуције, а администрацијама за утврђивање броја расположивих RF канала и избор њихових фреквенција у циљу постизања максималног TFS добитка. Резултати сугеришу допуну DVB-T2 спецификација, која се у пракси може задовољити софтверским променама на предајницима и пријемницима.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Божимир Мишковић је кроз ангажовање на систематичном прегледу актуелне литературе, експертских извештаја и DVB препорука, развој сопствених симулационих модела и метода прорачуна, тестирање и верификацију предложених модела, прорачуне појединачних и заједничког доприноса предложених побољшања на DVB-T2 систему и њиховог претварања у број додатних TV програма различитих формата што је и крајњи циљ, показао врло висок ниво упорности и самосталности при научном раду.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Оригинални научни доприноси дисертације су следећи:

- анализа и квантификовање статистичких параметара компримованог видео садржаја HD и UHD програма различитих формата у светлу очекиваног развоја техника за компримовање видео садржаја;
- детаљан увид са анализом статистичких параметара мултиплекса HD и UHD програма, као и проналажење подручја статистичке равнотеже у зависности од броја и формата мултиплексираних програма;
- утврђивање теоријских и практичних капацитета RF канала потребних за статистички уравнотежене протоке мултиплекса HD и UHD програма различитих формата;
- разумевање промена које настају потпуним преласком на дигитално емитовање TV сигнала и проналажење норми које су наслеђе аналогног емитовања и које, динамиком примереном условима експлоатације, могу бити предмет будућих промена;
- суштинска анализа параметара који дефинишу DVB-T2 систем на Физичком слоју и проналажење оних који могу бити предмет промене;

- развој симулационог модела за повећање капацитета појединачног RF канала и алата за проверу предложеног решења, као и поређење са стандардним DVB-T2 решењем;
- развој два симулациона модела за стварање широкопојасног канала спајањем опсега суседних RF канала, алата за проверу предложених решења, међусобно поређење и поређење са стандардним DVB-T2 решењем;
- квантификовање примене опционе TFS технике кроз налажење јасних релација између повећања протока, промене FEC (*Forward Error Correction*) кодног количника и Добитка планирања у функцији броја и раздвојености софтверски повезаних RF канала;
- прорачуни појединачне и заједничке примене решења на оба слоја OSI модела и провера приближавања добијених капацитета RF канала Shannon-Hartley граници за дати опсег и однос сигнал-шум;
- примери економско-техничке анализе, са утврђивањем добитака у поређењу са класичним техникама алокације програма.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Набројани научни доприноси представљају значајан допринос у области емитовања TV програма високе резолуције. Резултати ове дисертације потврђују могућност и предлажу начине да се боље искористе фреквенцијски ресурси додељени системима за емитовање програма путем земаљских TV предајника, као и повећања степена искоришћености расположивих капацитета. Предложена решења су флексибилна и прилагодљива форматима HD и UHD програма, а истовремено нису превише захтевна за надоградњу DVB-T2 система.

Систематични и детаљни резултати симулација и прорачуна верификовани су објављивањем резултата дисертације у часописима међународног и националног значаја, као и зборницима познатих међународних и домаћих конференција.

4.3. Верификација научних доприноса

У току исцрпних истраживања којима је кандидат приступио радећи на докторској дисертацији, објављено је више радова, као што следи у списку. Треба истаћи да се радови кандидата могу сврстати у две категорије: у првој радови се баве издвајањем и анализом карактеристика бежичних мрежа а у другој анализира дигитални телевизијски пренос на терестријалној платформи, у оквиру које је предложено повећање ефикасности преноса у оквиру DVB-T2 система.

Радови у часописима међународног значаја M(20):

1. Радови у часописима међународног значаја категорије M23:

- 1.1. **Mišković B.**, Reljin I., "Creating of the Broadband DVB-T2 Channels on a Physical Level - Simulation Analysis", *Electronics and Electrical Engineering, Telecommunications Engineering – Kaunas*, Lithuania 2014. Vol. 21, No. 1, pp. 70-75, 2015., ISSN 1392-1215, IF=0.561.

2. Радови саопштени на међународном научном скупу штампани у целини M33:

- 2.1. M. Lutovac, **B. Mišković**, "Influence of Guard Interval Duration to Interchannel Interference in DVB-T2 Signal", *MECO 2012*, Bar, Montenegro 19-21 June 2012. pp 220 – 223, (ISBN: 978-1-4673-2366-6)

3. Радови у часописима националног значаја M53:

- 3.1. Ž. Markov, **B. Mišković**, "Upoređenje jednog modela usluživanja u klasičnoj i paketskoj telefonskoj mreži", *Naučno - stručni časopis TELEKOMUNIKACIJE*, Beograd, januar – jun 2005. vol. 50, br. 1, str. 24-30 (ISSN 0040-2605)
- 3.2. **B. Mišković**, I. Smiljanić, "Simulaciona analiza MIMO i OFDM tehnike sa promenljivim PDPR", *Tehnika i praksa, Čačak*, 2010, br.4, str.135-144, (ISSN 2217-2130)
- 3.3. **B. Mišković**, M. Gojković, "Osnovne karakteristike WIMAX mreža", *Tehnika i praksa, Čačak*, 2010, br.4, str.145-152, (ISSN 2217-2130)
- 3.4. **B. Mišković**, S. Ačić, "Nove mogućnosti u WPAN mrežama", *Tehnika i praksa, Čačak*, 2010, br.4, str.153-164, (ISSN 2217-2130)
- 3.5. Ž. Jovanović, N. Gojgić, **B. Mišković**, Ž. Novaković, "Dvosmerni satelitski internet i primena", *Tehnika i praksa*, br.7, str.51, Čačak, 2012.

5. Радови саопштени на скупу националног значаја M63:

- 4.1. M. Lutovac, V. Mladenovic i **B. Mišković**, "Primena alata za simboličko procesiranje u simulaciji OFDM predajnika", *TELFOR 2010*, Beograd, November. 23-25, pp.1273-1276, (ISBN 978-86-7466-392-9)
- 4.2. Ž. Jovanović, **B. Mišković**, "IP telefonija u realnom okruženju", *YU INFO 2012*, Kopaonik, 2012.
- 4.3. **B. Mišković** i M. Lutovac, *Senior Member, IEEE*, "Simulacija OFDM generatora za DVB-T2 pomoću DVB simulacionih modela", *TELFOR 2011*, Beograd, November. 20-22, pp.782-785, (ISBN 978-86-7466-392-9)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу изложеног, Комисија је закључила да докторска дисертација Божимира Мишковића, магистра електротехнике, под насловом: „Повећање броја HD програма у мултиплексима DVB-T2 система“ испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

У дисертацији је извршена процена очекиваних протока HD и UHD програма, као и анализа потенцијалног унапређења перформанси DVB-T2 система. Предложени су модели за повећање капацитета и формирање широкопојасних канала за ефикасно емитовање програма високе резолуције. Предложени су математички модели за избор оптималне конфигурације и проверу искоришћења капацитета. Добијени научни резултати имају потенцијалну примену у повећању ефикасности DVB-T2 система, побољшању конкурентности на тржишту, бржем увођењу нових TV програма високе резолуције и већем броју емитованих програма у мултиплексима. Резултате, проистекле из истраживања спроведеног у оквиру докторске

дисертације кандидат је објавио у водећим међународним и националним часописима и презентовао стручној јавности на међународним и националним конференцијама. На основу увида у докторску дисертацију и радове кандидата, Комисија констатује да дисертација представља оригиналан и савремен научни допринос у области Телекомуникација, а да је кандидат способан да успешно примењује методологију научно-истраживачког рада.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под насловом „Повећање броја HD програма у мултиплексима DVB-T2 система“ кандидата Божимира Мишковића, магистра електротехнике, прихвати а затим упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и давање одобрења кандидату да приступи усменој одбрани.

Београд, 25.12.2015.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



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



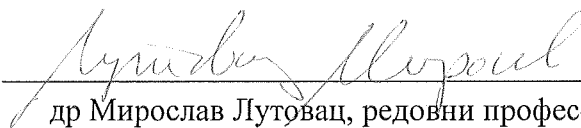
др Александар Нешковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Жељен Трповски, ванредни професор,
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука



др Милан Прокин, редовни професор,
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет



др Мирослав Лутовац, редовни професор,
Универзитет Сингидунум, Београд