

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Слободана Митровића, дипл. инж. саобраћаја

Одлуком Наставно-научног већа Саобраћајног факултета Универзитета у Београду бр. 349/3 од 23.04.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Слободана Митровића, дипл. инж. саобраћаја под насловом:

"Нови модел за утврђивање стратегија за проширење мрежних капацитета"

Након прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

На основу предатих захтева кандидата мр Слободана Митровића, дипл инж. саобраћаја и донетих одлука Универзитета у Београду - Саобраћајног факултета, хронологија одобравања и израде дисертације је следећа:

- | | |
|------------------|---|
| 30.11.2010. год. | Кандидат, мр Слободан Митровић, дипл. инж. саобраћаја, магистрирао је на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду; |
| 16.10.2012. год. | Кандидат, мр Слободан Митровић, дипл. инж. саобраћаја, поднео је пријаву теме докторске дисертације Наставно-научном већу Саобраћајног факултета бр. 690/1, уз захтев да се спроведе поступак за оцену подобности кандидата и предложене теме и за ментора предложио др Валентину Радојичић, редовног професора Саобраћајног факултета Универзитета у Београду; |
| 18.12.2012. год. | На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука бр. 690/4 о формирању Комисије за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације; |
| 28.02.2013. год. | Комисија за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације поднела је позитиван извештај Наставно-научном већу Саобраћајног факултета - одлука бр. 168/1; |
| 24.04.2013. год. | На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука бр. 168/7 о прихватању позитивне оцене Комисије за оцену подобности кандидата и теме, и предлогу да за ментора буде именована др Валентина Радојичић, редовни професор Саобраћајног факултета Универзитета у Београду; |

- 27.05.2013. год. На седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду донета је одлука бр. 61206-2423/2-13 којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата мр Слободана Митровића, дипл. инж. саобраћаја и на именовање ментора проф. др Валентине Радојичић, редовног професора Саобраћајног факултета Универзитета у Београду;
- 05.04.2018. год. Кандидат, мр Слободан Митровић, дипл. инж. саобраћаја, поднео је Наставно-научном већу Саобраћајног факултета, захтев за продужетак рока за израду и одбрану докторске дисертације, бр. 347/1;
- 10.04.2018. год. Кандидат, мр Слободан Митровић, дипл. инж. саобраћаја, дипл. инж. саобраћаја, поднео је неукоричени примерак дисертације, уз молбу Наставно-научном већу Саобраћајног факултета да отпочне поступак за оцену и одбрану докторске дисертације;
- 23.04.2018. год. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука бр. 347/2, којом се одобрава продужетак рока за израду и одбрану докторске дисертације у периоду од једне године. На истој седници, донета је одлука бр. 349/3 о формирању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Слободана Митровића, дипл. инж. саобраћаја.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом "**Нови модел за утврђивање стратегија за проширење мрежних капацитета**" припада научној области техничко-технолошких наука, подручје Саобраћај, ужој научној области Експлоатација телекомуникационог саобраћаја и мрежа за коју је матичан Саобраћајни факултет Универзитета у Београду.

Ментор, др Валентина Радојичић, редовни професор Саобраћајног факултета Универзитета у Београду, бави се научно-истраживачким радом из наведене области. Као аутор или коаутор објавила је укупно 114 научних радова, од којих је 10 радова објављено у међународним часописима са SCI листе. Као аутор или коаутор објавила је три универзитетска уџбеника. Такође, активно је учествовала у већем броју научно-истраживачких пројеката и студија.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мр Слободан Митровић, дипл. инж. рођен је 23.11.1972. године у Ваљеву, где је завршио основну школу и гимназију (математичко-програмерски смер). Саобраћајни факултет је уписао школске 1991/92. године, где је и дипломирао са просечном оценом 7.80 (седам и 80/100). Дипломски рад, под називом "Прилог аутоматској додели канала при планирању нове радио-релејне везе", одбранио је са оценом 10 (десет), под менторством Проф. др Владанке Аћимовић-Распоповић.

У рачунарском центру Саобраћајног факултета запослио се 2002. године, где је ангажован на позицији инжењера за комуникациону подршку, на пословима развоја и имплементације нових технологија и сервиса, надзора и одржавања рачунарске мреже и сервера, набавке и одржавања комплетне рачунарске опреме и уређаја и др.

Школске 2002/2003. године уписао је последипломске студије на смеру за Поштански и телекомуникациони саобраћај на Саобраћајном Факултету Универзитета у Београду. Крајем 2010. године положио је све испите са проценом оценом 10.00 (десет и 10/100). Магистарски рад, под називом „Локалне рачунарске мреже: концепт, сервиси и заштита”,

одбранио је 30. новембра 2010. године, под менторством Проф. др Владанке Аћимовић-Распоповић.

У периоду од 2004. до 2006. године стекао је CCNA сертификат у регионалној *Cisco* академији у Београду. Такође, кандидат је похађао више *Microsoft*-ових курсева везаних за безбедност рачунарских мрежа и сервиса. Активно се служи енглеским језиком.

Кандидат је аутор једног рада објављеног у врхунском међународном часопису, коаутор 3 поглавља у међународним монографијама, коаутор једног рада у водећем часопису националног значаја, као и аутор/коаутор 30 радова објављених на међународним и домаћим научним скуповима. Учествоје или је учествовао као члан пројектног тима на два међународна и пет домаћих научно-истраживачких пројеката, у оквиру којих је развио већи број информатичких решења за решавање различитих класа проблема. На пословима у рачунарском центру посебно је заслужан за развој и имплементацију већине нових факултетских мрежних, *web* и *e-learning* сервиса, као и софтвера за анти-спам заштиту. Вишегодишњи је члан Радне групе за имплементацију клијената за веб сервисе Универзитета у Београду, као и Комисије за организацију уписа на основне академске студије на Саобраћајном факултету у Београду.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Слободана Митровића написана је у складу са „Упутством за обликовање докторске дисертације“, које је 14.12.2011. године усвојио Сенат Универзитета у Београду у оквиру „Упутства за формирање репозиторијума докторских дисертација“. Дисертација је написана латиничним писмом, једнострано, укупног обима 228 страна, укључујући референтну литературу и прилоге. На почетку дисертације дат је резиме на српском и енглеском језику са кључним речима, садржај, листа табела и слика. Докторска дисертација се састоји од осам поглавља под следећим називима:

1. Уводна разматрања,
2. Методологија планирања мреже,
3. Прогнозирање тражње за телекомуникационим сервисима,
4. Карактеризација и мерење саобраћаја,
5. Техно-економски приступ процесу планирања,
6. Методе оптимизације у процесу планирања мреже,
7. Примена унапређене стратегије на проблем проширења капацитета WDM линка,
8. Закључна разматрања и правци даљих истраживања.

У наставку је дат списак коришћене литературе и референци са укупно 147 библиографских јединица релевантних за област истраживања и примењене методе решавања, као и сет одговарајућих прилога. На крају рада дата је биографија аутора и потписане изјаве о ауторству, истовестности штампане и електронске верзије докторског рада, као и изјаву о коришћењу докторског рада. Према структури рада, примењеним научним методама и постигнутим резултатима, дисертација у потпуности задовољава критеријуме и стандарде предвиђене за овакву врсту научног рада.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље је уводно. У оквиру овог поглавља, приказани су мотиви за избор теме, дефинисан је проблем и одређени истраживачки циљеви дисертације. Такође, наведени су очекивани научни доприноси и дата је организациона структура дисертације.

У другом поглављу дефинисани су основни појмови планирања мреже, представљена је методологија планирања мреже кроз пет кључних методолошких сегмената: прогнозирање захтева корисника, карактеризација и мерење саобраћаја, техно-економске аспекте, методе оптимизације, као и методе везане за развој мрежне архитектуре и примене одговарајућих технологија. Дати су основни аспекти процеса планирања са посебним освртом на временски домен, као и на проблем усклађивања планова на дугорочном, средњорочном и краткорочном нивоу.

Треће поглавље је посвећено методама за прогнозирање тражње за телекомуникационим сервисима. Представљена је улога и значај прогнозирања у процесу планирања мреже, као и карактеристике процеса дифузије сервиса које имају битну улогу у активностима, које се односе на стратешко планирање мреже. У даљем тексту, приказан је „С“ облик животног циклуса сервиса/производа са теоријском поставком *Rogers*-ове теорије дифузије иновација. Потом је пружен детаљан приказ дифузионих модела, где је посебна пажња посвећена *Bass*-овом дифузионом моделу, укључујући теоријску поставку, основна ограничења и математичку формулацију модела.

У четвртном поглављу представљени су појмови и параметри за карактеризацију саобраћаја, који су од значаја за избор и примену стратегија за проширење мрежних капацитета. Посебан нагласак дат је на Вероватноћу блокирања капацитета и Функцију трошкова загушења, чија примена је приказана у случају решавања проблема проширења капацитета WDM линка. Потом је дат приказ параметара за карактеризацију саобраћаја у контексту квалитета услуга (QoS). У даљем тексту, приказани су референтни временски периоди, саобраћајни профили, SNMP протокол и NetFlow технологија, који су од значаја за спровођење планских активности које се односе на мерење саобраћаја. Представљени су основни принципи димензионисања система за пружање телекомуникационих сервиса, где је посебна пажња указана на проблем оптерећења мреже који је описан одговарајућим моделом.

Техно-економски приступ у процесу планирања описан је у петом поглављу. Приказан је циклични приступ базиран на *Plan-Do-Study-Act* концепту, са описима скупова активности који се реализују у четири фазе: дефинисање обима планирања за потребе формирања техно-економског модела, развој, евалуацију и корекцију техно-економског модела. Приликом приказа модела за процену пада цена опреме током времена, посебан фокус је пружен на концепт тзв. „криве искуства“, који има примену у процени пада цена електронских и оптичких мрежних компоненти.

У шестом поглављу представљене су методе оптимизације у процесу планирања мреже, са фокусом на стратегије за проширење капацитета мрежних ресурса. Након уводног приказа планских активности у којима је могућа примена метода оптимизације, представљен је преглед стратегија за једнократно и серијско проширење капацитета мрежних ресурса. Све наведене стратегије представљене су одговарајућом математичком формулацијом оптимизационог модела, односно начином за решавање проблема хеуристичким приступом у зависности од случаја.

Примена унапређене стратегије на проблем проширења капацитета WDM линка у фиксној *grid* мрежи уз могућност миграције ка флексибилној *grid* технологији, приказана је у седмом поглављу. Након уводног дела, у коме је дат општи опис концепта технологије фиксног и флексибилног *grid*-а, представљен је проблем коегзистенције наведених технологија у оквиру исте мреже. Потом је дат преглед истраживања који се

односе на проблем проширења капацитета оптичких WDM линкова, након чега је представљен основ за избор и примену одговарајуће стратегије за проширење мрежних капацитета. У даљем тексту, представљен је анализирани сценарио, као и примена одговарајућег оптимизационог модела са приказом резултата и анализом осетљивости.

У оквиру осмог поглавља дата су закључна разматрања, допринос докторске дисертације и правци будућих истраживања.

Докторска дисертација је технички квалитетно обрађена у складу са најсавременијим могућностима компјутерске технике у области издаваштва. Све слике и дијаграми су јасно и квалитетно представљени. Усвојене ознаке величина, нумерација слика, дијаграма, табела и израза поштована је током целог текста.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Посматрајући актуелне трендове, везане за интернет сервисе (попут друштвених мрежа, *Over-The-Top* сервиса, сервиса на нивоу облака (*cloud*) и сл.), може се уочити да су проблеми проширења капацитета мрежних ресурса, поред сагледавања техничког аспекта, у изузетној корелацији са прогнозираном тражњом на савременом телекомуникационом тржишту. Сагледавајући карактеристике тржишта, може се уочити природа понашања корисника традиционалних телекомуникационих и интернет сервиса, која дефинише број имитатора и иноватора на тржишту, као и потенцијал тржишта сваког појединачног сервиса. Захваљујући оваквом профилисању садашњих и будућих корисника на тржишту, може се прогнозирати брзина прихватања нових телекомуникационих сервиса као важан параметар за процену укупне тражње, процене ризика оправданости инвестирања у телекомуникационе сервисе/производе, планирања финансијских средстава и др.

У дисертацији су разматране стратегије проширења мрежних ресурса, у контексту примене различитих метода планирања телекомуникационих мрежа. У фокусу истраживања налазе се стратегије за проширење мрежних капацитета, чији избор рефлектује компромис између потребе везане за имплементацију нових мрежних технологија и интереса инвеститора којим се подразумева што дужа експлоатација већ уведених технологија. Компромисно решење може представљати избор стратегије, предложене у дисертацији. Капацитет мрежног ресурса проширује се новим (и јефтинијим) компонентама већ имплементираних технологија, све до тренутка када овакав вид проширења не даје задовољавајући одговор на растући ниво саобраћајних захтева или када ниво трошкова неопходних за ефикасну контролу нивоа загушења постане већи од трошкова миграције технологија.

Истраживање спроведено у овој дисертацији, односи се на избор параметара за карактеризацију мрежног саобраћаја са циљем да се смањи утицај неизвесности прогнозираних података на одређену одлуку о проширењу капацитета. У том смислу, извршена је анализа на основу које је утврђено да се поређењем вредности нивоа пенала функције трошкова загушења и вредности параметра Вероватноће блокирања капацитета може одредити временски период за спровођење одлуке о миграцији технологија у посматраном случају.

Овим истраживањем, дат је егзактан допринос решавању веома сложеног и актуелног проблема везаног за избор адекватне стратегије за проширење мрежних капацитета. Уз то, ово истраживање представља ефикасан алат за компетентно одлучивање приликом планирања капацитета и димензионисања ресурса комуникационе мреже.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Дисертација поседује критичку анализу и обимну референтну литературу са укупно 147 библиографских јединица, из области везаних за карактеризацију и мерења саобраћаја, прогнозирање захтева корисника, техно-економске аспеката, као и одабраних метода оптимизације. Коришћена литература обухвата и ITU-T (*International Telecommunication Union - Telecommunication*) препоруке из наведених области. Поред наведеног, литература укључује и библиографске јединице везане за проблематику коегзистенције технологија фиксног и флексибилног *grid*-а, у оквиру исте мреже.

Литература је релевантна за предмет и циљеве истраживања. Коришћена литература највећим делом обухвата радове из међународних часописа, радове са националних и међународних конференција и књиге. Литература је правилно реферисана и аутор је показао висок ниво познавања резултата истраживања у најважнијој литератури из предметне области.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У циљу успешнијег позиционирања на тржишту и ефективнијег пословања многи телекомуникациони оператори своју пажњу усмеравају ка употреби савремених планских приступа на пољу пословног одлучивања у које спадају и стратегије проширења мрежних капацитета.

Планирање једне мреже може се представити као процес који укључује све активности везане за развој једне мреже, неопходне да би се обезбедили ресурси довољни за реализацију очекиваних саобраћајних захтева, у складу са датим техничким и економским ограничењима. Присуство ограничења, захтева решавање одговарајућих планских проблема применом различитих метода оптимизације из области операционих истраживања. У овој дисертацији оптимизациони проблем проширења мрежних ресурса формулисан је у форми мешовитог целобројног линеарног програмирања. За доношење одлуке о проширењу развијена је стратегија серијског проширења капацитета мрежних линкова уз могућност преласка на нову технологију. Развијени оптимизациони модел базиран је на прогнозираним вредностима интензитета саобраћајних захтева, вредностима капацитета посматраних линкова, као и трошковима проширења. Од успешног избора адекватног модела за прогнозирање зависи у којој мери ће процена будућих саобраћајних захтева потенцијалних корисника на тржишту бити поуздана. У том циљу, модели за прогнозирање тражње на савременом телекомуникационом тржишту треба да одговарају експлоатационим карактеристикама планираних сервиса, степену изграђености комуникационе инфраструктуре, као и релевантним социо-економским показатељима посматраног саобраћајног подручја. Избор *Bass*-овог дифузионог модела, за моделирање криве дифузије нових широкопојасних сервиса, заснива се на чињеници да је у досадашњим истраживањима примена овог дифузионог модела показала веома високу прецизност. *Bass*-ов модел описује процес прихватања нових сервиса посматрајући интеракцију између постојећих и потенцијалних корисника.

У зависности од временског периода за који се наведени проблеми разматрају, присутна је и неизвесност која се односи на резултате прогнозирања интензитета саобраћаја. У дисертацији је представљен приступ којим се применом одговарајућих параметара који фигуришу у процесима карактеризације саобраћаја, може утицати на смањење неизвесности. На тај начин се умањује неусклађеност између циљева постављених на нивоу дугорочног планирања и резултата планских активности на средњорочном нивоу.

Поред општих метода научног истраживања, при изради докторске дисертације коришћени су и класични методи прикупљања, систематизације и анализе до сада публикованих научних резултата из области планирања ресурса мреже. Коришћене су и

методе оптимизације, симулације, као и други математички методи. Примена дифузионе теорије спроведена је кроз избор и примену адекватног модела за прогнозирање интензитета саобраћајних захтева. За потребе унапређења стратегија за проширење капацитета мрежних ресурса, на адекватан начин примењене су методе из области операционих истраживања.

Израчунавање вредности параметара за карактеризацију саобраћаја извршено је употребом симулационог програма *Net2Plan*, са опцијом аутоматског генерисања саобраћајне матрице и *off-line* опцијом планирања. Тестирање оптимизационог модела обављено у програму *LP-solve*. На основу добијених резултата потврђено је да се модел може успешно примењивати за прогнозирање нових сервиса који зависе од динамике развоја инфраструктуре мреже.

Узимајући у обзир остварене резултате, закључује се да примењени научни методи представљају адекватан избор, одговарају по значају, структури и примени теми докторске дисертације и представљеном истраживању.

3.4. Применљивост остварених резултата

Применљивост наведеног модела приказана је на проблему WDM мреже са коегзистенцијом фиксне и флексибилне *grid* технологије. Развијени модел представља оригиналан приступ проблему, који је у литератури идентификован као важан истраживачки изазов у коме тек треба дати одговоре на многа питања. Резултати добијени тестирањем модела на скупу реалних података, омогућавају дефинисање динамике развоја инфраструктуре мреже у складу са прогнозираним обимом саобраћаја. Предложени модел је од изузетне практичне применљивости за операторе мреже у делу реализације средњорочних планских активности који предвиђају проширење ресурса мреже. Модел има за циљ минимизирање трошкова губитака саобраћаја услед преоптерећености мреже односно максимизирање оствареног профита и очување квалитета сервиса крајњих корисника.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу анализе докторске дисертације, верификације остварених резултата истраживања објављивањем у међународном часопису и саопштавањем делова истраживања на међународним и домаћим скуповима, Комисија сматра да је кандидат несумњиво показао способност за самостални и тимски научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни допринос дисертације састоји се у следећем:

- У стратегије за проширење мрежних капацитета, имплементирани су прогнозиране вредности саобраћајних захтева, засноване на примени теорије дифузионих модела. Показано је да се применом ове теорије може на најпогоднији начин моделирати брзина дифузије односно процес прихватања и ширења нових сервиса на телекомуникационом тржишту.
- Предложен је нови оптимизациони модел, као модификација модела стратегије серијског проширења капацитета мрежног линка, где се одлука о проширењу базира на прогнозираним вредностима интензитета саобраћаја, вредностима капацитета посматраних линкова, као и цене опреме неопходне за реализацију проширења. Такође, предложени модел има могућност доношења одлуке о

миграцији ка новој технологији када и поред проширења постојећих ресурса мреже нема задовољавајућег одговора на растући ниво саобраћајних захтева или када ниво трошкова неопходних за ефикасну контролу загушења постане већи од трошкова миграције технологија.

- Предложен је приступ за смањење утицаја неизвесности прогнозираних података на одређену одлуку о проширењу капацитета, заснован на избору адекватних параметара за карактеризацију мрежног саобраћаја. Функција трошкова загушења и вредности параметра Вероватноће блокирања капацитета су препознате као битне карактеристике за спровођење одлуке о миграцији технологија. У том смислу, извршена је анализа на основу које је утврђено да се поређењем вредности нивоа пенала функције трошкова загушења и вредности параметра Вероватноће блокирања капацитета, може одредити временски период за спровођење одлуке о миграцији технологија у посматраном случају. Закључено је да примена наведених параметара може утицати на смањење неизвесности, која је присутна у примени прогнозираних података.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У дисертацији је развијено неколико решења за класу проблема мрежног планирања у комуникационом саобраћају. Према полазним претпоставкама у дисертацији, имајући у виду постављене циљеве и предмет истраживања, Комисија сматра да добијени резултати у дисертацији дају одговоре на постављена питања у току истраживања и да представљају потпуно оригиналан приступ за решавање проблема.

На основу изложеног техничког описа дисертације и кратког приказа садржаја њених појединачних поглавља, може се закључити да је излагање у дисертацији изузетно добро планирано, а организација таква да се кроз поједина поглавља излажу оригинални резултати истраживања верификовани кроз научне радове аутора неведене у литератури. Планирана истраживања у оквиру докторске дисертације изведена су у више фаза које одговарају оквирном садржају дисертације.

У фокусу истраживања дисертације налазе се стратегије за проширење мрежних капацитета, чији избор рефлектује компромис између супротстављених захтева везаних за имплементацију нових мрежних технологија и интереса инвеститора за што дужом експлоатацијом већ уведених технологија. Решење, предложено у дисертацији указује на избор стратегије по којој се капацитет мрежног ресурса проширује са компонентама већ имплементираних технологија, све до тренутка када овакав вид проширења престаје да пружа задовољавајући одговор на растући ниво саобраћајних захтева или када ниво трошкова неопходних за ефикасну контролу нивоа загушења постане већи од трошкова миграције технологија. Анализа наведеног решења указала је на важност улоге функције трошкова загушења у процесу примене стратегија за проширење капацитета. При томе се има у виду могућност рефлектовања повећаних трошкова на мрежног оператора у ситуацији загушења линка, када услед деградације перформанси мреже долази до незадовољства корисника и посредно до пада прихода. Као основа за спровођење наведене стратегије проширења капацитета, употребљени су резултати примене методе прогнозирања саобраћајних захтева базираних на примени *Bass*-овог дифузионог модела. Тестови за процену поузданости прогнозе саобраћајних захтева дали су веома високу оцену одабраном моделу.

Предложени модел за проширење мрежних капацитета пружа доносиоцима одлука (операторима мреже) као главним корисницима развијених модела, ефикасан алат у доношењу правовремених пословних одлука о проширењу сопствених ресурса у циљу очувања степена искоришћености ресурса мреже на прихватљивом нивоу односно одржања или повећања оствареног профита.

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација научних доприноса остварених у оквиру ове докторске дисертације реализована је објављивањем резултата истраживања у врхунском међународном часопису и саопштавањем резултата истраживања на међународним и домаћим скуповима.

Верификација научног доприноса дисертације остварена је објављивањем следећих радова:

Категорија **M21**:

1. **Mitrović, S.**, Radojičić, V., Stojanović M., Marković, G. (2017). The capacity expansion approach in optical transport networks with fixed and flexible grids, *Technological Forecasting and Social Change*, t. 127, pp. 310-316, DOI:10.1016/j.techfore.2017.10.009 (M21 – IF₂₀₁₆=2.625, 5-year IF=3.226)

Категорија **M33**

2. Radojičić, V., Marković, G., **Mitrović, S.**, Miladić-Tešić, S. (2017). Overview and forecasting of the broadband market in Serbia, *VI International Symposium New Horizons 2017 of Transport and Communications*, (pp. 704-714) University of East Sarajevo, Faculty of Transport and Traffic Engineering Doboј.
3. **Mitrović, S.**, Radojičić, V., Marković, G. (2013). Network capacity expansion strategies based on link congestion costs, *2013 11th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS)*, IEEE, Vol 1 & 2, pp. 129-132, DOI:10.1109/telsks.2013.6704906

Категорија **M61**

4. **Митровић С.**, Радојичић В., Бакмаз М., (2016). Хибридни приступ у стратешком планирању NG-PONx и FTTC/VDSL мрежа у приградским подручјима, *XXXIV симпозијум о новим технологијама у постанском и телекомуникационом саобраћају, Постел 2016 - Зборник радова*, (стр. 233-242). Саобраћајни факултет, Београд.
5. **Митровић С.**, Радојичић В., Бакмаз М., (2015). Модификација функције трошкова загушења код метахеуристичког приступа у решавању проблема проширења мрежних капацитета, *XXXIII симпозијум о новим технологијама у постанском и телекомуникационом саобраћају, Постел 2015 - Зборник радова*, (стр. 231-240). Саобраћајни факултет, Београд.
6. **Митровић С.**, Радојичић В., Марковић, Г., (2014). Анализа плана проширења капацитета оптичког линка у функцији трошкова опреме, *XXXII симпозијум о новим технологијама у постанском и телекомуникационом саобраћају, Постел 2014 - Зборник радова*, (стр. 287-298). Саобраћајни факултет, Београд.
7. **Митровић С.**, Радојичић В., Марковић, Г., (2013). Стратегије за проширење ресурса мреже у функцији модела тражње, *XXXI симпозијум о новим технологијама у постанском и телекомуникационом саобраћају, Постел 2013 - Зборник радова*, (стр. 361-370). Саобраћајни факултет, Београд.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу изложеног Комисија сматра да докторска дисертација кандидата мр Слободана Митровића, дипл. инж. саобраћаја, представља оригиналан научни допринос у области експлоатација телекомуникационог саобраћаја и мрежа. Комисија такође закључује да је кандидат мр Слободан Митровић, дипл. инж. саобраћаја, показао способност за самосталан научно-истраживачки рад и да дисертација садржи све потребне елементе који задовољавају услове предвиђене Статутом Универзитета у Београду и Статутом Саобраћајног факултета за стицање научног звања Доктора техничких наука.

На основу свега претходно исказаног Комисија има част и велико задовољство да предложи Наставно-научном већу Саобраћајног факултета Универзитета у Београду да поднету докторску дисертацију под називом: **"Нови модел за утврђивање стратегија за проширење мрежних капацитета"**, кандидата мр Слободана Митровића, дипл. инж. саобраћаја, прихвати и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а потом закаже јавну одбрану.

Комисија:

Др Валентина Радојичић, редовни професор– ментор
Универзитет у Београду-Саобраћајни факултет

Др Миодраг Бакмаз, редовни професор
Универзитет у Београду-Саобраћајни факултет

Др Мирјана Стојановић, редовни професор
Универзитет у Београду-Саобраћајни факултет

Др Горан Марковић, редовни професор
Универзитет у Београду-Саобраћајни факултет

Др Славко Гајин, доцент
Универзитет у Београду-Електротехнички факултет