

УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУНУМ
Департман за последипломске студије
Данијелова 32, Београд

ВЕЋУ ДЕПАРТМАНА ЗА ПОСЛЕДИПЛОМСКЕ СТУДИЈЕ

Одлуком Већа Департмана за последипломске студије број **4 - 81/2019** од **8.3.2019.** године, одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Перића, дипломираног инжењера Електротехнике под називом ***Примена диверзити технике за смањење утицаја α - k - μ - g и k - μ - g фединга на перформансе бежичног система***, о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Основни подаци о кандидату и докторској дисертацији

Кандидат Милош Перић завршио је Гимназију "Светозар Марковић" у Нишу. Године 2011. стекао је звање ***Дипломирани инжењер електротехнике*** на смеру ***Рачунарска техника и информатика*** (петогодишње интегрисане студије) на Електронском факултету у Нишу. Од 2018. године је студент докторских студија на Универзитету Сингидунум у Београду.

Од 2018. радио је на ***Високој Техничкој школи у Нишу*** као ***Систем администратор и Пројектант информатичке инфраструктуре***. Такође, од 2012. ангажован је као предавач у школи "ИТ центар" на курсевима: МЦИТП Сервер 2008 Р2; МЦСА Сервер 2008 Р2; МЦСА Сервер 2012 Р2; МЦСА & МЦСЕ Сервер 2016.

Кандидат Милош Перић је првопотписани аутор **2 (два) рада** која су објављена у часописима на СЦИ (СЦИЕ) листи (Међународним часописима са импакт фактором), која су садржајно повезана са пријављеном темом докторске дисертације. Поред тога, он је један од аутора (коаутор) у још 4 (четири) рада који су објављени у часописима са импакт фактором и 2 (два) рада који је публикован у часопису ранга М51, а који су такође садржајно директно или индиректно повезани са пријављеном темом докторске дисертације. Један је од аутора (коаутор) 3 (три) рада која су саопштена на Међународним скуповима и објављена у целини у одговарајућем зборнику или часопису. Кандидат Милош Перић има вишегодишње искуство на пословима систем администратора и пројектанта у Високој Техничкој школи у Нишу и фирми ДММ- инжењеринг, а стекао је и значајно педагошко искуство током рада на уско стручним предметима у области

телекомуникација у ЕТШ- Мија Станимировић у Нишу и као предавач у ИТ Центру у Ниш.

Објављени радови:

Списак резултата М10: /

Списак резултата М20:

1. **Perić Miloš**, Jaksic Branimir, Aleksic Danijela, Randjelovic Dragan, Stefanovic Mihajlo, Outage Probability of Macrodiversity Reception in the Presence of Fading and Weibull Co-Channel Interference, 2018, Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette, Vol. 25, No. 2, pp. 376-381. (M23)
2. **Perić Miloš**, Stefanović Dušan, Stefanović Časlav, Pavlović Dragana, Milić Dejan, Stefanović Mihajlo, Average fade duration of SIR based selection diversity over k - μ fading channel in the presence of cochannel interference, Technics Technologies Education Management/TTEM, 2013, Vol. 8, No. 3, pp. 1231-1236. (M23)
3. Jaksic Branimir, Stefanovic Hana, Milic Dejan N, Spalevic Ljubica, Trajcevski Zoran, **Perić Milos**, Relative measurement error analysis in the Weibull fading parameter estimation, Technics Technologies Education Management/TTEM, 2012, Vol. 7, No. 4, pp. 1462-1467. (M23)
4. Sekulovic Nikola, Stefanovic Mihajlo, Golubovic Aleksandra, Temelkovski Ilija, Trenkic Branimir, **Perić Milos**, Milosavljevic Srdjan, Performance analysis of triple-branch selection diversity based on desired signal algorithm over correlated Weibull fading channels, Technics Technologies Education Management/TTEM, 2012, Vol. 7, No. 3, pp. 1013-1019. (M23)
5. Matovic Marija, Panic Stefan, Popovic Zoran, Stefanovic Mihajlo, Zivanic Jeroslav, **Perić Milos**, Eta-Mu modeled multipath propagation of electromagnetic waves, Technics Technologies Education Management/TTEM, 2012, Vol. 7, No. 2, pp. 456-461 (M23)
6. Stefanovic Mihajlo, Minic Sinisa, Nikolic Sasa, Panic Stefan, **Perić Milos**, Radenkovic Dragan, Gligorijevic Milan, The CCI effect on system performance in Kappa-Mu fading channels, Technics Technologies Education Management/TTEM, 2012, Vol. 7, No. 1, pp. 88-92. (M23)

Списак резултата М50:

1. Krstić Dragana, Minić Siniša, Suljović Suad, **Perić Miloš**, Veličković Vladimir, Stefanović Mihajlo, Performance of macrodiversity system in the presence of Gamma long term fading and different short term fading, International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 2017, **Vol. 11**, pp. 16-25, <http://www.naun.org/main/NAUN/ijmmas/2017/a062001-aay.pdf> (M51)
2. Krstić Dragana, Stefanović Mihajlo, Minić Siniša, **Perić Miloš**, Analysis of Ratio of One and Product of Two Rayleigh Random Variables and its Application in Telecommunications, International Journal of Communications, 2018, Vol. 3, 32-38. (M51)

Списак резултата М30:

1. Stefanović Časlav, Đosić Danijel, Stefanović Dušan, **Perić Miloš**, Stefanović Mihajlo, Panić Stefan, The level crossing rate of the ratio of product of two k - μ random variables and k - μ random variable, XLVIII International Scientific Conference on Information Communication and Energy Systems and Technologies - ICEST 2013, Proceedings of papers, Ohrid, Macedonia, 26 - 29 June 2013, Vol. 1, pp. 79-82, ISBN: 978-9989-786-89-1. www.icestconf.org/wp-content/uploads/2016/proceedings/icest2013_01.pdf (M33)
2. Krstić Dragana, Glabowski Mariusz, Stefanović Mihajlo, **Perić Milos**, Level Crossing Rate of Ratio of Product of Two Rayleigh and One Nakagami-m Random Variable and of Ratio of Rayleigh and Product of Two Nakagami-m Random Variables, Proceedings of 11th International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing (CSNDSP), Vol. 11, pp. 1-6, doi: 10.1109/CSNDSP.2018.8471843. (M33)

Докторска дисертација кандидата Милоша Перића је урађена на укупно 160 страна. Списак литературе обухвата 146 референци које чине научни радови, књиге, зборници радова, законски прописи као и електронски извори. Уз основни текст дисертација садржи и 3 слика и 13 графикана.

Докторска дисертација кандидата Милоша Перића је била подвргнута провери софтвером за установљавање преклапања/плагијаризма (iThenticate Plagiarism Detection Software). *Укупан процентуални износ запажених преклапања износи 7 % дисертације.*

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања ове дисертације је анализа карактеристика бежичног преноса сигнала у α - k - μ - g и k - μ - g фединг окружењу са освртом на перформансе преноса, у циљу утврђивања оптималног сценарија преноса сигнала, као и одређивање оптималних вредности параметара таквог преноса. Изведени су изрази у затвореном облику за функције густине вероватноће расподеле и кумулативну функцију расподеле односа сигнал-шум (SNR) на пријему када се бежични пренос врши кроз канале са федингом. Анализиране су стандардне мере квалитета, односно перформансе примљеног сигнала, као што су вероватноћа отказа (OP- Outage probability) и средњи број осних пресека (LCR- Level Crossing Rate), које су добијене за случајеве преноса у функцији различитих вредности параметара система. Побољшање ових мера перформанси анализирано је за случај када су када су на пријемној страни коришћене просторне диверзити технике комбиновања.

У тези је разматрано неколико техника комбиновања сигнала на пријему. Коришћене су техника селективног комбиновања сигнала (SC-Selection Combining) и техника комбиновања сигнала са максималним односом (MRC-Maximal Ratio Combining), у циљу процене могућности слабљења утицаја фединга при преносу сигнала у каналу. Извршена је и анализа истовременог утицаја појављиве фединга и ефекта сенке при бежичном преносу сигнала, а разматране су могућности истовремене примене техника макро-диверзити

комбиновања горе наведених просторних диверзити техника, како би се смањили ови штетни ефекти утицаја сметњи и побољшао квалитет сигнала на пријемној страни.

Циљ истраживања је био показати да се применом приступа предложених у дисертацији може постићи смањење штетних ефеката α - k - μ - g и k - μ - g фединга у каналу при различитим сценаријима бежичног преноса, и одредити оптималне вредности параметара таквог сценарија преноса.

3. Хипотетички оквир истраживања

На основу циљева рада произилази следећи хипотетички оквир који се састоји од генералне хипотезе и посебних хипотеза.

Генерална хипотеза:

Анализом карактеристика бежичног преноса сигнала у α - k - μ - g и k - μ - g фединг окружењу, могуће је одредити оптималне параметре преноса.

Посебне хипотезе:

- На основу анализе стандардних мера перформанси бежичног преноса сигнала у α - k - μ - g и k - μ - g фединг окружењу, могуће је пројектовати линк за пренос сигнала са предефинисаним нивоом квалитета на пријему.
- Повећање ефикасности преноса и унапређење квалитета сигнала на пријему за посматране сценарије преноса у α - k - μ - g и k - μ - g фединг окружењу могуће је остварити избором одговарајућег модулационог формата.

4. Методологија истраживања

Приликом израде докторске дисертације, примењене су различите научне методе које омогућују валидно остварење научног и друштвеног циља истраживања.

Истраживање приказано у овој дисертацији изведено је на основу научних метода, које укључују историјске методе, метод анализе садржаја, аналитичке методе, методе моделовања и симулације, као и статистичке методе.

Применом историјског метода проучени су резултати истраживања других аутора који су користили следеће расподеле за опис варијација анвелопе сигнала у каналима са федингом као што су Рејлијева, Рајсова, Накагами- m , Вејбулова, α - μ , k - μ , η - μ , K и K_2 (генерализована- K) расподела.

Метода комплексног посматрања и анализа садржаја су примењене приликом обраде резултата преузетих из садржаја доступних докторских дисертација и радова публикованих у релевантним научним часописима. Ови резултати су употребљени у циљу дефинисања правца истраживања проблема примена диверзити технике за смањење утицаја α - k - μ - g и k - μ - g фединга на перформансе бежичног система.

Применом аналитичког метода, као и метода симулације утврђене су могућности примена диверзити технике за смањење утицаја α -к- μ - g и к- μ - g фединга на перформансе бежичног система.

Статистичке методе су биле примењиване приликом одређивања статистичких карактеристике првог и другог реда, а обе групе карактеристика су детаљно размотрене за различите услове простирања обрађене у овој докторској дисертацији

Након утврђивања могућности преноса у наведеним системима, разматрани су оптимални сценарији преноса, и одређене оптималне вредности параметара таквих сценарија преноса. На овај начин примењене је и метода анализе и синтезе.

5. Кратак приказ садржаја докторске дисертације

Рад се састоји из увода, шест поглавља, закључка и списка коришћене литературе.

У уводу је представљена карактеризација теме од које се кренуло у истраживање у дисертацији, и објашњени су циљ истраживања и примењене методе истраживања како би били задовољени основни методолошки захтеви – објективност, поузданост, општост и систематичност.

У првом поглављу разматран је фединг који се ствара због простирања сигнала по више путања. Због појаве сметњи услед преламања, одбијања, расипања и савијања електромагнетног таласа, анвелоба сигнала је случајне природе. У овом случају анвелоба сигнала се описује неком утврђеном расподелом.

У другом поглављу анвелоба сигнала описана је к- μ расподелом, уз помоћ које је анализиран средњи број осних пресека к- μ насумичног процеса. Средња вредност осних пресека к- μ насумичног процеса, је одређена као средња вредност првог извода по времену к- μ насумичног процеса. к- μ случајни процес је затим разматран у два тренутка времена а након тога је одређена и здружена густина вероватноће за три к- μ насумичне варијабле и као и први временски изводи за три к- μ случајне променљиве.

У трећем поглављу се разматра трансформација к- μ случајне променљиве. Формирана је варијабла која је добијена квадрирањем к- μ случајне променљиве, а затим, је одређена здружена густина вероватноће к- μ квадриране варијабле и њеног првог извода по времену. Коришћењем ове здружене густине вероватноће, одређује се средња вредност осних пресека квадриране к- μ варијабле. Трансформационом методом, одређена је се густина вероватноће степеноване к- μ варијабле на трећи степен. Одређени су моменти ове варијабле и здружена густина вероватноће степеноване варијабле и њеног првог временског извода. Разматране су и променљиве вредности параметара k и μ , када се њихова промена моделује Рејлијевим случајним процесом. За ове случајеве одређене су густине вероватноће случајних процеса као и вредности средњег броја осног пресека. На крају је разматрана и променљива вредност параметра Ω , а његова промена је моделована помоћу Рејлијевог, Гама, Рајсовог и Накагами-м случајног процеса и анализирана је средња

вредност осних пресека насумичног процеса (Ω). Представљени су модели α -к- μ -g и к- μ -g расподела и анализирани њихове стандардне мере перформанси.

У четвртој поглављу је разматрана примерна селективног комбинера са два улаза са аспекта унапређења перформанси пријема у α -к- μ -g и к- μ -g фединг окружењу. Анализиран је средњи број осних пресека сигнала на излазу из СЦ селективног комбинера са два и са три улаза.

У петом поглављу разматрана је примена макродиверзити системи, у циљу смањења негативни утицај брзог и спорог фејдинга на стандардне карактеристике система. Макродиверзити системи су моделовани да садрже два, три, четири или више макродиверзити пријемника и један макродиверзити пријемник. Следи израчунавање средње вредности осних пресека сигнала на излазу из макродиверзити система као и вероватноћа отказа система или перформансе система.

У шестом поглављу докторске дисертације наводе се битни закључци извршеног истраживања теоријске и практичне импликације израчунатих резултата. Дисертација се завршава наглашавањем битних ограничења спроведене анализе и препознавањем будућих праваца истраживања.

На крају је представљен закључак дисертације, који је добијен теоријском анализом и експерименталном нумеричком и графичком евалуацијом.

6. Постигнути резултати и научни допринос докторске дисертације

Сагледавањем перформанси бежичног преноса у α -к- μ -g и к- μ -g фединг окружењу одређене су оптималне вредности параметара линка за које се обезбеђује захтевани квалитет преноса и интеграција са сервисима 5G система.

Применом предложених сценарија преноса укључујући и избор одговарајућег модулативног формата, броја подносиоца и типа кодовања могу се остварити велике брзине преноса уз висок ниво квалитета примљеног сигнала. Тема докторске дисертације је актуелна, а допринос предложеног истраживања је у моделовању бежичног преноса у α -к- μ -g и к- μ -g окружењу у циљу остварења преноса података уз предефинисане критеријуме брзине, квалитета и ефикасности преноса. У складу са предметом и циљем, постављеним претпоставкама и методама истраживања, добијени резултати овог научно-истраживачког рада представљају значајан допринос напретку у овој области. Након спроведеног истраживања, добијени резултати који генеришу исходе бежичног преноса у α -к- μ -g и к- μ -g окружењу доказали су поствљене хипотезе.

7. Мишљење и предлог Комисије о докторској дисертацији

На основу свега изложеног Комисија је мишљења да докторска дисертација кандидата **Милоша Перића**, по својој теми, приступу, структури и садржају рада,

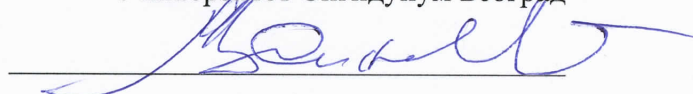
квалитету и начину излагања, методологији истраживања, начину коришћења литературе, релевантности и квалитету спроведеног истраживања и донетим закључцима задовољава критеријуме захтеване за докторску дисертацију, те се може прихватити као подобна за јавну одбрану.

Сагледавајући укупну оцену докторске дисертације кандидата **Милоша Перића** под називом: **Примена диверзити технике за смањење утицаја α - k - μ - g и k - μ - g фединга на перформансе бежичног система**, предлажемо Већу департмана за последипломске студије и Сенату Универзитета Сингидунум да прихвати напред наведену докторску дисертацију и одобри њену јавну одбрану.

Београд, 29.11.2021.

Чланови комисије:

проф. др Младен Веиновић, председник
Универзитет Сингидунум Београд



проф. др Стефан Панић, члан
Природно-математички факултет
Универзитета у Приштини са привременим
седиштем у Косовској Митровици



проф. др Петар Спалевић, ментор
Универзитет Сингидунум Београд

