

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ  
Бр. 25-290/2  
12 0 MAY 2025 год.  
ПРИШТИНА

| ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ<br>ФАКУЛТЕТ<br>ПРИШТИНА |      |        |          |
|----------------------------------------------|------|--------|----------|
| Прихваћено 20.05.2025.                       |      |        |          |
| Орг. јед.                                    | Број | Прилог | Вредност |
|                                              | 2541 |        |          |

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА  
УНИВЕРЗИТЕТА У ПРИШТИНИ СА ПРИВРЕМЕНИМ СЕДИШТЕМ У  
КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ**

Одлуком Наставно-научног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, од 29.04.2025. године (Одлука број 254) именована је комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом: „**Напредне методе моделовања случајних процеса уз подршку вештачких неуронских мрежа са применама у савременим бежичним комуникационим технологијама и анализи поузданости система**“, кандидата Милана Ј. Дејановића, мастер информатичара, у саставу:

1. проф. др Стефан Панић, редовни професор, Природно-математичког факултета, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, научна област: Рачунарске науке;
2. др Данијел Ђошић, ванредни професор, Природно-математичког факултета, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, научна област: Рачунарске науке;
3. проф. др Негован Стаменковић, редовни професор, Природно-математичког факултета, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, научна област: Рачунарске науке;
4. проф. др Дејан Милић, редовни професор, Електронског факултета, Универзитета у Нишу, научна област: Електротехничко и рачунарско инжењерство;
5. др Часлав Стефановић, ванредни професор, Природно-математичког факултета, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, научна област: Рачунарске науке.

На основу поднете документације и увида у досадашњи рад Милана Ј. Дејановића, мастер информатичара, Комисија подноси Наставно-научном већу Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици следећи:

**ИЗВЕШТАЈ**

**1. Основни подаци о кандидату и дисертацији**

Милан Ј. Дејановић рођен је 24.06.1995. године у Штрпцу, Република Србија. Основну школу завршио је у Јажинцу с одличним успехом. Средњу школу, гимназију природно-математички смер, завршио је у Штрпцу 2014. године, такође с одличним успехом. Након

завршетка средње школе уписује Основне академске студије, студијски програм Информатика, на Природно-математичком факултету Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици. Основне академске студије завршава 2018. године са просечном оценом 9.79. Исте године уписује Мастер академске студије информатике на Природно-математичком факултету Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, завршава их 2019. године са просечном оценом 10.00. Током основних и мастер академских студија два пута је награђен престижном Доситејевом стипендијом Фонда за младе таленте Републике Србије, као признање за изузетан академски успех и постигнућа.

Године 2019. заснива радни однос у звању сарадника у настави на Одсеку за информатику Природно-математичког факултета у Косовској Митровици. У звање асистента на истом факултету изабран је 2020. године, где и данас ради у настави и активно учествује у научно-истраживачком раду.

Од 2023. године учесник је интерног-јуниор пројекта ИЈ-0202 под насловом: „Оптимизација вештачких неуронских мрежа“, одобреног од стране Наставно-научног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, одлука број 394/2 од 21.06.2023. године.

Прву годину докторских академских студија уписује 2022. године, на студијском програму Информатика на Природно-математичком факултету Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици. На докторским академским студијама докторанд Милан Ј. Дејановић је положио шест испита предвиђених планом и програмом, одбранио два СИР-а, укупно стекавши 111 ЕСПБ до сада.

Кандидат Милан Ј. Дејановић објавио је следеће радове:

#### **Рад у међународном часопису – M23:**

1. Panić, S., **Dejanović, M.**, Milenković, V., Došić, D., & Gligoriјеvić, M. (2025). Application of neural networks in estimating second-order characteristics of  $\kappa$ - $\mu$  shadowed fading channels. *Telecommunication Systems*, 88(1), Article 27. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11235-025-01259-1>
2. **Dejanović, M.**, Dubljanin, M., Kontrec, N., Panić, S., Došić, D., & Stefanović, M. (2022). Outage statistics of double gamma–gamma random process and its application to cooperative optical wireless communication relay systems. *International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields*, 35(2), e2958. DOI: <https://doi.org/10.1002/jnm.2958>

#### **Саопштење са међународног скупа штампано у целини – M33:**

1. **Dejanović, M.**, Panić, S., Došić, D., & Milić, D. (2025). Computing descriptive statistics of Bluetooth signals using a neural network. In *Proceedings of the 24th International Symposium*

INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH) (pp. 1–5). East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina: IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/INFOTEH64129.2025.10959200>

2. Dubljanin, M., Savić, M., & **Dejanović, M.** (2025). Application of neural networks in half marathon and marathon. In *Antropološki i teoantropološki pogled na fizičke aktivnosti* (11, pp. 243–248). Kopaonik, Serbia. DOI: <https://doi.org/10.5937/ATAVPA25243D>

#### **Саопштење са међународног скупа штампано у изводу – M34:**

1. Panić, S., **Dejanović, M.**, & Đošić, D. (2024, December 26–27). Enhancing wireless channel predictions with AI: A novel  $\eta$ - $\mu$  shadowed model for estimating channel capacity and fading characteristics. In *Book of Abstracts of the Artificial Intelligence Conference*, Belgrade, Serbia.

#### **Рад у националном часопису – M53:**

1. Stamenković, N., & **Dejanović, M.** (2019). Transition between flat magnitude and flat group delay low pass recursive digital filters. *The University Thought – Publication in Natural Sciences*, 9(1), 62–66. DOI: <https://doi.org/10.5937/univtho9-20907>

Милан Ј. Дејановић је аутор 2 (два) научна рада објављених у часописима са SCI листе, у међународним часописима (M23), 2 саопштења са међународних скупова штампаних у целини (M33), 1 саопштења са међународног скупа штампаног у изводу (M34) као и 1 рада објављеног у националном часопису (M53).

У раду "*Application of neural networks in estimating second-order characteristics of  $\kappa$ - $\mu$  shadowed fading channels*", објављеном у часопису *Telecommunication Systems* (2025), аутори представљају свеобухватну и иновативну примену вештачких неуронских мрежа (ANN) у процени статистике другог реда сигнала који се простире у бежичном пропагационом окружењу моделованом осенчаном  $\kappa$ - $\mu$  расподелом. Овај рад представља значајни допринос истраживању, јер директно интегрише напредне методе моделовања случајних процеса са дубоким учењем, чиме се прелази граница традиционалних аналитичких и симулационих приступа. Аутори предлажу feed-forward архитектуру неуронске мреже са два скривена слоја и 256 неурона по слоју, при чему се користи RMSProp оптимизатор и бинарна крос-ентропија као функција губитка. Подаци генерисани према осенчаном  $\kappa$ - $\mu$  shadowed моделу су нормализовани и подељени на тренинг и валидациони скуп, а резултати показују изузетну способност модела да приближи LCR и AFD статистике са RMSE вредностима испод 0.01 у оптималним условима. Рад приказује детаљну анализу осетљивости на број неурона, стопу учења, врсту оптимизатора и регуларизационе технике (Dropout, BatchNorm, L2), што додатно појачава научну ригорозност приступа. Од посебне важности је то што овај приступ омогућава процену LCR и AFD у случајевима када не постоје затворене аналитичке форме, што представља чест случај код композитних модела бежичне пропагације. Модел се показује робусним што указује на способност ANN да генерализује и у присуству

екстремних услова преноса информација бежичним путем. Такође, анализира се утицај величине податка на прецизност, чиме се дају смернице за скалабилну примену у реалним системима, као што су мобилне мреже, V2X комуникације и интелигентне инфраструктуре. Научни и технолошки значај рада огледа се у томе што поставља основе за будуће системе самоконфигуришућих комуникационих мрежа, у којима би се статистике канала динамички предвиђале у реалном времену, што је у потпуности у складу са циљевима и темом докторске дисертације.

Рад "*Outage statistics of double gamma-gamma random process and its application to cooperative optical wireless communication relay systems*", се бави напредним моделовањем случајних процеса, што представља основу за каснију интеграцију са методама машинског учења. Допринос овог рада се огледа у развоју и анализа вишеструких статистичких параметара у кооперативним ОWC системима, што је у потпуности у складу са темом дисертације у домену анализе поузданости комуникационих система.

У раду категорије М33 "*Computing Descriptive Statistics of Bluetooth Signals Using a Neural Network*" кандидат истражује примену неуронских мрежа за екстракцију дескриптивних статистика из реалних Bluetooth сигнала. Рад потврђује применљивост неуронских мрежа за обраду података у бежичним мрежама блиског домета. Примењени модел представља практичну и експерименталну валидацију способности NN да замени традиционалне методе мерења, што је у складу са основном хипотезом дисертације.

Други рад категорије М33 бави се применом неуронских мрежа у анализи перформанси у спорту те доприноси општој експертизи кандидата у применама NN за анализу динамичких процеса, што је преносиво знање у оквиру дисертације (нпр. за процену MTTR у техничким системима).

Саопштење М34 представља извод из истраживања у оквиру дисертације и указује на развој новог модела заснованог на  $\eta$ - $\mu$  федингу, са акцентом на примену вештачке интелигенције у предвиђању капацитета канала. Иако је изведено само у форми апстракт, овај рад представља иницијални приказ нових доприноса у моделовању бежичних канала помоћу AI алата.

Публикација М53 показује стручност кандидата у пројектовању и анализи дигиталних филтара, што представља користан алат за претпроцесирање података у NN моделима примењеним у дигиталним системима преноса.

Научни радови кандидата Милана Ј. Дејановића показују доследан и свеобухватан развој теме докторске дисертације. Два рада у М23 категорији чине језгро доприноса, један путем директне примене неуронских мрежа на моделирање статистике фединга, а други путем напредног статистичког моделирања погодног за каснију NN интеграцију. Конференцијски радови у М33 и М34 категоријама додатно осветљавају практичну примену и интердисциплинарне аспекте, док М53 рад даје ширину у дигиталној обради

сигнала. Овај корпус радова потврђује научну релевантност, иновативност и применљивост предложене теме дисертације.

Кандидат Милан Ј. Дејановић је 23.04.2025. године, Природно-математичком факултету, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, поднео пријаву теме докторске дисертације под насловом: **„Напредне методе моделовања случајних процеса уз подршку вештачких неуронских мрежа са применама у савременим бежичним комуникационим технологијама и анализи поузданости система“**. Дана 29.04.2025. године кандидат је пред члановима Одсека за информатику успешно одбранио предложену тему.

На основу претходно изложеног, Комисија констатује да кандидат Милан Ј. Дејановић, мастер информатичар, испуњава све формалне услове и да је подобан да настави рад на предложеној теми.

## 2. Предмет и циљ дисертације

У последњој деценији, вештачке неуронске мреже су се наметнуле као један од најважнијих алата за анализу и предвиђање сложених процеса у областима анализе, обраде и преноса података у информационо-комуникационим системима нових генерација. Њихова способност да аутоматски уче нелинеарне односе између параметара, без потребе за експлицитним математичким моделовањем, чини их изузетно ефикасним у различитим областима, укључујући анализу сигнала, детекцију обрасца, класификацију и предвиђање динамичких процеса. У модерним савременим бежичним комуникацијама, примене вештачких неуронских мрежа су посебно значајне за адаптивно моделирање и предвиђање понашања канала преноса података, што доприноси бољем управљању ресурсима и побољшању квалитета услуга.

Вештачке неуронске мреже представљају моделе инспирисане биолошким неуронским системима, који се користе за обраду података и препознавање образаца. Оне се састоје од вештачких неурона, који су организовани у слојеве и повезани тежинама које се ажурирају током процеса учења. Основни принцип рада вештачких неуронских мрежа заснива се на процесу тренинга, где мрежа користи велике скупове података за прилагођавање тежина како би научила скривене односе између улазних и излазних вредности. Учење може бити надгледано (supervised learning), где се користе улазно-излазни парови за тренинг, ненадгледано (unsupervised learning), где мрежа сама тражи обрасце у подацима, или појачано учење (reinforcement learning), где агент учи кроз награде и казне. Постоји неколико основних типова вештачких неуронских мрежа, од којих су најзначајније:

- Перцептрони (Perceptrons) и вишеслојни перцептрони (MLP) – Ово су најједноставнији типови мрежа, састављени од улазног, једног или више скривених

и излазног слоја. Најчешће користе функције активирања као што су: sigmoid, ReLU или softmax.

- Конволуционе неуронске мреже (CNN) – Ове мреже су оптимизоване за обраду сликовних и просторних података, користећи конволуционе и pooling слојеве за екстракцију карактеристика.
- Рекурентне неуронске мреже (RNN) и Long Short-Term Memory (LSTM) мреже – Ове мреже су погодне за анализу временских серија и секвенцијалних података, јер могу „памтити” информације из претходних временских корака. LSTM је унапређена верзија RNN-а, која решава проблем краткорочног памћења.
- Генеративне мреже (GAN) – Оне се користе за генерисање нових података, имитирајући дистрибуцију постојећих података.
- Аутоенкодери (Autoencoders) – Ови модели се користе за компресију и реконструкцију података, као и за детекцију аномалија.

У контексту ове дисертације, вишеслојни перцептрони, рекурентне мреже и LSTM ће бити кључне методе за процену статистике комуникационих канала (LCR, AFD, капацитет канала), док ће комбинација стохастичких модела и вештачких неуронских мрежа бити коришћена за анализу поузданости система и предвиђање MTTR. Овај приступ омогућава флексибилније и тачније прогнозе у поређењу са класичним аналитичким методама, што представља значајан допринос у областима комуникација и предиктивног одржавања.

Савремени технолошки развој и еволуција комуникационих система довели су до све веће сложености модела за анализу и предвиђање перформанси у бежичним мрежама, посебно пратећи еволуцију развоја савремених комуникационих платформи. Ови системи су све више ослоњени на статистичке методе и машинско учење како би се унапредила процена и оптимизација параметара као што су средњи број осних пресека (LCR) и просечно трајање сметње (AFD). Ови параметри играју кључну улогу у карактеризацији квалитета сервиса у комуникационим каналима, јер одражавају динамику промене сигнала услед простирања по више различитих пропагационих путања. Прецизна процена параметара статистике другог реда је од критичног значаја за пројектовање робустних комуникационих система, при чему традиционални аналитички приступи често показују ограничења у сложеним условима простирања сигнала.

Истовремено, поузданост система и анализа отказа представљају значајну област истраживања у контексту предиктивног одржавања и оптимизације оперативних трошкова. У том смислу, процена средњег времена до поправке (MTTR) игра кључну улогу у предвиђању времена интервенција и одлукама о ресурсима у техничким и индустријским системима. Побољшањем метода за предвиђање MTTR могуће је значајно смањити трошкове одржавања, оптимизовати радни век система и побољшати њихову укупну поузданост. У том контексту, комбинација стохастичких модела и алгоритама

машинског учења представља напредан приступ у моделовању и оптимизацији одржавања сложених система.

Традиционални приступи који се ослањају на аналитичке моделе често показују ограничену флексибилност у комплексним сценаријима обраде података, нарочито када се јављају нестандартне промене у структури података, варијације у преносу сигнала или повећана хетерогеност информационих токова. У том контексту, интеграција вештачких неуронских мрежа са аналитичким и стохастичким методама може омогућити знатно прецизније процене статистичких карактеристика података, чиме се унапређује пројектовање и рад информационо-комуникационих система. На сличан начин, примена дубоког учења у анализи поузданости система и предикцији MTTR отвара нове могућности за интелигентно управљање одржавањем и ресурсима у техничким системима.

Истраживање које се спроводи у оквиру ове дисертације има за циљ развој напредних метода за процену статистичких карактеристика преноса података у модерним комуникационим системима, као и примену вештачких неуронских мрежа за предвиђање и оптимизацију параметара поузданости система. Овај приступ пружа вишеструке предности, укључујући побољшану тачност у односу на класичне стохастичке методе, адаптацију на променљиве услове рада и могућност проширења на различите примене. Очекује се да ће предложене методе значајно допринети унапређењу поузданости и ефикасности како бежичних комуникација, тако и система за одржавање и управљање ресурсима у сложеним техничким инфраструктурама.

Актуелност истраживања произилази из све већег ослањања на вештачку интелигенцију и машинско учење у области обраде података и интелигентних система, као и из потребе за унапређењем метода прогнозирања и оптимизације у динамичким и сложеним информационим окружењима. Са очекиваним развојем 6G мрежа и све већом аутономизацијом техничких система, интеграција неуронских мрежа у анализу LCR, AFD, капацитета канала и MTTR постаје кључни аспект за будуће технологије. Ова дисертација ће, кроз свој свеобухватни приступ, допринети даљем развоју ове области и пружити методолошке смернице за примену вештачких неуронских мрежа у анализи случајних процеса.

**Предмет истраживања** у оквиру ове докторске дисертације је развој и примена напредних метода за моделовање и анализу случајних процеса у доменима комуникација нових генерација и анализе поузданости система. Фокус је на употреби вештачких неуронских мрежа за процену и предвиђање статистичких параметара као што су капацитет канала, средњи број осних пресека (LCR), просечно трајање сметње (AFD) у бежичним каналима, као и на интеграцији стохастичких модела у процени поузданости система. Ова истраживања ће комбиновати аналитичке методе, стохастичке моделе и приступе засноване на дубоком учењу како би се побољшала тачност и ефикасност

предвиђања параметара критичних за пренос података у модерним комуникационим системима и оптимизацију стратегија одржавања у комплексним системима.

#### **Циљеви ове докторске дисертације су:**

- Развој напредних метода за процену статистичких параметара преноса података у бежичним комуникационим каналима, коришћењем вештачких неуронских мрежа.
- Упоредивање традиционалних аналитичких метода и модела машинског учења у процени статистике другог реда у системима за обраду и пренос података.
- Моделовање и оптимизација стратегија макро-диверзитетног комбинивања сигнала уз подршку вештачких неуронских мрежа у напредним системима за обраду и дистрибуцију података.
- Развој и тестирање стохастичких модела и вештачких неуронских мрежа за процену стопе поправки и поузданости техничких система, у контексту “renewal theory” и предиктивног одржавања.
- Валидација предложених модела на реалним подацима добијеним из модерних комуникационих система и информационих система за процену поузданости.
- Истраживање осетљивости и робусности предложених модела у различитим сценаријима и условима рада.

### **3. Основне хипотезе докторске дисертације**

Основна хипотеза истраживања гласи:

*„Вештачке неуронске мреже могу се успешно интегрисати са стохастичким методама за моделовање и процену динамике случајних процеса, што омогућава прецизније предвиђање параметара модерних комуникационих система за пренос и обраду података, као што су капацитет канала, LCR, AFD, као и параметара као што је MTTR унутар сложених информационих система, стварајући основу за побољшање њихове поузданости и ефикасности.“*

Додатне хипотезе укључују:

- Примена вештачких неуронских мрежа може значајно побољшати прецизност процене капацитета канала, LCR и AFD у различитим условима преноса података, у поређењу са традиционалним методама.
- Комбиновање стохастичких модела и машинског учења доприноси побољшаној анализи и оптимизацији одржавања система, посебно у оквиру предиктивног одржавања.
- Интеграција вештачких неуронских мрежа у макро-диверзитетним стратегијама пријема података побољшава ефикасност бежичних комуникационих система у оквиру 6G технологија.

#### 4. Методе које ће се примењивати током истраживања

Методологија ће укључити комбинацију аналитичких, симулационих и експерименталних техника, уз примену:

- Стохастичких метода за анализу и моделирање параметара статистике преноса сигнала: капацитета канала, LCR и AFD у савременим бежичним комуникационим системима.
- Метода дубоког учења (Feedforward, CNN, LSTM) за предвиђање критичних параметара у комуникационим и динамичким системима.
- Комбинације аналитичких и стохастичких модела са вештачким неуронским мрежама ради побољшања прецизности предвиђања.
- Мерења и симулација комуникационих канала у различитим условима пропагације и комбиновања сигнала на пријему у програмском пакету MATLAB и програмском језику Python.
- Статистичке анализе и упоређивање резултата добијених аналитичким, стохастичким методама и методама машинског учења.
- Оцена поузданости система коришћењем “renewal theory” модела и њихова интеграција са предиктивним моделима вештачких неуронских мрежа.

#### 5. Очекивани резултати и допринос

- Развој нових метода заснованих на вештачким неуронским мрежама за процену капацитета канала, LCR и AFD, који могу надмашити традиционалне приступе у сложеним комуникационим окружењима.
- Унапређење метода макро-диверзити комбинивања применом алгоритама дубоког учења, у циљу побољшања робусности бежичних мрежа за пренос података.
- Интеграција стохастичких модела и машинског учења за процену поузданости система, у циљу унапређења процеса одржавања и смањење оперативних трошкова.
- Практичне импликације у савременим информационо-комуникационим системима, где ће предложени модели побољшати прогнозу отказа и оптимизацију процеса одржавања.
- Валидација предложених метода кроз симулације и експерименте, чиме се осигурава њихова применљивост у реалним сценаријима.

#### 6. Начна област којој припада предложена тема

Предложена тема под насловом: „Напредне методе моделовања случајних процеса уз подршку вештачких неуронских мрежа са применама у савременим бежичним

комуникационим технологијама и анализи поузданости система“, припада научној области Рачунарских наука.

## 7. Оквирни списак литературе

1. Panić, S., Dejanovic, M., Djosic, D., Milenkovic, V., & Gligorijevic, M. (2025). Application of neural networks in estimating second-order characteristics of  $\kappa$ - $\mu$  shadowed fading channels. *Telecommunication Systems*, 88(1), Article 27. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11235-025-01259-1>
2. Dejanović, M., Panić, S., Došić, D., & Milić, D. (2025). Computing descriptive statistics of Bluetooth signals using a neural network. In *24th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)* (pp. 1–5). East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. <https://doi.org/10.1109/INFOTEH64129.2025.10959200>
3. Hammad, M. M. (2024). *Artificial Neural Network and Deep Learning: Fundamentals and Theory*.
4. Stevens, E., Antiga, L., & Viehmann, T. (2023). *Deep Learning with PyTorch*. Manning Publications.
5. Matin, M. A. (2023). *A Glimpse Beyond 5G in Wireless Networks*. Springer.
6. Dejanovic, M., Dubljanin, M., Kontrec, N., Panic, S., Djosic, D., & Stefanovic, M. (2022). Outage statistics of double gamma–gamma random process and its application to cooperative optical wireless communication relay systems. *International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields*, 35(2), e2958. <https://doi.org/10.1002/jnm.2958>
7. Yoo, S. K., Cotton, S. L., Sofotasios, P. C., Muhaidat, S., & Karagiannidis, G. K. (2019). Level crossing rate and average fade duration in F composite fading channels. *IEEE Wireless Communications Letters*, 9(3), 281–284. DOI: <https://doi.org/10.1109/LWC.2019.2952343>
8. Stefanovic, D., Stefanovic, C., Djosic, D., Milic, D., Rancic, D., & Stefanovic, M. (2019). LCR of the ratio of the product of two squared Nakagami-m random processes and its application to wireless communication systems. In *2019 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)* (pp. 1–4). IEEE. DOI: <http://doi.org/10.1109/INFOTEH.2019.8717765>
9. Dahlman, E., Parkvall, S., & Sköld, J. (2020). *5G NR: The next generation wireless access technology*. Academic Press/Elsevier.
10. Panic, S., Stefanovic, M., Anastasov, J., & Spalevic, P. (2013). *Fading and interference mitigation in wireless communications*. CRC Press.

11. Long Luo, F., & Zhang, C. J. (2019). *Signal processing for 5G: Algorithms and implementations*. IEEE.
12. Ghosh, B., Chandra, A., & Mal, A. K. (2022). Fuzzy logic-based energy-optimal collinear DF relay placement in two-hop  $\eta$ - $\mu$  fading channel. *International Journal of Wireless Information Networks*, 29(2), 167–179. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10776-022-00551-0>
13. Panic, S., Arsic, N., Smilic, M., Popovic, M., Stefanovic, C., & Milosevic, H. (2023). Novel  $\kappa$ - $\mu$  based model for land mobile satellite channels. In *Proceedings of the 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)* (pp. 5–8).
14. Banchs, A., Gutierrez-Estevez, D. M., Fuentes, M., Boldi, M., & Provvedi, S. (2019). A 5G mobile network architecture to support vertical industries. *IEEE Communications Magazine*, 57(12), 38–44. DOI: <https://doi.org/10.1109/MCOM.001.1900258>
15. Papoulis, A., & Pillai, S. U. (2002). *Probability, random variables, and stochastic processes*. Tata McGraw-Hill Education.
16. Zheng, Y., Zhao, S., Liu, Y., & Ding, X. (2016). Outage performance analysis of all-optical amplify-and-forward relaying over dual-hop optical intersatellite link. In *Proceedings of the 2016 15th International Conference on Optical Communications and Networks (ICOON)* (pp. 1–3). IEEE.
17. Djošić, D., Stefanović, Č., Milić, D., & Stefanović, M. (2019). System performances of SC reception in asymmetric multipath fading environments. *University Thought: Natural Sciences*, 9(2), 56–62. DOI: <https://doi.org/10.5937/univtho9-21769>
18. Milic, D., Djosic, D., Stefanovic, C., Panic, S., & Stefanovic, M. (2016). Second order statistics of the SC receiver over Rician fading channels in the presence of multiple Nakagami-m interferers. *International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields*, 29(2), 222–229. DOI: <https://doi.org/10.2298/SJEE140303028B>
19. Kong, L., Kaddoum, G., & Da Costa, D. B. (2018). Cascaded alpha- $\mu$  fading channels: Reliability and security analysis. *IEEE Access*, 6, 41978–41992. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2833423>
20. Stefanovic, C. M. (2017). LCR of amplify and forward wireless relay systems in general alpha- $\mu$  fading environment. Paper presented at the *2017 25th Telecommunication Forum (TELFOR)* (pp. 1–6). IEEE.
21. Hadzi-Velkov, Z., Zlatanov, N., & Karagiannidis, G. K. (2009). On the second order statistics of the multihop Rayleigh fading channel. *IEEE Transactions on Communications*, 57(6), 1815–1823. DOI: <http://doi.org/10.1109/TCOMM.2009.06.070460>

22. Al-Ahmadi, S. (2014). The gamma-gamma signal fading model: A survey [Wireless Corner]. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 56(5), 245–260. DOI: <https://doi.org/10.1109/MAP.2014.6971962>
23. Dong, X., & Beaulieu, N. C. (2001). Average level crossing rate and average fade duration of selection diversity. *IEEE Communications Letters*, 5(10), 396–398. [http://doi.org/10.1007/978-1-4757-3789-9\\_11](http://doi.org/10.1007/978-1-4757-3789-9_11)
24. Gradshteyn, I. S., & Ryzhik, I. M. (2007). *Table of integrals, series, and products (7th ed.)*. Academic Press.
25. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
26. Rappaport, T. S. (2001). *Wireless communication: Principles and practice (2nd ed.)*. Prentice Hall.
27. Bishop, C. M. (2016). *Pattern recognition and machine learning*. Springer.
28. Zhang, J., & Zhang, K. (2019). Machine learning and deep learning algorithms for wireless communication: A review. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 21(2), 1249–1273.
29. Devillers, B. A., & Molisch, A. F. (2020). AI for 5G and beyond: State-of-the-art, challenges, and future research directions. *IEEE Wireless Communications*, 27(5), 128–135.
30. O'Shea, T., & Hoydis, J. (2017). An introduction to deep learning for the physical layer. *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, 3(4), 563–575. DOI: <http://doi.org/10.1109/TCCN.2017.2758370>
31. Simeone, O. (2018). A very brief introduction to machine learning with applications to communication systems. *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, 4(4), 648–664. DOI: <http://doi.org/10.1109/TCCN.2018.2881442>
32. Ding, T., & Hirose, A. (2014). Fading channel prediction based on self-optimizing neural networks. *Neural Information Processing (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 8834, pp. 175–182)*. Springer.
33. Jiang, W., & Schotten, H. D. (2019). Neural network-based fading channel prediction: A comprehensive overview. *IEEE Access*, 7, 118112–118124. DOI: <http://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2937588>
34. Jiang, W., & Schotten, H. D. (2020). Deep learning for fading channel prediction. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 1, 320–332. DOI: <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2020.2982513>
35. Huang, H., et al. (2018). Deep learning for super-resolution channel estimation and DOA estimation based massive MIMO system. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 67(9), 8549–8560. DOI: <http://doi.org/10.1109/TVT.2018.2851783>

36. Jiang, W., Strufe, M., & Schotten, H. D. (2017). Experimental results for artificial intelligence-based self-organized 5G networks. In *2017 IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC)* (pp. 1–6). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/PIMRC.2017.8292532>
37. Jiang, W., & Schotten, H. D. (2019). Recurrent neural network-based frequency-domain channel prediction for wideband communications. In *2019 IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2019-Spring)* (pp. 1–6). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/VTCSpring.2019.8746352>
38. Alexandropoulos, G., & Peppas, K. (2017). Secrecy outage analysis over correlated composite Nakagami-m/Gamma fading channels. *IEEE Communications Letters*, 22(1), 77–80. DOI: <https://doi.org/10.1109/LCOMM.2017.2760255>
39. Badarneh, O. S., Almeahmadi, F. S., & Aldalgamouni, T. (2019). On the performance analysis of wireless communication systems over  $\alpha$ - $\mu$ / $\alpha$ - $\mu$  composite fading channels. *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, 30(3), 137–149. <https://doi.org/10.1504/IJAHUC.2019.098471>
40. Djosic, D. B., Stefanovic, D. M., & Stefanovic, C. M. (2015). Level crossing rate of macro-diversity system with two micro-diversity SC receivers over correlated gamma shadowed  $\alpha$ - $\mu$  multipath fading channels. *IETE Journal of Research*, 62(2), 140–145. DOI: <https://doi.org/10.1080/03772063.2015.1075913>
41. Goldsmith, A. (2005). *Wireless Communications*. Cambridge University Press.
42. Proakis, J. G., and Salehi, M. (2008). *Digital Communications*. McGraw-Hill Education.
43. Shi, Y., Lian, L., Shi, Y., Wang, Z., Zhou, Y., Fu, L., Bai, L., Zhang, J., & Zhang, W. (2023). Machine learning for large-scale optimization in 6G wireless networks. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 25(4), 2088–2132. DOI: <https://doi.org/10.1109/COMST.2023.3300664>
44. Yang, Y., Gao, F., Ma, X., & Zhang, S. (2019). Deep learning-based channel estimation for doubly selective fading channels. *IEEE Access*, 7, 36579–36589. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2901066>
45. Kontrec, N., Panic, S., Petrovic, M., Milosevic, H. (2018). A stochastic model for estimation of repair rate for system operating under performance-based logis-tics. *Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability*, 20(1), 68–72. DOI: <https://doi.org/10.17531/ein.2018.1.9>
46. Bouabaz, M., Hamami, M. (2008). A neural network model for repair cost estimation. *International Journal of Civil Engineering*, 6(2), 89–96. DOI: <https://doi.org/10.3844/ajassp.2008.334.339>

## 7. Имена и референце предложених ментора

Одлуком Наставно-научног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, од 29.04.2025. године (Одлука број 254), за менторе докторске дисертације под називом: „**Напредне методе моделовања случајних процеса уз подршку вештачких неуронских мрежа са применама у савременим бежичним комуникационим технологијама и анализи поузданости система**“, кандидата Милана Ј. Дејановића, предложени су:

1. проф. др Стефан Панић, редовни професор, Природно-математичког факултета, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, научна област: Рачунарске науке;
2. др Данијел Ђошић, ванредни професор, Природно-математичког факултета, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, научна област: Рачунарске науке.

За менторе је дато само по 5 репрезентативних публикација, које су из тематике докторске дисертације, у претеклих 10 година, као доказ да је испуњен Стандард 9. Оба ментора имају далеко више од прописаног минимума што се може видети на њиховим профилима: Стефан Панић (<https://orcid.org/0000-0002-5868-1764>) – ORCID и Данијел Ђошић (<https://orcid.org/0000-0002-0144-5795>) – ORCID.

Комисија констатује да предложени ментори испуњавају законске норме прописане одговарајућим Правилницима и Статутом Факултета, односно Универзитета (Стандард 9. за акредитацију доктоских академских студија).

Списак референци др Стефан Панић:

1. **Panić, S.**, Dejanović, M., Milenković, V., Đošiћ, D., & Gligorijević, M. (2025). Application of neural networks in estimating second-order characteristics of  $\kappa$ - $\mu$  shadowed fading channels. *Telecommunication Systems*, 88(1), Article 27. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11235-025-01259-1>
2. Stefanović, D., **Panić, S.**, & Spalević, P. (2011). Second-order statistics of SC macrodiversity system operating over Gamma shadowed Nakagami-m fading channels. *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, 65(5), 413–418. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aeue.2010.05.001>
3. Dejanović, M., Dubljanin, M., Kontrec, N., **Panić, S.**, Đošiћ, D., & Stefanović, M. (2022). Outage statistics of double gamma–gamma random process and its application to cooperative optical wireless communication relay systems. *International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields*, 35(2), e2958. DOI: <https://doi.org/10.1002/jnm.2958>

4. **Panić, S.**, Stefanović, M., Anastasov, J., & Spalević, P. (2013). *Fading and interference mitigation in wireless communications*. CRC Press.
5. Kontrec, N. Z., Milovanović, G. V., **Panić, S. R.**, & Milošević, H. (2015). A reliability-based approach to nonrepairable spare part forecasting in aircraft maintenance system. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015, Article ID 731437. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/731437>

Списак референци др Данијел Ђошић:

1. Panić, S., Dejanović, M., Milenković, V., **Đošiћ, D.**, & Gligorijević, M. (2025). Application of neural networks in estimating second-order characteristics of  $\kappa$ - $\mu$  shadowed fading channels. *Telecommunication Systems*, 88(1), Article 27. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11235-025-01259-1>
2. **Đošiћ, D.**, Milić, D., Kontrec, N., Stefanović, Č., Milosavljević, S., & Stefanović, D. M. (2022). Analytical performance analysis of the M2M wireless link with an antenna selection system over interference limited dissimilar composite fading environments. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 32(4), 569–582. DOI: <https://doi.org/10.34768/amcs-2022-0040>
3. Dejanović, M., Dubljanin, M., Kontrec, N., Panić, S., **Đošiћ, D.**, & Stefanović, M. (2022). Outage statistics of double gamma–gamma random process and its application to cooperative optical wireless communication relay systems. *International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields*, 35(2), e2958. DOI: <https://doi.org/10.1002/jnm.2958>
4. Stefanović, Č., Panić, S., **Đošiћ, D.**, Milić, D., & Stefanović, M. (2021). On the second order statistics of N-hop FSO communications over N-gamma-gamma turbulence induced fading channels. *Physical Communication*, 45, 101289. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phycom.2021.101289>
5. Milić, D., **Đošiћ, D.**, Stefanović, Č., Panić, S., & Stefanović, M. (2016). Second order statistics of the SC receiver over Rician fading channels in the presence of multiple Nakagami-m interferers. *International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields*, 29(2), 222–229. DOI: <https://doi.org/10.1002/jnm.2065>

На основу датих референци може се закључити да ментори имају дугогодишњу међусобну сарадњу, као и сарадњу са кандидатом Миланом Ј. Дејановићем. Поред тога, кандидат је током досадашњег научно-истраживачког рада сарађивао и са осталим члановима Комисије, што представља чврст основ за његов даљи успешан рад на докторској дисертацији.

## 8. Закључак

Након увида у приложену документацију и предложену тему докторске дисертације под називом: **"Напредне методе моделовања случајних процеса уз подршку вештачких неуронских мрежа са применама у савременим бежичним комуникационим технологијама и анализи поузданости система"**, као и анализе достављеног образложења, научне релевантности, као и компетентности кандидата Милана Ј. Дејановића, мастер информатичара, Комисија сматра да тема представља научно утемељен, актуелан и оригиналан истраживачки подухват од јасног значаја за развој науке у научној области рачунарских наука.

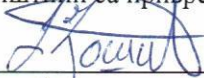
Са становишта научне заснованости, јасно дефинисаног предмета и циља истраживања, основних хипотеза, представљених метода и релевантне литературе, затим публикованих резултата садржински повезаних са темом докторске дисертације, предложена тема у потпуности задовољава критеријуме прописане Правилником о докторским академским студијама. У складу с тим, Комисија предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, да прихвати предложену тему, потврди подобност кандидата и предложених ментора, и одобри кандидату Милану Ј. Дејановићу израду докторске дисертације са предложеном темом.

У Косовској Митровици, 20.05.2025. год.

КОМИСИЈА:



проф. др Стефан Панић, редовни професор ПМФ-а, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, члан



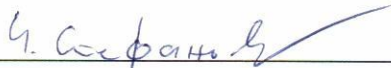
др Данијел Ђошић, ванредни професор ПМФ-а, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, члан



проф. др Негован Стаменковић, редовни професор ПМФ-а, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, председник Комисије



проф. др Дејан Милић, редовни професор Електронског факултета, Универзитета у Нишу, члан



др Часлав Стефановић, ванредни професор ПМФ-а, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, члан