

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Александра Стојковића

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду бр. 777/26 од 21.4.2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Александра Стојковића под насловом

Предвиђање индустријске производње применом модела машинског учења оптимизованих метахеуристичкама

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

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Александар Стојковић уписао је докторске академске студије на модулу Рачунарска техника и информатика на Електротехничком факултету Универзитета у Београду школске 2023/2024. године.

Кандидат је пријавио тему за израду докторске дисертације 27.3.2025. Комисија за студије трећег степена размотрила је предлог теме за израду докторске дисертације 1.4.2025. и упутила предлог Комисије о научној заснованости теме на усвајање Наставно-научном већу Електротехничког факултета. Наставно-научно веће именовало је 8.4.2025. Комисију о научној заснованости теме докторске дисертације. Кандидат је 15.4.2025. на Електротехничком факултету Универзитета у Београду усмено бранио предложену тему докторске дисертације пред Комисијом у саставу:

- др Милош Цветановић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Зоран Шеварац, редовни професор, Универзитет у Београду – Факултет организационих наука
- др Горан Квашчев, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

На јавној усменој одбрани предложене теме, Комисија је кандидата оценила оценом *задовољно*. Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије о научној заснованости теме докторске дисертације 13.5.2025. За ментора је именован др Бошко Николић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет. Веће научних области

техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације 4.7.2025. (бр. одлуке 61206/2-25).

Кандидат је 30.3.2026. предао урађену докторску дисертацију на оцену. Комисија за студије трећег степена потврдила је 7.4.2026. испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за оцену докторске дисертације. Наставно-научно веће именовало је 21.4.2026. (бр. одлуке 777/26) Комисију за оцену докторске дисертације у саставу:

- др Милош Цветановић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Зоран Шеварац, редовни професор, Универзитет у Београду – Факултет организационих наука
- др Горан Квашчев, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Милета Жарковић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Владимир Јоцовић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области техничке науке – електротехника и рачунарство, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду. У ужем смислу, дисертација припада научној области рачунарска техника и информатика и подобласти вештачка интелигенција.

Ментор докторске дисертације је др Бошко Николић, редовни професор на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Ментор има вишегодишње истраживачко и наставно искуство у научној области којој припада дисертација.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Александар Стојковић рођен је 14.6.1970. у Београду од оца Слободана и мајке Зорке. Основну школу „Никола Тесла” у Раковици и XIII београдску гимназију завршио је као носилац Вукове дипломе. Током основне и средње школе освојио је неколико признања на такмичењима из математике на градском и републичком нивоу.

Основне студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписао је 1989. на смеру Рачунарска техника и информатика, а завршио 1994. године са просечном оценом 8,93. Дипломирао је 13.12.1994. код ментора проф. др Јована Ђорђевића са оценом 10 и стекао звање дипломираног инжењера електротехнике.

Постдипломске студије на ЕТФ уписао је 1995. на смеру Архитектура и организација рачунарских система и мрежа. Положио је све испите предвиђене програмом постдипломских студија са просечном оценом 9,83. Магистарску тезу под називом „Мрежно доступан систем за учење архитектуре и организације процесора са преклопљеним извршавањем инструкција” реализовао је код ментора проф. др Јована Ђорђевића и одбранио 28.6.2005. пред комисијом у саставу проф. др Јован Ђорђевић, проф. др Боровој Лазичић и проф. др Мило Томашевић. Током израде магистарског рада детаљно је дефинисана архитектура и организација едукативног pipeline процесора и направљен симулатор истог који је затим коришћен у настави на ЕТФ.

Докторске академске студије на ЕТФ уписао је 2023. године на модулу Рачунарска техника и информатика. Области истраживачког рада којим се бави су вештачка интелигенција и машинско учење.

Од 1995. године запослен је у Институту „Михајло Пупин” у Београду, где се бави рачунарским LAN, WAN и VPN мрежама, IP телефонским системима и сл. Носилац је више индустријских сертификата реномираних светских компанија. Учествовао је у већем броју успешно реализованих пројеката за разне кориснике.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација написана је на 173 стране (184 са прилозима), ћиричним писмом. Главни део дисертације обухвата шест поглавља која садрже 121 слику и 100 табела, као и списак коришћене литературе са 237 референци. Наслови поглавља су: 1. Увод, 2. Теоријске основе, 3. Преглед стања у области, 4. Предложено решење, 5. Резултати симулација, 6. Закључак.

На почетку дисертације су насловне стране на српском и енглеском језику, а затим следе подаци о ментору и члановима комисије, захвалница, сажети са кључним речима и подацима о научној области на српском и енглеском језику, садржај, списак слика, списак табела, наведених шест поглавља, списак литературе, прилози, биографија аутора, изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије, као и изјава о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Уводно поглавље описује предмет, циљеве, значај и очекиване научне доприносе истраживања током израде докторске дисертације. Као пример индустријске производње у предметном истраживању користи се производња електричне енергије у фотонапонским електранама, те се стога у уводном поглављу износи и значај и историјски развој те производне гране. Такође се описује важност и потенцијалне примене прецизног прогнозирања фотонапонске производње, као и чиниоци који отежавају то прогнозирање.

У другом поглављу сабране су теоријске основе за разне области релевантне за предметно истраживање: фотонапонску технологију, метрике за оцењивање модела, регресионе моделе, машинско учење, неуронске мреже, метахеуристичку оптимизацију, као и истраживачку анализу података.

Треће поглавље даје преглед актуелног стања у прогнозирању фотонапонске производње и представља чак 50 најбољих радова из доступне литературе који задовољавају постављене критеријуме: актуелност, репрезентативност и доступност. Прегледани радови анализирани су, описани и/или класификовани с обзиром на 19 изабраних чинилаца који могу утицати на квалитет прогнозе. Неки од посматраних чинилаца су методе прогнозирања, обухвати прогноза, временске резолуције, хоризонти прогноза, методе за предобраду података, методе за избор улазних обележја, методе за оптимизацију хиперпараметара, метрике, величине неуронских мрежа, функције активације, функције губитка, оптимизатори, програмски језици итд. У анализи су нарочито наглашене теме које нису довољно обухваћене у прегледаним радовима, и показано је да главна тема предметног истраживања, метахеуристичка оптимизација хиперпараметара, такође није довољно обухваћена.

Четврто поглавље износи предложено решење за унапређење прецизности прогнозирања фотонапонске производње побољшањем метахеуристичке оптимизације хиперпараметара.

Најпре је описан познати метахеуристички алгоритам оптимизације роја честица (енгл. Particle Swarm Optimization – PSO), који је искоришћен као основа за добијање унапређеног алгоритма. Наведени су документовани недостаци методе PSO и детаљно објашњена модификована имплементација те методе која решава те недостатке. Затим су описани скупови података на основу којих је верификован квалитет предложеног решења. Детаљно су приказани кораци и резултати истраживачке анализе података и наведене методе коришћене за предобраду података. На крају тог поглавља дате су поставке симулација помоћу којих је предложени алгоритам тестиран: изабрана улазна обележја, хоризонти прогноза (тј. број корака унапред за које се дају прогнозе), хиперпараметри који се оптимизују (укључујући њихове просторе претраживања), коришћене метрике и функције, итд. Предложени алгоритам упоређен је са седам савремених метода оптимизације. Сваки од тих алгоритама имплементиран је независно и употребљен да оптимизује изабране хиперпараметре за методе LSTM и LSTM са пажњом (LSTM-ATT), за сваки од коришћених скупова података, уз исти број итерација и покретања, као и исту величину популације.

У петом поглављу детаљно су изнети резултати спроведених симулација. Укупно је извршено шест експеримената: за сваку од три електране у коришћеним скуповима података извршена је оптимизација за методе LSTM и LSTM са пажњом. У сваком од експеримената, хиперпараметри модела оптимизовани су помоћу свих осам посматраних метахеуристика, тј. предложеног унапређеног алгоритма и седам алгоритама са којим се предложени алгоритам упоређује. За свих осам алгоритама, за коришћену функцију циља (средњу квадратну грешку – MSE) дате су детаљне статистике као просеци при предвиђањима за 1, 2 и 3 корака унапред, а за остале коришћене метрике просеци резултата најбољих модела. За све метрике дати су најбољи резултати засебно за 1, 2 и 3 корака унапред. Метрике су нормализоване да би се могле упоређивати за различите електране. За сваку од метахеуристика такође су наведене вредности хиперпараметара које су произвеле најбоље резултате, и дати дијаграми расподеле, дијаграми разноликости роја и дијаграми конвергенције за функцију циља и индикаторску функцију (кофицијент детерминације – R^2). Само за предложени алгоритам, дата је визуелизација најбољих предвиђања за 1, 2 и 3 корака унапред. На крају тог поглавља описани су експерименти са моделима мале тежине који су компајлирани као TinyML апликације за ESP32 платформу, уз коришћење дела скупа података за тестирање, при чему су добијени идентични резултати као у претходним експериментима.

Шесто поглавље представља закључак спроведеног истраживања. У свих шест описаних експеримената, модели оптимизовани предложеним алгоритмом остварили су најбоље вредности функције циља и индикаторске функције за најбоља извршења. Добијене вредности метрика указују на значајну применљивост предложеног приступа у стварном свету. Нови алгоритам такође је демонстрирао одличну конвергенцију. Међутим, уочена је потреба да се побољша стабилност резултата тог алгоритма. На крају је приказано испуњење циљева постављених у уводу и очекиваних научних доприноса.

У прилозима су дати листинзи за коришћене имплементације LSTM и LSTM-ATT мрежа у програмском језику Python.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Општа тежња за очувањем животне средине, као и природна неодрживост фосилних горива, довели су до све већег преласка на обновљиве изворе енергије. Процењује се да би до 2050. године 86% глобалне електричне енергије могло бити из обновљивих извора. Од свих обновљивих извора енергије, фотонапонске електране имају убедљиво највећи пораст употребе. Укупан капацитет фотонапонских електрана у свету отприлике се утростручио од

краја 2022. до краја 2025. и наставља да расте. Међутим, пораст удела фотонапонских електрана као улаза у електродистрибутивне мреже поставља озбиљне изазове пред оператере тих мрежа због природне променљивости количине генерисане енергије.

Производња фотонапонске енергије у великој мери зависи од сунчевог зрачења, али и други временски фактори попут температуре ваздуха имају одређени утицај. Сунчево зрачење зависи пре свега од атмосферских услова и облачности. Природна променљивост расположиве сунчеве светлости и других временских параметара током дана и године доводи до променљивости генерисане фотонапонске енергије. Количина генерисане енергије зависи и од других фактора, попут оперативног стања инвертора и модула. Запрљаност, дефекти, неправилан угао модула и сл. могу драстично умањити жељени излаз. Бројни фактори утичу на производњу фотонапонске енергије и стога компликују њено прогнозирање.

Нестабилност количине генерисане фотонапонске енергије представља значајан изазов за стабилност и поузданост електродистрибутивне мреже. Способност прецизног и благовременог предвиђања производње фотонапонске енергије постала је кључна за функционисање електроенергетске мреже у многим земљама, зато што омогућава системима паметних мрежа и оператерима да проактивно контролишу инхерентну променљивост соларне енергије тако да ефикасно уравнотеже производњу и потрошњу и тиме одрже стабилност мреже. Такође је битна за планирање капацитета и одржавања. Квалитет прогноза производње фотонапонске енергије веома је битан и за власнике фотонапонских електрана, зато што им омогућава да буду конкурентнији на тржишту енергије.

На основу наведеног, може се закључити да се истраживање представљено у докторској дисертацији бави актуелном и важном темом. Оригиналност рада огледа се у следећем:

- Развијен је унапређени метахеуристички алгоритам и искоришћен за оптимизацију хиперпараметара модела машинског учења. Опсежна анализа доступне литературе показала је да метахеуристичка оптимизација хиперпараметара није довољно истражена у области прогнозирања фотонапонске производње. Детаљним експериментима, током којих је упоређен са седам других савремених метахеуристика, потврђен је квалитет предложеног алгоритма. Предложени алгоритам може се користити и у другим областима.
- Најбољи модели компајлирани су и примењени као апликације за минијатурно машинско учење (TinyML). Анализа доступне литературе показала је да LSTM модели мале тежине нису довољно истражени у посматраној области. Експеримент је показао потенцијал за употребу уграђених уређаја за индустријско прогнозирање.
- Произведен је нови скуп података о фотонапонској производњи, добијен из сирових података. Нови скуп података може бити коришћен и у другим истраживањима где су такви подаци потребни.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература која обухвата савремене научне радове релевантне за посматрану проблематику, као и неке од књига и радова референтних у посматраној области. Захваљујући томе што дисертација садржи опсежну анализу актуелне литературе у вези са посматраном облашћу, као и теоријске основе из неколико области повезаних са спроведеним истраживањем, списак литературе садржи чак 237 референци, међу којим је и рад који је кандидат публиковао као аутор на основу истраживања описаног у дисертацији. На основу библиографских референци може се закључити да је кандидат темељно истражио научну област којој дисертација припада.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија спроведеног истраживања обухвата следеће научне методе и кораке:

- Аналитичко–синтетичком методом анализирано је постојеће стање у области предвиђања индустријске производње, са посебним освртом на производњу електричне енергије у фотонапонским електранама, и нагласком на чиниоце од којих зависи количина произведене електричне енергије. Актуелни радови из дате области обрађени су аналитичком методом да би се утврдиле релевантне чињенице и поступци у вези са посматраним проблемом. Затим су прикупљени подаци синтетичком методом обједињени у групе. Такође је извршена детаљна квантитативна анализа прикупљених података. На основу извршеног груписања и квантитативне анализе изведени су закључци у вези са тренутним стањем у области предвиђања фотонапонске производње, уз препознавање области које нису довољно обрађене у актуелној литератури.
- Анализирани су неки од постојећих метахеуристичких алгоритама који се користе за оптимизацију хиперпараметара модела машинског учења, са циљем да се препознају могућности за унапређења тих алгоритама. На основу анализе доступне литературе, експериментална мањег обима праћених квантитативном анализом, као и емпиријске методе, изабрана је постојећа метахеуристика погодна за унапређење. Осим тога, уочени су недостаци те метахеуристике који се могу унапредити.
- Затим је помоћу индуктивног и емпиријског приступа предложена нова, модификована верзија изабраног метахеуристичког алгоритама којом се решавају уочени недостаци.
- На основу анализе неколико јавно доступних скупова података изабран је скуп погодан за експерименталну верификацију резултата истраживања.
- Креиран је нови скуп података на основу сирових података из индустријске производње.
- Спроведена је детаљна истраживачка анализа података над изабраним јавно доступним скупом података, као и над новокреираним скупом података. Статистичка анализа веома је важна приликом припреме података и представља један од предуслова за квалитетну обуку модела за машинско учење. Примењене статистичке методе и технике обухватају издвајање релевантних променљивих и препознавање међузависности између њих (корелација и мултиколинearности), обраду вредности које недостају или у великој мери одступају од просека, проверу нормалности расподеле података, итд.
- Имплементирана су два алгоритама машинског учења тако да се оптимизација његових хиперпараметара врши помоћу неколико постојећих метахеуристика, као и помоћу нове, унапређене метахеуристике.
- Извршени су експерименти са свим доступним комбинацијама алгоритама машинског учења, метахеуристика и скупова података.
- Помоћу квантитативне анализе извршена је процена добијених резултата. Резултати експериментална, тј. подаци добијени приликом извршавања алгоритама, евалуирани су израчунавањем неколико репрезентативних метрика. Израчунавање метрика уједно је омогућило компаративну анализу, тј. поређење и рангирање коришћених метахеуристика. На тај начин констатовано је да предложено решење доводи до побољшања у односу на постојећа у смислу прецизности прогнозе и брзине конвергенције.

3.4. Применљивост остварених резултата

Спроведено истраживање има не само теоријски значај већ и практичну примену, зато што предложена унапређена метахеуристика може омогућити прецизније управљање електродистрибутивном мрежом и олакшати жељену интеграцију обновљивих извора енергије. Такође може бити од користи произвођачима фотонапонске енергије у тржишним условима зато што, по доступној литератури, чак и мали напредак у прецизности прогнозе доноси економску корист кроз избегавање пенала и могућност постизања боље цене на

основу поузданости и кредибилитета. Осим тога, нова метахеуристика може се користити и у другим областима у којим се користе метахеуристике. Треба нагласити да је предложено решење успешно тестирано на подацима из стварног света. Нови скуп података креиран током израде докторске дисертације може се користити и у другим сличним истраживањима.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У оквиру рада на докторској дисертацији, кандидат је спровео опсежну анализу релевантне и актуелне литературе из области прогнозирања фотонапонске производње и на основу резултата те анализе направио преглед актуелног стања у области, при чему је препознао неколико тема које нису довољно обрађене у актуелној литератури. Такође је на основу анализе постојећих метахеуристичких алгоритама за оптимизацију изабран алгоритам погодан за унапређења и предложена побољшана верзија која исправља недостатке тог алгоритма описане у доступној литератури. Осим тога, кандидат је креирао нови скуп података из сирових података, изабрао погодан јавно доступан скуп података и извршио детаљну истраживачку анализу оба скупа. Затим су спроведени детаљни експерименти и анализирани њихови резултати. Научна вредност остварених резултата потврђена је њиховим објављивањем у истакнутом међународном научном часопису. На основу наведеног, може се закључити да је кандидат достигао адекватан степен способности за самосталан научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Спроведеним истраживањем остварени су следећи научни доприноси:

- Извршен је детаљан преглед и анализа актуелне литературе у вези са прогнозирањем производње електричне енергије у фотонапонским електранама.
- Прегледано је неколико јавно доступних скупова података у вези са посматраном темом и изабран скуп података погодан за експерименте.
- Креиран је нови скуп података на основу сирових података из индустријске производње.
- На основу анализе недостатака основног PSO алгоритма креиран је нови, модификовани метахеуристички алгоритам за оптимизацију хиперпараметара модела машинског учења.
- Перформансе новог алгоритма упоређене су са седам познатих метахеуристика кроз шест експеримената оптимизације хиперпараметара.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је извршио веома обимну анализу актуелне литературе у вези са посматраном облашћу, током ког су постојећи модели машинског учења и друге технике размотрени у односу на већи број релевантних чинилаца. При томе су препознате главне методе које се користе и теме које је потребно додатно истражити, чиме су дате смернице за даљи истраживачки рад.

Нови скуп података који је кандидат креирао у оквиру спроведеног истраживања коришћен је у извршеним експериментима упоредо са јавно доступним скупом података. Остварене вредности метрика показују да је нови скуп података довео до веома квалитетних прогноза. Осим тога, може бити коришћен и у другим сличним истраживањима.

Познати PSO алгоритам изабран је за унапређење на основу широке примене, обећавајућих резултата у експериментима мањег обима, као и увида у доступну литературу. Нови, унапређени метахеуристички алгоритам креиран је на основу анализе недостатака основног

алгоритма. Нови алгоритам није ограничен на посматрани проблем већ може бити коришћен и у другим областима у којим се користе метахеуристике.

Компаративна анализа резултата опсежних извршених експеримената показала је да нови алгоритам производи најбоље вредности метрика за најбоља извршења, као и да снажно конвергира. Тиме је потврђено да је новим алгоритмом унапређено решавање посматраног проблема помоћу модела машинског учења, тј. експериментално је показано да је могуће направити метахеуристички алгоритам за оптимизацију хиперпараметара модела машинског учења за прогнозу фотонапонске производње који би унапредио прецизност постојећих метода. На тај начин испуњен је главни циљ постављен на почетку спроведеног истраживања и дат потврдан одговор на главно питање којим се истраживање бавило.

4.3. Верификација научних доприноса

На основу истраживања спроведеног током израде докторске дисертације, кандидат је објавио рад у истакнутом међународном часопису.

Категорија M22:

1. **A. Stojkovic**, B. Nikolic, N. Bacanin, M. Zivkovic, "Photovoltaic Farm Production Forecasting: Modified Metaheuristic Optimized Long Short-Term Memory Based Networks Approach", *IEEE Access*, vol. 13, pp. 25198-25222, 2025, DOI 10.1109/ACCESS.2025.3537407 (IF=3.4) (ISSN 2169-3536)

Осим тога, у припреми је и прегледни рад у ком су изнети резултати опсежне анализе релеватне литературе спроведене током рада на докторској дисертацији.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Комисија сматра да прегледана докторска дисертација испуњава све суштинске и формалне услове који су предвиђени Законом о високом образовању и релевантним прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Тема докторске дисертације је оптимизација модела машинског учења који се користе за предвиђање индустријске производње помоћу метахеуристика. Као пример индустријске производње посматра се фотонапонска производња електричне енергије. Кандидат је образложио мотивацију за унапређење прецизности прогнозирања у посматраној области, као и чиниоце који отежавају такво прогнозирање. Затим је навео теоријске основе у вези са неколико области које су релевантне за спроведено истраживање. Детаљно је анализирао актуелну литературу у вези са посматраном облашћу и указао на теме које у анализираној литератури нису адекватно обрађене. Изабрао је јавно доступан скуп података погодан за експерименте, и такође креирао нови скуп из сирових података. На оба скупа спровео је детаљну истраживачку анализу података.

На основу документованих недостатака познатог алгоритма PSO предложен је нови, унапређени метахеуристички алгоритам са циљем да се ти недостаци отклоне. Одличне перформансе новог алгоритма потврђене су детаљним експериментима током којих је упоређен са седам познатих метахеуристика. У сваком од извршених експеримената, нови алгоритам дао је најбоље резултате за најбоља извршења, чиме је потврђено да предложено решење побољшава прецизност постојећих метода.

Предложени унапређени метахеуристички алгоритам може имати практичну примену кроз прецизније управљање електродистрибутивном мрежом, а могу га користити и произвођачи фотонапонске енергије у тржишним условима како би избегли пенале и побољшали

поузданост, а тиме и кредибилитет. Нови алгоритам може се користити у свакој области где се могу применити метахеуристике, и успешно је тестиран на подацима из стварног света. Осим тога, креирани нови скуп података може се користити и у другим сличним истраживањима.

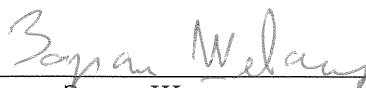
Кандидат је током израде докторске дисертације показао адекватну способност за самосталан научни рад. С обзиром на све наведено, Комисија предлаже Наставно-научном већу да се докторска дисертација под називом „Предвиђање индустријске производње применом модела машинског учења оптимизованих метахеуристикама” кандидата Александра Стојковића прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 21.05.2026 године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Милош Цветановић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



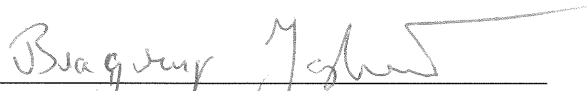
др Зоран Шеварац, редовни професор
Универзитет у Београду – Факултет организационих наука



др Горан Квашчев, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Милета Жарковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Владимир Јоцић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет