

Република Србија
КРИМИНАЛИСТИЧКО-ПОЛИЦИЈСКИ
УНИВЕРЗИТЕТ

Број: 43/4-4
Датум: 29. 9. 2026. г.

ВЕЋУ ДЕПАРТМАНА ФОРЕНЗИЧКОГ ИНЖЕЊЕРСТВА
КРИМИНАЛИСТИЧКО-ПОЛИЦИЈСКОГ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Николе Б. Митровића

Поштовани чланови Већа Департмана форензичког инжењерства,

Одлуком Већа научних области природно-математичких и техничко-технолошких студија Криминалистичко-полицијског универзитета 16 бр. 85/3-2-2026 од 18. 09. 2026. именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације докторанда **Николе Б. Митровића, мастер инжењера машинства**, под насловом

„Примена метода машинског учења у форензичкој анализи узрока пожара и побољшање ватроотпорности материјала”

Након прегледа достављене докторске дисертације, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Никола Б. Митровић је 2022. године уписао докторске академске студије Форензичко инжењерство на Департману форензичког инжењерства Криминалистичко-полицијског универзитета у Београду. Након што је положио све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 10,00, поднео је пријаву за одобравање теме докторске дисертације бр. 43/28 од 03. 10. 2025. под називом *„Примена метода машинског учења у форензичкој анализи узрока пожара и побољшање ватроотпорности материјала”*, у научном пољу *Техничко-технолошке науке*, у научној области *Технолошко инжењерство*, и ужој научној области *Форензичко инжењерство*.

Веће научних области природно-математичких и техничко-технолошких студија Криминалистичко-полицијског универзитета прихватило је предложену тему докторске дисертације и кандидату именовало менторе проф. др Владицу Стојановића и доц. др Стевана Ступара, Одлуком 16 број 85/1-5-2026 од 22. 01. 2026. године.

У складу са чланом 26 Правилника о докторским студијама Криминалистичког-полицијског универзитета (22 бр. 79/10-4-2022 од 19. 9. 2022.), кандидат Никола Митровић је завршену докторску дисертацију поднео за оцену, уз прилагање потребних доказа број 43/4-1 од 28. 08. 2026.

Сходно члану 26 став 2 Правилника о докторским студијама, ментори су доставили писану сагласност број 43/4 28. 08. 2026. којом су констатовали да је докторска дисертација кандидата Николе Митровића подобна за оцену и да кандидат има објављен најмање један рад који је повезан са садржајем докторске дисертације у коме је он први аутор и који је објављен у часопису са импакт фактором са СЦИ листе, односно СЦИе листе.

На основу члана 28 став 1 Правилника о докторским студијама, извршена је провера оригиналности достављене докторске дисертације. У наредној фази, а у складу са чланом 28 став 2 Правилника о докторским студијама, ментори су 01. 09. 2026. доставили позитивно писано мишљење о процени оригиналности докторске дисертације, којом су констатовали да је докторска дисертација оригиналан резултат научног истраживања које је спровео докторанд и да је цитирање и навођење извора у дисертацији у потпуности урађено у складу са академским правилима и нормама.

У складу са чланом 29 став 1 Правилника о докторским студијама, а након већинског позитивног мишљења чланова Катедре форензике, усвојен је предлог о образовању Комисије за оцену докторске дисертације, у саставу

- др Милан Ђатовић, председник, редовни професор, Департман информатике и рачунарства, Криминалистичко-полицијски универзитет у Београду;
- др Драган Мађан, члан, редовни професор, Департман криминалистике, Криминалистичко-полицијски универзитет у Београду;
- др Србислав Генић, члан, редовни професор, Катедра за процесну технику и заштиту животне средине, Машински факултет, Универзитет у Београду;
- др Немања Вучковић, члан, доцент, Департман форензичког инжењерства, Криминалистичко-полицијски универзитет у Београду;
- др Ненад Селаковић, члан, научни сарадник, Институт за физику у Београду.

У складу са чланом 29 став 2 Правилника о докторским студијама, Веће научних области природно-математичких и техничко-технолошких студија Криминалистичко-полицијског универзитета је одлуком 16 бр. 85/3-2-2026 од 18. 09. 2026. образовало Комисију за оцену докторске дисертације кандидата Николе Б. Митровића у горе наведеном саставу.

1.2. Научна област дисертације

Докторске академске студије Форензичко инжењерство на Криминалистичко-полицијском универзитету акредитоване су у оквиру образовно-научног поља *Техничко-технолошке науке*, научне области *Технолошко инжењерство*, у складу с чим Комисија констатује да је предметна докторска дисертација пријављена у научној области за коју је Криминалистичко-полицијски универзитет матичан.

Ментор др Владица Стојановић је редовни професор на Департману информатике и рачунарства Криминалистичко-полицијског универзитета, изабран у ужој научној

области Примењена математика. Задовољава све услове за ментора и налази се на Листи ментора Департмана форензичког инжењерства Криминалистичко-полицијског универзитета. Коаутор је на 49 радова објављених у часописима са импакт фактором на СЦИ/СЦИе листама. Увидом у базу *Web of Science (WOS)* утврђено је 128 хетероцитата и остварени *h*-индекс 9.

Ментор др Стеван Ступар је доцент на Департману форензичког инжењерства Криминалистичко-полицијског универзитета, изабран у ужој научној области Машински системи и процеси. Задовољава све услове за ментора и налази се на Листи ментора Департмана форензичког инжењерства Криминалистичко-полицијског универзитета. Поред наставног звања, поседује и звање вишег научног сарадника у области Техничко-технолошке науке – Инжењерство материјала, а до сада је коаутор на 18 радова објављених у часописима са импакт фактором на СЦИ/СЦИе листама. Увидом у базу *WOS* утврђено је 142 хетероцитата и остварени *h*-индекс 7.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Никола Б. Митровић рођен је 1995. године у Ваљеву. Основне академске студије на студијском програму Машинско инжењерство на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2014/2015. године, а завршио 2018. године са просечном оценом 8,19. Исте године уписао је мастер академске студије на истом факултету, на студијском програму Машинско инжењерство, које је завршио у септембру 2022. године са просечном оценом 8,34. Године 2022. је уписао докторске академске студије на студијском програму „Форензичко инжењерство“ на Криминалистичко-полицијском универзитету, где је положио све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10,00.

Тренутно ради као асистент на Департману криминалистике, Криминалистичко-полицијског универзитета.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је написана на српском језику и има следећу структуру:

1. Увод
2. Теоријски део
3. Методологија истраживања
4. Резултати и дискусија
- Закључак
- Попис литературе
- Прилози

Дисертација је изложена на 203 стране (од којих: 201 страна формата А4 и 2 стране формата А3). Садржи 50 слика, 40 табела и 189 литературних навода. После насловне стране на српском језику стоје превод насловне стране на енглески језик, захвалница, сажетак на српском и енглеском језику, а потом следе садржај, списак коришћених скраћеница, списак слика, списак табела, горенаведена поглавља, списак референци,

прилози, биографија кандидата, изјава о ауторству, изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторске дисертације и изјава о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Наслов докторске дисертације јасно је формулисан и одражава мултидисциплинарни садржај спроведеног истраживања. Дисертација обухвата три међусобно повезана истраживачка сегмента: (i) анализу пожарних догађаја и њихових последица по људску безбедност, применом изабраних математичко-статистичких и стохастичких метода, метода машинског учења и просторне анализе; (ii) форензичку идентификацију трагова цигарете као могућег узрочника пожара, применом инструменталних метода; и (iii) развој и испитивање модификованих текстилних материјала с побољшаним ватроотпорним својствима.

У првом поглављу образложен је значај безбедности од пожара. Указано је на значај људског фактора, а посебно на значај цигарете као једног од узрочника пожара, те су дефинисани предмет и циљ истраживања, као и три хипотезе:

- Применом савремених метода анализе података могуће је идентификовати обрасце и кључне факторе ризика повезане са настанком пожара.
- Применом савремених инструменталних метода могуће је поуздано идентификовати и доказати присуство трагова цигарете као узрочника пожара на различитим материјалима.
- Могуће је развити материјал с побољшаним ватроотпорним својствима који успорава ширење пламена, уз задржавање употребних физичко-механичких својстава.

У другом поглављу дат је приказ релевантних истраживања и представљени су теоријски увиди и методолошки приступи релевантни за контекст ове дисертације: појам и класификација пожара, организациони и системски фактори безбедности од пожара, изабрани приступи стохастичком моделовању и технике машинског учења, просторна анализа применом географских информационих система, специфичности пожара изазваних цигаретама, форензичко утврђивање узрока пожара, структура и својства текстилних материјала, и инструменталне методе карактеризације честица.

У трећем поглављу представљена су три истраживачка сегмента. У првом сегменту, прво су описани подаци о пожарним догађајима из службене евиденције Министарства унутрашњих послова Републике Србије, у периоду 2009–2023., поступак припреме података и груписања променљивих. Потом су представљени математичко-статистички и аналитички поступци. Посебна пажња посвећена је стохастичком моделовању динамике и структуре последица пожарних догађаја по људску безбедност. У том оквиру примењена је инфлаторна (0–1) Пуасонова расподела за моделовање броја повређених и смртно страдалих лица у пожарима, модели MIN-SB, за описивање временске динамике ових исхода, и GAMLSS, за анализу демографске структуре страдалих лица и избор одговарајућих расподела. На резултате стохастичког моделовања примењене су технике машинског учења (укључујући кластерску анализу и алгоритме CHAID и Apriori) за идентификовање карактеристичних образаца и најзначајнијих фактора ризика, и откривања веза између карактеристика пожарних догађаја и њихових последица.

Просторна анализа је додатно примењена за идентификовање подручја са повећаним ризиком од пожара.

У другом истраживачком сегменту описани су експериментални поступци FT-IR и EI-MS анализе трагова цигарете на изабраним материјалима: памучна тканина (100%), полиестарска тканина (100%), тканина памук/полиестар (80/20), тканина памук/полиестар (20/80) и сунђер. У трећем истраживачком сегменту спроведена је механохемијска синтеза и карактеризација нанокомпозитних честица $\text{Al}(\text{OH})_3 / \text{Al}_2\text{O}_3$, с циљем њихове примене у ватроотпорним премазима за побољшање отпорности материјала на дејство пламена и топлоте. Испитиване су три формулације нанокомпозита, са следећим масеним односима $\text{Al}(\text{OH})_3 / \text{Al}_2\text{O}_3$ – 25:75, 50:50 и 75:25. Нанокомпозитне честице су дисперговане у водоразредивој премазној матрици, након чега су премази наношени на текстилне материјале, папир и дрво. Карактеризација честица извршена је применом метода XPS, XRD и SEM, док је функционалност модификованих материјала оцењена кроз испитивање запаљивости, физичко-механичких својстава текстилних материјала, термовизијску анализу и FT-IR анализу површине модификованих тканина. На овај начин испитан је утицај различитих формулација нанокомпозитног премаза на ватроотпорност, термичко понашање и очување употребних својстава модификованих материјала.

У четвртм поглављу приказани су и интерпретирани резултати добијени у сва три сегмента истраживања (в. секцију 4.1).

Пето поглавље закључује дисертацију, уз кратки осврт на доприносе дисертације.

Литература садржи 189 прегледно систематизованих библиографских навода.

Прилози садрже геопросторне карте, стабла одлучивања и термовизијске снимке интеракције жара цигарете и испитиваних материјала.

3. ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Пожари представљају безбедносни, материјални и еколошки ризик, а питања поузданог утврђивања њиховог узрока, процене ризика по безбедност људи и развоја ватроотпорних материјала још увек представљају изазове у форензичкој и инжењерској пракси. За превазилажење ових изазова, од посебног су значаја развој мултидисциплинарних и интегрисаних приступа описивању пожарних догађаја, испитању њихове динамике, структуре и просторне расподеле, међузависности релевантних фактора пожара, и повезивање добијених резултата с форензичким и инжењерским поступцима.

Досадашњи приступи анализи пожарних догађаја у Републици Србији у значајној мери су се ослањали на дескриптивну статистику, која не пружа адекватан увид у сложене међузависности између карактеристика пожарних догађаја и њихових исхода. У дисертацији је овај проблем разматран применом интегрисаног математичко-статистичког приступа, чиме је омогућено да се пожарни догађаји не посматрају само кроз њихове просечне или учестале карактеристике, већ и кроз њихову стохастичку динамику и варијабилност.

Додатни ниво анализе остварен је применом метода машинског учења и рударења података. Посебно је значајно што су технике машинског учења примењене на резултате добијене претходно спроведеним статистичким и стохастичким моделовањем, чиме је омогућено повезивање формалног моделовања са статистички заснованим откривањем сложених образаца у подацима.

У другом сегменту истраживања, савременост приступа се заснива на примени инструменталних метода FT-IR и EI-MS за идентификовање трагова цигарете на текстилним материјалима, укључујући анализу трагова након термичке деградације материјала. На тај начин испитана је могућност добијања поузданих аналитичких показатеља који могу допринети форензичком утврђивању узрока пожара. У трећем сегменту истраживања, адекватност приступа се огледа у механохемијској синтези, карактеризацији и примени нанокмпозитних честица у модификацији различитих материјала.

3.2. Осврт на коришћену литературу

Списак литературе садржи 189 прегледно систематизованих библиографских навода, међу којима су референце релевантне за увођење и разматрање теоријских појмова из области стохастичког моделовања, машинског учења, просторне анализе, форензике, спектроскопије и науке о материјалима, као и референце које садрже резултате актуелних истраживања. Литература је адекватно одабрана и одговара тематици ове дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У истраживању су примењене следеће научне методе: метод анализе садржаја и компаративне анализе релевантне литературе; статистичко-стохастички методи (инфлаторна Пуасонова расподела, MIN-SB, GAMLSS); методе машинског учења и рударења података (кластерска анализа, алгоритми CHAID и Apriori); метод просторне анализе применом географских информационих система (QGIS и GeoDa); експериментални метод (FT-IR спектроскопија, EI-MS, XPS, XRD, SEM, термовизијска анализа и испитивање физичко-механичких својстава текстила). Све методе су адекватно примењене.

3.4. Применљивост остварених резултата

У дисертацији су приказане потенцијалне примене предложеног приступа за унапређење безбедности од пожара, укључујући:

- препознавање образаца и међузависности између анализираних фактора пожара, и утврђивање подручја повећаног пожарног ризика,
- утврђивање узрока пожара насталих услед непажљивог руковања цигаретом,
- повећање отпорности испитиваних материјала на дејство пламена.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је спровео истраживање литературе из предметне области, извршио анализу постојећег стања истраживања и предложио мултидисциплинарни приступ унапређењу безбедности од пожара, заснован на стохастичком моделовању, машинском учењу,

форензичкој анализи, спектроскопији и науци о материјалима. Тиме је демонстрирао самосталност у истраживачком раду и способност критичког размишљања. Објављивањем резултата у научним часописима са импакт-фактором на СЦИ/СЦИе листи, кандидат је демонстрирао способност за представљање научних доприноса. Комисија је мишљења да је кандидат показао адекватан степен способности за самосталан научноистраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси ове докторске дисертације јесу следећи:

- Развијен је и примењен интегрисани математичко-статистички и аналитички оквир за анализу пожарних догађаја и њихових последица по људску безбедност, који обједињује стохастичко моделовање, технике машинског учења и просторну анализу.
- Успостављена је методолошка веза између стохастичког моделовања и метода машинског учења, којом је омогућено да се, поред статистичког описивања расподеле и динамике последица пожарних догађаја, идентификују карактеристични обрасци, значајни фактори ризика и асоцијативне везе између посматраних променљивих.
- Идентификовани су карактеристични обрасци и најзначајнији фактори ризика повезани са повређивањем и смртним исходима у пожарима, укључујући демографску структуру страдалих лица и просторну расподелу подручја повећаног ризика.
- Утврђени су карактеристични FT-IR спектрални маркери (на таласним бројевима 1420, 1041, 1034, 871, 774 и 621 cm^{-1}) и EI-MS маркери ($m/z = 84, 92/93, 60$ и 44) који могу допринети поузданијој форензичкој идентификацији трагова цигарете на различитим текстилним материјалима, при чему су природна влакна, посебно памук, показала највишу спектралну подударност.
- Синтетисане су и окарактерисане нанокомпозитне честице $\text{Al}(\text{OH})_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ различитих масених односа, а показано је да премаз са односом 75:25 успорава почетак термичке деградације и одлаже термичко оштећење испитиваних материјала, уз очување задовољавајућих механичких својстава.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је у дисертацији јасно идентификовао ограничења постојећих приступа за анализу пожарних догађаја у Републици Србији, који се у значајној мери ослањају на дескриптивну статистику, као и ограничења појединих метода форензичке идентификације узрока пожара, те предложио интегрисани приступ заснован на стохастичком моделовању, машинском учењу, просторним и инструменталним методама. Резултати статистичко-просторног дела истраживања показују да комбиновање различитих метода анализе података омогућава свеобухватније сагледавање фактора ризика него примена појединачних метода. Посебна вредност овог дела истраживања огледа се у комплементарности примењених метода. Стохастички модели омогућили су формално моделовање посматраних исхода пожара, као и њихове

временске и демографске структуре, док су методе машинског учења омогућиле додатно откривање образаца и међузависности које није могуће у потпуности сагледати применом дескриптивних и појединачних статистичких метода. Просторна анализа је резултате ових поступака допунила географском димензијом, што је омогућило њихово тумачење и са аспекта просторне концентрације ризика. На основу добијених резултата, потврђена је прва хипотеза, којом је претпостављено да се применом савремених метода анализе података могу идентификовати скривени обрасци и кључни фактори ризика повезани с настанком пожара.

Резултати FT-IR и EI-MS анализе указују на то да поузданост форензичке идентификације трагова цигарете зависи од врсте материјала, при чему синтетичка влакна склона топљењу могу маскирати карактеристичне маркере, што представља ограничење предложеног приступа и истовремено указује на правац за даља истраживања. На основу добијених резултата, друга хипотеза, која се односи на поуздано утврђивање присуства трагова цигарете као узрочника пожара на различитим материјалима, може се сматрати потврђеном, при чему поузданост идентификације зависи од врсте материјала и опада код синтетичких влакана склоних топљењу.

Резултати испитивања ватроотпорних премаза са различитим масеним односима компонената нанокомпозита $\text{Al}(\text{OH})_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ показују зависност постигнутог ефекта од масеног односа компонената нанокомпозита. На основу добијених резултата, трећа хипотеза, која се односи на развој материјала са побољшаним ватроотпорним својствима, потврђена је применом премаза са нанокомпозитним честицама $\text{Al}(\text{OH})_3/\text{Al}_2\text{O}_3$, при чему је најповољније понашање показала формулација са масеним односом 75:25, у датим експерименталним условима.

Комисија сматра да су резултати истраживања релевантни, методолошки утемељени и адекватно протумачени, те да изведени закључци проистичу из спроведених анализа и експерименталних испитивања и потврђују научни допринос дисертације.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Никола Митровић је први аутор на два рада објављена у истакнутом међународном часопису (M21) и други аутор на једном раду објављеном у истакнутом међународном часопису (M21):

1. **Nikola Mitrović**, Vladica Stojanović, Mihajlo Jovanović, Dragan Mladjan, “*Forensic and Cause-and-Effect Analysis of Fire Safety in the Republic of Serbia: An Approach Based on Data Mining*”. *Fire*, **2025**, 8(8), 302. <https://doi.org/10.3390/fire8080302>
2. **Nikola Mitrović**, Vladica Stojanović, Mihajlo Jovanović, Željko Grujčić, Dragan Mladjan, “*Patterns of Human Injuries and Fatalities in Fire Incidents in Serbia: A Comprehensive Statistical and Data Mining Analysis*”. *Fire*, **2026**, 9(4), 146. <https://doi.org/10.3390/fire9040146>
3. Vladica Stojanović, **Nikola Mitrović**, Kristina Tomović, Hassan Bakouch, Shuhrah Alghamdi, “*Minification Integer-Valued Split-BREAK Process with Power Series Innovations and Application in Fire Safety Dynamics*”. *Axioms*, **2026**, 15(6), 388. <https://doi.org/10.3390/axioms15060388>

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Комисија за оцену докторске дисертације под насловом „Примена метода машинског учења у форензичкој анализи узрока пожара и побољшање ватроотпорности материјала” кандидата Николе Б. Митровића сматра да је предметна дисертација адекватно методолошки постављена, правилно спроведена, заснована на актуелним сазнањима, урађена у складу са образложењем наведеним у пријави теме и да садржи све елементе спецификоване Правилником о докторским студијама Криминалистичко-полицијског универзитета у Београду.

На основу свега изложеног, имајући у виду научне резултате истраживања, практичну примену истраживања, методолошки оквир и научни и друштвени допринос, Комисија даје позитивну оцену предметне докторске дисертације и Већу департмана форензичког инжењерства Криминалистичко-полицијског универзитета у Београду

ПРЕДЛАЖЕ

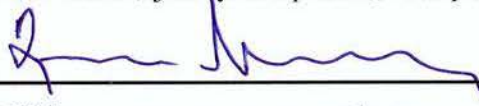
да се докторска дисертација „Примена метода машинског учења у форензичкој анализи узрока пожара и побољшање ватроотпорности материјала” кандидата Николе Б. Митровића прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области природно-математичких и техничко-технолошких студија Криминалистичко-полицијског универзитета у Београду.

У Београду, 29. септембра 2026.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Милан Ђњатовић, **председник**, редовни професор,
Криминалистичко-полицијски универзитет, Београд



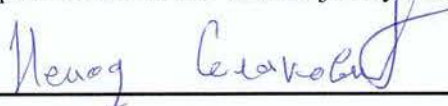
др Драган Мађан, **члан**, редовни професор,
Криминалистичко-полицијски универзитет, Београд



др Србислав Генић, **члан**, редовни професор,
Машински факултет, Универзитет, Београд



др Немања Вучковић, **члан**, доцент,
Криминалистичко-полицијски универзитет, Београд



др Неша Селаковић, **члан**, научни сарадник,
Институт за физику, Београд