

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Валентине Тимченко, магистра електротехничких наука.

Одлуком бр. 5046/16-3 од 25. 3. 2022. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Валентине Тимченко под насловом

ДЕТЕКЦИЈА НАПАДА У РАЧУНАРСКИМ МРЕЖАМА ЗАСНОВАНА НА АНАЛИЗИ СТРУКТУРЕ САОБРАЋАЈА ПРИМЕНОМ КОМБИНОВАНИХ АЛГОРИТАМА МАШИНСКОГ УЧЕЊА

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Валентина Тимченко је стекла академски назив магистра електротехничких наука за област Телекомуникације на Електротехничком факултету у Београду. Магистарску тезу под насловом „Принципи симулације мобилних ad hoc мрежа“ је одбранила 9. 3. 2010. (комисија: др Мирјана Стојановић, ментор, проф. др Мирослав Дукић, проф. др Владанка Аћимовић-Распоповић, доц. др Миљко Ерић).

Валентина Тимченко је 25. 11. 2016. године уписала докторске студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу Рачунарска техника и информатика. Том приликом је, у складу са правилником за докторске студије Електротехничког факултета и Универзитета у Београду, на основу магистратуре по старом програму стекла услов да упише трећу годину докторских студија по новом програму. С обзиром на то да је том приликом променила смер, дефинисани су испити разлике које је било потребно да положи. Дефинисана су два испита разлике: Организација система дискова и ТСП/IP архитектура. Испите разлике је кандидаткиња успешно положила. Резултати који су остваривани истраживачким радом у оквиру докторских студија кандидаткиње представљени су у шест радова на међународним конференцијама и једном раду објављеном у часопису са SCI листе. Још један рад је у припреми за слање у часопис са SCI листе.

Валентина Тимченко је 28. 8. 2019. године предала пријаву теме докторске дисертације „Детекција напада у рачунарским мрежама заснована на анализи структуре саобраћаја применом комбинованих алгоритама машинског учења“ уз сву пратећу документацију (образложење теме, биографија, списак објављених радова, изјава да кандидат није пријављивао предложеној тему на било којој другој високошколској установи у земљи или иностранству, уверење о положеним испитима).

Научно-наставно веће је на седници бр. 843 од 17. 9. 2019. донело одлуку (број одлуке: 5046/16-1, датум: 30. 9. 2019) о именовању Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, у саставу др Зоран Јовановић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, др Зоран Шеварац, ванредни професор, Универзитет у Београду – Факултет организационих наука, др Зоран Чича, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, док је за ментора докторске дисертације је предложен др Славко Гајин, ванредни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет.

Јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације “Детекција напада у рачунарским мрежама заснована на анализи структуре саобраћаја применом комбинованих алгоритама машинског учења” је спроведена 9. 10. 2019. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Кандидаткиња је на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добила оцену: задовољила.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је на захтев Електротехничког факултета број: 1659/5 од 15. 11. 2019, на седници одржаној 28. 11. 2019. донело одлуку (02 број: 61206-4660/2-19 ЛД) којом се даје сагласност на одлуку Наставно-научног већа Електротехничког факултета о прихватању теме докторске дисертације мр Валентине Тимченко, под називом „Детекција напада у рачунарским мрежама заснована на анализи структуре саобраћаја применом комбинованих алгоритама машинског учења“ и одређивање проф. др Славка Гајина за ментора.

Кандидаткиња Валентина Тимченко је предала докторску дисертацију на преглед и оцену 28. 2. 2022. године. На седници одржаној 3. 3.2022. године, Комисија за студије трећег степена је потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета је на седници број 871 одржаној дана 15. 3. 2022. године именovalo Комисију за преглед и оцену дисертације (бр. одлуке 5046/16-3, од 25. 3. 2022. године) коју чине:

- др Драган Милићев, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Павле Вулетић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Мирослав Марић, редовни професор, Универзитет у Београду – Математички факултет.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација кандидаткиње Валентине Тимченко под насловом „Детекција напада у рачунарским мрежама заснована на анализи структуре саобраћаја применом комбинованих алгоритама машинског учења“ припада научној области *Техничких наука – Електротехника и рачунарство*, а ужа научна област је *Рачунарска техника и рачунарство*, за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан.

Именовани ментор докторске дисертације је проф. др Славко Гајин, ванредни професор на катедри та рачунарску технику и информатику на Електротехничком факултету Универзитета у Београду који се активно бави истраживањем из наведене научне области. Тренутно је ангажован у настави на предметима из области рачунарских мрежа на основним, мастер и докторским студијама, при чему је ангажован на предметима: „Рачунарске мреже I“, „Пројектовање рачунарских мрежа“ и „ТСР/IP архитектура“. Његов основни

истраживачки рад усмерен је на управљање и мониторинг рачунарских мрежа, укључујући сигурносне аспекте рада рачунарских мрежа и сервиса. Учесник је већег броја међународних пројеката, укључујући и пројекат из програма ЕУРЕКА под називом „Систем за детекцију аномалија у мрежном саобраћају на бази анализе NetFlow података“, а који се непосредно односи на предмет дисертације. Објавио је преко 45 радова, од којих је 10 у међународним часописима са SCI листе. Објавио је удџбеник под називом „Принципи конфигурисања рачунарских мрежа“ из предмета „Пројектовање рачунарских мрежа“, који се користи у настави. Др Славко Гајин је ангажован и на позицији директора Рачунарског центра Универзитета у Београду (РЦУБ).

1.3. Биографски подаци о кандидату

Валентина Тимченко је рођена 1978. године у Београду, где је завршила основну школу и гимназију. Студије на Електротехничком факултету у Београду започела је 1997. године, где је дипломирала 2004. године на Одсеку за телекомуникације са темом „Оптичке WDM мреже“, под менторством проф. др Петра Матавуља са оценом дипломског рада 10. Просечна оцена у току студија била је 8,00. Постдипломске студије је уписала 2004. године, на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, смер Телекомуникације, и положила све предмете предвиђене наставним планом, са просечном оценом 10.00. Магистрирала је 9. 3. 2010. године са темом „Принципи симулације мобилних ад хок мрежа“ (Комисија: др Мирјана Стојановић, ментор, проф. др Мирослав Дукић, проф. др Владанка Аћимовић-Распоповић, доц. др Миљко Ерић). Исте године је изабрана у звање истраживачког сарадника Института „Михајло Пупин“.

Током магистарских студија, а затим и након одбране магистарске тезе, кандидаткиња је наставила свој истраживачки рад на проблемима безбедности модерних мрежних окружења обухватајући нове технологије, концептуалне трендове и информационо-комуникационе инфраструктуре (рачунарство у облаку, Интернет ствари). Резултате свог рада објавила је као аутор и коаутор у неколико радова у часописима са SCI листе.

Докторске академске студије је уписала 2016. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на модулу Рачунарска техника и информатика. Том приликом је, у складу са правилником за докторске студије Електротехничког факултета и Универзитета у Београду, на основу магистратуре по старом програму стекла услов да упише трећу годину докторских студија по новом програму. С обзиром на то да је том приликом променила смер, дефинисани су испити разлике које је било потребно да положи. Дефинисана су два испита разлике: Организација система дискова и ТСР/ИР архитектура. Испите разлике је кандидаткиња успешно положила.

Резултати који су остваривани истраживачким радом у оквиру докторских студија кандидаткиње представљени су у шест радова на међународним конференцијама и једном раду објављеном у часопису са SCI листе. Још један рад је у припреми за слање у часопис са SCI листе.

Валентина Тимченко је запослена у Институту „Михајло Пупин“ у Београду од 2004. године, на пословима истраживања, развоја и пројектовања телекомуникационих мрежа и система. До сада је учествовала у пет научно-истраживачких пројеката Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, четири међународна пројекта и више пројеката у сарадњи са привредном.

Током магистарских и докторских студија се интензивно бавила радом у области примене знања из области телекомуникационих мрежа, при чему је завршила Cisco академију Рачунарског центра Електротехничког факултета у Београду и сертифицивала се за неколико сертификата, од којих тренутно поседује:

- CCNA
- CCS-EAII (обухватајући CCNP Routing and Switching TSHOOT и ENARSI).

Валентина Тимченко је вишегодишњи члан IEEE организације. Била је рецензент већег броја међународних конференција, међу којима су SACCI-2015, IEEE WCNC 2015 и ATC'14, а неколико година уназад је стални рецензент радова на међународним конференцијама TELFOR, MIC, ISDOC/OSDOC и INFOTEN. За конференције ISDOC/OSDOC је више пута била члан програмског одбора.

Била је ко-ментор на више мастер радова одбрањених на Електротехничком факултету у Београду и на Академији техничко-уметничких струковних студија у Београду, одсек Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија – ВИСЕР.

Аутор је и коаутор 116 научних и стручних радова из области телекомуникација и рачунарских система, при чему је 33 објављено на домаћим конференцијама, 69 на међународним конференцијама, 7 радова у међународним часописима, 1 рад у домаћем часопису и 4 у монографијама међународног значаја. Коаутор је већег броја техничких решења.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Детекција напада у рачунарским мрежама заснована на анализи структуре саобраћаја применом комбинованих алгоритама машинског учења“ је написана на 136 страна куцаног текста на српском језику, са 50 слика, 5 табела и 32 нумеричке једначине. Дисертација по форми и структури потпуно одговара Упутству за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду.

Дисертација садржи насловну страну на српском и на енглеском језику, страну са информацијама о ментору и члановима комисије, захвалницу, посвету, апстракт рада на српском и на енглеском језику, списак скраћеница, списак слика, списак табела, садржај, 10 поглавља (укључујући Литературу са 198 библиографских референци), биографију кандидаткиње, прилог којим је обухваћен списак радова везаних за истраживање и попуњене и потписане одговарајуће изјаве (Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу).

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље обухвата уводна разматрања и осврт на основне идеје, мотивацију и циљеве који су били покретачи истраживања представљеног у овој дисертацији. Дефинисан је основни концепт система за детекцију напада и аномалија, дат је прегледни приказ основних категорија ових система. Након тога, дат је кратак осврт на предмет истраживања, представљени су основни циљеви и значај истраживања. Затим су представљене основне хипотезе на којима се заснива истраживање, дат је преглед коришћених истраживачких метода и описане су фазе представљеног истраживања.

Поглавље 2 даје приказ проблема који се истражују у овој области, као и детаљан преглед научних радова који су обележили најзначајније приступе решавању проблема. Поглавље тематски пролази од приказа референтне литературе која се односи на опште проблеме у области детекције напада и аномалија дајући преглед решења почев од система који су били засновани на знању о претходно наученим нападима, а затим се фокус помера

на системе који се заснивају на решења која се заснивају на техникама анализе мрежног саобраћаја и издвајање специфичних образаца понашања.

У поглављу 3 су дате дефиниције аномалија и напада и изложен је кратак опис категорија и врста напада у савременим мрежним окружењима. При томе је представљена основна подела и категоризација аномалија и напада, уз опис карактеристичних напада који су анализирани у оквиру дисертације.

У поглављу 4 је уведен концепт машинског учења и дат је приказ различитих категорија алгоритама и метода надгледаног и ненадгледаног машинског учења. Посебна пажња је посвећена техникама машинског учења које су примењене у оквиру предложеног решења, као што су технике кластеровања. Описане су методе које се примењују за потребе процене сличности инстанци података и мера које се користе у прорачуну удаљености кластера.

Поглавље 5 је посвећено ентропијски заснованим методама које се примењују у неким решењима система за детекцију напада и аномалија, а које су примењене у процесу предобrade података коришћених за потребе истраживања представљеног у овој дисертацији. Представљене су основне карактеристике приступа заснованих на прорачуну ентропије и дат је упоредни преглед сличности и разлика ових метода у односу на методе примене машинског учења у детекцији аномалија и напада.

У поглављу 6 су представљени коришћени софтверски алати и окружења за потребе обраде података, прорачуна и анализе резултата. Затим су представљене карактеристике скупова података који су у свом основном или у модификованом облику коришћени током истраживања: UNSW-NB15, CTU-13 и CICIDS2017.

Поглавље 7 је у потпуности посвећено предложеном оригиналном решењу система за детекцију напада и аномалија. Ово поглавље је подељено у неколико целина, у складу са фазама истраживања. У првом делу су детаљно образложени концепт решења, као и структура података који су коришћени током истраживања и развоја. Представљена је концептуална архитектура на којој се заснива предложено решење, дата је таксономија комуникационих модела на основу које је даље развијано предложено решење и представљене су основне категорије напада у контексту дефинисане таксономије комуникационог модела. У другом делу поглавља су систематично представљени остварени истраживачки резултати засновани на примени *Expectation-Maximization* алгорита машинског учења, а који су указали на смернице даљег решења. Затим је представљен најважнији део овог истраживања, кроз приказ примене предложене методе, која се заснива на дискретизацији вредности генерисаних атрибута и формирању специфичних потписа понашања појединачних токова података, а који су затим коришћени за профилисање саобраћаја, уз класификацију и детекцију аномалија.

У поглављу 8 су изложене експерименталне процедуре и резултати анализе и валидације предложеног решења уз коришћење четири релевантна скупа података. Најпре су представљени резултати анализе учесталости потписа како би се потврдила оправданост увођења појединих ограничења. Најважнији експериментални резултати су представљени кроз приказе вредности разматраних карактеристичних атрибута, а затим генерисаних дендрограма након примењеног алгорита кластеровања.

У поглављу 9 су представљена закључна разматрања, указано је на оригиналност представљеног приступа и на најважније научне доприносе и резултате дисертације. Затим су назначене смернице потенцијалних праваца даљег истраживања.

У поглављу 10 је дата литература кроз списак 198 коришћених референци. Затим је дата биографија кандидаткиње која обухвати податке о датуму и месту рођења, школовању, напредовању у струци, радном искуству и додатним биографско-пословним подацима.

У прилогу је дат списак публикованих радова који су проистекли као резултат истраживања представљеног у овој дисертацији.

Додатно је дата Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу ове докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидаткиње Валентине Тимченко припада области сигурности рачунарских мрежа, а бави се детекцијом аномалија у мрежном саобраћају као индикација сигурносних претњи, заснованој на примени различитих техника обраде података и комбинованих алгоритама машинског учења. Савременост предложеног решења се огледа у могућности широке примене за потребе детектовања аномалија и напада у савременим мрежним окружењима у скоро реалном времену, при чему је предложено решење флексибилно и прошириво.

Оригиналност предложеног приступа се огледа кроз развој нове методе профилисања саобраћаја, на основу чега се спроводи детекција аномалија на нивоу појединачних инстанци токова мрежног саобраћаја. Кључни допринос дисертације представља увођење додатних атрибута понашања на нивоу сваког податка, а који се уобичајено примењују код ентропијски заснованих приступа на нивоу серије података у одређеном временском интервалу. На основу тога је омогућено генерисање карактеристичних потписа који служе за одређивање профила појединачних мрежних комуникација применом унапређеног алгорита хијерархијског агломеративног кластеровања. На овај начин је омогућено ефикасно издвајање карактеристичног понашања појединачних токова мрежног саобраћаја у посматраном временском периоду, што је и потврђено кроз спроведене експерименте.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Литература на коју се кандидаткиња позивала у оквиру дисертације садржи 198 референци, чиме је обухваћен широк опсег публикација, укључујући радове публиковане у реномираним међународним часописима и конференцијама, књиге, релевантне техничке извештаје и одређене изворе са интернета. Велики број радова је новијег датума, што указује на актуелност разматране проблематике. На основу изнетог може се закључити да је кандидаткиња имала темељан увид у досадашње доприносе у овој области и да је научни допринос стављени у одговарајући контекст.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Дисертација се заснива на примени метода моделовања и имплементације предложеног решења, укључујући валидацију и компарацију добијених експерименталних резултата. Коришћене су различите инжењерске и научне методе анализе мрежног саобраћаја и детекције аномалија. Примењене су комбиноване методе за обраду података, а анализирани су и могућности примене специфичних постојећих метода нагледаног и ненагледаног машинског учења. Генерисани су синтетички токови мрежног саобраћаја којима се симулирају различити облици аномалија и напада, а који су затим интегрисани у модификоване скупове постојећих података који су се користили током истраживања.

У програмском језику Python реализовано је окружење за генерисање скупа додатних атрибута понашања, њихову обраду кроз дискретизацију, генерисање специфичних потписа комуникационих активности и одређивање карактеристичних профила саобраћаја кроз алгоритам хијерархијског агломеративног кластеровања. Добијени резултати су анализирани

и упоређени са резултатима добијеним применом ентропијски заснованих метода детекције напада и аномалија.

3.4. Применљивост остварених резултата

Предложено решење може се применити у савременим мрежним окружењима без потребе за претходним обележавањем података и учењем карактеристичног понашања.

Оптимизацијом предложеног решења кроз иницијалну агрегацију и издвајање најрелевантнијих података обезбеђује се ефикасно извршавање алгорита хијерархијског агломеративног кластеровања. На тај начин је омогућена и примена у реалном времену, чиме се потврђује практичан значај и применљивост предложеног решења.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу прегледане дисертације, Комисија процењује да је кандидаткиња показала истраживачку зрелост и способност за самостални научни рад, почевши од систематског приступа дефинисању проблема, критичког осврта на постојећа решења из области, па до развоја оригиналног решења, његове имплементације и валидације. У прилог поменутом је и чињеница да је кандидаткиња објавила више научних радова који су проистекли из дисертације, а у којима се појављује као први аутор.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси и резултати докторске дисертације кандидаткиње Валентине Тимченко су следећи:

- Спроведена је детаљна анализа, класификација и поређење постојећих концепата детекције аномалија и напада у модерним мрежним окружењима.
- Предложена је метода примене алгоритама машинског учења заснована на анализи промене ентропије као индикацији аномалија у мрежном саобраћају.
- Реализована је метода детекције аномалија и напада у мрежном саобраћају која примењује неколико различитих оригиналних решења, као што је генерисање нових атрибута на нивоу сваког записа о мрежној конекцији, предобрада података уз генерисање карактеристичних потписа, као и примена модификованог алгорита хијерархијског агломеративног кластеровања за потребе профилисања мрежног саобраћаја и детекције аномалија и напада.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Предложено решење комбинује предности механизма заснованих на ентропији и ненадгледаних техника машинског учења, што је постигнуто увођењем неких концептуалних доприноса:

- Коришћени су само основни атрибути токова мрежног саобраћаја, на основу којих се одређују карактеристике понашања на нивоу сваке инстанце података, што даље омогућава њихову употребу од стране било ког алгорита ненадгледаног машинског учења.

- Предложени приступ успешно комбинује употребу ентропије и техника ненадгледаног машинског учења, док истовремено доприноси развоју нових приступа решавању проблема анализе различитих структура мрежног саобраћаја.
- Предложено решење поједностављује цео концепт кластеровања података, тако што се ослања на дискретизацију вредности новодобијених атрибута, њихову иницијалну агрегацију и задржава само најрелевантније инстанце.
- Карактеристични модели аномалија су у процесу кластеровања коришћени као референтне тачке на основу којих се спроводи класификација аномалија.
- Предложено решење у појединим елементима отвара простор за додатна истраживања у циљу унапређења решења.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси који су резултат истраживања у оквиру докторске дисертације кандидаткиње Валентине Тимченко су публиковани у међународном часопису и презентовани на међународним конференцијама и стручним скуповима. У наставку је дат преглед радова који су у директној вези са изработом докторске дисертације, класификовани у складу са релевантним Правилником Министарства просвете, науке и технолошког развоја Србије. Радови су публиковани у оквиру неколико домаћих и међународних пројеката.

Категорија M23:

- [1] **V. Timcenko**, S. Gajin, "Machine learning enhanced entropy-based network anomaly detection," *Advances in Electrical and Computer Engineering*, vol. 21, no. 4, pp. 51-60, 2021. (IF: 1.221) doi:10.4316/AECE.2021.04006. (ISSN: 1582-7445, e-ISSN: 1844-7600).

Категорија M33:

- [1] S. Gajin and **V. Timcenko**, "Comparison of entropy-based and machine learning approaches in intrusion detection," in *11th Int. Conf. Information Society and Technology-ICIST2021*, pp.113-118, 2021. Online: <https://www.eventiotic.com/eventiotic/library/paper/651>. (ISBN: 978-86-85525-24-7, ISSN (Online): 2738-1447).
- [2] **V. Timcenko**, S. Gajin, "Time-series entropy data clustering for effective anomaly detection," in *10th Int. Conf. Information Society and Technology – ICIST2020*, pp. 170-175, 2020. Online: <https://www.eventiotic.com/eventiotic/library/paper/608>. (ISBN: 978-86-85525-24-7, ISSN (Online): 2738-1447).
- [3] **V. Timčenko**, J. Ibrahim, and S. Gajin, "The hybrid machine learning support for entropy based network traffic anomaly detection," in *9th Int. Conf. Information Society and Technology – ICIST2019*, pp. 144-149, 2019. Online: <https://www.eventiotic.com/eventiotic/library/paper/467>. (ISBN: 978-86-85525-24-7, ISSN (Online): 2738-1447).
- [4] J. Ibrahim, **V. Timčenko**, and S. Gajin, "A comprehensive flow-based anomaly detection architecture using entropy calculation and machine learning classification," in *9th Int. Conf. Information Society and Technology – ICIST2019*, pp. 138-143, 2019. Online: <https://www.eventiotic.com/eventiotic/library/paper/466>. (ISBN: 978-86-85525-24-7, ISSN (Online): 2738-1447).
- [5] **V. Timčenko**, S. Gajin, "Machine learning based network anomaly detection for IoT environments," in *8th Int. Conf. Information Society and Technology – ICIST2018*, pp. 196 –

201, 2018. Online: <https://www.eventiotic.com/eventiotic/library/paper/410>. (ISBN: 978-86-85525-22-3, ISSN (Online): 2738-1447).

- [6] V. Timčenko, S. Gajin, "Ensemble classifiers for supervised anomaly based network intrusion detection," in *IEEE Int. Conf. Intelligent Computer Commun. and Process. ICCP2017*, 2017, doi: 10.1109/ICCP.2017.8116977. (Electronic ISBN:978-1-5386-3368-7, USB ISBN:978-1-5386-3367-0, Print on Demand(PoD) ISBN:978-1-5386-3369-4).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу претходно наведеног, Комисија је закључила да докторска дисертација Валентине Тимченко под насловом „Детекција напада у рачунарским мрежама заснована на анализи структуре саобраћаја применом комбинованих алгоритама машинског учења“ испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о високом образовању и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

Предлози и резултати садржани у овој докторској дисертацији су верификовани објављивањем једног рада у часопису са SCI листе. Демонстриран је оригинални научни допринос предложеног решења, чија је ефикасност и применљивост верификована на релевантним скуповима података. Додатно, предложеним решењем кандидаткиња је испунила све постављене почетне циљеве свог научноистраживачког рада.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под насловом „Детекција напада у рачунарским мрежама заснована на анализи структуре саобраћаја применом комбинованих алгоритама машинског учења“ кандидаткиње Валентине Тимченко прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и давање одобрења кандидату да приступи усменој одбрани.

Београд, 30. 3. 2022.

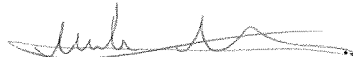
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Драган Милићев, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Павле Вулетић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Мирослав Марић, редовни професор
Универзитет у Београду – Математички факултет