

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Александра Ракићевића**

Одлуком Наставно-научног већа Факултета организационих наука бр. 3/26-1 од 29.4.2020. године именовани смо за чланове Комисије за оцену завршене докторске дисертације кандидата **Александра Ракићевића** под насловом:

**„Адаптивни фази систем за алгоритамско трговање:
Интерполативни Булов приступ“**

После прегледа достављене Дисертације, пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Александар (Мијодраг) Ракићевић уписао је 2016. године докторске студије на Факултету организационих наука, Универзитета у Београду (студијски програм Информациони системи и квантитативни менаџмент, студијска група Управљање системима). Положио је предвиђене испите са просечном оценом 9,78.

Пријаву за израду приступног рада на докторским студијама, заведену под бројем 04-03-13/8, Александар Ракићевић је поднео 6.6.2017. године. Одлуком Катедре за управљање системима Факултета организационих наука бр. 3/70 од 13.9.2017. године дата је сагласност на предлог теме приступног рада под називом „Фази системи за алгоритамско трговање“. Одлуком Наставно-научног већа Факултета организационих наука бр. 3/118-1 од 20.9.2017. године формирана је Комисија за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације. За ментора приступног рада је именован проф. др Братислав Петровић. Приступни рад је одбрањен 20.9.2018. године.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета организационих наука бр. 3/138-3 од 26.9.2018. године усвојен је извештај Комисије о научној заснованости пријављене докторске дисертације. Одлуком Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду бр. 61206-4592/2-18 од 29.10.2018. године дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Александра Ракићевића под називом „Адаптивни фази систем за алгоритамско трговање: Интерполативни Булов приступ“. Наставно-научно веће Факултета организационих наука је одлуком бр. 3/190-3 од 31.10.2018. године одобрило израду докторске дисертације. За ментора је именован др Братислав Петровић, редовни професор Факултета организационих наука.

Ментор је 13.3.2020. године известио Наставно-научно веће Факултета организационих наука да је кандидат Александар Ракићевић завршио израду докторске дисертације. Одлуком Научно-наставног већа Факултета организационих наука бр. 3/26-1 од 29.4.2020. године именована је Комисија за преглед, оцену и одбрану завршене докторске дисертације у саставу:

1. др Милија Сукновић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду, председник комисије;
2. др Милан Мартић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду;
3. др Невенка Жаркић-Јоксимовић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду;
4. др Александар Марковић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду;
5. др Јелена Игњатовић, редовни професор Природно-математичког факултета, Универзитета у Нишу.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација „Адаптивни фази систем за алгоритамско трговање: Интерполативни Булов приступ“ по предмету истраживања припада научној области Техничких наука, односно ужој научној области Управљање системима и посебно области Рачунарска интелигенција.

Ментор проф. др Братислав Петровић поседује одговарајуће компетенције за вођење дисертације у виду објављених књига и радова у научним часописима међународног значаја из области управљања системима, теорије система, оптималног управљања, теорије игара, вештачке интелигенције, рачунарске интелигенције и симулације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Александар Ракићевић рођен је 30. јула 1984. године у Ужицу, Република Србија. Основне студије завршио је 2008. године на Факултету организационих наука, одсек информациони системи, са просечном оценом 9,23. Дипломирао је одбравивши рад на тему „Анализа девизног ризика применом Монте Карло симулације“. Током студија био је стипендиста Републичке фондације за развој научног и уметничког подмлатка.

Након завршених основних студија, уписује Школу за резервне официре Војске Србије при Војној Академији, као слушаца 95. класе Техничке службе. Промовисан је у чин резервног потпоручника Војске Србије у фебруару 2009. године, као први у рангу са оствареном просечном оценом 9,46.

Мастер академске студије завршио је 2012. године на Факултету организационих наука, студијски програм Електронско пословање и управљање системима, са просечном оценом 10,00. Одбранио је завршни мастер рад на тему „Логичко кластеровање – хијерархијски приступ“. Докторске академске студије уписао је на Факултету организационих наука, студијски програм Управљање системима. Положио је све испите, остваривши просечну оцену 9,78.

Кандидат Александар Ракићевић запослен је од 2010. године на Факултету организационих наука при Катедри за управљање системима и Лабораторији за системе. У звање асистента изабран је 2012. године. Више пута је награђиван за педагошки рад на основу оцена студената.

Научноистраживачка интересовања кандидата усмерена су ка управљању системима, рачунарској интелигенцији, машинском учењу и њиховој примени у финансијском инжењерингу. Током досадашњег рада објавио је више од 50 научних радова. На међународној конференцији *5th International Workshop Soft Computing Applications – SOFA 2012* одржаној у Мађарској, награђен је за најбољи студентски рад. Члан је међународне инжењерске асоцијације *IEEE* и Европског друштва за фази логику и технологију *EUSFLAT*.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Александра Ракићевића под насловом „Адаптивни фази систем за алгоритамско трговање: Интерполативни Булов приступ“ обима је 144 стране, разврстаних у 10 поглавља, укључујући списак коришћене литературе. Дисертација садржи 41 слику, 44 табеле и 185 литературних навода.

Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља:

1. УВОД
 - 1.1. Проблем, предмет и циљ истраживања
 - 1.2. Полазне хипотезе
 - 1.3. Структура рада
2. ОСНОВНЕ ТЕОРИЈЕ ФИНАНСИЈСКИХ ТРЖИШТА
 - 2.1. Хипотеза случајног хода
 - 2.2. Хипотеза ефикасних тржишта
 - 2.3. Хипотеза адаптивних тржишта
3. СИСТЕМИ ЗА АЛГОРИТАМСКО ТРГОВАЊЕ
 - 3.1. Појам алгоритамског трговања

- 3.2. Појам система за алгоритамско трговање
- 3.3. Структура система за трговање
- 3.4. Стратегије за трговање
- 3.5. Стратегије за извршење
- 3.6. Стратегије за управљање ризиком
4. **ФАЗИ ЛОГИКА И ИНТЕРПОЛАТИВНА БУЛОВА АЛГЕБРА**
 - 4.1. Основни закони мишљења
 - 4.2. Принцип истинитосне функционалности
 - 4.3. Булова алгебра
 - 4.4. Фази логика
 - 4.5. Интерполативна Булова алгебра
5. **ПРЕГЛЕД ФАЗИ СИСТЕМА ЗА АЛГОРИТАМСКО ТРГОВАЊЕ**
 - 5.1. Самообучавајући фази системи за алгоритамско трговање
6. **КОРИШЋЕНИ ПОДАЦИ, ПОКАЗАТЕЉИ И МЕРЕ УСПЕШНОСТИ**
 - 6.1. Изворни подаци
 - 6.2. Показатељи техничке анализе
 - 6.3. Показатељи фундаменталне анализе
 - 6.4. Мере успешности
7. **ИНТЕРПОЛАТИВНИ БУЛОВ ПРИСТУП ФАЗИ МОДЕЛОВАЊУ, АНАЛИЗИ ПОДАТАКА И УПРАВЉАЊУ У АЛГОРИТАМСКОМ ТРГОВАЊУ**
 - 7.1. Моделовање ценовних образаца помоћу интерполативне Булове алгебре
 - 7.2. Фундаментална анализа применом логичког ДуПонт метода
 - 7.3. Управљање трговањем коришћењем интерполативног фази контролера
 - 7.4. Откривање стратегија за трговање применом генетског алгоритма за обучавање интерполативног фази контролера
8. **АДАПТИВНИ ФАЗИ СИСТЕМ ЗА АЛГОРИТАМСКО ТРГОВАЊЕ**
 - 8.1. Предложени систем
 - 8.2. Параметри система
 - 8.3. Резултати за америчко тржиште акција
 - 8.4. Резултати за међународно девизно тржиште
 - 8.5. Резултати за тржиште криптовалута
9. **ЗАКЉУЧАК**
 - 9.1. Осврт на постављене хипотезе и остварене доприносе
 - 9.2. Могући правци будућих истраживања
10. **ЛИТЕРАТУРА**

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првој глави рада дата су уводна разматрања и описани проблем, предмет и циљ истраживања докторске дисертације. Такође, дефинисане су основне и помоћне хипотезе које се односе на истраживање и дат је кратак приказ свих поглавља дисертације.

У другој глави рада изложене су основне теорије финансијских тржишта. У првом поглављу ове главе представљена је хипотеза о случајном ходу. У другом поглављу дат је приказ хипотезе о ефикасним тржиштима уз посебан осврт на, у постојећој литератури, документованим аномалијама у тржишној ефикасности. У трећем поглављу описана је хипотеза о адаптивним тржиштима.

У оквиру треће главе рада дата су одређења појмова алгоритамског трговања и система за алгоритамско трговање. У трећем поглављу представљена је основна структура система за алгоритамско трговање и објашњени су њени елементи. У наредном поглављу описани су основни типови стратегија за трговање. У петом поглављу описане су најпознатије стратегије за извршење. У последњем поглављу представљене су основне стратегије за управљање ризиком трговања.

У четвртој глави рада обрађени су основни теоријски концепти фази логике и интерполативне Булове алгебре. У прва три поглавља описани су основни закони мишљења, принцип истинитосне функционалности и Булова алгебра. У оквиру четвртог поглавља дата су објашњења појмова фази скупа, фази логике и фази система. Посебна пажња посвећена је проблему неконзистентности фази логике. У последњем (петом) поглављу дат је детаљан приказ теорије интерполативне Булове алгебре и њених могућности да реши проблем неконзистентности који се јавља у фази логици и фази системима.

У оквиру пете главе рада изложен је преглед доступних радова који се баве фази системима за алгоритамско трговање. Посебна пажња посвећена је, у првом поглављу, адаптивним фази системима.

Шеста глава рада се састоји од четири поглавља. У првом су описани изворни подаци коришћени у овом истраживању, њихова селекција, начин и временски интервал прикупљања. У оквиру другог поглавља дат је приказ ценовних образаца и техничких индикатора који су коришћени за техничку анализу у овом истраживању. У трећем поглављу приказани су коришћени показатељи фундаменталне анализе: компоненте ДуПонт анализе и рација за процену вредности. Последње поглавље даје опис коришћених мера успешности.

У седмој глави рада изложена је методологија интерполативног Буловог приступа фази моделовању, анализи и интерпретацији података, управљању и откривању знања у подацима. У оквиру првог поглавља предложен је нови приступ моделовању ценовних образаца на финансијским тржиштима. У другом поглављу је представљен логички ДуПонт метод за фундаменталну анализу и приказани су резултати његове примене у алгоритамском трговању. Поред тога, дато је и уопштење метода које се може користити за машинску анализу и интерпретацију података у другим областима примене. У трећем поглављу представљен је интерполативни фази контролер, као и резултати његове примене у управљању алгоритамским трговањем. У последњем (четвртом) поглављу предложен је модел за обучавање интерполативног фази контролера заснованог на генетском алгоритму и дати су резултати његове примене за откривање стратегија за трговање.

У оквиру осме главе рада предложен је адаптивни фази систем за алгоритамско трговање. У првом поглављу изложен је модел предложеног система и дат детаљан опис свих његових компоненти. У другом поглављу дати су симулациони параметри система. У трећем поглављу представљени су резултати симулације предложеног система на америчком берзанском тржишту уз пратећу дискусију. У четвртм поглављу изложени су резултати симулације предложеног система на међународном девизном тржишту уз пратећу дискусију. Коначно, у петом поглављу представљени су резултати са тржишта криптовалута.

У последњој глави рада дат је закључак, са посебним освртом (у првом поглављу) на постављене хипотезе и остварене доприносе у раду. У другом поглављу су представљени могући правци даљег истраживања.

На крају рада наведена је литература која је коришћена приликом израде дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предмет истраживања докторске дисертације „Адаптивни фази систем за алгоритамско трговање: Интерполативни Булов приступ“ кандидата Александра Ракићевића јесте адаптивни фази систем за алгоритамско трговање. Предложени систем развијен је коришћењем новог интерполативног Буловог приступа фази моделовању, анализи података и управљању заснованом на интерполативној Буловој алгебри. Предложени адаптивни фази систем за алгоритамско трговање тестиран је на америчком тржишту акција, међународном девизном тржишту и тржишту криптовалута, показавши се ефективним (профитабилним).

Од почетка XXI века алгоритамско трговање постаје све значајније, ако не и најзначајнији облик трговања на многим финансијским тржиштима. У трећој глави дисертације, кандидат је описао развој алгоритамског трговања и указао на резултате релевантних истраживања која говоре у прилог његовом значају за финансијска тржишта.

Иако почетак развоја система за алгоритамско трговање датира са краја осамдесетих година прошлог века, коришћење техника рачунарске интелигенције у њиховом развоју почело је тек са почетком овог века. У оквиру пете главе дисертације кандидат је дао детаљан преглед фази система за алгоритамско трговање у доступној научној литератури. Мали број радова, посебно оних који се баве адаптивним фази системима за алгоритамско трговање, указује на значајан простор за истраживања ове теме.

У оквиру прегледа фази система за алгоритамско трговање кандидат је указао да се аутори углавном фокусирају на обучавање параметара фази контролера, врло ретко њихове структуре – што представља корак даље у откривању знања из података. Адаптивни фази систем за алгоритамско трговање, који је предложен у докторској дисертацији, заснива се управо на обучавању структуре интерполативног фази контролера који управља трговањем.

Интерполативни фази контролер је заснован на интерполативној Буловој алгебри. Интерполативна Булова алгебра је реалновредносна генерализација Булове алгебре у оквиру које су испоштовани основни закони мишљења записаних Буловим аксиомама. Настала почетком XXI века, она је омогућила развој фази система који превазилазе проблем неконзистентности класичне фази логике са Буловим логичким оквиром. Све већи број радова који примењује интерполативну Булову алгебру и на њој засноване фази системе говори о савремености овог приступа.

Предложени интерполативни Булов приступ фази моделовању, анализи података и управљању превазилази проблем неконзистентности фази логике. Оригиналност приступа огледа се не само у његовој конзистентности са Буловим логичким оквиром, већ и у потпуно новом начину моделовања и анализе података, као и у предложеном приступу за обучавање интерполативног фази контролера. Коришћењем предложеног приступа развијен је адаптивни фази систем за алгоритамско трговање способан да самостално открије (из историјских података) успешне стратегије за трговање, примени их за алгоритамско трговање на финансијском тржишту и адаптира у складу са променама тржишних околности. Развијени систем превазилази уочене недостатке постојећих и тестиран је на подацима са америчког тржишта акција, међународног девизног тржишта и тржишта криптовалута.

Оригиналност у приступу решавања проблема потврђује поглавље у међународној монографији (M13), радови публиковани у међународним часописима (M22 и M23) и домаћем часопису (M52 и M53), као и радови саопштени на конференцијама (M33, M34 и M63). Због свега наведеног, закључујемо да је докторска дисертација савремена и оригинална, као и да резултати описани у дисертацији имају научни и практични значај.

Докторска дисертација кандидата Александра Ракићевића послата је дана 5.6.2020. на софтверску проверу оригиналности. Извештај са резултатима провере оригиналности ментор др. Братислав Петровић добио је дана 3.7.2020. У складу са правилима Факултета организационих наука и Универзитета у Београду о поступку провере оригиналности докторских дисертација потврђена је оригиналност докторске дисертације те прописани поступак припреме за њену одбрану може да се настави.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидат Александар Ракићевић је у изради докторске дисертације „Адаптивни фази систем за алгоритамско трговање: Интерполативни Булов приступ“ користио 185 извора релевантних за обраду ове теме. Највећи број коришћених извора обухвата чланке у међународно признатим научним часописима. Поред њих коришћен је и велики број књига и стручних извештаја, као и радова са конференција и чланака у стручним часописима.

Референтна литература обухвата широк спектар публикација које покривају различите аспекте предмета проучавања докторске дисертације. Кандидат је проучио литературу везану за системе за алгоритамско трговање, посебно се фокусирајући на фази системе за алгоритамско трговање. Поред тога, обрађена је и најзначајнија литература из фази логике и система, као и интерполативне Булове алгебре. Кандидат је проучио и основне

референтне изворе из области финансијских тржишта, чиме је стекао шири увид у проблем и предмет проучавања докторске дисертације. Списак коришћене литературе наведен је по абecedном редоследу у оквиру десетог поглавља.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Научне методе, примењене у дисертацији, у потпуности одговарају предмету истраживања и захтевима у погледу провере постављених хипотеза.

У почетним главама дисертације коришћене су основне научне методе анализе и синтезе ради систематизације доступне литературе која се односи на основне теорије финансијских тржишта, алгоритамско трговање и системе за алгоритамско трговање, фази логику и интерполативну Булову алгебру, као и фази системе за алгоритамско трговање. Кандидат је стекао широк увид у проучавани предмет и показао оправданост развоја интерполативног Буловог приступа за развој адаптивног фази система за алгоритамско трговање.

У циљу тестирања постављених хипотеза у току израде дисертације примењен је већи број научних метода. Примењене су опште научне методе моделовања и аналитичко-дедуктивна метода. Поред ових, коришћене су и посебне методе које проистичу из постављеног предмета и циља истраживања: методе теорије система, методе рачунарске интелигенције, методе симулације и статистичке методе.

На основу анализе докторске дисертације, може се закључити да примењене научне методе и технике одговарају проблему, предмету и циљу истраживања. Такође, процедура имплементације предложених метода, модела и система је јасно и прецизно описана, тако да се експериментални део истраживања може поновити, а добијени резултати проверити.

3.4. Применљивост остварених резултата

У оквиру докторске дисертације представљени су резултати практичне примене предложеног интерполативног Буловог приступа фази моделовању, анализи података и управљању у развоју адаптивног фази система за алгоритамско трговање. Развијени систем за алгоритамско трговање имплементиран је и тестиран на подацима са америчког тржишта акција, међународног девизног тржишта и тржишта криптовалута. Успешност предложеног система анализирана је са аспекта ефективности, тачности и ризичности. Успешност предложеног система упоређена је са успешношћу пасивне инвестиционе стратегије „купи и држи“ (eng. buy-and-hold), која представља стандардну реперну вредност за тестирање система за алгоритамско трговање, чиме је доказана његова практична употребљивост.

Могућности примене предложеног интерполативног Буловог приступа фази моделовању, анализи података и управљању су шире од оних које су приказане у докторској дисертацији и укључују све области у којима се појављују проблеми моделовања, анализе података или управљања.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Током израде докторске дисертације и научно-истраживачког рада на Факултету, кандидат Александар Ракићевић показао је способност да вишестрано сагледа проблем истраживања и да самостално обавља научни рад и решава научне проблеме. Током докторских студија кандидат је стекао различита знања и искуства из области теорије система, фази логике, неуронских мрежа, еволутивних алгоритама, динамичких модела финансијских тржишта, стохастичких процеса, анализе временских серија, итд. Кандидат поседује потребна стручна теоријска и практична знања за самосталан научни рад што је, осим у процесу израде ове докторске дисертације, показао и објављивањем већег броја радова у међународним и националним часописима и на конференцијама.

Кандидат је дао преглед стања у области која је предмет докторске дисертације, а затим је сопственим истраживањима и провером предложеног приступа и система на реалним подацима потврдио постављене хипотезе.

На основу наведеног, Комисија сматра да кандидат Александар Ракићевић поседује потребне способности, вештине и искуства за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Резултати истраживачког процеса у докторској дисертацији „Адаптивни фази систем за алгоритамско трговање: Интерполативни Булов приступ“ кандидата Александра Ракићевића садрже следеће научне доприносе:

- преглед и систематизација основних теорија финансијских тржишта;
- преглед и систематизација појмова система за алгоритамско трговање;
- преглед и систематизација теоријских концепата фази логике и интерполативне Булове алгебре;
- преглед праваца развоја фази система за алгоритамско трговање, са посебним нагласком на адаптивне системе;
- увођење интерполативних логичких модела јапанских свећица за аутоматизовано препознавање ценовних образаца;
- развој и примена логичког ДуПонт метода за аутоматизовану финансијску анализу профитабилности компанија;
- развој и примена интерполативног фази контролера за управљање трговањем на финансијским тржиштима;
- развој и примена генетског алгоритма за обучавање интерполативног фази контролера ради откривања трговачких стратегија из података;
- увођење, развој и примена адаптивног фази система за алгоритамско трговање, који самостално открива (из података) добитне стратегије, примењује их за

алгоритамско трговање и адаптира се у складу са променама на финансијском тржишту.

Основни допринос докторске дисертације представља дефинисање оригиналног методолошког приступа моделовању, анализи података и управљању који се базира на интерполативној Буловој алгебри и његова примена у развоју адаптивног фази система за алгоритамско трговање. Коначни резултат истраживања је примена предложеног адаптивног фази система за алгоритамско трговање на америчком тржишту акција, међународном тржишту валута и тржишту криптовалута.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је у докторској дисертацији предложио нови интерполативни Булов приступ фази моделовању, анализи података и управљању, на основу кога је развио адаптивни фази систем за алгоритамско трговање. Предложени приступ је заснован на интерполативној Буловој алгебри помоћу које су развијени интерполативни логички модели графичких ценовних образаца, метод за анализу података коришћењем логичке структуре података и интерполативни фази контролер заснован на Цукамото типу закључивања. Коришћењем предложеног интерполативног контролера и генетских алгоритама кандидат је развио адаптивни фази систем за алгоритамско трговање. Интерполативни фази контролер је конзистентан са свим Буловим аксиомама, тј. налази се у Буловом логичком оквиру. Због тога, предложени адаптивни фази систем за алгоритамско трговање превазилази проблем конзистентности класичних фази система.

Развијени систем тестиран је на подацима са америчког берзанског тржишта, међународног девизног тржишта и тржишта криптовалута. Истраживање је показало применљивост и ефективност (профитабилност) предложеног система на сваком од тестираних тржишта, при чему се показао посебно успешним приликом тестирања на међународном девизном тржишту и тржишту криптовалута – надмашивши реперну стратегију „купи и држи“, која се користи као стандард за тестирање система за алгоритамско трговање.

Поред наведеног, докторска дисертација садржи целовит приказ области на којима почива предложени интерполативни Булов приступ фази моделовању, анализи података и управљању. Дисертација систематизује досадашња сазнања из области система за алгоритамско трговање, фази логике и интерполативне Булове алгебре, а даје и приказ основних теорија финансијских тржишта.

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација научних доприноса обављена је кроз процес рецензије и објављивање радова у монографским студијама, међународним и националним часописима и зборницима радова са конференција који су у вези са темом ове докторске дисертације.

Радови у монографијама од међународног значаја (M13):

1. **Rakićević, A.**, Milošević, P., Poledica, A., Dragović, I., & Petrović, B. (2019). Interpolative Boolean approach for fuzzy portfolio selection. In E. Portman, A. Meier & L. Teran (Eds.), *Applying Fuzzy Logic for the Digital Economy and Society (Fuzzy Management Methods Book Series)* (pp. 23-46). Berlin: Springer. ISSN: 2196-4130. DOI: 10.1007/978-3-030-03368-2_2.

Радови у истакнутим међународним часописима (M22):

2. Milošević, P., Poledica, A., **Rakićević, A.**, Dobrić, V., Petrović, B., & Radojević, D. (2018). IBA-based framework for modeling similarity. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 11(1), pp. 206-218. DOI: 10.2991/ijcis.11.1.16. (IF2018: 2.153)

Радови у међународним часописима (M23):

3. **Rakićević, A.**, Simeunović, V., Petrović, B., & Milić, S. (2018). An Automated System for Stock Market Trading Based on Logical Clustering. *Tehnički vjesnik - Technical Gazette*, 25(4), 970-978. ISSN 1330-3651 (Print). ISSN 1848-6339 (Online). DOI: 10.17559/TV-20160318145514. (IF2017: 0.686)

Радови саопштени на скупу међународног значаја штампани у целини (M33):

4. **Rakićević, A.**, Milošević, P., Petrović, B., & Radojević, D. (2016). DuPont Financial Ratio Analysis Using Logical Aggregation. In V. E. Balas, L. C. Jain & B. Kovačević (Eds.), *Soft Computing Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing 357 (Proceedings of the 6th International Workshop Soft Computing Applications SOFA)*, Timisoara (Romania), July 24-26, 2014 (pp. 727-739). Berlin: Springer. ISBN: 978-3-319-18415-9, DOI: 10.1007/978-3-319-18416-6_57.
5. Jovanović, P., **Rakićević, A.**, & Petrović, B. (2016). Application of genetic algorithm in automated trading. In O. Jaško & S. Marinković (Eds.), *Proceedings of the XV International Symposium SymOrg 2016: Reshaping the Future through Sustainable Business Development and Entrepreneurship*, Zlatibor (Serbia), June 10-13, 2016 (pp. 626-634). Faculty of Organizational Sciences, Belgrade. ISBN: 978-86-7680-326-2.
6. Nešić, I., Milošević, P., **Rakićević, A.**, Petrović, B., & Radojević, D. (2013). Modeling Candlestick Patterns with Interpolative Boolean Algebra for Investment Decision Making. In V.E. Balas, J. Fodor, A. R. Várkonyi-Kóczy, J. Dombi & L.C. Jain (Eds.), *Soft Computing Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing 195 (Proceedings of the 5th International Workshop Soft Computing Applications SOFA)*, August 22-24, 2012 (pp. 105-115). Berlin, Heidelberg: Springer. ISBN: 978-3-642-33940-0, DOI: 10.1007/978-3-642-33941-7_12

Радови саопштени на скупу међународног значаја штампани у изводу (M34):

7. Milošević, P., Poledica, A., Dragović, I., **Rakićević, A.**, & Petrović, B. (2018). VNS for optimizing the structure of a logical function in IBA framework. Book of abstracts of the 6th International Conference on Variable Neighbourhood Search, School of Information Sciences Thessaloniki, pp. 44, Grčka, 4. - 7. Oct.

Радови у часописима националног значаја (M52):

8. **Rakićević, A.**, Milošević, P., & Poledica, A. (2014). Sistem za evaluaciju finansijskih performansi kompanije zasnovan na logičkom pristupu. *INFO M*, 51(13), 48-54.

Радови у часописима националног значаја (M53):

9. Milić, M., **Rakićević, A.**, Milošević, P., & Simeunović, V. (2019). Veb aplikacija za fazi prepoznavanje cenovnih obrazaca na finansijskim tržištima. *INFO M*, 69, 23-29. ISSN:1451-4397.

Радови саопштени на скупу националног значаја штампани у целини (M63):

10. **Rakićević, A.**, & Milošević, P. (2017). IBA sistem za automatizovano trgovanje na berzi. In *Zbornik radova Infotech 2017 - ICT conference and exhibition*. Arandelovac (Srbija), 7-8 Jun 2017.
11. **Rakićević, A.**, Nešić, I., Radojević, D., & Petrović, B. (2012). Identifikacija cenovnog trenda korišćenjem realno-vrednosne logike zasnovane na interpolativnoj Bulovoj algebri. In G. Ćirović (Eds.), *Zbornik XXXIX Simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2012)*, Tara (Srbija), 25-28 Septembar, 2012 (str. 365-368). Visoka građevinsko-geodetska škola, Beograd. ISBN:978-86-7488-086-9.
12. Kovačević, D., Sekulić, P., & **Rakićević, A.** (2011). Consistent interpolative fuzzy logic and investment decision making. In *Prva godišnja konferencija mladih srpskih ekonomista*, Beograd (Srbija), 22 Jun, 2011. Narodna Banka Srbije, Beograd.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа докторске дисертације „Адаптивни фази систем за алгоритамско трговање: Интерполативни Булов приступ“ кандидата Александра Ракићевића, Комисија констатује да је она написана према свим стандардима научно-истраживачког рада, као и да испуњава услове прописане Законом о високом образовању, стандардима, правилницима и Статутом Факултета организационих наука и Универзитета у Београду.

Тема докторске дисертације је веома актуелна, а резултати добијени истраживањем одговарају предмету и циљевима истраживања. Све хипотезе, постављене у истраживању су тестиране на релевантним примерима из праксе. Такође, резултатима истраживања, потврђена је општа хипотеза, тј. доказано је да је могуће унапредити фази системе за алгоритамско трговање увођењем интерполативног Буловог приступа у финансијско моделовање, анализу података и управљање.

Истраживање приказано у дисертацији је оригинално, а резултати пружају допринос сазнању из области Техничко-технолошких наука, уже научне области Управљања системима, а посебно рачунарске интелигенције и алгоритамског трговања. Део тих резултата је верификован научним публикацијама у монографији категорије M13, међународним часописима категорије M22 и M23, домаћим часописима категорија M52 и M53, као и излагањима на међународним и домаћим конференцијама.

С обзиром на постигнуте резултате, комплексност, актуелност и интердисциплинарност обрађене теме, Комисија констатује да је докторска дисертација кандидата Александра Ракићевића остварила постављени циљ истраживања, задовољила највише научне критеријуме и показала способност кандидата за самосталан научно-истраживачки рад. На основу свега наведеног, Комисија предлаже Научно-наставном већу да се докторска дисертација под насловом „Адаптивни фази систем за алгоритамско трговање: Интерполативни Булов приступ“ кандидата Александра Ракићевића прихвати, изложи на увид јавности и одобри њена усмена одбрана.

У Београду, 7.7.2020. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
др Милија Сукновић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

.....
др Милан Мартић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

.....
др Невенка Жаркић-Јоксимовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

.....
др Александар Марковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

.....
др Јелена Игњатовић, редовни професор
Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет