



АЛФА БК УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА

Палмира Тољатија 3, 11070 Нови Београд, Србија
Тел. +381 (0) 11 2606 380, Факс: +381 (0) 11 2609 752

www.alfa.edu.rs, info@alfa.edu.rs

АЛФА БК УНИВЕРЗИТЕТ

III Број 71

14.2. 2019 год.
Нови Београд, Палмира Тољатија 3

НАСТАВНО - НАУЧНОМ ВЕЋУ

ФАКУЛТЕТА ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА

Предмет: Извештај комисије о оцени докторске дисертације кандидата Горана Перенића

На седници Наставно-научног већа Факултета за информационе технологије, одржаној 30.01.2019. године, именована је Комисија за оцену докторске дисертације и јавну одбрану докторске дисертације кандидата Горана Перенића, под насловом

НОВЕ КЛАСЕ ФУНКЦИЈА ЗА СИНТЕЗУ ЛАНЧАНИХ ФИЛТАРА

у саставу:

1. др Негован Стаменковић, ванредни професор, Природно-математички факултет Косовска Митровица (Област: Софтверско инжењерство) -ментор
2. др Небојша Денић, доцент, Природно-математички факултет Косовска Митровица (Област: Информациони системи и технологије) -председник
3. др Петар Спалевић, редовни професор, Факултет техничких наука Косовска Митровица (Област: Електротехничко и рачунарско инжењерство) -члан

Након прегледа достављене дисертације и других пратећих докумената и разговара са Кандидатом, Комисија подноси Наставно-научном већу Факултета за Информационе технологије следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Горан Перенић докторске студије уписао је на Факултету за Информационе технологије Алфа БК Универзитета школске 2012/2013. године на студијском програму Информационо-комуникационе технологије. Положио је све испите предвиђене планом и програмом овог студијског програма и то:

- 1.Методологија научно – истраживачког рада (10ЕСПБ) оцена 9,
- 2.Теорија преноса података (10 ЕСПБ) оцена 10 ,
- 3.Напредни информациони системи (10 ЕСПБ) оцена 10,
- 4.Менаџмент квалитетом и информациони системи (10 ЕСПБ) оцена 9,
- 5.Моделирање пословних процеса (10 ЕСПБ) оцена 10,
6. Сателитски комуникациони системи (10 ЕСПБ) оцена 10,
- 7.Моделирање и објектно орјентисан дизајн са UML (10 ЕСПБ) оцена 10,
- 8.Софтверска подршка у техничко-технолошким наукама (10 ЕСПБ) оцена 9,
- 9.Управљачки информациони системи (10 ЕСПБ) оцена 10,

Кандидат је одбранио приступни рад на изради докторске дисертације (30 ЕСПБ) оценом 10.

На основу студијског истраживачког рада (научно-истраживачки рад,публиковање радова, учешће на стручним семинарима, симпозијумима, скуповима и др.) кандидат је стекао право на пријаву теме докторске дисертације.

Кандидат Горан Перенић поднео је 16.04.2018.године Захтев за одобрење теме докторске дисертације под радним насловом „**Нове класе функција за синтезу ланчаних филтара**”.

Наставно-научно веће Факултета за информационе технологије, на седници одржаној 06.09. 2018.године, предложило је **Комисију за оцену научне заснованости и подобност пријављене теме докторске дисертације** као и подобност докторанда и компететције ментора у саставу:

1. др Негован Стаменковић, ванредни професор, Природно-математички факултет Косовска Митровица (Област: Софтверско инжењерство)
2. др Небојша Денић, доцент, Природно-математички факултет Косовска Митровица (Област: Информациони системи и технологије)
3. др Петар Спалевић, редовни професор, Факултет техничких наука Косовска Митровица (Област: Електротехничко и рачунарско инжењерство)

За ментора је предложен **др Негован Стаменковић**, ван.проф. Природно-математичког факултета, Универзитета у Приштини. Ментор испуњава законске услове за ментора и бави се научним радом из области која је предмет дисертације.

Наставно-научно веће Факултета за информационе технологије, на седници која је одржана 06.09.2018. године. Године на основу Извештаја Комисије за оцену научне заснованости и подобност пријављене теме докторске дисертације, кандидата Горана Перенића под насловом „**Нове класе функције за синтезу ланчаних филтара**” донело је Одлуку о прихватању предложене теме докторске дисертације. На истој седници Наставно-научно веће прихватило је предлог којим се др Негован Стаменковић, ван.проф. Природно-математичког факултета, Универзитета у Приштини, именује за ментора.

Сенат Алфа БК Универзитета је на седници 28.12.2018. године дао сагласност на предложену тему докторске дисертације и предложеног ментора.

Након урађеног рукописа докторске дисертације кандидат је 15.01.2019. године. Поднео рукопис ментору на завршни преглед.

Ментор је 11.02.2019. године. Написао Изјаву о процени оригиналности и сагласности за предају урађене докторске дисертације.

Електронску и штампану верзију уз Изјаве о процени оригиналности и сагласности за предају урађене докторске дисертације ментора, кандидат је предао студентској служби факултета 21.02.2019.године.

На предлог ментора а у складу са његовим Извештајем о садржају и квалитету дисертације Наставно-научно веће Факултета Информационих технологија изнело је на седници 30.01.2019. године позитивно мишљење о испуњености услова за одбрану докторске дисертације и формирало Комисију за оцену докторске дисертације и јавну одбрану докторске дисертације у саставу:

1. др Негован Стаменковић, ванредни професор, Природно-математички факултет Косовска Митровица (Област: Софтверско инжењерство)
2. др Небојша Денић, доцент, Природно-математички факултет Косовска Митровица (Област: Информациони системи и технологије)
3. др Петар Спалевић, редовни професор, Факултет техничких наука Косовска Митровица (Област: Електротехничко и рачунарско инжењерство)

2. Биографски подаци о кандидату

Горан Перенић, рођен је 12.04.1986 године у Приштини. Основну и средњу школу завршио је као одличан ученик. Уписао се на Природно-математичком факултету Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици смер информатика. Затим је студије наставио на Факултету информационих технологија Алфа БК Универзитета у Београду на смеру информационе технологије, где је у року дипломирао са просечном оценом 9,20 и стекао звање мастер инжењер информационих технологија. Након тога поред научног рада засновао је и радни однос у Дому здравља Приштина, у Фонду за здравствено осигурање за Косовски округ-Приштина у информационом сектору. Докторске студије уписао је на Факултету информационих технологија Алфа БК Универзитета на студијском програму Информационо-комуникационе технологије.

2.1 Преглед остварених резултата у досадашњем периоду

Своје научне резултате кандидат је објавио у научним часописима и презентовао на научно-стручним конференцијама. Структура објављених радова је следећа:

а) из области дисертације

	M23	M24	M33	M63
	3	1	1	

а) ван области дисертације

	M23	M24	M33	M63
		1	3	

ИЗВЕШТАЈ О НАУЧНОЈ ЗАСНОВАНОСТИ И ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

3. Опис дисертације

3.1 Наслов дисертације

Нове класе функција за синтезу ланчаних филтара

3.2 Научна област дисертације

Докторска дисертација припада пољу техничко-технолошких наука из области информационо комуникационих технологија за које је студијски програм Информационо-комуникационе технологије акредитован од стране Комисије за акредитацију и проверу квалитета (број: 612-00-01124212-04).

3.3 Подаци о дисертацији

Докторска дисертација написана је на 127 страна текста, формата А4, куцаног ћириличним писмом. Садржи 51 скику, 17 табела, и 96 библиографских референци.

Дисертација садржи

- насловну страну на српском језику,
- насловну страну на енглеском језику,
- изјаву ментора о процени оригиналности и сагласности за предају урађене докторске дисертације,

- страну са подацима о ментору и члановима Комисије,
- захвалницу,
- резиме на српском и енглеском језику,
- садржај,
- попис слика,
- попис табела,
- увод,
- пет тематских поглавља,
- закључак,
- литературу,
- индекс појмова,
- биографију аутора,
- списак научних радова аутора из области теме
- листинг софтверских решења,
- прилоге (Прилог 1. Изјава о ауторству, Прилог 2. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и Прилог 3. Изјава о коришћењу)

3.4 Предмет и циљ дисертације

Филтри играју важну улогу у радио фреквенијским RF и микроталасним применама. Користе се за раздвајање или комбиновање различитих фреквенијских канала, а сложеност савремених примена често поставља противречне захтеве при њиховом пројектовању и реализацији, као што су мали габарит, висок квалитет и ниска цена. Овакви захтеви тржишта подстичу развој како RF филтара тако и микроталасних филтара.

Већина филтара који раде на RF и милиметрским таласима су из породице Chebyshev-љевих филтара, која имају преносну функцију са највећим слабљењем у непропусном опсегу за одређено максимално дозвољено слабљење у пропусном опсегу. Међутим, имплементација Chebyshev-љевих филтра захтева специфицирање фактора добротеле елемента филтра који се током производње не могу мењати или модификовати. Такође је познато да је критични фактор код почетне имплементације, без подешавања (тримовања), релативна фреквенцијска сепарација нула повратних губитака (RL). Уве нуле су распоређене у пропусном опсегу филтра тако да повратни губици имају прописану вредност. Ланчани филтри нуде ефикасно решење како у RF тако и у микроталасном подручју.

Истраживања на пољу ланчаних филтара започета су крајем прошлог и почетком овог века и бројни радови протекле две деценије били су посвећени развоју како микроталасних кола која својом физичком конфигурацијом доприносе побољшању карактеристика филтра, тако и методе које омогућавају једноставно и ефикасно пројектовање филтара. Међутим, ланчани филтри из породице Chebyshev-љевих филтара имају низ недостатака. Максимално слабљење у пропусном опсегу се не може подешавати избором карактеристичне функције филтра већ се користи додатни параметар који одређује слабљење на грании пропусног опсега (eng. edgeripple factor). Овај недостатак је отклоњен применом Legendreovih полинома.

Предмет истраживања ове докторске дисертације је пројектовање и реализација микроталасних ланчаних филтара пропусника ниских фреквенија и пропусника опсега фреквенија реализованих каскадом секција водова. Нови метод апроксимације преносних функција филтара полази од развоја нових филтарских функција (модификовани Јасобијеви ланчани филтар), а затим реализација каскадом секија водова у виду штампаних кола. Истраживања се могу сврстати у три независне целине.

1. Најпре се разматра модификација ортогоналних Јасоби-јевих полинома да бисе добиле нове ланчане филтарске функције које се могу применити као филтарске функције. Поред већ публикованих ланчаних филтарских функција, као специјални случајеви могу се навести и неки прелазни филтри као што су: Butterworth-Chebyshev, Butterworth-Legendre, Chebyshev-Chebyshev, итд. Према томе модификовани Јасоби-јевих полиноми имају ширу примену која није ограничена само на ланчане филтре.
2. Затим се врши оптимизација повратних губитака и унетог слабљења преносне функције ланчаног филтра заснованог на модификованим Јасоби-јевим полиномима. Оптимизација се може остварити на два начина: да конститутивне Јасоби-јевих функције које чине ланац имају исте параметре, или да конститутивне функције могу да имају различите параметре. Са порастом броја конститутивних функција расте и број степена слободе, те је потребно утврдити утицај параметара појединих конститутивних функција на преносну функцију филтра.
3. На крају реализација и симулација. Већина филтара намењених за рад на радиофреквенцијским и микроталасним фреквенцијама реализују се или у таласоводној или у планарним архитектурама. Међутим, таласоводи нису погодни за примену у компактним уређајима због своје величине па су планарне архитектуре, као што су mikrostrip, suspended substrate stripline и копланарни таласовод, данас основа за пројектовање компактних микроталасних филтара. Симулација преносне функције филтра каскадом секија водова заснована је на МАТЛАБ платформи.

Постављени циљ је постигнут и добијени научни резултати су публиковани у часописима категорије М23.

3.5 Хипотезе

На основу извршених свеобухватних тестирања, и преложених модела и упоредних анализа добијених резултата са резултатима других аутора постављене су следеће хипотезе:

- Предложена је нова класа филтара заснована на Јасоби-јевим полиномима.
- Доказано је да су публиковани Chebyshev-љеви и Legendreovi ланчани филтри специјални случајеви модификованих Јасоби-јевих ланчаних филтара.
- Показано је да осетљивост групног кашњења зависи од квадрата Q-фактора пола, за разлику од осетљивости амплитудске карактеристике која зависи од Q -фактора пола.

- Упоредене су две реализације двоканалне аналогне банке филтара. Прва се односи на примену all-pass филтара, а друга је стандардна каскадна реализација. Монте Карло симулација је показала да су обе реализације мало осетљиве на промене елемената LCR резонатора у пропусном опсегу док у непропусном опсегу каскадна реализација има знатно боље карактеристике.

3.6 Кратак опис садржаја дисертације

Апроксимација и имплементација ланчаних филтара је предмет анализе истраживања презентованих у дисертацији. Најважнији резултати истраживања су приказани у пет поглавља: Синтеза филтарских функција Јакобијевим полиномима, Модификована Јакобијеева ланчана функција, Синтеза полиномских ланчаних филтара и Реализација. У Закључку су сумирани најважнији научни доприноси и правци будућих истраживања. Главни део представљене дисертације подељен је у пет поглавља. У другом поглављу, након увода, појам апроксимације амплитудске карактеристике полиномских филтара ортогоналним полиномима је проширен и на примену ортогоналних Јакобијевих полинома. Једноставном модификацијом ортогоналних Јакобијевих полинома добијени су полиноми названи Модификовани-Јакобијеви полиноми, погодни за апроксимацију амплитудске карактеристике аналогних филтара пропусника ниских фреквенција. Треба напоменути да модификовани Јакобијеви полиноми нису ортогонални. Ако је степен филтара задат, оба параметра Јакобијевог полинома (α и β) су слободни параметри који се могу користити за континуирано подешавање амплитудске или фазне карактеристике филтра. То чини да су добијене фреквенцијске карактеристике флексибилније од апроксимација стандардним ортогоналним полиномима као што су апроксимације са Chebyshevевим или Legendrov полиномима. Треба напоменути да предложена апроксимација модификованим-Јакобијевим полиномима, погодним избором параметара Јакобијевих полинома, генерише многе напред поменуте апроксимације полиномских филтара, као на пример: Butterworthov, Chebyshev, Chebyshev, Legendrov и њихове деривате које су предложили Ku и Drubin, итд. Описана техника синтезе аналогних филтара модификованим Јакобијевим полиномима, учињена је још ефикаснијом додавањем коначних нула преноса у преносну функцију филтра. Као што је добро познато, коначне нуле преноса на реалним фреквенцијама, тј. на имагинарној оси, немају утицаја на фазну карактеристику филтра. Међутим оне се могу тако одредити да карактеристика слабљења има Chebyshevев карактер у непропусном опсегу. Наведени су подаци о положају полова ове класе филтара у s -равни за параметар Јакобијевих полинома, који дају приближно монотону амплитудску карактеристику за степен филтра од три до десет. Извршено је детаљно поређење добијених резултата са познатим критично монотоним преносним функцијама, и показано је да предложена класа полинома нуди и боља решења од стандардних апроксимација. На крају ове главе извршено је и поређење нове класе филтара са коначним нулама преноса и инверзног Chebyshev филтра. Показано је да синтеза филтара модификованим Јакобијевим полиномима са коначним нулама преноса нуди боље перформансе од инверзних Chebyshevевих филтара. У трећем поглављу описана је нова класа преносних функција за синтезу ланчаних филтара. Ове ланчане функције, назване модификоване Јакобијеве ланчане функције (мЈЦФ), добијене су као производ модификованих Јакобијевих полинома нижег степена, назване

seed функције. Оптимизација преносне функције се може извршити тако да све seed функције буду са истим параметрима. У том случају у Chebyshev-љеве ланчане функције (CCF) и Legendr-ове ланчане функције (LCF) су специјални случајеви модификованих Jacobi-јевих ланчаних функција. Бољи резултати се могу добити ако се за задати степен филтра, поред оптимизације броја seed функција, оптимизира се и свака seed функција која може да има различите параметре Jacobi-јевих полинома. У том случају је број могућих комбинација велики па је погодно најпре извршити оптимизацију са истим параметрима, а затим одабрати једну seed којом ће се извршити накнадно подешавање неке од карактеристика у устаљеном или прелазном стању. Излагања у четвртом поглављу односе се на синтезу полиномских ланчаних филтара. Посебна пажња је поклоњена ланчаним филтрима са две seed функције.

Фактор добротe коњуговано комплексног пара полова, фактор нагиба и максимална вредност повратних губитака су коришћени за поређење преносних функција. Функције циља су повратни губици. На примерима преносних функција седмог, осмог, деветог и десетог реда анализирани су резултати апроксимације. Показано је да се редукција повратног слабљења може остварити преносним функцијама вишег реда без велике промене Q-фактора пола и коефицијента нагиба. Ова техника је први пут примењена давне 1967 за редукцију Q-фактора критичног пара полова. Коначно, излагања у петој глави се односе на пасивну LC лесвичасту реализацију ланчаних филтара. Последњи корак у пројектовању филтара јесте формирање прототипа електричног кола које служи као основа за физичку реализацију (имплементацију) филтра. Наиме, реализација нископропусних прототипова филтара заснована је на елементима са концентрисаним параметрима двопреступне пасивне лесвичасте LC мреже. Филтар се побуђује реалним генератором који има унутрашњу отпорност, а на другом приступу затворен је отпорником. Управо ове конфигурације представљају везу између филтарске функције и физичке реализације филтра. Посматрају се прототипски филтар пропусник ниских фреквенција и филтар пропусник опсега фреквенција и њихова имплементација помоћу елемената са концентрисаним параметрима. Посебна пажња је посвећена реализацији ланчаног филтра пропусника ниских фреквенција заснованог на каскади секција водова.

3.7 Остварени резултати и научни доприноси дисертације

Кандидат је успешно остварио постављене циљеве из пријаве докторске дисертације. Из добијених и верификованих резултата објављених у релевантним научним часописима, саопштеним на међународним и домаћим конференцијама могу се одредити научни доприноси докторске дисертације, а то су:

1. Предложена је нова класа филтара заснована на Jacobi-јевим полиномима. Познато је да се Jacobi-јеви полиноми не могу директно применити за синтезу филтарских функција. Једноставном модификацијом генерисани су модификовани Jacobi-јеви полиноми погодни за синтезу филтарских функција. Ортогонални полиноми који се најчешће користе за синтезу филтарских функција, на пример: Chebyshev-љеви I врсте, Chebyshev-љеви II врсте, Legendr-еови и Gegenbauer-ови, су специјални случајеви модификованих Jacobi-јевих полинома када параметри Jacobi-јевих полинома имају исту вредност. Када се један

параметер модификованих Јасоби-јеввих полинома задржава константним, а други параметар мења, добијају се прелазни филтри.

2. На основу познатих резултата, који се односе на ланчане филтре, разматране су теоријске претпоставке које се односе на апроксимацију ланчаних филтара модификованим Јасоби-јеввих полиномима. Доказано је да су публиковани Chebyshev-љеви и Legendreovi ланчани филтри специјални случајеви модификованих Јасоби-јеввих ланчаних филтара.

3. Показано је да осетљивост групног кашњења зависи од квадрата Q-фактора пола, за разлику од осетљивости амплитудске карактеристике која зависи од Q -фактора пола. Због тога је потребно, за имплементацију банке филтра засноване са all-pass филтрима, користити градивне блокове чије су карактеристике мало осетљиве на промене елемената.

4. Пасивна LC реализација је мало осетљива на промене елемената, али је она ефикасна само за реализацију преносних функција минималне фазе. У случају реализације all-pass филтара, чија је преносна функција максималне фазе, потребно је користити укрштене четворополе или премошене T-мреже. Замена калемова интегрисаним индуктивностима у оваквим мрежама је практично немогућа. За имплементацију двоструко комплементарне банке филтара предложена је биквадратна секција са LCR резонаторима у којој је калем замењен симулираном индуктивношћу генералним конвертором импедансе.

Упоредне су две реализације двоканалне аналогне банке филтара. Прва се односи на примену all-pass филтара, а друга је стандардна каскадна реализација. Монте Карло симулација је показала да су обе реализације мало осетљиве на промене елемената LCR резонатора у пропусном опсегу док у непропусном опсегу каскадна реализација има знатно боље карактеристике. Велика осетљивост фазне карактеристике all-pass филтара чини да одступање амплитудске карактеристике од номиналне вредности у непропусном опсегу буде велико и значајно расте са порастом степена филтра.

5. Двоструко комплементарна банка филтара се може искористити за реализацију дигиталног дела двоканалне банке филтара, погодним избором дужине дигиталне речи.

3.8 Објављени и саопштени резултати

3.8.1 Из области теме предложене докторске дисертације

а) Радови у међународним часописима (M20)

1. **Goran Perenić**, Negovan Stamenković, Nikola Stojanović, Nebojsa Denić: Chained-Function Filter Synthesis Based on the Modified Jacobi Polynomials. Radioengineering. Vol.27, Number 4. Pp. 1112-1118. December 2018. (M 23)

<https://www.radioeng.cz/papers/2018-4.htm>

2. Nikola Stojanović, Ivan Krstić, Negovan Stamenković, **Goran Perenić**: Butterworth transfer function with the equalized group delay response in the maximally flat sense. Electronics Letters. Vol. 54, Issue25, pp. 1436-1438. December 2018. (M 23)

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8576358>

3. Negovan Stamenković, Nikola Stojanović, **Goran Perenić**: Group Delay Equalization of Polynomial Recursive Digital Filters in Maximal Flat Sense. Journal of Circuits, Systems and Computers. (M 23)

<https://doi.org/10.1142/S0218126619501731>

3.8.2 Ван области докторске дисертације

Радови у часописима категорије (M24)

1. Nebojsa DENIC, Vuk VUJOVIC, Goran PERENIC, Boban SPASIC, STUDY OF BUSINESS INTELLIGENCE SYSTEM QUALITY, ANNALS OF THE ORADEA UNIVERSITY Fascicle of Management and Technological Engineering ISSN 1583 - 0691, CNCSIS "Clasa B+", ISSUE #1 2016, <http://www.imtuoradea.ro/auo.fmte/>
2. Nebojsa DENIC, Vuk VUJOVIC, Aleksandar SKULIC, Goran PERENIC, EFFECTIVENESS AND EFFICIENCY OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS IN SERBIAN ENTERPRISES, ID: 156242016032699991, 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & EXPO SGEM 2016 (ISSN: 1314-2704)

Радови саопштени на скуповима међународног значаја штампани у целини (M33)

- 1) Dalibor Petković, Nebojša Denić, Goran Perenić „AN ONTOLOGY-BASED MODEL FOR CONTEXTUAL RECOMMENDATIONS IN E-LEARNING“ International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST) on April 28 - May 1, 2018 in Marmaris, Turkey. The conference is organized by the International Society for Research in Education and Science (ISRES).
- 2) Dalibor Petkovic, Nebojša Denić, Boban Spasić, Goran Perenić “E-management of solid waste” I међународна научно-стручна конференцију Circularna i bioekonomija – CIBEK 18, 19. april 2018. Godine Fakultet za inženjerski menadžment Bulevar vojvode Mišića 43 Beograd, Srbija
- 3) Dalibor Petkovic, Nebojša Denić, Goran Perenić, Boban Spasić, “Soft computing methodologies for optimal estimation of wind farm project net profit” I међународна научно-стручна конференцију Circularna i bioekonomija – CIBEK 18, 19. april 2018. Godine Fakultet za inženjerski menadžment Bulevar vojvode Mišića 43 Beograd, Srbija

Радови у часописима националног значаја (M51)

- 1). Nebojša Denić, Vuk Vujović, Boban Spasić, Perenić Goran “ Mogući aspekti primene softvera u funkciji efikasnijeg upravljanja otpadom ” ECOLOGICA., ECOLOGICA, No-89, Beograd, 2018. godina XXI UDC:502.7 ISSN 0354 – 3285

Закључак и предлог

Дисертација Горана Перенића, мас.инф. под називом „Нове класе функција за синтезу ланчаних филтара”, представља оригиналан, савремен и значајан научни допринос. Текст дисертације је написан јасно, разумљиво и прегледно. Организован је кроз поглавља и одељке. Циљеви дисертације јасно су формулисани а резултати истраживања системски изложени. Научни доприноси се могу не двосмислено утврдити. Комисија констатује да дисертација садржи оригиналне научне допрносе, испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се примењују код вредновања докторских дисертација.

Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултету информанионих технологија Алфа БК Универзитета, да се докторска дисертација под насловом „**Нове класе функција за синтезу ланчаних филтара**”, кандидата Горана Перенића, мас.инф. прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Сенату Алфа БК Универзитета, а кандидату одобри јавна усмена одбрана.

У Београду, 12.02.2019.год.

Чланови комисије

1. др Негован Стаменковић, ванредни професор, ментор
Природно-математички факултет Косовска Митровица

Н. Стаменковић

2. др Небојша Денић, доцент, члан
Природно-математички факултет Косовска Митровица

Н. Денић

3. др Петар Спалевић, редовни професор, члан
Факултет техничких наука Косовска Митровица

Петар Спалевић