УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ **ОБРАЗАЦ 6.**

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА, НОВИ САД

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена
(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I	**ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ**
1.	Датум и орган који је именовао комисију *13.07.2017., декан Факултета техничких наука, Нови Сад, решење број 012-199/54-2016.*
2.	Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: *1. Др Зорана Лужанин, редовни професор, Нумеричка математика, 12.11.2007., Природно-математички факултет, Нови Сад, (председник комисије).* *2. Др Братислав Иричанин, доцент, Примењена математика, 01.10.2015., Електро-технички факултет, Београд, (члан).* *3. Др Тибор Лукић, ванредни професор, Теоријска и примењена математика, 07.06.2017., Факултет техничких наука, Нови Сад, (члан).* *4. Др Татјана Дошеновић, ванредни професор, Анализа и вероватноћа , 01.12.2014., Технолошки факултет, Нови Сад, (члан).* *5. Др Небојша Ралевић, редовни професор, Теоријска и примењена математика, 30.09.2010., Факултет техничких наука, Нови Сад, (ментор).*
II	**ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**
1.	Име, име једног родитеља, презиме: *Дејан, Богољуб, Ћебић*
2.	Датум рођења, општина, држава: *03.04.1979, Нови Пазар, Република Србија.*
3.	Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив *Природно - математички факултет, Нови Сад, Дипломирани математичар – математика финансија*
4.	Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија *2015., Математика у техници.*
5.	Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: *Природно - математички факултет, Нови Сад, „Немонотони спектрални методи за нелинеарне системе једначина“, Примењена математика, 30.6.2011.*
6.	Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: *Примењена математика*
III	**НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:** *Оптимални вишекорачни методи Њутновог типа за налажење вишеструких корена нелинеарне једначине са познатом целобројном вишеструкошћу*

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација се бави анализом постојећих и конструкцијом нових нумеричких поступака за тражење вишеструких решења нелинеарних једначина у случају када је вишеструкост унапред позната.

Дисертација је подељена у пет поглавља и има следећу структуру:

1. Увод
2. Оптималност Њутнових метода за тражење вишеструких решења
3. Оптимални Њутнови методи осмог реда конвергенције
4. Модификовани методи Њутновог типа
5. Закључна разматрања и правци даљег истраживања

Текст дисертације изложен је у складу са принципима презентације научних радова. Целокупна дисертација садржи 107 страна: насловна страна, предговор, садржај, претходно наведена поглавља, библиографија, кључна докуменатацијска информација на српском и енглеском језику. Текст обухвата 9 слика, 41 табелу и 98 литературних навода.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. ***Увод.***
У овом поглављу дат је кратак историјски осврт на развој итеративних поступака који је актуелан већ неколико векова. Паралелно са развојем информационих технологија расте значај проналажења нових поступака вишег реда конвегренције. Решавање великог броја проблема бар у неком кораку захтева решавање нелинеарних једначина, што указује на велики значај проблема који се посматрају у дисертацији. Наведене су све битне дефиниције и владајући ставови неопходни за даљи рад који обухватају дефиниције различитих класа итеративних поступака, Кунг-Траубову хипотезу, кључне особине на основу којих се упоређују итеративни поступци као што су ред конвергенције, ефикасност и оптималност. Представљени су најрелевантнији до сада развијени једнокорачни и вишекорачни итеративни алгоритми за тражење једноструких и вишеструких решења.

2. ***Оптималност Њутнових метода за тражење вишеструких нула.***
У овом поглављу детаљније се анализирају двокорачни поступци Њутновог типа. Прецизније, реч је о Лиу-Чоу и Чоу-Чен-Сонг фамилији итеративних поступака. У оригиналним радовима наведени аутори развили су поступке за одређивање вишеструких нула нелинеарних реалних функција и презентовали теореме које описују услове под којима су обе фамилије поступака оптималног четвртог реда конвергенције. Међутим, у овом делу дисертације се показује да ови услови нису довољни, већ да конвергенција обе фамилије поступака може зависити и од тога да ли је вишеструкост парна или непарна. Неоптимално понашање обе фамилије поступака се засебно теоријски разматра. Констатује се да наведене теореме не обезбеђују четврти ред конвергенције Лиу-Чоу фамилије када је вишеструкост непарна, односно Чоу-Чен-Сонг фамилије када је вишеструкост парна. Ови теоријски резултати потврђени су на по два тест примера приказана у одељку са нумеричким резултатима. На наредна четири тест примера вршено је нумеричко поређење по два представника обе посматране фамилије са осталим релевантиним оптималним поступцима другог и четвртог реда, где је уочено добро нумеричко понашање разматраних метода.

3. ***Оптимални Њутнови метода осмог реда конвергенције.***
У трећем поглављу су представљени оптимални методи Њутновог типа осмог реда конвергенције развијени на бази Лиу-Чоу и Чоу-Чен-Сонг итеративних шема. На темељу анализе из претходног поглавља, нови унапређени поступци разматрају се одвојено за парну и непарну вишеструкост. Додавањем трећег корака двокорачној Лиу-Чоу итеративној шеми, уз додатно израчунавање првог извода у новој тачки, добија се оптимална трокорачна фамилија поступака осмог реда конвергенције за тражење нула парне вишеструкости. Довољни услови за оптималност ове фамилије наведени су у првом тврђењу, а након тога дато је и шест конкретних поступака, чланова ове фамилије, уз пратеће једначине грешке, који се касније нумерички тестирају у раду. На сличан начин се на бази Чоу-Чен-Сонг поступка, уз додатно израчунавање функције у новој тачки, развија и трокорачна фамилија поступака која је оптималног осмог реда ако је вишестукост непарна, а довољни услови за оптималност су наведени у другом тврђењу. Уочено је да се у овом случају, када је вишеструкост једнака један, многи познати поступци за одређивање простих нула могу третирати као специјалан случај новог трокорачног поступка. Шест представника ове фамилије је изабрано за потребе нумеричког тестирања и приказано уз пратеће једначине грешке. Нумерички резултати рађени на осам тест функција потврђују осми ред и високу ефикасност свих разматраних поступака.

4. ***Модификовани методи Њутновог типа.***
У овом делу се прво појашњава зашто у појединим случајевима поступци засновани на класичном Њутновом методу показују изразито лоше нумеричке резултате, нпр. ако је почетна апроксимација недовољно добро изабрана или ако је први извод једнак нули. Представљени су и неки недавно објављени поступци, попут поступка Канвар-Батиа-Кансала, конструисани са идејом да се овакви проблеми превазиђу. На бази ових идеја, у овом делу дисертације су конструисане нове двокорачне фамилије поступака трећег и четвртог реда

конвергенције. За нуле парне вишеструкости, развијена је генерализована двокорачна Лиу-Чоу фамилија поступака четвртог реда конвергенције, заснована на првом кораку који зависи од реалног параматра р. Довољни услови за конвергенцију нове оптималне фамилије дати су у првом тврђењу, као и пратећа једначина грешке. На четири тест функције са нулама парне вишеструкости потврђује се теоријски добијен оптимални четврти ред, а поступци нове фамилије приказују добро нумеричко понашање за погодно изабране вредности реалног параметра. На петом тест примеру се показује неоптималност изабраног представика нове фамилије када је вишеструкост непарна.

За нуле непарне вишеструкости, прво је развијен поступак трећег реда који се може посматрати као модификација фамилије Чоу-Чен-Сонга. У другом тврђењу се показује да услови који обезбеђују оптималност Чоу-Чен-Сонг поступака, у случају нове модификоване итеративне шеме, не гарантују оптимални четврти ред, већ само трећи ред конвергенције. Зато се уводи додатна тежинска функција једноставног облика, без новог функцијског израчунавања, па нова двокорачна итеративна шема достиже оптимални четврти ред. Услови оптималности дати су у трећем тврђењу, као и одговарајућа једначина грешке. Још уопштенији облик нове фамилије поступака који омогућава шири избор конкретних метода, дат је у четвртом тврђењу.

Из сваке нове фамилије су изабрана по два представника за потребе нумеричког тестирања и поређења са другим поступцима. У свим случајевима је потврђен теоријски добијени ред конвергенције, а уочене су многе предности нових поступака, нарочито у случајевима када је почетна апроксимација изабрана далеко од посматраног решења.

5. ***Закључна разматрања и правци даљег истраживања.***
У овом делу дисертације истакнути су главни резултати истраживања и сагледане су појединне смернице даљег развоја. Размотрене су поједине занимљиве особине поступака у случају одређивања комплексних решења.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Рад у истакнутом међународном часопису (категорије М22):
1. Nebojša Ralević, Dejan Ćebić, On the optimality of some multi-point methods for finding multiple roots of nonlinear equation, Nonlinear Analysis: Modelling and Control, Vol. 21, No.1 (2016), 121-134, 121134 Vilnius University, (ISSN 1392-5113)

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет истраживања ове дисертације јесу вишекорачни методи за тражење вишеструких решења нелинеарне једначине, при чему је вишеструкост позната, а резултати истраживања могу се груписати у неколико целина. Пре свега, у дисертацији се и у теоријском облику, и кроз неколико конкретних тест примера, анализирају недостаци две постојеће двокорачне фамилије поступака Њутновог типа, Лиу-Чоу иЧоу-Чен-Сонг фамилије. Констатује се губитак особина оптималности посматраних поступака и њихова смањена ефикасност, и дају се детаљна објашњења зашто до тога долази. Утврђује се да тврђења објављена у радовима наведених аутора гарантују оптималност наведених поступака само ако је вишеструкост парна у случају Лиу-Чоу фамилије, односно ако је вишеструкост непарна у случају Чоу-Чен-Сонг фамилије.

Друга група резултата односи се на конструкцију нових унапређених вишекорачних поступака. Креиране су две трокорачне фамилије поступака осмог реда конвергенције на бази Лиу-Чоу и Чоу-Чен-Сонг двокорачних итеративних шема. С обзиром на то да трећи корак захтева још само једно функцијско израчунавање, добијени поступци се сматрају оптималним, а њихов индекс ефикасности је већи од индекса ефиксаности оптималних поступака четвртог реда.

Поред тога, конструисане су и класе нових поступака трећег и четвртог реда погодне за решавање проблема где уобичајени методи показују лошије резулатате. Нови поступци користе модификовани Њутнов корак као први у двокорачној итеративној шеми, и зависе од избора реалног параметра. Нумерички тестови на низу релевантних примера показују да се ови поступци, за одговарајући избор реалног параметра, понашају знатно боље у односу на већину познатих поступака када је почетна апроксимација изабрана далеко од траженог решења.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Дисертација је написана систематично и прегледно. Резултати дисертације су настали детаљним истраживањем коришћењем савремених математичких софтверских алата. Теоријски закључци праћени су низом релевантних нумеричких тест примера, а нумерички резултати приказани су у табелама где је врло једноставно правити компарацију оригиналних и постојећих метода. Коментари и интерпретација резултата су јасни и коректно написани. Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

   Дисертација је написана у складу са образложењем датим у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

   Дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

   Лиу-Чоу и Чоу-Чен-Сонг поступци су добро познати и често цитирани двокорачни итеративни поступци Њутновог типа за тражење вишеструких корена нелинеарних једначина. У овој дисертацији се теоријски и нумерички показује због чега ови поступци губе својства оптималности прокламована у оригиналним радовима. Кроз детаљну анализу објашњена је зависност реда конвергенције, тј. оптималности наведених поступака и парности/непарности вишеструкости корена функције. На тај начин исправљени су недостаци теоријских анализа које су објављене као резултати истраживања наведених аутора и употпуњена су знања о овим поступцима.

	Осим тога, оригиналан допринос науци у овој дисертацији представља и конструкција неколико нових унапређених класа оптималних и неоптималних вишекорачних алгоритама за решавање нелинеарних једначина. Теоријска разматрања и резултати тест функција показују добре нумеричке перформансе нових метода.
4.	Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања *Дисертација нема недостатака*.
X	**ПРЕДЛОГ:**
	На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже: *да се докторска дисертација „ Оптимални вишекорачни методи Њутновог типа за налажење вишеструких корена нелинеарне једначине са познатом целобројном вишеструкошћу “ прихвати, а кандидату Дејану Ћебићу одобри одбрана.*

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

08.09.2017. године

_____
Др Зорана Лужанин, *редовни професор*, председник

_____
Др Братислав Иричанин, *доцент*, члан

_____
Др Тибор Лукић, *ванредни професор*, члан

_____
Др Татјана Дошеновић, *ванредни професор*, члан

_____
Др Небојша Ралевић, редовни професор, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.