

Примљено: 28.5.2014.			
Org. jed.	Broj	Prilog	Vrednost
01	1656		

UNIVERZITET U NIŠU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

PREDMET: Ocena naučne zasnovanosti predložene teme doktorske disertacije kandidata Milene Petrović

Odlukom Nastavno-naučnog veća Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu broj 460/1-01 od 23.04.2014 godine, imenovali smo članove komisije za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme doktorske disertacije Milene Petrović pod nazivom "DVOSMERNI I DVOKORAČNI UBRZANI METODU ZA BEZUSLOVNU OPTIMIZACIJU".

Uz prijavu kandidat Milena Petrović je priložila neophodnu dokumentaciju: diplome sa osnovnih diplomskih i master studija, uverenje o ostvarenju 120 ESPB na doktorskim studijama, biografiju, bibliografiju, indeks i obrazloženje teme disertacije. Na osnovu priložene dokumentacije podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. PODACI O KANDIDATU

Milena Petrović, rođena Randelović, rođena je u Nišu 24.12.1975. godine. Stalno mesto prebivališta je Zelengorska 6/32, 18000 Niš. Gimnaziju "Drakče Milovanović" prirodno-matematički smer, završila je 1994. godine u Aleksincu. Školske 1994/95 godine je upisala osnovne studije na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na Odseku za numeričku matematiku i optimizaciju, zvanje: diplomirani matematičar. Studije je završila 15.07.2001. godine sa prosečnom ocenom 8,26.

Master studije je završila 22.12.2006. godine na Univerzitetu u Lundu, Švedska, Odsek za numeričku analizu, pod mentorstvom tadašnjeg šefa odseka za numeričku analizu, profesora Joakima Šrola (*Joachim, Achim Schroll*), odbranom master teze pod nazivom : *A Truly Third Order Finite Volume Scheme On Quadrilateral Mesh*.

Doktorske studije je upisala 24.11.2008. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu u Nišu, na studijskom programu – Matematika. Položila je sve ispite, predviđene planom i programom, sa prosečnom ocenom 9.89, odbranila četiri seminarska rada i stekla potrebnih 120 ESPB bodova za prijavu doktorske disertacije.

Svoj prvi radni odnos zasnovala je 2002. godine u osnovnoj školi "Ratko Vukićević" u Nišu kao nastavnik matematike. Na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Pristini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Odsek za matematiku, stekla je zvanje asistenta 30.09.2009 godine kada je i zasnovala radni odnos na istom fakultetu. Od tada do danas radi na ovom fakultetu na realizaciji programskih sadržaja vežbi iz nastavnih predmeta: Linearna algebra, Analitička geometrija, Matematička analiza III, Matematička analiza IV, Numerička analiza i Numeričke metode.

Do sada je objavila 6 naučnih radova (od datuma prijave teme doktorske disertacije prihvaćen je jos jedan rad koji bio u procesu recenzije pre prijave ove teme). Od toga je jedan objavljen u stranom časopisu međunarodnog značaja (M21) iz oblasti matematike. Rezultate

svojih istraživanja je saopštila na četiri međunarodne naučne konferencije. Sledi spisak objavljenih radova i konferencija:

Radovi u časopisima međunarodnog značaja

1. (M21) **Milena J. Petrović**, Predrag S. Stanimirović, *Accelerated Double Direction Method For Solving Unconstrained Optimization Problems*, Mathematical Problems in Engineering Volume 2014 (IF 2014=1.383)
2. (M24) Ivan Krstić, Negovan Stamenković, **Milena Petrović**, Vidosav Stojanović, *Binary to RNS encoder with Modulo $2^n + 1$ Channel in Diminished-1 Number System*, International Journal of Computational Engineering and Management, accepted

Radovi objavljeni u celosti u zbornicima sa međunarodnih konferencija

1. (M33) Petković, D., **Petrović, M.** *A Truly Third Order Finite Volume Scheme On The Quadrilateral Mesh*, Međunarodna konferencija "Matematičke i informacione tehnologije" - MIT 2009, Kopaonik 27. – 31. avgust.; Budva 31. avgust – 5. septembar 2009., Zbornik radova, pp. 293-302, ISBN 978-86-83237-90-6.
2. (M33) **Petrović, M.** *Local Double Logarithmic Technique*, Međunarodna konferencija "Matematičke i informacione tehnologije"-MIT 2011, Vrnjačka Banja 27.–31. avgust.; Budva 31. avgust–5. septembar 2011., Zbornik radova, pp. 325-329, ISBN 978-86-83237-90-6.
3. D. Došić, Č. Stefanović, P. Spalević, N. Stamenković, N. Kontrec, **M. Petrović**, *Second order statistics of MRC receiver over α - μ multipath fading channels*, XLVIII International Scientific Conference on Information Communication and Energy Systems and Technologies- ICEST 2013, 26 - 29 June 2013, Ohrid, Proceedings of papers, vol. 2, pp.83-86, ISBN: 978-9989-786-89-1.
4. M. Bandjur, S. Jovković, D. Djošić, **M. Petrović**, P. Spalević, S. Maričić, *Second order statistics of MRC receiver over k - μ fading channels*, International Scientific Conference Unitech 2013, 22-23 Novembar 2013, Gabrovo.

Spisak saopštenjana međunarodnim naučnim skupovima

1. Petković D., **Petrović, M.** *A Truly Third Order Finite Volume Scheme On The Quadrilateral Mesh*, Međunarodna konferencija "Matematičke i informacione tehnologije" - MIT 2009, Kopaonik 27. – 31. avgust.; Budva 31. avgust – 5. septembar 2009., Zbornik radova, pp. 293-302, ISBN 978-86-83237-90-6.

2. **Petrović, M.** *Local Double Logarithmic Technique*, Međunarodna konferencija "Matematičke i informacione tehnologije"-MIT 2011, Vrnjačka Banja 27.-31. Avgust, Budva 31.avgust-5.septembar 2011., Zbornik radova, pp. 325-329, ISBN 978-86-83237-90-6.
3. D. Došić, Č. Stefanović, P. Spalević, N. Stamenković, N. Kontrec, **M. Petrović**, *Second order statistics of MRC receiver over α - μ multipath fading channels*, XLVIII International Scientific Conference on Information Communication and Energy Systems and Technologies- Icest 2013, 26 - 29 June 2013, Ohrid, Proceedings of papers, vol. 2, pp.83-86, ISBN: 978-9989-786-89-1.
4. M. Bandur, S. Jovković, D. Djošić, **M. Petrović**, P. Spalević, S. Maričić, *Second order statistics of MRC receiver over k - μ fading channels*, International Scientific Conference Unitech 2013, 22-23 Novembar 2013, Gabrovo.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

2.1 Predmet istraživanja

Istraživanja predložene doktorske disertacije prevashodno su bazirana na teoriji nelinearne optimizacije i numeričke analize. Tema koja će biti obrađena u disertaciji primarno pripada matematičkoj disciplini 90Cxx Mathematical programming, odnosno 90C30 Nonlinear programming. Prema sekundarnoj klasifikaciji pripada oblasti 65Kxx Mathematical programming, optimization and variational techniques, preciznije 65K05 Mathematical programming methods.

Iz tog razloga najpre će biti izložen kraći osvrt na osnovne pojmove i naučnu važnost ovih oblasti. Sa tim u vezi biće naglašene značajnije teme iz ovih oblasti koje su u uskoj vezi sa proučavanjem ove disertacije.

Teorija optimizacije, kao naučna grana operacionih istraživanja i primenjene matematike, našla je veliku primenu kako u raznim naukama tako i u inženjstvu, ekonomiji, vojnoj i avio industriji. U procesu optimizacije cilj je pronaći optimalno rešenje problema predstavljenog putem adekvatnog matematičkog modela, tj. minimizirati ili maksimizirati zadanu ciljnu funkciju pod datim ograničenjima. Generalno, optimizacija predstavlja složen proces koji se sastoji iz više etapa od kojih su samo neke: definisanje zadatka optimizacije, postavljanje matematičkog modela, izbor metoda optimizacije. Poslednja pomenuta etapa optimizacionog procesa zavisi od matematičke formulacije zadatka koji može biti linearan ili nelinearan, sa ili bez ograničenja, sa ili bez izvoda. Predmet ove disertacije su optimizacioni problemi koji ne sadrže ograničenja i čija je ciljna funkcija nelinearna. Dakle, osnovni fokus biće na problemima nelinearnog programiranja bezuslovne optimizacije.

Za početak razvoja nelinearnog programiranja uzima se 1950. godina koja se vezuje za nastanak metoda konjugovanih gradijenata i quasi-Newton-ovi metoda. Može se slobodno reći da je otada razvoj nelinearne optimizacije u ekspanziji. Danas je ovo vrlo aktuelna tema koja se odlikuje efikasnim modernim metodama kojih je sve više.

Opšte je prihvaćeno da gradijentnim metodama smatramo one metode koje u svojim formulacijama sadrže gradijent. Takođe je poznato da gradijentni metodi predstavljaju metode sistematskog traženja i izračunavanja rešenja. Usvojena je podela gradijentnih metoda na gradijentne metode prvog reda (koji koriste samo prvi izvod ciljne

funkcije) i gradijentne metode drugog reda (koji koriste i prvi i drugi izvod ciljne funkcije). Rezultati ovog istraživanja su gradijentni metodi prvog reda.

Numerička analiza kao oblast matematike koja se bavi pronalaženjem približnog numeričkog rešenja određenog problema nalazi primenu u raznim naučnim i inženjerskim disciplinama. Osnove numeričke analize doprinele su razvoju mnogih optimizacionih procesa i dovele do interesantnih numeričkih rezultata i unapređivanja postojećih modela. Prilikom konstruisanja novih optimizacionih iterativnih metoda neophodno je dobro oceniti konvergenciju postavljenih metoda. Ovde je primena teorije numeričke analize veoma značajna i u izradi ove disertacije je od ključne važnosti.

2.2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja doktorske disertacije biće proučavanje ubrzanih gradijentnih metoda bezuslovne optimizacije koji u svojim formulacijama sadrže ili dva vektora pravca ili dva iterativna koraka. Rezultati ovog istraživanja bi unapredili postojeće ubrzane gradijentne metode i uopštiti klasu ubrzanih iteracija za rešavanje problema nelinearne bezuslovne optimizacije.

Otvorili bi se novi pravci proučavanja i nalažanja efikasnih ubrzanih metoda bezuslovne optimizacije. Sa tim u vezi fokusi bi bili na sledećim zadacima:

- Analiza postojećih i pronalaženje novih ubrzanih metoda nelinearne bezuslovne optimizacije;
- Definisavanje novih ubrzanih iterativnih šemaza rešavanje zadataka bezuslovne optimizacije;
- Konstruisanje efikasnih ubrzanih dvokoračnih i dvosmernih iterativnih modela kao i algoritama za bezuslovnu optimizaciju;
- Numeričko eksperimentalno testiranje novih i postijećih modela kao i njihovo upoređivanje;
- Analiza mogućnosti daljeg poboljšavanja karakterisika ubrzanih i ubrzanih dvokoračnih i dvosmernih metoda optimizacije.

3. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

Sa ciljem uspešne realizacije postavljenih zadataka u doktorskoj disertaciji pod nazivom "Dvosmerni i dvokoračni ubrzani metodu za bezuslovnu optimizaciju" koristile bi se opšte naučne metode kao što su metode analize i sinteze, generalizacije, specijalizacije i komparacije, induktivna i deduktivna izvođenja.

Zbog specifičnosti datog predmeta i cilja istraživanja, takođe bi bile korišćene i neke posebne i pojedinačne metode poput metoda za optimizaciju, gradijentnih metoda za bezuslovnu optimizaciju, modeliranje, numeričko testiranje i analiza dobijenih rezultata. Za testiranje novih metoda i poređenja sa postojećim metodima koristiće se široko primenljive test funkcije prilagođene prirodi problema, koje su dostupne u literaturi.

4. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Istraživanja neophodna za izradu doktorske teze pod nazivom "Dvosmerni i dvokoračni ubrzani metodu za безусловnu optimizaciju" ostvariće sledeći naučni doprinos:

1. Analiza i sistematizacija gradijentnih metoda nelinearne безусловne optimizacije.
2. Izdvajanje klase i analiza karakteristike ubrzanih gradijentnih metoda безусловne optimizacije.
3. Definisane i konstruisanje novih ubrzanih dvokoračnih i dvosmernih iterativnih gradijentnih metoda nelinearne безусловne optimizacije.
4. Pобољшanje karakteristika postojećih gradijentnih ubrzanih metoda u безусловnoj optimizaciji.
5. Klasifikacija ubrzanih dvokoračnih i dvosmernih iterativnih gradijentnih metoda u nelinearnoj безусловnoj optimizaciji.
6. Predlog za konstruisanje novih modela ubrzanih dvokoračnih i dvosmernih iterativnih gradijentnih metoda sa ciljem ostvarivanja što veće efikasnosti.

5. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Doktorska disertacija "Dvosmerni i dvokoračni ubrzni metodi za безусловnu optimizaciju" bi se sastojala iz sledećih glava od kojih bi svaka bila podeljena na više poglavlja:

1. Uvod i uvodna razmatranja
2. Algoritmi linijskog pretraživanja
3. Pregled i analiza postojećih gradijentnih i ubrzanih gradijentnih metoda
4. Prezentovanje i opis najnovijih ubrzanih dvokoračnih i dvosmernih gradijentnih metoda za безусловnu optimizaciju
5. Zaključna razmatranja i predlozi za buduća istraživanja

Prva, uvodna glava bi sadržala osnovne pojmove neophodne za formulaciju optimizacionog zadatka, generalne podele i osobine metoda optimizacije. U ovoj glavi bio bi dat pregled matematičke osnove potrebne za izučavanje problema optimizacije. Osnovne definicije i opšte osobine nelinearnog programiranja bile bi takođe sastavni deo uvodne glave uz poseban akcenat koji bi bio stavljen na безусловnu nelinearnu optimizaciju. Uz opstu formulaciju zadatka nelinearnog programiranja kod безусловne optimizacije

$$\min f(x), x \in \mathbb{R}^n,$$

biće naglašena specifičnost zadatka nelinearne optimizacije, njegov 'neuniverzalni' karakter i uslovljenost matematičkim modelom i dimenzijom.

U drugom delu bi bili opisani metodi linijskog pretraživanja po pravcu (line-search) koji se generalno definišu opštim iterativnim procesom

$$x_{k+1} = x_k + t_k d_k$$

gde je x_k aproksimacija ekstremuma funkcije f u tekućoj iteraciji, x_{k+1} aproksimacija ekstremuma u narednoj iteraciji, d_k pravac pretraživanja dok je t_k dužina koraka u pravcu vektora d_k .

Pored opisivanja načina određivanja intervala traženja, klasifikacije metoda, u ovoj glavi biće analizirani neki poznatiji algoritmi linijskog traženja kao što su algoritmi Armija (Armijo), Goldštajna (Goldstein) i Volf-Pauela (Wolf-Powel).

Treći deo bi sadržao pregled postojećih gradijentnih metoda. Pratio bi se hronološki razvoj gradijentnih metoda počev od Njutnovih metoda, modifikovanih Njutnovih metoda, kvazi Njutnovih metoda kao i nekih svremenijih gradijentnih metoda. Poseban akcenat bio bi stavljen na klasu ubrzanih gradijentnih metoda

$$x_{k+1} = x_k - \theta_k t_k g_k.$$

koju je detektovao Nikolaj Andreji (N. Andrei) u radu *An acceleration of gradient descent algorithm with backtracking for unconstrained optimization*. Pored korišćenja koraka dužine t_k ovaj iterativni model se odlikuje parametrom ubrzanja $\theta_k > 0$ koji poboljšava ponašanje algoritma opadajućeg gradijenta. Ovakvom algoritamskom šemom su ostvareni bolji numerički rezultati u odnosu na klasičan metod opadajućih gradijenata. Pomenuti metod koristi Armijevo pravilo ili tzv. backtracking proceduru za izračunavanje veličine korak t_k .

Sledeću ideju, koja nastavlja evaluaciju ubrzanih gradijentnih metoda, karakteriše kombinacija Andrejevog prisupa iz rada *An acceleration of gradient descent algorithm with backtracking for unconstrained optimization* i klasičnog Newton-ov metoda sa linijskim pretraživanjem

$$x_{k+1} = x_k - t_k G_k^{-1} g_k$$

gde je G_k Hesijan date funkcije. Ideja se ogleda u zameni inverza Hessian-a njegovom skalarnom aproksimacijom. Iz ovog zanimljivog pristupa nastao je rad *Accelerated gradient descent methods with line search*, autora P. Stanimirovića i M. Miladinovića, u kome je opisana nova algoritamska šema bezuslovne optimizacije. Ovaj metod opadajućih gradijenata nadalje će se označavati kao SM-metod. SM-metod donosi poboljšanje ubrzanih gradijentnih šema što je potvrđeno numeričkim rezultatima koji pokazuju prestiž SM-metoda u odnosu na Andrejev metod iz rada *An acceleration of gradient descent algorithm with backtracking for unconstrained optimization*, tzv. AGD-metoda, po pitanju broja iteracija i potrebnog procesorskog vremena.

U ovom delu disertacije takođe će biti ukazano na značaj gradijentnog metoda Barzilai i Borwein, tzv. BB-metoda, Rajdanovog globalnog BB-metoda, tzv. GBB-metod, kao i gradijentnog metoda sa skalarnom korekcijom koraka opisanog u radu *Scalar correction method for solving large scale unconstrained minimization problems*, tzv. SC-metod autora M. Miladinovic, P. Stanimirovic i S. Miljkovic.

Završni deo treće glave opisaoe specifičnu formulaciju iterativne šeme za bezuslovnu optimizaciju koja sadrži dva vektora pravca. Iteracija oblika

$$x_{k+1} = x_k + \alpha_k s_k + \alpha_k^2 d_k \quad (1)$$

opisana je u radu *A multi-step curve search algorithm in nonlinear optimization: Nondifferentiable convex case*, autora N.I. Djuranović-Miličić i M. Gardašević-Filipović. U ovom modelu α_k predstavlja iterativni korak dok su sa s_k i d_k označena dva opadajuća smera iteracije. Svaka od ovih komponenti je definisana odgovarajućim algoritmima. Predložen metod se odnosi na nediferencijabilne funkcije i njegova implementacija u pomenutom radu nije data. Jedna od osnovnih motivacionih ideja koja je dala nove rezultate u oblasti ubrzanih metoda za bezuslovnu optimizaciju, bila je modifikacija šeme (1) odgovarajućima algoritmima za svaku od potrebnih komponenti koji su prilagođeni određenim diferencijabilnim slučajevima. Sledeći cilj je bila implementacija tako definisanog metoda i on je uspešno ostvaren.

Naredni, četvrti deo disertacije sadržao bi originalne doprinose urađenog naučnog istraživanja. Nova dva ubrzana metoda za bezuslovnu optimizaciju koja bi bila opisana u ovom delu, utemeljena su prevashodno na idejama i rezultatima opisanim u već pomenutim radovima: *Accelerated gradient descent methods with line search* i *A multi-step curve search algorithm in nonlinear optimization: Nondifferentiable convex case*. Prvi deo ove glave sadržao bi detaljan opis konstrukcije, konvergencije i numeričke testove novog dvosmernog ubranog iterativnog modela za nelinearnu bezuslovnu optimizaciju, nazvanog *Accelerated Double Direction Method* ili skraćeno *ADD*-metod. Bazična ideja za nastanak metoda sa dva vektora pravca temelji se na idejama opisanim u radu *A multi-step curve search algorithm in nonlinear optimization: Nondifferentiable convex case*. Transformisanjem metoda iz ovog rada, definisanog za nediferencijabilne slučajeve, na uslove koji podrazumevaju diferencijabilnost objektne funkcije, nastao je njegov 'diferencijabilan pandam':

$$x_{k+1} = x_k - \alpha_k \gamma_k^{-1} g_k + \alpha_k^2 d_k \quad (2)$$

u kome je pravac s_k iz (1) zamenjen sa $-g_k$ a drugi pravac, d_k , je definisan novim modifikovanim algoritmom. Korak α_k , se za razliku od predloženog algoritma za određivanje iterativnog koraka iz rada *A multi-step curve search algorithm in nonlinear optimization: Nondifferentiable convex case*, u iteraciji (2) računa backtracking procedurom. Pokazuje se dobra definisanost ovakvog metoda kao i njegova konvergencija za određene klase diferencijabilnih funkcija. Parametar γ_k je dobijen iz Tejlorovog razvoja na sličan način kao kod SM-metoda i predstavlja parametar ubrzanja. Da bi se dokazale prednosti ubrzavajuće karakteristike koje donosi parametar γ_k , konstruisana je i testirana neubrzavajuća verzija *ADD*-metoda. *Nonaccelerated Double Direction Method (NADD*-metod) u svom izrazu ne sadrži faktor ubrzanja γ_k :

$$x_{k+1} - x_k = \alpha_k^2 d_k - \alpha_k g_k.$$

Dobijeni rezultati testiranja potvrđuju apsolutnu prednost *ADD*-metoda u odnosu na njegovu neubrzavajuću verziju.

Osnovni cilj konstruisanog *ADD*-metoda bio je smanjenje broja iteracija u pređenju sa postojećim metodama. Kako je u radu *Accelerated gradient descent methods with line search* već pokazana dominantnost SM-metoda u odnosu na metode AGD i GD (gradient

descent method), dovoljno je bilo uprediti metode ADD i SM. Rezultati numeričkog testiranja pokazali su napredak po pitanju smanjena broja iteracija koji je ostvaren primenom ADD metoda.

Ovi rezultati su publikovani u referenci [1].

U drugom delu četvrte glave bio bi predstavljen još jedan ubrzani metod za bezuslovnu optimizaciju. Ostvarena poboljšanja u pogledu broja iteracija primenom ADD metoda dovela je do ideje da se konstruiše metod slične forme, ali koji bi imao dva koraka u datoj iteraciji i jedan smer traženja. Zamenom vektora s_k vektorom $-\gamma_k^{-1}g_k$, i vektora d_k vektorom $-g_k$ u (1) i uvođenjem još jednog iterativnog koraka β_k dobija se sledeća iterativna šema:

$$x_{k+1} = x_k - \alpha_k \gamma_k^{-1} g_k - \beta_k g_k = x_k - (\alpha_k \gamma_k^{-1} + \beta_k) g_k \quad (3)$$

Shodno formulaciji, ovako konstruisan dvokoračni ubrzani gradijentni metod bio bi nazvan *Accelerated Double Step Size Method* ili u skraćenoj formi, *ADSS*-metod. Iterativni koraci α_k i β_k određuju se putem dve različite backtracking procedure linijskog traženja. Za smer pada izabran je gradijent posmatrane funkcije, dok se parametar ubrzanja γ_k određuje prema izrazu za datu iteraciju, putem Tejlorovog razvoja, kao kod SM i kod *ADD*-metoda.

Osnovni motiv za konstrukciju *ADSS*-metoda bila je pored daljeg smanjenja broja iteracija, ovog puta i smanjenje broja evaluacija objektne funkcije kao i smanjenje potrebnog procesorskog vremena. Dobijeni numerički rezultati koji bi bili izloženi, pokazuju da *ADSS* iterativna šema daleko prevazilazi, po pitanju sve tri karakteristike, i *SM* i *ADD* metode. Linearna konvergencije *ADSS* metoda bila bi kao i kod *ADD* i *SM* iteracija, pokazana za uniformno konveksne funkcije i strogo konveksne kvadratne funkcije pod određenim uslovima.

Razmatranja i generalni zaključci o prikazanim rezultatima u doktorskoj disertaciji činili bi sadržaj poslednje glave. Analizirana bi bila mogućnost definisanja čitave klase dvosmernih i dvokoračnih metoda za različite izbore koraka i vektora pravca kao i mogućnosti detektovanja većeg broja metoda te klase. U ovom delu bili bi izneti i neki predlozi za dalja istraživanja i razvoj sličnih ubrzanih iterativnih šema nelinearne bezuslovne optimizacije. Zaključilo bi se koliki je doprinos dobijenih rezultata sa naučne tačke gledišta. Mogućnosti za primenu dobijenih metoda kod drugih povezanih oblasti kao i dobijanja novih rezultata bile bi takođe u sastavu razmatranja poslednje glave disertacije.

ZAKLJUČAK I PREDLOG

Milena Petrović je autor većeg broja naučnih radova od kojih je jedan publikovan u časopisu sa SCI/SCIE liste (M21) i odnosi se na predloženu temu doktorske disertacije, a takođe je autor rada koji je prihvaćen u međunarodnom časopisu kategorije M24. Kandidat je autor nekoliko naučnih radova koji se nalaze u procesu recenziranja u časopisima sa SCI/SCIE liste. Naučna oblast koja će biti izučavana u doktorskoj disertaciji je primenljiva u teoriji i u praksi i dinamično se razvija. Predložena tema doktorske disertacije je multidisciplinarna, naučno zasnovana i aktuelna sa teorijskog i praktičnog aspekta.

Imajući u vidu publikovane radove kandidata, radove koji se nalaze u procesu recenziranja kao i aktuelnost i primenljivost naučnih disciplina koje će biti izučavane u doktorskoj disertaciji, Komisija predlaže Nastavno Naučnom veću Pripodno matematičkog fakulteta u Nišu da odobri izradu doktorske disertacije pod nazivom

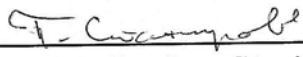
(I)

“DVOSMERNI I DVOKORAČNI UBRZANI METODU ZA BEZUSLOVNU OPTIMIZACIJU”.

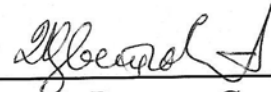
Kao i da za mentora imenuje Prof. dr Predraga Stanimirovića, redovnog profesora Prirodno matematičkog fakulteta u Nišu.

U Nišu, 22.05.2014.

KOMISIJA:



dr Predrag Stanimirović, redovni profesor (mentor)
Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu



dr Dragana Cvetković-Ilić, redovni profesor
Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu



dr Predrag Rajković, redovni profesor
Mašinskog fakulteta u Nišu

Примљено: 29.5.2014.			
Орг. јед.	Број	Класиф.	Број лист
01	1665		

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA U NIŠU

Odlukom Nastavno-naučnog veća Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu, broj 601/2-01 od 28.05.2014. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu i odbranu uradjene doktorske disertacije pod nazivom "Opšti tip stabilnosti stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina" kandidata Gorice Pavlović-Rajković, diplomiranog matematičara i studenta doktorskih studija Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu. Posle pregleda priloženog rukopisa, podnosimo sledeći

I Z V E Š T A J

1. Cilj istraživanja

U doktorskoj disertaciji *Opšti tip stabilnosti stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina* se proučava opšta LP -stabilnost i opšta skoro izvesna stabilnost više tipova stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina, primenom metode Lyapunova i metode Razumikhina. Glavni cilj istraživanja je postavljanje novih kriterijuma za ispitivanje stabilnosti rešenja u odnosu na proizvoljnu funkciju, koji uopštavaju sve klasične oblike stabilnosti, pre svega eksponencijalnu, polinomijalnu i logaritamsku stabilnost.

2. Struktura doktorske disertacije

Disertacija je obima 168 strana formata A_4 . Tekstu disertacije prethode predgovor i sadržaj, a na kraju su zaključak na srpskom i engleskom jeziku i bibliografija. Tekst disertacije se sastoji od pet glava podeljenih u više poglavlja:

1. Uvodni pojmovi
2. Stabilnost stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina sa konačnim kašnjenjem
3. Stabilnost stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina sa beskonačnim kašnjenjem
4. Stabilnost neutralnih stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina sa konačnim kašnjenjem
5. Stabilnost impulsivnih stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina sa markovskim prelazima

3. Bibliografija kandidata

Sastavni deo disertacije su četiri objavljena rada kandidata i dva rada u tehničkoj pripremi. Kandidat je objavio sledeće radove:

- [1] S. Janković, G. Pavlović, *Moment decay rates of stochastic differential equations with time-varying delay*, Filomat 24 (1) (2010) 115-132. (M23) (1 put citiran)
- [2] G. Pavlović, S. Janković, *Moment exponential stability and integrability of stochastic functional differential equations*, Appl. Math. Comput. 218 (10) (2012) 6125-6134. (M21) (1 put citiran)

[3] G. Pavlović, S. Janković, *Razumikhin-type theorems on general decay stability of stochastic functional differential equations with infinite delay*, J. Comput. Appl. Math. 236 (7) (2012), 1679-1690. (M21) (5 puta citiran i nalazi se na listi *Top 25 hottest articles* za period od oktobra do decembra 2011. godine)

[4] G. Pavlović, S. Janković, *The Razumikhin approach on general decay stability for neutral stochastic functional differential equations*, J. Franklin Inst. 350 (8) (2013) 2124-2145. (M21)

4. Analiza sadržaja doktorske disertacije

Stohastičko modeliranje realnih procesa pod uticajem slučajnih perturbacija tipa Gaussvog belog šuma ima veoma važnu primenu u mnogim oblastima nauke. Kako se Gaussov beli šum matematički opisuje formalnim izvodom Brownovog kretanja, ovaj vid stohastičkog modeliranja je zasnovan na različitim tipovima stohastičkih diferencijalnih jednačina Itoa. Neki od najčešće korišćenih stohastičkih modela su opisani stohastičkim diferencijalnim jednačinama koje uzimaju u obzir prošlo stanje rešenja te diferencijalne jednačine, tj. stohastičkim funkcionalnim diferencijalnim jednačinama (SFDJ). Takve SFDJ su primenljivije u realnim situacijama, ali su u isto vreme komplikovanije i, osim u izuzetnim slučajevima, efektivno nerešive. Imajući u vidu ove činjenice, osnovna istraživanja su usmerena ka izučavanju egzistencije i jedinstvenosti rešenja, kao i ka ispitivanju nekih kvalitativnih i kvantitativnih svojstava rešenja, sa specijalnim osvrtom na različite tipove stabilnosti rešenja. Ovom problematikom su se kontinuirano bavili poznati matematičari, a temelji ove oblasti su sadržani u monografijama Hasminskog (*Stochastic Stability of Differential Equations*, 1984) i Laddeja i Lakshmikanthama (*Random Differential Inequalities*, 1980), Mohammeda (*Stochastic Functional Differential Equations*, 1984), Maoa (*Exponential Stability of Stochastic Differential Equations*, 1994) i drugih.

Postoji obimna literatura koja se bavi eksponencijalnom stabilnošću rešenja u smislu momenta reda p ($p > 1$) (eksponencijalna L^p -stabilnost) i eksponencijalnom skoro izvesnom stabilnošću rešenja SFDJ. Međutim, mora se istaći da postoje SFDJ koje nisu eksponencijalno stabilne tj. trivijalno rešenje ne opada eksponencijalnom brzinom ka nuli kada $t \rightarrow \infty$. U tom slučaju, trivijalno rešenje SFDJ može se sporije približavati nuli, na primer, logaritamski ili polinomijalno, u specijalnom slučaju. Prvi je polinomijalnu stabilnost rešenja izučavao Mao (*Almost sure polynomial stability for a class of stochastic differential equations*, Quart. J. Math. Oxford, 43 (1992) 334348.) u smislu da trivijalno rešenje teži nuli polinomijalno, ali ne i eksponencijalno.

Glavni predmet izučavanja ove disertacije je opšti tip stabilnosti rešenja u sledećem smislu: Ako je $\lambda \in C(\mathbb{R}_+; \mathbb{R}_+)$ rastuća funkcija i ako $\lambda(t) \uparrow \infty$ kad $t \rightarrow \infty$, onda je trivijalno rešenje SFDJ L^p -stabilno reda $\gamma > 0$ u odnosu na funkciju $\lambda(t)$ ako za bilo koje drugo rešenje $x(t; \xi)$ sa početnim uslovom ξ važi

$$\limsup_{t \rightarrow \infty} \frac{\ln E|x(t; \xi)|^p}{\ln \lambda(t)} \leq -\gamma.$$

Trivijalno rešenje SFDJ je skoro izvesno stabilno reda $\gamma > 0$ u odnosu na funkciju $\lambda(t)$ ako je skoro izvesno

$$\limsup_{t \rightarrow \infty} \frac{\ln |x(t; \xi)|}{\ln \lambda(t)} \leq -\gamma.$$

Eksponencijalna, polinomijalna i logaritamska stabilnost su specijalni slučajevi opšte stabilnosti rešenja za $\lambda(t) = e^t$, $\lambda(t) = t$ i $\lambda(t) = \ln(1 + t)$, respektivno. U tom smislu, rezultati ove disertacije uopštavaju mnoge već poznate kriterijume koji se odnose na prethodno navedene posebne oblike stabilnosti.

Prva glava *Uvodni pojmovi* je uvodnog karaktera i u njoj su navedeni osnovni pojmovi i rezultati opšte teorije stohastičkih procesa, sa posebnim osvrtom na Brownovo kretanje i njegova svojstva. Opisane su osnove stohastičke integracije, tj. integral Itoa i stohastičke funkcionalne diferencijalne jednačine Itoa. Posebna pažnja je posvećena različitim tipovima stabilnosti SFDJ, pre svega metodama Razumikhina i Lyapunova koje su veoma efikasne u ispitivanju L^p -stabilnosti i skoro izvesne stabilnosti rešenja i koje se neposredno primenjuju u daljim istraživanjima u disertaciji.

U drugoj glavi *Stabilnost stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina sa konačnim kašnjenjem* su proučavane su stohastičke diferencijalne jednačine sa promenljivim vremenskim kašnjenjem,

$$dx(t) = F(t, x(t), x(\rho_1(t)), \dots, x(\rho_n(t))) dt + G(t, x(t), x(\rho_1(t)), \dots, x(\rho_n(t))) dw(t), \quad t \geq 0, \quad x(0) = \xi,$$

kao specijalan slučaj opšte stohastičke funkcionalne diferencijalne jednačine

$$dx(t) = [f(t, x(t)) + g(t, x_t)] dt + h(t, x_t) dw(t), \quad t \geq 0, \quad x_0 = \xi, \quad (1)$$

gde je $w(t)$ m -dimenzionalno Brownovo kretanje, početni uslov $\xi \in L^2(\Omega, \mathcal{F}_0, C([-\tau, 0]; R^d))$, $x(t)$ je rešenje jednačine, tj. proces stanja u momentu t , a $x_t = \{x(t + \theta); -\tau \leq \theta \leq 0\}$ su prošla stanja procesa.

U prvom delu ove glave je primenjen pristup Lyapunova za ispitivanje stabilnosti rešenja, a u drugom pristup koji omogućava da se postave uslovi za ispitivanje stabilnosti koji ne zavise od dužine vremenskog kašnjenja. Proučavane su i stohastičke diferencijalne jednačine sa promenljivim vremenskim kašnjenjem čiji se značaj ogleda u njihovoj sve većoj primeni u stohastičkom modeliranju životnih fenomena u populacionoj dinamici. Jedan od osnovnih problema, posebno u primenama, je kako odrediti funkciju $\lambda(t)$, tj. tip opšte stabilnosti za konkretnu jednačinu. Motivisani činjenicom da oblik koeficijenata razmatrane stohastičke diferencijalne jednačine uglavnom ukazuje na mogući izbor funkcije $\lambda(t)$, primenjuje se metoda Lyapunova za ispitivanje L^p -stabilnosti rešenja u odnosu na tu funkciju, kao i određivanje koercitivnog člana koji ima ključnu ulogu pri ispitivanju ovog tipa stabilnosti. Posebno se ukazuje na uobičajene tipove stabilnosti, na eksponencijalnu, polinomijalnu i logaritamsku stabilnost. Sadržaj ovog dela disertacije je baziran na radu [1].

U drugom delu ove glave su postavljeni dovoljni uslovi za ispitivanje L^p -integrabilnosti i L^p -eksponencijalne i skoro izvesne stabilnosti rešenja nelinearne perturbovane stohastičke diferencijalne jednačine (1), sa posebnim osvrtom na stohastičke diferencijalne jednačine sa promenljivim kašnjenjem, konstantnim kašnjenjem, kao i bez kašnjenja. Ovakav pristup omogućava dobijanja dovoljnih uslova za ispitivanje stabilnosti koji se u praksi jednostavno proveravaju. Posebno treba istaći značaj ovih kriterijuma za ispitivanje stabilnosti stohastičkih diferencijalnih jednačina sa konstantnim kašnjenjem, jer omogućavaju i dokazivanje apsolutne stabilnosti, s obzirom da uslovi ne zavise od vremenskog kašnjenja. Ovi rezultati su sadržani u radu [2]. Teorijska ispitivanja su podržana adekvatnim primerima i grafičkim prikazima stabilnosti trajektorija rešenja.

Treća glava disertacije *Stabilnost stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina sa beskonačnim kašnjenjem* sadrži rezultate rada [3], u kome je po prvi put predstavljena metoda Razumikhina za ispitivanje L^p -stabilnosti opšteg tipa za SFDJ sa beskonačnim kašnjenjem. Poznato je da je direktna metoda Lyapunova najvažnija tehnika za ispitivanje stabilnosti različitih klasa stohastičkih diferencijalnih jednačina. Modifikovana verzija ove metode, tzv. metoda

Razumikina, omogućava da se oslabe uslovi za ispitivanje stabilnosti, tj. zahteva se da određeni uslov važi samo na nekom podskupu razmatrane klase funkcija. Iako postoje radovi koji se bave primenom Razumikinove metode za ispitivanje stabilnosti SFDJ, veoma je malo radova koji se odnose na primenu ove metode u ispitivanju opšte stabilnosti SFDJ sa beskonačnim kašnjenjem. U disertaciji se prethodno dobijeni kriterijumi za ispitivanje L^p -stabilnosti i skoro izvesne stabilnosti opšteg tipa proširuju na stohastičke diferencijalne jednačine sa distributivnim beskonačnim kašnjenjem i na perturbovane stohastičke diferencijalne jednačine sa beskonačnim kašnjenjem. Uvodjenje integralnog uslova za funkciju $\lambda(t)$, tj. uslova $\int_0^\infty \lambda^{-\delta}(s)ds < \infty$ za neko $\delta \in (0, \gamma)$, omogućava ispitivanje skoro izvesne stabilnosti rešenja u odnosu na funkciju $\lambda(t)$. Dat je osvrt na primenu dobijenih rezultata za uobičajene vidove stabilnosti: eksponencijalnu, logaritamsku i polinomijalnu. Teorijska razmatranja su potkrepljena adekvatnim primerima koji se odnose na slabije vidove stabilnosti rešenja, na primer, na polinomijalnu, u slučaju kad rešenje nije eksponencijalno stabilno.

U četvrtoj glavi *Stabilnost neutralnih stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina sa konačnim kašnjenjem* se primenom metode Razumikhina proučava opšti tip L^p -stabilnosti i skoro izvesne stabilnosti neutralnih stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina (NSFDJ) sa konačnim kašnjenjem,

$$d[x(t) - G(x_t)] = f(t, x_t) dt + g(t, x_t) dw(t), \quad t \geq 0.$$

Dobijeni rezultati su u vidu posledica prošireni na perturbovane NSFDJ i NSFDJ sa kašnjenjem. Sadržaj ove glave je baziran na radu [4]. Iako je uobičajeno da primena Razumikhinove metode u ispitivanju opšte stabilnosti zahteva uslov $\sup_{t>0} \lambda'(t)/\lambda(t) = r = \text{const}$, u rezultatima prikazanim u ovom delu disertacije taj uslov nije neophodan. Data je paralela između dobijenih rezultata i već poznatih rezultata koji se odnose na eksponencijalnu stabilnost rešenja NSFDJ. Teorijska istraživanja su i ovde ilustrovana primerima koji se odnose na slabije vidove stabilnosti, tj. na logaritamsku i polinomijalnu, uz odgovarajuće grafičke prikaze.

Sadržaj pete glave *Stabilnost impulsivnih stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina sa markovskim prelazima* se odnosi na opšti tip stabilnosti SFDJ sa konačnim kašnjenjem, sa pomenim impulsima i markovskim prelazima,

$$\begin{aligned} dx(t) &= f(t, x_t, r(t)) dt + g(t, x_t, r(t)) dw(t), \quad t \geq 0, \quad t \neq t_k, \\ \Delta x(t_k) &= I_k(t_k, x(t_k), r(t_k)), \quad k = 1, 2, \dots \\ x(t) &= \xi, \quad t \in [-\tau, 0], \end{aligned}$$

gde je $\Delta x(t_k) = x(t_k^+) - x(t_k^-)$, I_k predstavlja impulsnu perturbaciju rešenja u trenutku t_k , a $r(t)$ je lanac Markova sa neprekidnim parametrom t , sa n stanja i generatorom $\Gamma = [\gamma_{ij}]_{n \times n}$. Primena metode Razumikhina se pokazala veoma efikasnom, posebno u dokazivanju da je sistem bez impulsa moguće eksponencijalno stabilizovati odgovarajućim rasporedom impulsa. Međutim, ako je proces već modeliran stohastičkom funkcionalnom diferencijalnom jednačinom sa impulsima, što znači da je nemoguće na bilo koji način promeniti raspored impulsa, motivacija za ovaj deo doktorske disertacije je postaviti dovoljne uslove za L^p -stabilnost i skoro izvesnu stabilnost u odnosu na proizvoljnu funkciju $\lambda(t)$ sistema sa impulsima, uzimajući u obzir samo koeficijente jednačine i Markovske prelaze, ali ne i raspored i intenzitet impulsa. Dati su i neki kriterijumi za opštu L^p -nestabilnost ovog tipa jednačina. Teorijski rezultati su ilustrovani primerima i podržani odgovarajućom grafikom. Sadržaj ove glave je baziran na još neobjavljenim radovima (dva rada u tehničkoj pripremi).

Bibliografija sadrži 184 bibliografske jedinice koje su u većoj meri neposredno korišćene, ili ukazuju na literaturu u kojoj se mogu naći suštinske informacije.

U Zaključku su navedeni otvoreni problemi i mogući pravci daljeg istraživanja, jer ovom disertacijom nisu iscrpljene sve ideje na temu ispitivanja opšte stabilnosti stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina. Neka od budućih istraživanja se mogu odnositi na primenu metode Krasovski-Ljapunova, čime bi se dobili novi kriterijumi stabilnosti. Takodje, rezultati ove disertacije bi se mogli proširiti na ispitivanje opšte stabilnosti stohastičkih diferencijalnih jednačina u odnosu na martingale i martingalne mere. Posebno širok dijapazon mogućnosti za dalji rad pružaju različiti tipovi hibridnih impulsivnih stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina kod kojih prelazi nisu lanci Markova, već opštijeg tipa. Neka od budućih istraživanja se mogu odnositi na primenu linearnih matričnih nejednakosti (LMI metoda) na ispitivanje opšte L^p -stabilnosti i opšte skoro izvesne stabilnosti perturbovanih impulsivnih stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina sa markovskim prelazima i hibridnih perturbovanih stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina.

MIŠLJENJE I PREDLOG

Na osnovu detaljnog uvida i analize uradjene doktorske disertacije, Komisija je mišljenja da je doktorska disertacija kandidata Gorice Pavlović-Rajković naučno zasnovana, da je rezultat obimnog proučavanja i da je kandidat u potpunosti odgovorio postavljenim zahtevima ispitivanja opšteg tipa stabilnosti stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina. Rezultati izloženi u disertaciji predstavljaju originalan doprinos kandidata, pri čemu je kandidat ispoljio inventivnost i samostalnost u radu, a dokazao se i kroz timski rad. Razmatrani problemi i metode istraživanja značajni su teorijski, a mogu naći svoju primenu u više drugih naučnih oblasti, čime se otvaraju brojne mogućnosti za nastavak bavljenja ovom temom. Kandidat je u potpunosti kompletirao svoja istraživanja, većim delom ih je već publikovao ili pripremio za publikovanje. Komisija zbog toga sa zadovoljstvom predlaže Nastavno-naučnom veću Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu da rukopis kandidata Gorice Pavlović-Rajković pod nazivom "Opšti tip stabilnosti stohastičkih funkcionalnih diferencijalnih jednačina" prihvati kao doktorsku disertaciju i odobri njenu javnu odbranu.

K O M I S I J A:

1. dr Svetlana Janković, red. prof. PMF u Nišu
2. dr Lijiljana Petrović, red. prof. Ekon. fak. u Beogradu
3. dr Miljana Jovanović, red. prof. PMF u Nišu
4. dr Marija Milošević, doc. PMF u Nišu

Пријемни лист	05.6.2014.		
Орг. јед.	Година	Семестар	Број лист
01	1769		

**Научно-наставном већу
Природно-математичког факултета
Универзитета у Нишу**

Одлуком Научно-наставног већа Природно-математичког факултета у Нишу број 601/1-01 од 28.05.2014. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану урађене докторске дисертације кандидата мр Александра Веселиновића студента Докторских студија хемије, Природно-математичког факултета у Нишу, под називом: „Утицај дијамагнетних двовалентних јона метала на аутооксидацију вициналних трихидроксиленних фенолних једињења у воденим растворима“. После прегледане докторске дисертације подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Докторска дисертација под називом: „Утицај дијамагнетних двовалентних јона метала на аутооксидацију вициналних трихидроксиленних фенолних једињења у воденим растворима“ написана је на 168 страна и садржи 16 табела, 88 слика и 133 литературна цитата.

Дисертација је подељена у 7 поглавља: Увод (4 стране), Општи део (45 страна), Експериментални део (6 страна), Резултати и дискусија (79 страна), Закључак (5 страна), Summary (5 страна), Литература (12 страна).

У Уводу је образложена важност испитивања утицаја М(II) јона биометала (Mg, Ca, Zn) и токсичних М(II) јона (Sr, Ba, Cd, Pb) на аутооксидацију у воденим растворима вициналних трихидроксиленних фенолних једињења као што су пирогалол, гална киселина и етил-галат, који су присутни у људској употреби и уносе се преко хране у организам. У Уводу је јасно дефинисан циљ дисертације који обухвата сагледавање, испитивање и дефинисање утицаја присуства дијамагнетних металних М(II) јона на аутооксидационе процесе полифенолних једињења у биолошким системима.

У Општем делу детаљно су изложени и размотрени литературни подаци везани за оксидативне процесе и настајање слободних радикала, пре свега реактивних кисеоничних врста. Детаљно је описан процес аутооксидације полифенолних једињења. Изложени су и размотрени литературни подаци везани за хемијска, биолошка и токсиколошка својства испитиваних дијамагнетних металних М(II) јона. Описане су и интеракције, на основу литературних података, које испитивани М(II) јони метала могу да остварују са полифенолним једињењима и утицаји које могу да имају на процесе аутооксидације. Описане су и методе и технике које су примењене у испитивању процеса аутооксидације (UV/VIS, HPLC, ESI-MS, ESR), као и хеометријске методе за анализу добијених спектрофотометријских података (графичка матрична анализа и MCR-ALS).

У Експерименталном делу описани су детаљи експерименталног рада на модел системима.

У поглављу **Резултати и дискусија**, графички и табеларно приказани су документовани резултати свих експерименталних испитивања аутооксидационих процеса вициналних трихидроксиленних фенолних једињења (пирогалол, гална киселина и етил-галат) при различитим рН вредностима и у присуству дијамагнетних М(II) јона метала (Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Pb).

Резултати докторске дисертације указују да:

- рН вредност раствора и присуство и врста дијамагнетних двовалентних металних јона имају велику утицај на брзину и ток одвијања поцеса аутооксидације вициналних трихидроксиленних фенолних једињења.
- Процес аутооксидације испитиваних једињења у базним воденим растворима без присуства металних јона се одвија уз формирање производа сложене структуре што је посебно изражено у процесу аутооксидације пирогалола.
- Производи формирану након продужене аутооксидације испитиваних једињења у базним воденим растворима без присуства металних јона имају структуру оксикиселина које настају раскидањем веза у бензеновом прстену уз симултану реакцију формирану фрагмената са јонима и слободним радикалима који су присутни у раствору.

- Код сва три једињења која су испитивана у овом раду повећање рН вредности раствора убрзава процесе аутооксидације.
- Просеси аутооксидације испитиваних једињења у слабо базним растворима у присуству јона земноалкалних метала се значајно разликују у погледу производа аутооксидације добијених у присуству Mg(II) јона у односу на производе добијене у присуству Ca(II), Sr(II) и Ba(II) јона, који су међусобно веома слични.
- На процес аутооксидације пирогалола у слабо киселој средини значајно утиче присуство Zn(II) јона, док присуство Cd(II) и Pb(II) јона не убрзава процес аутооксидације већ доводи до формирања неке врсте комплекса.
- Процес аутооксидације пирогалола и галне киселине у присуству Mg(II) јона на рН 8,5 тече преко формирања два стабилна слободна радикала од којих је један спински стабилисан примарни радикал, а други је спински стабилисан семихинонски радикал који је настао оксидацијом одговарајућег полазног једињења. Процес аутооксидације пирогалола у присуству Zn(II) јона на рН 6,5 тече само преко формирања спински стабилисаног примарног радикала.
- Редослед реактивности вициналних трихидроксилих фенолних једињења испитиваних у овом раду под истим или приближно истим условима је увек био пирогалол > етил-галат > гална киселина.

У поглављу **Закључак** сумирани су резултати до којих се дошло испитивањем аутооксидационих процеса вициналних трихидроксилих фенолних једињења у воденим растворима у присуству дијамагнетних M(II) јона метала (Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Pb).

У поглављу **Литература** дат је списак цитараних радова.

Кандидат је, непосредно из области докторске дисертације, објавио два рада у часописима категорије M23 и један рад у часопису категорије M52. У раду M23-1 приказани су резултати испитивања утицаја рН вредности водених раствора на процесе аутооксидације пирогалола добијени помоћу хемометијске обраде спектрофотометријских података применом MCR-ALS методе. У раду M23-2 приказани су резултати испитивања утицаја присуства Mg(II) јона на аутооксидацију галне киселине у базним растворима, добијени применом спектроскопских метода. У раду M52-1 приказани су резултати испитивања

утицаја присуства Mg(II) јона на аутооксидацију галне киселине у базним воденим растворима добијени применом HPLC-DAD технике. Резултати испитивања аутооксидације галне киселине добијени применом спектроскопских техника (UV/VIS спектрофотометрија и ESR спекторскопија) публиковани су као поглавље у истакнутој монографији међународног значаја (категорија M13). Резултате добијене у току израде докторке дисертације кандидат је презентовао и на међународним научним скуповима (два рада категорије M33 и један рад категорије M34).

M13 – Поглавље у истакнутој монографији међународног значаја

1. Nikolić G.M., Veselinović A.M., Nikolić R.S., Application of Spectroscopic Techniques for the Study of Gallic Acid Autoxidation. in: *Handbook on Gallic Acid: Natural Occurrences, Antioxidant Properties and Health Implications*, Nova Science Pub. Inc., Hauppauge NY, USA, 2013; 287-299.

M21 – Рад у врхунском међународном часопису

1. Veselinović J.B., Veselinović A.M., Vitnik Ž.J., Vitnik V.D., Nikolić G.M., Antioxidant properties of selected 4-phenyl hydroxycoumarins: Integrated in vitro and computational studies. *Chemico-Biological Interactions* 2014; 214(1):49-56.
2. Toropova A.P., Toropov A.A., Veselinović J.B., Miljković F.N., Veselinović, A.M., QSAR models for HEPT derivates as NNRTI inhibitors based on Monte Carlo method. *European Journal of Medicinal Chemistry* 2014; 77:298-305.
3. Veselinović A.M., Milosavljević J.B., Toropov A.A., Nikolić G.M., SMILES-based QSAR model for arylpiperazines as high-affinity 5-HT1A receptor ligands using CORAL. *European Journal of Pharmaceutical Sciences* 2013; 48(3):532-541.

M22 – Рад у истакнутом међународном часопису

1. Veselinović A.M., Milosavljević J.B., Toropov A.A., Nikolić G.M., SMILES-Based QSAR Models for the calcium channel-antagonistic effect of 1,4-dihydropyridines. *Archiv der Pharmazie* 2013; 346(2):134-139.

M23 – Рад у међународном часопису

1. Veselinović A.M., Nikolić R.S., Nikolić G.M., Application of multivariate curve resolution-alternating least squares (MCR-ALS) for resolving pyrogallol autoxidation in weakly alkaline aqueous solutions. *Central European Journal of Chemistry* 2012; 10(6):1942-1948.
2. Nikolić G.M., Veselinović A.M., Nikolić R.S., Mitić S.S., Spectroscopic study of Mg(II) ion influence on the autoxidation of gallic acid in weakly alkaline aqueous solutions. *Russian Journal of Physical Chemistry A* 2011; 85 (13):2270-2273.
3. Veselinović A.M., Bojić A.Lj., Purenović M.M., Nikolić G.M., Anđelković T.D., Dačić S.D., Bojić D.V., Ispitivanje uticaja parametara UV/H₂O₂ procesa na degradaciju huminskih kiselina. *Hemijska industrija* 2010; 64(4):265-273.
4. Dačić S., Dačić-Simonović D., Živković S., Radičević G., Mitić A., Stanojević I., Veselinović A., CEM analiza kvaliteta ivičnog pripoja kompozitnih ispuna za gleđ posle primene totalno nagrizajućeg i samonagrizujućeg adhezivnog sistema. *Srpski Arhiv za Celokupno Lekarstvo* 2009; 137(9-10):475-481.

M52 – Рад у часопису националног значаја

1. Nikolić G., Veselinović A., Mitić Ž, Živanović S., HPLC-DAD study of gallic acid autoxidation in alkaline aqueous solutions and the influence of Mg(II) ion. *Acta Facultatis Medicae Naissensis* 2011; 28(4):219-224.

M33 – Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. Nikolić G.M., Veselinović A.M., Mitić Ž.J., Miljković F.S. (2012) Application of multivariate curve resolution-alternating least squares (MCR-ALS) method for the study of Cu(II) ion influence on pyrogallol autoxidation in aqueous solution. *Proceedings of the 11th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Belgrade, Serbia, p. 188.*
2. Mitić Ž., Cakić M., Nikolić G. M., Veselinović A., Ilić Lj. (2012) Cobalt(II)-reduced dextran complexes characterization by electronic spectroscopy. *Proceedings of the 10th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Belgrade, Serbia, p. 695.*

3. Nikolić G.M., Živković J.V., Veselinović A.M., Atanasković D., Vlajin D. (2011) Salting-out effects in the ether extraction of paracetamol. *Macedonian Pharmaceutical Bulliten*, 57 (suppl), p. 41-42
4. Nikolić G.M., Veselinović A.M., Nikolić R.S., Mitić Ž.J., Živković J.V. (2010) **Spectrophotometric study of gallic acid autoxidation in alkaline aqueous solutions.** *Proceedings of the 10th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry*, Belgrade, Serbia, p. 188.
5. Nikolić G.M., Mitić Ž., Cakić M., Nikolić R., Ilić Lj., Pavlović R., Veselinović A. (2010) Characterization of Cu(II) complexes with reduced dextran derivates by the computer simulation of EPR spectra. *Proceedings of the 10th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry*, Belgrade, Serbia, p. 644.

M34 – Саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. Veselinovic A., Milosavljevic J., Toropov A. (2012) CORAL: quantitative structure–activity relationship models for estimating reactivation of sarin inhibited acetylcholinesterase by oximes. *19th EuroQSAR Knowledge Enabled Ligand Design*, Vienna, Austria, p. 102.
2. Veselinović A.M., Živković J.V., Mitić Ž.J., Nikolić R.S., Nikolić G.M. (2012) **Spectrophotometric study of ethyl gallate autoxidation in alkaline aqueous solutions with the application of multivariate curve resolution - alternating least square method.** *19th Balkan Medical Week*. Nis, Serbia, 078.
3. Živković J., Veselinović A.M., Nikolić G.M., Mujić I. (2012) *Castanea sativa mill.* leaf extract as a potential source of antioxidant and antimicrobial agents. *19th Balkan Medical Week*. Nis, Serbia, P74.
4. Nikolić G.M., Veselinović A.M., Živković J.V., Nikolić R.S. (2010) Relation between solubility and partitioning of paracetamol for various organic solvents. *14th International Symposium on Solubility Phenomena*, Leoben, Austria, p. 88
5. Veselinović A., Bojić A., Purenović M., Bojić D., Anđelković T. (2009) Fotodegradacija huminskih kiselina u prisustvu vodonik-peroksida. *8th Symposium "Novel Technologies and Economical Development"*, Leskovac, Serbia, 23-24 October, Book of Abstracts, 110.

6. Bojić A., Purenović M., Perović J., Andelković T., Bojić D., Veselinović A., Vodeničarski M. (2005) Photocatalytic degradation of humic acids in water by UV light. *The Sixth European Meeting on Environmental Chemistry*, Belgrade, Serbia and Montenegro, 6-10 December, Book of Abstracts, 209.

На основу претходно изложеног, Комисија доноси следећи

ЗАКЉУЧАК

У докторској дисертацији **Утицај дијамагнетних двовалентних јона метала на аутооксидацију вициналних трихидроксиленних фенолних једињења у воденим растворима** испитан је утицај дијамагнетних M(II) јона биометала (Mg, Ca, Zn) и токсичних M(II) јона (Sr, Ba, Cd, Pb) на аутооксидацију вициналних трихидроксиленних фенолних једињења (пирогалол, гална киселина и етил-галат) у воденим растворима применом UV/VIS, HPLC, ESI-MS и ESR метода и техника, као и хеометријских метода анализе добијених спектрофотометријских података (графичка матрична анализа и MCR-ALS). Кандидат је реализовао постављене циљеве истраживања.

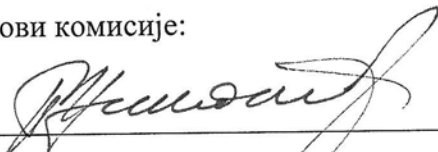
Добијени оригинални резултати испитивања утицаја дијамагнетних M(II) јона метала на аутооксидацију вициналних трихидроксиленних фенолних једињења су научно утемељени и значајни за физичко-хемијско тумачење и дефинисање фактора који имају утицај на процесе аутооксидације фенолних једињења која могу бити значајни природни или вештачки антиоксиданси или могу имати примену у медицини.

Ови резултати могу бити од значаја у биомедицинским и фармаколошким истраживањима при проучавању интеракција полифенолних једињења са реактивним кисеоничним врстама које су присутне у ћелији заједно са дијамагнетним M(II) јонима метала.

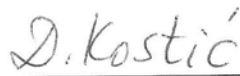
Део резултата ове докторске дисертације је верификован публикавањем радова у међународним часописима категорије M23, часопису националног значаја категорије M52, поглављу у истакнутој монографији међународног значаја и презентовањем радова на међународним научним скуповима.

Комисија је оценила да докторска дисертација **Утицај дијамагнетних двовалентних јона метала на аутооксидацију вициналних трихидроксиленних фенолних једињења у воденим растворима** представља оригиналан самосталан научни рад и предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу да прихвати овај Извештај и да кандидату мр Александру Веселиновићу, студенту Докторских студија хемије, одобри јавну одбрану докторске дисертације.

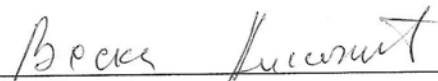
Чланови комисије:

1.  _____

др Ружица Николић, редовни професор
Природно-математичког факултета,
Универзитета у Нишу

2.  _____

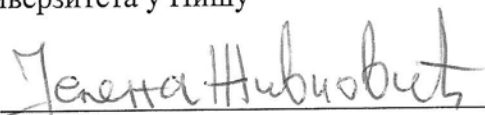
др Данијела Костић, редовни професор
Природно-математичког факултета,
Универзитета у Нишу

3.  _____

др Весна Николић, редовни професор
Технолошког факултета у Лесковцу,
Универзитета у Нишу

4.  _____

др Горан Николић, редовни професор
Медицинског факултета,
Универзитета у Нишу

5.  _____

др Јелена В. Живковић, доцент
Медицинског факултета,
Универзитета у Нишу

У Нишу и Лесковцу,

05.06.2014. године

PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET - NIŠU

Prisustvo: 04.6.2014.			
Opis. broj	Broj	Ime i prez.	Opis. broj
01	1757		

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U NIŠU

IZVEŠTAJ ZA OCENU I ODBRANU URAĐENE DOKTORSKE DISERTACIJE

Na sednici Nastavno-naučnog veća Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu, održanoj 23.05.2014. godine, odlukom br. 576/1-01, određeni smo za članove Komisije za ocenu i odbranu urađene doktorske disertacije kandidata Milana Stojkovića pod nazivom "**Antioksidativna aktivnost, fenolni i mineralni sastav biljnih vrsta: *Geranium macrorrhizum L.*, *Allium ursinum L.*, *Stachys germanica L.* i *Primula veris L.***". Nakon pregleda disertacije, podnosimo Veću sledeći

IZVEŠTAJ

Doktorska disertacija "**Antioksidativna aktivnost, fenolni i mineralni sastav biljnih vrsta: *Geranium macrorrhizum L.*, *Allium ursinum L.*, *Stachys germanica L.* i *Primula veris L.***" sadrži 206 strane, 36 tabela, 120 slika i 193 literaturna citata. Izlaganje u radu je podeljeno na 9 poglavlja: Uvod (2 strane), Ciljevi rada (2 strane), Opšti deo (66 strane), Eksperimentalni deo (34 strana), Rezultati i diskusija (70 strana), Izvod (2 strane), Summary (2 strane), Literatura (14 strana) i Biografija sa bibliografijom (5 strana).

U *Uvodu* (2-3 str.) i *Ciljevima rada* (5-6 str.) izložen je značaj problematike koja je u doktorskoj disertaciji obrađena. Istaknut je značaj instrumentalne analize i neophodnost određivanja sadržaja aktivnih supstanci u biljnim tkivima. Formulirani su ciljevi doktorske disertacije i navedene metode za njihovo realizovanje.

Opšti deo (8-73 str.) je posvećen fenolnim jedinjenjima, antioksidansima, uložim metala u biljnim tkivima i morfološkim karakteristikama ispitivanih biljnih vrsta. Obradeni su osnovni principi i teorijske osnove instrumentalnih metoda korišćenih u radu: UV-VIS spektrofotometrije, ICP-OES, HPLC i gasne hromatografije. Jedno poglavlje posvećeno je kalibraciji i greškama pri kalibraciji.

U *Eksperimentalnom delu* (75-108 str.) dat je prikaz eksperimentalne tehnike i prateće opreme koja je korišćena tokom izrade disertacije, detaljno su opisane primenjene procedure pripreme uzoraka za UV-VIS spektroskopiju, ICP-OES, HPLC i gasnu hromatografiju. Takođe, predstavljeno je ispitivanje antimikrobne i hepatoprotektivne aktivnosti.

Dobijeni rezultati su pregledno izloženi u obliku tabela i grafika, upoređeni sa literaturnim podacima i teorijski obrazloženi u poglavlju *Rezultati i diskusija* (110-179 str.). Kratak pregled rezultata dat je u *Izvodu* (181-182 str.) (*Summary*, 184-185 str.).

Literaturni pregled (187-200 str.) na koji se poziva kandidat sastoji se od 193 reference koje se odnose na stručnu i udžbeničku literaturu i časopise.

U cilju razrade što osetljivije metode za određivanje mikrokoličina biljnih metabolita i metala urađeno je sledeće:

- Optimizacija, validacija i primena HPLC metode u ispitivanju biljnih ekstrakta;
- Ispitivanje antioksidantne aktivnosti različitih ekstrakta navedenih biljnih vrsta;
- Optimizacija, validacija i primena ICP-OES metode u određivanju sadržaja metala u biljnim uzorcima;
- Optimizacija, validacija i primena GC-MS metode u ispitivanju komponenti etarskih ulja.

Za određivanje je antioksidantnih aktivnosti različitih ekstrakata primenjeno je više *in vitro* spektrofotometrijskih metoda.

Za određivanje fenolnog sastava primenjena je metoda HPLC analize.

Za određivanje mineralnog sastava primenjena je metoda ICP-OES analize.

Za kvalitativnu analizu etarskih ulja dobijenih hidrodestilacijom primenjena je metoda GC-MS.

Za obradu dobijenih podataka primenjena je jednosmerna analiza varijanse (ANOVA) za kojom je sledio (u slučaju potrebe) post hoc test (Tukey).

Kandidat je ukupno objavio 1 rad u vrhunskom međunarodnom časopisu, 1 rad u vodećem, 8 radova u međunarodnim časopisima i 16 saopštenja na međunarodnim i nacionalnim naučnim skupovima. Radovi u kategoriji M22 pod rednim brojem 2. i M23 pod rednim brojem 7. su deo doktorske disertacije.

Objavljeni radovi:

M21 - Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (8 bodova)

1. Snežana S. Mitić, Mirjana V. Obradović, Milan N. Mitić, Danijela A. Kostić, Aleksandra N. Pavlović, Snežana B. Tošić, **Milan B. Stojković**, Elemental Composition of Various Sour Cherry and Table Grape Cultivars Using Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry Method (ICP-OES), *Food Analytical Methods*, 5, 279-286, 2012. (IF=1.932)

M22 - Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (5 bodova)

2. Niko S. Radulović, **Milan B. Stojković**, Snežana S. Mitić, Pavle J. Randjelović, Ivan R. Ilić, Nikola M. Stojanović and Zorica Z. Stojanović-Radić, Exploitation of the Antioxidant Potential of *Geranium macrorrhizum* (Geraniaceae): Hepatoprotective and Antimicrobial Activities, *Natural Product Communications*, 7 (12), 1609-1614, 2012, (IF=1.242).

M23 - Rad u međunarodnom časopisu (3 boda)

3. Snežana S. Mitić, Aleksandra N. Pavlović, Snežana B. Tošić, Emilija T. Pecev, Milan N. Mitić, **Milan B. Stojković**, Development and application of method for clonazepam determination based on ligand-exchange reaction, *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 11 (1), 91-98, 2012, (IF=0.528).
4. Snežana S. Mitić, Dušan Đ. Paunović, Aleksandra N. Pavlović, Snežana B. Tošić, **Milan B. Stojković**, Milan N. Mitić, Phenolic Profiles and Total Antioxidant Capacity of Beers Consumed in Serbia Assessed by Three in Vitro Evaluation assays, *International journal of food properties*, 2014, 17 (4), 908-922. (IF=0.877).
5. Dragan S. Velimirovic, Snežana S. Mitić, Snežana B. Tosić, Aleksandra N. Pavlović, **Milan B. Stojković**, Determination of the some trace elements in particular samples of grains, flours and breads by ICP-OES, *Oxidation Communications*, 2012, 35 (1), 160-171. (IF=0.250)
6. Snežana S. Mitić, **Milan B. Stojković**, Aleksandra N. Pavlović, Snežana B. Tošić, Milan N. Mitić, Heavy Metal Content in Different Types of Smoked meat in Serbia, *Food Additives and Contaminants – Part B*, 2012, 5 (4), 241-245, (IF=0.891).
7. Snežana S. Mitić, **Milan B. Stojković**, Jovana Lj. Pavlović, Milan N. Mitić, Branka T. Stojanović, Antioxidant activity, phenolic and mineral content of *Stachys germanica* L. (Lamiaceae), *Oxidation Communications*, 2012, 35 (4), 1011-1020, (IF=0.123).
8. Jovana N. Veljković, Aleksandra N. Pavlović, Snežana S. Mitić, Snežana B. Tošić, Gordana S. Stojanović, Biljana M. Kaličanin, Dalibor M. Stanković, **Milan B. Stojković**, Milan N. Mitić, Jelena M. Brčanović, Evaluation of individual phenolic compounds and antioxidant properties of black, green, herbal and fruit tea infusions consumed in Serbia: spectrophotometrical and electrochemical approaches, *Journal of Food and Nutrition Research*, 2013, 52 (1), 12-24, (IF=0.600).
9. Snežana S. Mitić, Aleksandra N. Pavlović, Snežana B. Tošić, Branka T. Stojanović, Milan N. Mitić, **Milan B. Stojković**, Elemental Composition of Various Apple Cultivars Grown in Serbia: *Asian Journal of Chemistry*, 2013, 25 (11), 6027-6032, (IF=0.253).
10. Snežana S. Mitić, Branka T. Stojanović, **Milan B. Stojković**, Milan N. Mitić, Jovana Lj. Pavlović, Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of different apple cultivars, *Bulgarian Chemical Communications*, 2013, 45 (3), 326-331. (IF=0.320)

Radovi saopšteni na naučnim skupovima:

M33 - Radovi saopšteni na naučnim skupovima međunarodnog značaja štampani u celini (1 bod)

1. Snežana S. Mitić, Snežana B. Tošić, Aleksandra A. Pavlović, **Milan B. Stojković**, Milan N. Mitić, Branka Stojanović, Alkali and Alkaline Earth Metal Content of Early Season Vegetables of Southern Serbian Regions, 10th International Multidisciplinary Scientific Geoconferences:SGEM, 2010, Vol II, 665-667.
2. Snežana S. Mitić, Valentina V. Živanović, Milan N. Mitić, **Milan B. Stojković**, Determination of Herbicide 2,4-D in Soil Samples by Kinetic-spectrophotometric Method, 10th International Multidisciplinary Scientific Geoconferences:SGEM, 2010, Vol II, 471-472.

M34 - Radovi saopšteni na skupovima međunarodnog značaja štampani u izvodu (0,5 bodova)

3. Snežana Mitić, Branka Stojanović, **Milan Stojković**, Determination of total phenolic content in apple juices, 1st International Congress: Engineering, materials and management in the processing industry, Jahorina, Republic of Srpska, Book of Abstracts, 168, 2009.
4. B.T. Stojanović, S.S. Mitić, **M.B. Stojković**, M.N. Mitić, J.L.J. Pavlović, I.D. Rašić Mišić, Heavy metal content determination in domestic peaches, Thirteenth Annual Conference, YUCOMAT 2011, Herceg Novi, Book of Abstracts, 157, 2011
5. D. Paunović, S. S. Mitić, A. N. Pavlović, S. B. Tošić, M. N. Mitić, **M. B. Stojković**, R. J. Micić. Antioxidative capacity of commercial beers from Serbia, Thirteenth Annual Conference, YUCOMAT 2011, Herceg Novi, Book of Abstracts, 135, 2011
6. Jelena M. Brčanović, Aleksandra N. Pavlović, Snežana S. Mitić, **Milan B. Stojković**, Milan N. Mitić, Jovana N. Veljković, Fenolni profil i međusobni odnos sadržaja pojedinačnih fenola u kakaou XA II06, Prva konferencija mladih hemičara Srbije, Program i kratki izvodi radova, Beograd, 19. i 20. oktobar 2012;
7. **Milan B. Stojković**, Jovana Lj. Pavlović, Branka T. Stojanović, Dušan Đ. Paunović, Aleksandra N. Pavlović, Antioksidativna sposobnost ekstrakata *Geranium macrorrhizum* L., XA II26, Prva konferencija mladih hemičara Srbije, Program i kratki izvodi radova, Beograd, 19. i 20. oktobar 2012;
8. Jovana N. Veljković, Aleksandra N. Pavlović, Snežana S. Mitić, Snežana B. Tošić, **Milan B. Stojković**, Jelena M. Brčanović, Korelacija između različitih in vitro antioksidativnih testova i sadržaj pojedinačnih fenola, ukupnih fenola i flavonoida voćnih infuz čajeva, XA II28, Prva konferencija mladih hemičara Srbije, Program i kratki izvodi radova, Beograd, 19. i 20. oktobar 2012;
9. Snežana Mitić, Milan Mitić, Branka Stojanović, **Milan Stojković**, Dušan Paunović, Jovana Pavlović, Antioxidant activity of six apple cultivars in Serbia, BFP-31, 22nd Congress with international participation, Book of Abstracts, sept. 05 – 09 2012, Ohrid

10. Jovana Pavlović, Snežana Mitić, Milan Mitić, Branka Stojanović, **Milan Stojković**, Dušan Paunović, Evaluation of DPPH, FRAP, FRP antioxidant activity of thirteen different strawberry cultivars, BFP-29, 22nd Congress with international participation, Book of Abstracts, sept. 05 – 09 2012, Ohrid
11. Dušan Paunović, Milan Mitić, **Milan Stojković**, Branka Stojanović, Danica Dimitrijević, Jovana Pavlović, Phenolic profiles of commercial dark beers from Serbia, BFP-30, 22nd Congress with international participation, Book of Abstracts, sept. 05 – 09 2012, Ohrid
12. Milan N. Mitić, Snežana S. Mitić, Aleksandra N. Pavlović, Mirjana V. Obradović, Zora M. Grahovac, **Milan B. Stojković**, Natural pigments in Serbian table grapes, XXI congress of chemists and technologists of Machedonia, Ohrid, September 23-26, 2010, Book of Abstracts
13. Milan N. Mitić, Snežana S. Mitić, Aleksandra N. Pavlović, Mirjana V. Obradović, Zora M. Grahovac, **Milan B. Stojković**, Phenolic composition of Serbian fruit wines, XXI congress of chemists and technologists of Machedonia, Ohrid, September 23-26, 2010, BFT-19 Book of Abstracts
14. Milan N. Mitić, Snežana S. Mitić, Aleksandra N. Pavlović, Snežana B. Tošić, **Milan B. Stojković**, Determination of clonazepam based on "Ligand-exchange" reaction, XXI congress of chemists and technologists of Machedonia, Ohrid, September 23-26, 2010, OCBP-12 Book of Abstracts

M64 - Radovi saopštjeni na skupovima nacionalnog značaja štampani u izvodu (0,2 boda)

15. **Milan B. Stojković**, Snežana S. Mitić, Branka T. Stojanović, Milan N. Mitić, Hidroksicimetne kiseline u vinogradarskim breskvama, XLVIII Savetovanje Srpskog hemijskog društva, Novi Sad, AH15, 2010.
16. Milan N. Mitić, Mirjana V. Obradović, **Milan B. Stojković**, Aleksandra N. Pavlović, Fenolni sastav soka crne ribizle, XLVIII Savetovanje Srpskog hemijskog društva, Novi Sad, AH07, 2010.

Na osnovu izloženog Komisija je donela sledeći

ZAKLJUČAK

Milan Stojković u doktorskoj disertaciji "Antioksidativna aktivnost, fenolni i mineralni sastav biljnih vrsta: *Geranium macrorrhizum* L., *Allium ursinum* L., *Stachys*

germanica L. i Primula veris L." realizovo je postavljene ciljeve istraživanja. Mišljenja smo da disertacija predstavlja značajan doprinos primeni instrumentalnih metoda analize u ispitivanju mikrokoličina biljnih metabolita u uzorcima biljnog materijala. Činjenica da je deo rezultata disertacije objavljen u jednom vodećem i jednom međunarodnom časopisu govori o tome da je reč o originalnom naučnom radu. Zbog toga predlažemo Naučno-nastavnom veću Prirodno-matematičkog fakulteta da prihvati Izveštaj Komisije i odobri javnu odbranu doktorske disertacije.

U Nišu, 4.06.2014.

Komisija:

✓ Mitić

1. dr Snežana Mitić, red. prof. PMF-a u Nišu, mentor

D. Kostić

2. dr Danijela Kostić, red. prof. PMF-a u Nišu,

A. Pavlović

3. dr Aleksandra Pavlović, vanred. prof. PMF-a u Nišu,

B. Kaličanin

4. dr Biljana Kaličanin, vanred. prof. Medicinskog fakulteta u Nišu