

Универзитет у Београду

Електротехнички факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Бојана Бањца, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 5018/11-1 од 13.07.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Бојана Бањца, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Један допринос аутоматском доказивању неких класа аналитичких неједнакости“**.

Комисија предлаже промену наслова теме у:
„Систем за аутоматско доказивање неких класа аналитичких неједнакости“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Бојан Бањац је рођен 24.02.1987. године у Београду, Србија. Завршио је Гимназију у Инђији, природно-математички смер.

Године 2005. и 2006. освојио је III место из информатике на републичкој такмичарској смотри научно-истраживачких радова ђака средњих школа.

Дипломирао је на Електротехничком факултету у Београду, Одсек за Софтверско инжењерство, 2010. године, одбраном дипломског рада „Реализација симулатора процесора коришћењем објектно оријентисаног приступа“ са оценом 10 (ментор проф. др Јован Ђорђевић). Просечна оцена на основним академским студијама је 8,62.

Мастер студије, модул Софтверско инжењерство, завршио је на истом факултету 2012. године одбраном мастер рада „Јава аплети за визуелизације у теорији Гербнер-ових база“ са оценом 10 (ментор доц. др Бранко Малешевић). Просечна оцена на мастер академским студијама је 10,00.

Тренутно је студент треће године докторских студија на Електротехничком факултету у Београду, модул Примењена математика (ментор проф. др Бранко Малешевић). Докторске студије је кандидат уписао 2011/2012 године. Тренутна просечна оцена положених испита на докторским студијама је 9,80.

Од 01.11.2013. запослен на месту сарадника у настави, а потом и од 1.11.2014. и као асистент на Катедри за анимацију у инжењерству, Департман за опште дисциплине у техници, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду. Област интересовања, поред примењене математике је и рачунарска графика, 3Д моделовање и примена рачунара у специјалним ефектима.

Од 2016. године је ангажован као технички уредник за часопис „Applicable Analysis and Discrete Mathematics (AADM)“, Електротехничког факултета, Универзитета у Београду.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Бојан Бањац је уписао докторске студије на Електротехничком факултету у Београду школске 2011/2012. године на модулу Софтверско инжењерство. Након отварања модула Примењена математика, променио је усмерење на овај модул. Од 2013. године је ангажован у настави из техничких предмета на Катедри за анимацију у инжењерству, Факултета техничких наука у Новом Саду. Током докторских студија положио је све наставним планом и програмом предвиђене испите и испунио све обавезе (остварио 120 ЕСПБ бодова) и то:

Р.Бр.	Назив испита	Оцена	ЕСПБ
1	Одабрана поглавља из симболичке алгебре	10	9
2	Сигурност и заштита рачунарских система	10	9
3	Одабрана поглавља из рачунарске графике	9	9
4	Канонске матричне форме и њихове примене у електротехници	10	9
5	Аутоматско резоновање	10	9
6	Специјалне функције	10	9
7	Енглески језик	10	6
8	Вештачка интелигенција и експертски системи	10	9
9	Линеарна алгебра	9	9
10	Моделовање и мерење рачунарских перформанси	10	9
	Назив обавезе		
1	С гудијски истраживачки рад I		15
2	Студијски истраживачки рад II		15
3	Научно стручни рад		3

Списак публикација кандидата Бојана Бањца, у складу са нормативима Министарства просвете и науке Србије, је наведен у даљем тексту:

Радови објављени у међународним часописима са JCR листе

[1] B. Malešević, B. Banjac, I. Jovović: *A proof of two conjectures of Chao-Ping Chen for inverse trigonometric functions*, Journal of Mathematical Inequalities, (ISSN 1846-579X), Volume 11, Number 1 (2017), 151–162. (doi:10.7153/jmi-11-15) (IF 2016=0.777; M22)

[2] B. Banjac, M. Makragić, B. Malešević: *Some notes on a method for proving inequalities by computer*, Results in Mathematics (ISSN 1422-6383), Volume 69, Issue 1, (2016) 161-176 (doi: 10.1007/s00025-015-0485-8) (IF 2016=0.693; M22)

Радови саопштени на међународним научним скуповима

[1] **B. Banjac**, M. Nenezić, B. Malešević: *Some applications of Lambda-method for obtaining approximations in filter design*, Proceedings of 23-rd TELFOR conference (ISBN 978-1-5090-0056-2), pp. 404-406, Beograd 2015.

[2] M. Petrović, **B. Banjac**, B. Malešević, R. Mijailović: *Curve fitting by multifocal ellipses in architectural structures geometry*, Proceedings of 5-th International Scientific Conference MoNGeometrija 2016 (ISBN: 978-86-7466-614-2), Belgrade, 23-26. June 2016., pp 160-164.

[3] V. Miler Jerković, M. Janković, **B. Banjac**, B. Malešević, B. Mihailović: *Applications of the generalized $\{1,4\}$ -inverse in restoration of blurred images*, Proceedings of 5-th International Scientific Conference MoNGeometrija 2016 (ISBN 978-86-7466-614-2), Belgrade, 23-26. June 2016., pp 62-68.

[4] **B. Banjac**, M. Petrović, B. Malešević: *Visualization of Weber's curves and surfaces with applications in some optimization problems*, Proceedings of 22-nd TELFOR conference (ISBN 978-1-4799-6190-0), pp. 1003-1006, Beograd 2014.

[5] **B. Banjac**, M. Nenezić, M. Petrović, B. Malešević, R. Obradović: *Trifocal curves in Matlab and Java*, Proceedings of 4-th International Scientific Conference MoNGeometrija 2014 (ISBN: 978-86-88601-13-9), Vlasina, 20-22. jun 2014., Volume 1, pp 345-353.

[6] M. Petrović, B. Malešević, **B. Banjac**, R. Obradović: *Geometry of some taxicab curves*, Proceedings of 4-th International Scientific Conference MoNGeometrija 2014, (ISBN 978-86-88601-14-6), Vlasina, 20-22. jun 2014., Volume 2, pp 53-64.

[7] B. Malešević, M. Petrović, **B. Banjac**, I. Jovović, P. Jovanović: *A method for extraction of arcs of the algebraic curves*, Proceedings of 4-th International Scientific Conference MoNGeometrija 2014, (ISBN 978-86-88601-14-6), Vlasina, 20-22. jun 2014. Volume 2, pp 65-76.

[8] **B. Banjac**, B. Malešević, M. Petrović, M. Obradović: *A Computer Verification of a Conjecture About The Erdős-Mordell Curve*, Proceedings of 21-th TELFOR conference (ISBN 9781479914180), pp. 1031-1034, Beograd 2013.

[9] B. Banjac, **B. Malešević**: *One method for graphical representation of implicitly given surface*, Proceedings of 3rd International Conference for Geometry and Engineering Graphics "moNGeometrija 2012.", pp. 179-187, Novi Sad 2012.

[10] **Banjac B.**, Zlatković B., Zlokolica V., Velicki L., Čemerlić-Adić N.m Obradović R., Galić L.: *3D ground truth heart modeling and visualization based on manually segmented 4D CT slices*, Proceedings of 4-th International Scientific Conference MoNGeometrija 2014, (ISBN 978-86-88601-13), Vlasina, 20-22. jun 2014. pp 199-206

[11] Obradović R., Letić J., Vujanović M., **Banjac B.**, Kekeljević I., Dimitrijević M., Malešević B.: *Dominant pre-exam obligations as a basis for successful students work*, Proceedings of 4-th International Scientific Conference MoNGeometrija 2014, (ISBN 978-86-88601-14-6), Vlasina, 20-22. jun 2014. Volume 2, pp 337-347

[12] Zlokolica V., Velicki L., **Banjac B.**, Janjev M., Ralević N., Obradović R., Mihajlović B., Krstanović L.: *3D Epicardial fat registration optimization based on structural prior knowledge and subjective-objective correspondence*, 15. International conference on Bioinformatics &

[13] Sučević J., Jovanović Lj., **Banjac B.**: *Ispitivanje fleksibilnosti mentalne brojevnе prave u zavisnosti od grafičkih svojstava zadataka*, Zbornik radova konferencije Savremeni trendovi u psihologiji, 2013, (ISBN 978-86-6065-174-9) str. 116-117, Novi Sad: Filozofski fakultet

Радови објављени у домаћим часописима

[1] M. Petrović, B. Malešević, **B. Banjac**: *Some Surfaces of Second Order as Examples of Weber's Surfaces*, Journal of industrial design and engineering graphics (ISSN 1843-3766), Volume 10, pp. 55-60 (Proceedings of the 6-th international conference on Engineering graphics and design, University 'Transilvania' of Brasov, 11-13. june 2015., Romania)

[2] M. Petrović, **B. Banjac**, B. Malešević: *The Geometry of Trifocal Curves with Applications in Architecture, Urban and Spatial Planning*, SPATIUM (ISSN 2217-8066), Volume 32, December 2014, 28–33. (doi: 10.2298/SPAT1432028P)

[3] B. Malešević, I. Jovović, **B. Banjac**: *Visualization in teaching and learning mathematics in elementary, secondary and higher education*, Bulletin of the "Politehnica" University of Timisoara, Romania, Tom 58 (72), Fascicola 1, 2013, ISSN: 1224-6042, pp. 37-40 (Proceedings of International Conference on Engineering Graphics and Design, Timisoara, Romania, 13-15 june 2013.)

Радови саопштени на домаћим научним скуповима

[1] **B. Banjac**, T. Lutovac, B. Malešević: *O nekim nejednakostima koje se mogu svesti na dokazivanje miksovanih trigonometrijskih nejednakosti*, Zbornik radova The First Conference on Mathematics in Engineering: Theory and Applications, ISBN 978-86-7892-800-9, FTN Novi Sad, 2016., str. 30-34.

[2] **B. Banjac**, T. Lutovac, B. Malešević: *Kuzina minimaks aproksimacija*, Zbornik radova The Second Conference on Mathematics in Engineering: Theory and Applications, FTN Novi Sad, 2017.

[3] **Б. Бањац**, Г. Димитријевић, С. Обрадовић, Н. Ајдуковић, М. Чампара, Б. Малешевић: *Примена Гребнерових база на проблем инверзне кинематике у роботизици*, Зборник радова трећег симпозијума „Математика и примене”, Математички факултет, Београд, 25-26. мај 2012., стр. 135-143.

[4] **Б. Бањац**, В. Катић, А. Јовановић, А. Пејовић, М. Макрагић, И. Јововић, Б. Малешевић: *Бухбергеров алгоритам и визуелизација мономијалних идеала*, Зборник радова другог симпозијума „Математика и примене”, Математички факултет, Београд, 27-28. мај 2011. стр. 117-125.

[5] Б. Малешевић, **Б. Бањац**, М. Јовановић, Н. Марковић: *Тродимензионална визуелизација модификованог модела Хајгенсовог планетаријума*, Седми симпозијум „Математика и примене”, Математички факултет, Београд, 4-5. новембар 2016.

Дана 30.08.2017. године на Електротехничком факултету у Београду Бојан Бањац је имао јавни усмени испит о подобности теме и кандидата пред трочлану комисијом у саставу:

1. др Татјана Лутовац, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
2. др Предраг Јаничић, редовни професор, Универзитет у Београду – Математички факултет,
3. др Јелица Протић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

Комисија је закључила да кандидат испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације и оценила испит оценом **задовољно**.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада кандидата Бојана Пајчина и узимајући у обзир све претходно наведене чињенице, Комисија је стекла увид у способности и научно-истраживачки рад кандидата те констатује да је кандидат:

- Положио све испите и извршио све обавезе предвиђене наставним планом и програмом и тиме остварио 120 ЕСПБ бодова.
- Јавно одбранио тему докторске дисертације 30.08.2017. године пред четворочланом комисијом формираном од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду.
- Током трајања докторских студија активно ангажован у настави на Факултету техничких наука.
- Публиковао више радова у научним часописима и научним скуповима из области којој припада предложена тема докторске дисертације чиме је показао квалификације за научни рад и афинитет према теми докторске дисертације.

Стога је став Комисије да кандидат Бојан Бањац задовољава све услове за рад на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

У последњих десет година проучавање аутоматског доказивања математичких неједнакости добило је на значају, поготово са развојем доказивача Metitarski (L.C. Paulson, Computer Laboratory, University of Cambridge [7]). Већина данашњих аутоматских доказивача, попут доказивача Metitarski, заснована је на методама доказивања свођењем на контрадикцију, при чему су кораци доказа тешко разумљиви ономе ко није учествовао у развоју и имплементацији метода доказивања. Осим тога, доказивачи базирани на принципу резолуције (Metitarski) користе и базе до сада познатих резултата у теорији аналитичких неједнакости, па самим тим имају ограничену употребну вредност. Докази многих аналитичких неједнакости имају значајну улогу у електротехници, теорији аутоматског управљања и телекомуникацијама. Самим тим аутоматски доказивач, са корацима доказа блиским људском начину размишљања, има значајну потенцијалну примену. Главни циљ истраживања је развој стратегије за аутоматско доказивање класе миксованих тригонометријско-полиномских неједнакости дефинисаних са:

$$f(x) = \sum \alpha_i x^p \sin^q x \cos^r x > 0$$

за $p, q, r \in N_0$, $x \in (0, \pi/2)$ и $\alpha_i \in R \setminus \{0\}$.

У радовима [1-6], развијени су неки нови методи за аутоматско доказивање неких неједнакости из ове класе неједнакости, који омогућавају природно праћење доказа, блиско човековом начину размишљања. У дисертацији ће бити размотрена и могућност проширења стратегије за аутоматско доказивање неједнакости са класе миксованих тригонометријско-полиномских функција на класу реалних аналитичких функција. Предвиђена је и имплементација неких развијених метода доказивања, као и развој софтверске платформе која би подржавала и додатна проширења (за нове класе неједнакости и/или нове методе доказивања). Значај оваквог истраживања састоји се у дефинисању стратегије аутоматског доказивања тако да резултате и кораке доказа може да разуме и користи корисник са знањем елементарне математике; као и да је сваки корак генерисаног доказа могуће брзо и једноставно верификовати (док се за верификацију доказа постојећих доказивача мора користити искуство истраживача, уз различит приступ сваком проблему).

Релевантни радови из области истраживања:

- [1] B. Banjac, M. Makragić, B. Malešević: *Some notes on a method for proving inequalities by computer*, Results in Mathematics, Volume 69, Issue 1, (2016) 161-176 (doi: 10.1007/s00025-015-0485-8)
- [2] B. Malešević, B. Banjac, I. Jovović: *A proof of two conjectures of Chao-Ping Chen for inverse trigonometric functions*, Journal of Mathematical Inequalities, Volume 11, Number 1 (2017), 151-162.
- [3] B. Malešević, M. Makragić: *A Method for Proving Some Inequalities on Mixed Trigonometric Polynomial Functions*, Journal of Mathematical Inequalities, Volume 10, Number 3 (2016), 849-876.
- [4] T. Lutovac, B. Malešević, C. Mortici: *The natural algorithmic approach of mixed trigonometric-polynomial problems*, Journal of Inequalities and Applications 2017:116, 1-16. (doi: 10.1186/s13660-017-1392-1)
- [5] B. Banjac, M. Nenezić, B. Malešević: *Some applications of Lambda-method for obtaining approximations in filter design*, Proceedings of 23-rd TELFOR conference, pp. 404-406, Beograd 2015.
- [6] B. Malešević, T. Lutovac, B. Banjac: *A Proof of an Open Problem of Yusuke Nishizawa for a Power-Exponential Function*, рад на рецензији, препринт www.researchgate.net
- [7] L. C. Paulson: *The MetiTarski Theorem Prover* (Cambridge Computer Lab) URL: <https://www.cl.cam.ac.uk/~lp15/papers/Arith/>

3. Полазне хипотезе

Хипотезе на основу којих ће бити изведено ово истраживање гласе::

- Тејлорове апроксимације вишег реда за тригонометријске функције $\sin x$ и $\cos x$ за вредности $x > \delta$, за неко $\delta > 0$, постају лошије апроксимације од апроксимације нижег реда.
- Могуће је одредити тачке $x = \delta$ у којима апроксимација вишег реда постаје слабијег квалитета од апроксимације нижег реда, за $x > \delta$.
- Тражење нула функција које у себи садрже x и $\sin x$ функцију у општем случају је неодлучив проблем, а притом тражење нула одговарајућих (нанижних и навишних) апроксимација јесте одлучив проблем.
- Тригонометријско-полиномске неједнакости са било ког интервала $[a, b]$ се могу свести на интервал $[0, \pi/2]$.
- Могуће је одредити један алгоритам базиран на Тејлоровим апроксимацијама који ће доказ миксовано-тригонометријско полиномске неједнакости свести на доказ одговарајуће полиномске неједнакости.

4. Научне методе истраживања

Методе које ће бити примењене у току истраживања су следеће:

- Анализа математичких метода доказивања аналитичких неједнакости.
- Прикупљање информација о софтверским решењима за аутоматско доказивање аналитичких неједнакости.
- Нумеричко симболичко одређивање пресека графика две функције миксовано тригонометријско-полиномског типа, као и полиномског типа.
- Тестирање поступка на до сада доказаним неједнакостима.
- Тестирање поступка на неким проблемима из електротехнике.

5. Очекивани научни допринос

- У оквиру рада ће бити дат приказ аутоматских метода доказивања неких класа миксовано-тригонометријско полиномских неједнакости које су се до сада користиле.
- Посебан допринос у изради дисертације биће развој и имплементација нових метода аутоматског доказивања, како миксовано-тригонометријско полиномских неједнакости, тако и неједнакости за неке шире класе реално аналитичких функција.
- Очекује се да ће се добити општи поступак доказивања за реално аналитичке функције над коначним сегментима $[a, b]$ и тако добијен поступак ће се у неким случајевима моћи пренети на бесконачне интервале.
- Резултати дисертације биће тестирани на десетинама радова објављених у часописима са SCI листе који се односе на неке аналитичке неједнакости.
- Очекује се решавање и неких отворених проблема из теорије аналитичких неједнакости.
- Предвиђена је и имплементација развијених метода доказивања, као и развој софтверске платформе која би подржавала и додатна проширења (за нове класе неједнакости и/или нове методе доказивања).

6. План истраживања и структура рада

Студент у току истраживања планира да прође кроз следеће активности:

- Прикупљање научних радова који се баве доказивањем неједнакости које спадају у класу миксовано тригонометријско-полиномских неједнакости.
- Проучавање поступака коришћених у радовима везаним за тематику.
- Прикупљање информација о софтверским решењима за аутоматско доказивање аналитичких неједнакости.
- Употреба софтверских решења на већ решеним проблемима ради проучавања њиховог функционисања, предности и мана.
- Имплементација алгоритама развијених у оквиру истраживања.
- Тестирање имплементираних софтверских решења на већ решеним проблемима.
- Употреба имплементираних софтверских решења на неким проблемима у електротехници.

7. Закључак и предлог

Комисија за оцену подобности теме и кандидата Бојана Бањца, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Један допринос аутоматском доказивању неких класа аналитичких неједнакости“ је оценила испит оценом **задовољно** и предложила промену наслова теме у „Систем за аутоматско доказивање неких класа аналитичких неједнакости“.

Имајући у виду претходно наведене чињенице и стечену слику о теми докторске дисертације и кандидату Комисија закључује да кандидат Бојан Бањац испуњава све услове да спроведе истраживање и да је способан да реализује докторску дисертацију на предложеној тему **“Систем за аутоматско доказивање неких класа аналитичких неједнакости“**.

Пошто представљени садржаји и планирана истраживања припадају областима актуелних научних истраживања, а очекивани научни доприноси су значајни у домену аутоматског доказивања аналитичких неједнакости и примени доказа у техничким наукама, Комисија је сагласна да је предложена тема подобна за докторску дисертацију. Ужа научна област предложене теме је Примењена математика. За ментора докторске дисертације предлага се др Бранко Малешевић, ванредни професор Електротехничког факултета у Београду. Уз извештај се прилаже списак радова проф. др Бранка Малешевића који га квалификују за ментора.

У закључку овог извештаја, имајући у виду све раније наведено, Комисија предлага Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да кандидату Бојану Бањцу одобри израду докторске дисертације под насловом **“Систем за аутоматско доказивање неких класа аналитичких неједнакости“**.

У Београду, 31.08.2017. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Бранко Малешевић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Татјана Лутовац, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Предраг Јаничић, редовни професор
Универзитет у Београду - Математички факултет



др Јелица Протић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет