

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/374

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

11.01.2022.

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације
и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

Математичко моделовање процеса електростатичке екструзије

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Стефан (Александар) Бошковић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду,
Технолошко-металуршки факултет, Мастер студије, Мастер инжењер технологије

3. Година завршетка претходног нивоа студија: 2016.

4. Година уписа на докторске студије: 2017.

5. Назив студијског програма докторских студија: Хемијско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ :

Име и презиме ментора: др Бранко Бугарски

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Volić, M., Pajić-Lijaković, I., Djordjević, V., Knežević-Jugović, Z., Pećinar, I., Stevanović-Dajić, Z., Veljović, Đ., Hadnadjev, M., **Bugarski, B.** Alginate/soy protein system for essential oil encapsulation with intestinal delivery. *Carbohydrate Polymers* 200, 15-24 (2018), ISSN: 0144-8617, IF (2018) = 6,044. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.07.033>
2. Lević S., Pajić Lijaković I., Đorđević V., Rac V., Rakić V., Šolević Knudsen T., Pavlović V., **Bugarski B.**, Nedović V. Characterization of sodium alginate/D-limonene emulsions and respective calcium alginate/D-limonene beads produced by electrostatic extrusion. *Food Hydrocolloids* 45, 111-123 (2015), ISSN: 0268-005X, IF (2013) = 4,280. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.10.001>
3. Istenič K., Balanč B.D., Djordjević V.B., Bele M., Nedović V.A., **Bugarski B.M.**, Poklar Ulrih N. Encapsulation of resveratrol into Ca-alginate submicron particles. *Journal of Food Engineering* 167B, 196-203 (2015), ISSN: 0260-8774, IF (2015) = 3,199. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.04.007>
4. Isailovic, B. D., Kostic, I. T., Zvonar, A., Djordjevic, V. B., Gasperlin, M., Nedovic, V. A., **Bugarski, B. M.** Resveratrol loaded liposomes produced by different techniques. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 19, 181-189 (2013), ISSN: 1466-8564, IF (2011) = 3,030. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.03.006>
5. Stojanovic, R., Belcak-Cvitanovic, A., Manojlovic, V., Komes, D., Nedovic, V., **Bugarski, B.** Encapsulation of thyme (*Thymus serpyllum* L.) aqueous extract in calcium alginate beads. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92, 685-696 (2012), ISSN: 1097-0010, IF (2012) = 1,759. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4632>

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф.дрПетарУскоковћ

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл.43. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 23.12.2021. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Стефана Бошковића**, број индекса 4001/2017, под називом: „**Математичко моделовање процеса електростатичке екструзије**“.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За ментора се одређује др Бранко Бугарски, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, ментору, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Стефана Бошковића, мастер инжењера технологије, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду бр. 35/295 од 18.11.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Стефана Бошковића, мастер инжењера технологије, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Математичко моделовање процеса електростатичке екструзије“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Стефан Бошковић је рођен 08.01.1993. године у Београду. Шесту београдску гимназију завршио је 2011. године. Основне студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду започео је школске 2011/2012. године, а завршио 2015. године са просечном оценом 9,73 на студијском програму Хемијско инжењерство, подручје Хемијско процесно инжењерство. Мастер студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду започео је школске 2015/2016. године, а завршио 2016. године са просечном оценом 10,00 на студијском програму Хемијско инжењерство и стекао звање Мастер инжењер технологије – мастер хемијски инжењер. Школске 2017/2018. године уписао је докторске студије на матичном факултету, на студијском програму Хемијско инжењерство. Положио је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија, укључујући и Завршни испит са оценом 10. На докторским студијама му је ментор проф. др Бранко Бугарски. Током студија био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја: за изузетно надарене студенте (2 године) и студентске стипендије (2 године), добитник награде Технолошко-металуршког факултета за успех у студирању, Панта С. Тутунџић за све четири године и током целих студија 2011-2015. Добитник је специјалног признања СХД за 2016.

У јулу и августу 2014. године био је на пракси у компанији Нафтна индустрија Србије, Рафинерија Панчево, Блок Прерада, Технолошки сектор. У септембру 2014. био је на пракси у ЈКП Београдски водовод и канализација, производни погон Бежанија, Београд. У јуну 2015.

године био је на пракси у Еон плус д.о.о, Београд. Од јула до септембра 2015. био је на пракси у компанији Нафтна индустрија Србије, Рафинерија Панчево, Блок Прерада, Манипулација, Панчево. Од октобра до новембра 2015. био је на пракси у IMG – Engineering & Construction, Београд. Од априла до јула 2016. био је гостујући истраживач у Макс Планк институту за динамику сложених техничких система, Магдебург, Немачка. Од марта до августа 2017. радио је као инжењер развоја у Рафинерији нафте Београд, Београд. У јулу 2018. је стекао звање истраживач приправник и започео рад у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета, д.о.о, где је био ангажован на пројекту интегралних и интердисциплинарних истраживања (ИИИ 46010) под називом: „Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности“, а по преласку на систем институционалног финансирања, остао је у истраживачком звању. Говори енглески језик, служи се француским језиком.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Стефан Бошковић, мастер инжењер технологије, истраживач приправник Иновационог центра Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и студент докторских академских студија Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, положио је све испите, предвиђене наставним планом и програмом докторских академских студија, са просечном оценом – 10,00/10,00. У табели 1., која следи у наставку, приказан је преглед положених испита на докторским академским студијама са оценама и стеченим ЕСП бодовима, реализованим по студијском програму Хемијско инжењерство у току академске 2017/18. и у току академске 2018/19. године. Завршни испит на докторским академским студијама под називом: „Моделовање електроспреј процеса“ је одбранио са оценом 10.

Табела 1. Преглед положених испита кандидата Стефана Бошковића

редни број	акроним	назив	ЕСПБ	оцена
1.	ДЗМ1	Одабрана поглавља математичке анализе	5	10
2.	ДЗ1	Виши курс аналитичке хемије	5	10
3.	ДТ2	Хемијска термодинамика	5	10
4.	ДФП1	Аналогије феномена преноса	5	10
5.	Д196	Специјална поглавља преноса масе	4	10
6.	ДСЕНГ	Енглески језик	/	10
7.	Д150	Одабрана поглавља инструменталне анализе	7	10
8.	14Д141	Масена спектрометрија	5	10
9.	14ДИЗ9	Принципи физичких и хемијских поступака третмана вода	5	10
10.	14Д017	Пројектовање биолошких процеса пречишћавања отпадних вода	5	10
11.	Д146	Неоргански адсорбенти – теоријски основи и примена	4	10
12.	ДЗИ	Завршни испит	30	10

До преласка на систем институционалног финансирања, био је ангажован на пројекту интегралних и интердисциплинарних истраживања (ИИИ 46010): „Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности“, а по преласку је наставио активности у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета, д.о.о.

1. Зборници међународних научних скупова (M30)

1.1. Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. **Bošković, S. A.**, Bugarski, B.: *Correlation of particle diameters and determination of important variables for particles obtained by using the electrospray process and alginate solutions*, Proceedings of the VI International Congress “Engineering, Environment and Materials in Processing Industry”, March 11-13, 2019, Jahorina, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, pp. 255-259.
2. Batinić, P., Đorđević, V., Balanč, B., **Bošković, S.**, Bugarski, B.: *Encapsulation of vitamin E and folic acid into liposomes – carrier stability and controlled release*, Proceedings of the VII International Congress „Engineering, Environment and Materials in Process Industry EEM2021“, March 17-19, 2021, Jahorina, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, pp. 227-234.

2. Радови у часописима националног значаја (M50)

2.1. Рад у истакнутом националном часопису (M52)

1. **Bošković, S.**, Bugarski, B.: *Review of electrospray observations and theory*, Journal of Engineering & Processing Management, Vol 10, No 2, 2018, pp. 41-53., ISSN: 2566-3615

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу приказаних резултата у досадашњем бављењу научно-истраживачким радом, као и резултата остварених на докторским студијама, Стефан Бошковић, мастер инжењер технологије, показао је мотивацију и способност за бављење научно-истраживачком делатношћу. Комисија сматра да кандидат Стефан Бошковић испуњава услов за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Електростатичка екструзија се користи у фармацеутском и биохемијском инжењерству и представља процес екструзије у којем се на течност која истиче из капиларе делује и помоћу електричног поља чијим коришћењем се смањује величина добијених капи, што затим доводи и до смањења величине финално добијених хидрогел честица, које служе томе да се активна супстанца задржи што дуже у њима и да се контролисано отпушта. Процес електростатичке екструзије се може поделити на два дела – први део представља електроспреј процес, док је други део процес формирања хидрогел честица.

Електроспреј процес је процес у којем се на излазу течности из капиларе формирају капи при утицају електричног поља. Зависно од геометријских карактеристика електричног поља, могуће је формирати капи које су значајно мањег пречника у односу на случај у којем електрично поље не утиче на капи, при непромењеним осталим карактеристикама система.

Добијене капи у контакту са гелирајућим раствором гелирају и тиме долази до финалног формирања хидрогел честица. Различити утицаји могу довести до одређене разлике између

величине капи која је дошла у контакт са жељеним гелирајућим раствором и финално добијене хидрогел честице.

Коришћење електростатичке екструзије захтева математички формализам у циљу адекватног предвиђања величине финално добијених хидрогел честица, што може да послужи и оптимизацији процеса.

Предмет истраживања је постављање свеобухватног математичког модела процеса електростатичке екструзије, односно појединачних модела за електроспреј процес и за процес формирања хидрогел честица.

Циљ истраживања је да се постигне адекватно предвиђање величине финално добијених хидрогел честица у процесу електростатичке екструзије, при познатим параметрима самог система за екструзију и познатим карактеристикама супстанци које се користе у таквим системима.

3. Полазне хипотезе

Математичко моделовање електроспреј процеса се може адекватно извршити применом класичне механике флуида и електрохидродинамике, односно модификацијом биланса количине кретања, која укључује деловање електричног поља на то струјање.

Решење овако формираног математичког модела се може добити употребом рачунарске динамике флуида (софтвер OpenFOAM®).

Математичко моделовање процеса формирања хидрогел честица је могуће извршити постављањем емпиријских корелација.

Формирање самог математичког модела овог процеса се може извршити уз употребу стохастичке оптимизације, коришћењем софтвера Scilab®.

Списак релевантне литературе

- [1] Castellanos, A. (Ed.) (1998): "Electrohydrodynamics", Springer-Verlag Wien, Vienna, Austria
- [2] Andersson, B., Andersson, R., Håkansson, L., Mortensen, M., Sudiyo, R., Van Wachem, B., Hellstrom, L. (2012): "Computational Fluid Dynamics for Engineers", Cambridge University Press, Cambridge, UK
- [3] Pongráč, B., Kim, H.-H., Negishi, N., Machala, Z. (2014) Influence of water conductivity on particular electrospray modes with dc corona discharge – optical visualization approach. The European Physical Journal D, Vol. 68, 224 <https://doi.org/10.1140/epjd/e2014-50052-4>
- [4] Moukalled, F., Mangani, L., Darwish, M. (2016): "The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics: An Advanced Introduction with OpenFOAM® and Matlab®", Springer International Publishing AG Switzerland, Switzerland
- [5] Taylor, G. I. (1966) Studies in electrohydrodynamics. I. The circulation produced in a drop by an electric field. Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences Vol. 291, pp. 159-166. <https://doi.org/10.1098/rspa.1966.0086>
- [6] Supeene, G., Koch, C. R., Bhattacharjee, S. (2008) Deformation of a droplet in an electric field: Nonlinear transient response in perfect and leaky dielectric media. Journal of Colloid and Interface Science Vol. 318, pp. 463-476. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2007.10.022>
- [7] Ren, H., Wu, S.-T. (2012): "Introduction to Adaptive Lenses", John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA
- [8] López-Herrera, J. M., Popinet, S., Herrada, M. A. (2011) A charge-conservative approach for simulating electrohydrodynamic two-phase flows using volume-of-fluid. Journal of Computational Physics Vol. 230, pp. 1939-1955. <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2010.11.042>
- [9] Stratton, J. A. (2007): "Electromagnetic Theory", John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA

- [10] Reddy, M. N., Esmaeeli, A. (2009) The EHD-driven fluid flow and deformation of a liquid jet by a transverse electric field. *International Journal of Multiphase Flow* Vol. 35, pp. 1051-1065. <https://doi.org/10.1016/j.ijmultiphaseflow.2009.06.008>
- [11] Lastow, O., Balachandran, W. (2006) Numerical simulation of electrohydrodynamic (EHD) atomization. *Journal of Electrostatics* Vol. 64, pp. 850-859. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2006.02.006>
- [12] Notz, P. K., Basaran, O. A. (1999) Dynamics of Drop Formation in an Electric Field. *Journal of Colloid and Interface Science* Vol. 213, pp. 218-237. <https://doi.org/10.1006/jcis.1999.6136>
- [13] Allan, R. S., Mason, S. G. (1962) Particle behaviour in shear and electric fields. I. Deformation and burst of fluid drops. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences* Vol. 267, pp. 45-61. <https://www.jstor.org/stable/2414055>
- [14] Singh, R., Bahga, S. S., Gupta, A. (2019) Electrohydrodynamics in leaky dielectric fluids using lattice Boltzmann method. *European Journal of Mechanics / B Fluids* Vol. 74, pp. 167-179 <https://doi.org/10.1016/j.euromechflu.2018.11.011>
- [15] Jaworek, A., Krupa A. (1999) Classification of the modes of EHD spraying. *Journal of Aerosol Science* 30(7), pp. 873-893. [https://doi.org/10.1016/S0021-8502\(98\)00787-3](https://doi.org/10.1016/S0021-8502(98)00787-3)
- [16] Ramos, P. E., Silva, P., Alario, M. M., Pastrana, L. M., Teixeira, J. A., Cerqueira, M. A., Vicente, A. A. (2018) Effect of alginate molecular weight and M/G ratio in beads properties foreseeing the protection of probiotics. *Food Hydrocolloids* Vol. 77, pp. 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.08.031>
- [17] Davoodi, P., Ng, W. C., Yan, W. C., Srinivasan, M. P., Wang, C.-H. (2016) Double-Walled Microparticles-Embedded Self-Cross-Linked, Injectable, and Antibacterial Hydrogel for Controlled and Sustained Release of Chemotherapeutic Agents. *ACS Applied Materials & Interfaces* Vol. 8, pp. 22785-22800. <https://doi.org/10.1021/acsami.6b03041>
- [18] Kim, J. U., Kim, B., Shahbaz, H. M., Lee, S. H., Park, D., Park, J. (2017) Encapsulation of probiotic *Lactobacillus acidophilus* by ionic gelation with electrostatic extrusion for enhancement of survival under simulated gastric conditions and during refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology* Vol. 52, pp. 519-530. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13308>
- [19] Lai, W.-F., Susha, A. S., Rogach, A. L., Wang, G., Huang, M., Hu, W., Wong, W.-T. (2017) Electrospray-mediated preparation of compositionally homogeneous core-shell hydrogel microspheres for sustained drug release. *RSC Advances* Vol. 7, pp. 44482-44491. <https://doi.org/10.1039/c7ra07568e>
- [20] Lim, S. F., Paul Chen, J. (2007) Synthesis of an innovative calcium-alginate magnetic sorbent for removal of multiple contaminants. *Applied Surface Science* Vol. 253, pp. 5772-5775. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2006.12.049>
- [21] Xie, J., Wang, C.-H. (2007) Encapsulation of Proteins in Biodegradable Polymeric Microparticles Using Electrospray in the Taylor Cone-Jet Mode. *Biotechnology and Bioengineering* Vol. 97, pp. 1278-1290. <https://doi.org/10.1002/bit.21334>

4. Научне методе истраживања

За предвиђање величине добијених капи у ваздуху, електроспреј процесом, се планира коришћење рачунарске динамике флуида тако што ће се извршити одређене модификације и проширења математичких формулација самог софтвера. Да би се могло остварити добро предвиђање, планира се мерење величине капи у зависности од различитих карактеристика флуида од кога се капи добијају, као што су: густина, вискозност, електрична пермитивност и електрична кондуктивност. Да би се проверио квалитет предвиђања, планирају се поређења са резултатима који су добијени у лабораторији.

Експериментално ће се извршити анализа величине формираних хидрогел честица, у зависности од карактеристика гелирајућег раствора у којем се хидрогел честице формирају, као што су рН и концентрација електролита. За мерење величине хидрогел честица се

планира коришћење скенирајућег електронског микроскопа, као и одговарајућих микроскопских техника. За постављање модела који адекватно предвиђа величину финално формираних хидрогел честица у зависности од величине капи која се добија електроспреј процесом, планира се коришћење софтвера Scilab® који омогућава стохастичку оптимизацију.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да научни допринос ове докторске дисертације буде:

- постављање адекватног математичког модела процеса електростатичке екструзије који ће омогућити његово феноменолошко разумевање, као и његову примену;
- формирање математичког модела електроспреј процеса би допринело разумевању феномена електрохидродинамике и могућности увећања размере процеса;
- унапређење математичког формализма који се односи на динамику флуида, као и њене употребе у електричном пољу;
- одређивање карактеристика флуида, као и раствора који су у контакту, што има за циљ боље разумевање процеса екструзије;
- применљивост добијеног модела и у сличним процесима, као што је електроспининг.

6. План истраживања и структура рада

Предмет истраживања ове докторске дисертације је постављање адекватног математичког модела процеса електростатичке екструзије. Планира се да истраживање обухвати следеће фазе: формирање математичког модела електроспреј процеса, експериментално одређивање величине капи у зависности од карактеристика флуида, формирање математичког модела процеса формирања хидрогел честица и експериментално одређивање величине финално формираних хидрогел честица.

Планира се да се докторска дисертација састоји од следећих поглавља: Увод, Теоријски део, Математички модел, Експериментални део, Резултати истраживања и дискусија, Закључак и Литература.

У **Уводу** се планира кратак опис новине која ће бити објашњена овом докторском дисертацијом.

У **Теоријском делу** се планира опис свих метода које су до сада објављене, као и њихова компаративна анализа. Планира се опис state-of-the-art литературних података и достигнућа у области електростатичке екструзије, динамике флуида, електрохидродинамике, као и стохастичке оптимизације.

У **Математичком моделу** се планира предвиђање развијених математичких модела који ће бити упоређивани са нашим експерименталним подацима.

У **Експерименталном делу** се планирају експерименти под утицајем електричног поља и карактеризација коришћених флуида и добијених хидрогел честица адекватним аналитичким методама.

У **Резултатима истраживања и дискусији** се планира да буду дефинисани и тумачени добијени резултати величине хидрогел честица применом развијених математичких модела за њихово предвиђање.

У **Закључку** се планира да буде представљен кратак преглед добијених резултата, као и закључака. Такође ће бити анализирани развијени математички модели који се односе на процес електростатичке екструзије.

У **Литератури** се планира да буде приказан списак литературних навода који су цитирани у тексту докторске дисертације, укључујући и објављене радове кандидата.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података о досадашњем научно-истраживачком раду кандидата, Комисија констатује да кандидат Стефан Бошковић испуњава све неопходне услове за израду докторске дисертације, на предложеној тему. На основу испитаног предмета, полазних хипотеза и очекиваног научног доприноса предложене теме докторске дисертације, под насловом: „**Математичко моделовање процеса електростатичке екструзије**“, Комисија је извела закључак да је предложена тема научно утемељена и да ће резултати овог рада представљати допринос области Хемијско инжењерство, над којом Технолошко-металуршки факултет поседује матичност. Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидату, Стефану Бошковићу, одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. За ментора кандидата се предлаже др Бранко Бугарски, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 17.12.2021.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Бранко Бугарски, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Александар Белић
Научни саветник, Институт за физику

.....
Др Слободан Врховац
Научни саветник, Институт за физику

.....
Др Радојица Пешић, доцент
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет