Образац 1.

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ
35/86
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

13.04.2018.
(Датум)

З А Х Т Е В

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Синтеза, карактеризација и примена адсорбената на бази магнетита за уклањање фосфата из воде“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: **ИНЖЕЊЕРСТВО ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

АНДРИЈА (Божидар) САВИЋ, дипломирани инжењер технологије

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао основно образовање: **Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет.**

3. Година дипломирања: 1997.

4. Назив и седиште факултета на коме је стекао мастер образовање: /

5. Година дипломирања: /

Студент је поновно уписан на докторске академске студије шк. 2015/2016. године (уписом на трећу годину студија), након истека рока за завршетак студија.
На захтев студента, а увидом у приложена документа, декан је донео Решење број 20/35-1 од 04.05.2017. године о мировању права и обавеза школске 2016/2017. године због теже болести.

Обавештавамо Вас да је **Наставно-научно веће,** на седници одржаној **29.03.2018. године** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

_____
Проф. др Ђорђе Јанаћковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације
3. Подаци о ментору.

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Андрију Савића

Име и презиме ментора: Рада Д. Петровић
Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертасије:

1. S. Lazarević, I. Janković-Častvan, D. Jovanović, S. Milonjić, Đ. Janaćković, **R. Petrović**, "Adsorption of Pb^{2+}, Cd^{2+} and Sr^{2+} ions on to the natural and acid-activated sepiolites", *Applied Clay Science*, 37 (2007) 47-57 (IF (2007) = 1,861; ISSN 0169-1317).
2. S. Lazarević, I. Janković-Častvan, D. Tanasković, V. Pavićević, Đ. Janaćković, **R. Petrović**, "Sorption of Pb^{2+}, Cd^{2+} and Sr^{2+} Ions on Calcium Hydroxyapatite Powder Obtained by the Hydrothermal Method", *Journal of Environmental Engineering. ASCE (American Society of Civil Engineers*), 134 (2008) 683-688 (IF (2008) = 1,085; ISSN 0733-9372)
3. S. Lazarević, I. Janković-Častvan, V. Djokić, Ž. Radovanović, Dj. Janaćković, **R. Petrović**, Iron-Modified Sepiolite for Ni^{2+} Sorption from Aqueous Solution: An Equilibrium, Kinetic, and Thermodynamic Study, *Journal of Chemical and Engineering Data*, 55 (2010) 5681–5689 (IF(2010) = 2,089; ISSN 0021-9568).
4. V. Marjanović, S. Lazarević, I. Janković-Častvan, B. Potkonjak, Đ. Janaćković, **R. Petrović**, Chromium (VI) removal from aqueous solutions using mercaptosilane functionalized sepiolites, *Chemical Engineering Journal*, 166 (2011) 198-206 (IF(2011) = 3,461; ISSN 1385-8947).
5. V. Nikolić, M. Komljenović, N. Marjanović, Z. Baščarević, **R. Petrović**, Lead immobilization by geopolymers based on mechanically activated fly ash, *Ceramic International*, 40 (2014) 8479-8488 (IF (2014) = 2,605; ISSN 0272-8842).
6. M. T. Mihajlović, S. S. Lazarević, I. Janković-Častvan, J. Kovač, B. M. Jokić, Dj. T. Janaćković, **R. D. Petrović**, Kinetics, thermodynamics, and structural investigations on the removal of Pb^{2+}, Cd^{2+}, and Zn^{2+} from multicomponent solutions onto natural and Fe(III)-modified zeolites, *Clean Technologies and Environmental Policy*, 17 (2015) 407-419. (IF (2016) = 3,331; ISSN 1618-954X)
7. A.B. Savić, Dj. Čokeša, S. Lazarević, B. Jokić, Dj. Janaćković, **R. Petrović**, Lj.S. Živković, Tailoring of magnetite powder properties for enhanced phosphate removal: effect of PEG addition in the synthesis process, *Powder Technology* 301 (2016) 511-519. (IF(2016) = 2,942; ISSN 0032-5910)
8. A. J. Habish, S. Lazarević, I. Janković-Častvan, B. Jokić, J. Kovač, J. Rogan, Đ. Janaćković, **R. Petrović**, Nanoscale zero-valent iron (nZVI) supported by natural and acid-activated sepiolites: the effect of the nZVI/support ratio on the composite properties and Cd^{2+} adsorption, *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (2017) 628-643 (IF(2016) = 2,741; ISSN 0944-1344).

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничкотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIe листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIe листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као М24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као М11, М12, М13, М14, М41 и М51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 19. 03. 2018. М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Андрија Савић

Име и презиме ментора Љиљана С. Живковић
Звање: научни саветник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертасије:

1. A.B. Savić, Dj. Čokeša, S. Lazarević, B. Jokić, Dj. Janaćković, R. Petrović, Lj.S. Živković, Tailoring of magnetite powder properties for enhanced phosphate removal: effect of PEG addition in the synthesis process, **Powder Technology** 301 (2016) 511-519. (IF(2016) = 2,942; ISSN 0032-5910)

2. A.S. Milenković, I.D. Smičiklas, M. Z. Šljivić-Ivanović, Lj.S. Živković, N.S. Vukelić, Effect of experimental variables onto Co^{2+} and Sr^{2+} sorption behavior in red mud-water suspensions, **Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering** 51, 8 (2016) 679-690 (IF(2016) = 1,425; ISSN 1093-4529).

3. T. Minović, J. Gulicovski, M. Stoiljković, B. Jokić, Lj. Živković, B. Matović, B. Babić, Surface characterization of mesoporous carbon cryogel and its application in arsenic (III) adsorption from aqueous solutions, **Microporous & Mesoporous Materials** 201 (2015) 271-276 (IF(2015) = 3,349; ISSN 1387-1811)

4. Lj. Čerović (Živković), G. Lefevre, A. Jaubertie, M. Fedoroff, S. Milonjić, Deposition of hematite particles on polypropylene walls in dynamic conditions, **Journal of Colloid and Interface Science** 330 (2009) 284-291 (IF(2009) = 3,019; ISSN 0021-9797)

5. J.J. Gulicovski, Lj.S.Čerović (Živković), S.K. Milonjić, I.G. Popović, Adsorption of itaconic acid from aqueous solutions onto alumina, **Journal of Serbian Chemical Society** 73 (8-9) (2008) 825-834 (IF(2008) = 0,611; ISSN 0352-5139)

6. J.J. Gulicovski, Lj.S. Čerović (Živković), S.K. Milonjić, Stability of alumina suspensions in presence of Tiron, **Ceramics International** 34 (2008) 23-26 (IF(2008) = 1,369; ISSN 0272-8842)

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничкотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIe листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIe листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као М24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као М11, М12, М13, М14, М41 и М51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум:19. 03. 2018. М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДІІ

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 104. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 43. Правилника о докторским студијама Факултета, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 29.03.2018. 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 **Андрије Савића,** дипломираног инжењера технологије, под називом: „**Синтеза, карактеризација и примена адсорбената на бази магнетита за уклањање фосфата из воде**“.

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

За менторе се одређују: **др Рада Петровић,** редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и **др Љиљана Живковић**, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“.

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

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

NASTAVNO NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU

Predmet: Podobnost teme i kandidata **Andrije B. Savića**, diplomiranog inženjera tehnologije, za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 35/33 od 22. 02. 2018. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Andrije Savića, diplomiranog inženjera tehnologije, za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme **„**Sinteza, karakterizacija i primena adsorbenata na bazi magnetita za uklanjanje fosfata iz vode**”**.
Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

R E F E R A T

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Andrija B. Savić je rođen 21. 05. 1971. u Loznici, Republika Srbija, gde je završio osnovnu školu, a srednjoškolsko obrazovanje stiče završetkom gimnazije „Uroš Predić” u Pančevu. Tehnološko-metalurški fakultet Univerzitata u Beogradu, odsek Hemijsko inženjerstvo, upisao je 1990. godine i diplomirao 1997. godine. U periodu 1997. - 2007. godine radio je u preduzeću „Savis” kao tehnolog projektant. Stručni ispit iz oblasti tehnologije položio je 2005. godine. Od 2007. godine zaposlen je u Institutu za nuklearne nauke „Vinča”. Doktorske studije na studijskom programu Inženjerstvo zaštite životne sredine Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu upisao je 2008. godine. Položio je sve ispite, uključujući i završni ispit.

1.2. Stečeno naučno-istraživačko iskustvo

U okviru doktorskih studija, Andrija Savić je položio sve ispite predviđene planom i programom, uključujući i završni ispit, postigavši sledeće ocene:

Predmet	Ocena	ESPB

Matematička obrada eksperimentalnih podataka	7	5
Industrijska ekologija	10	5
Hemijska kinetika	8	5
Viši kurs analitičke hemije	10	5
Ekonomija životne sredine i održivi razvoj	10	4
Odabrana poglavlja instrumentalne analize	9	7
Analiza tragova specifičnih zagađujućih materija	9	4
Tečna hromatografija – masena spektrometrija	10	4
Teorijski principi i praktični aspekti pripreme vode za piće i primenu u industriji	10	4
Industrijske vode	8	4
Prečišćavanje otpadnih voda	8	5
Završni ispit	10	30

Objavljeni naučni radovi i saopštenja

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21):

1. **Savić A.B.**, Čokeša Dj., Lazarević S., Jokić B., Janaćković Dj., Petrović R, Živković Lj.S., *Tailoring of magnetite powder properties for enhanced phosphate removal: effect of PEG addition in the synthesis process*, - Powder Technology, Vol. 301, 2016, pp. 511-519. (IF=2,942, ISSN 0032-5910).

Rad u međunarodnom časopisu (M23):

1. Izrael-Živković L.T., Živković Lj.S., Jokić B.M., **Savić A.B**., Karadžić I.M , *Adsorption of Candida rugosa lipase onto alumina: effect of surface charge*, - Journal of the Serbian Chemical Society, Vol. 80, No. 9, 2015, pp. 1113-1125. (IF=0,970, ISSN 0352-5139).
2. Savić-Biserčić M., Pezo L.L., Sredović-Ignjatović I.D., Ignjatović Lj.M., **Savić A.B**., Jovanović U.D., Andrić V.Dj., *Ultrasound and shacking-assisted water-leaching of anions and cations from fly ash*, - Ibid, Vol. 81, No. 7, 2016, pp. 813-827. (IF=0,822, ISSN 0352-5139).

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

1. Jovanović U., Čokeša Dj., **Savić A.**, Marković M., Radmanović S., *Aggregation of soil humic fractions with respect to their functional group contents*, 17th-IHSS Conference, Ioannina, Greece, September 1-5, 2014, Book of abstracts, pp. 228-229.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34):

1. **Savić A.**, Čokeša D., Jokić B., Kusigerski V., Petrović R., Živković Lj., *Effect of polyethylene glycol addition on the properties of hydrothermally synthesized magnetite powders*, 3rd Conference of the Serbian Society for Ceramic Materials, June 15-17, 2015, Belgrade, Serbia, - Programme and the Book of Abstract, (P-3), pp. 78 (ISBN 978-86-80109-19-0).
2. Omerašević M., Čebela M., **Savić A.**, Nenadović S., Mentus S., Radosavljević-Mihajlović A., *Thermal induced phase transformation of Cs-exchanged LTA framework zeolite,* Conference for Young Scientists in Ceramic, The Tenth Students Meeting, SM-2013, Processing and Aplication of Ceramics, Novi Sad, Serbia, November 6-9, 2013, Book of abstracts, T4, p. 97.
3. Omerašević M., Čebela M., **Savić A.**, Maksimović V., Vuković N., Mentus S., Radosavljević-Mihajlović A., *Synthesis and characterizationof cesium aluminosilicate phases from LTA zeolites as a precursor,* The twelth Young Researchers Conference – Materials Science and Engineering, Belgrade, Serbia, December 11-13, 2013, Book of abstracts III/1, p. 9.
4. Gajić-Kvaščev M., Čupić S., **Savić A.**, Andrić V., Jovanović U., *Multivariate statistical analysis of data obtained in surface water quality monitoring*, 16th European Conference on Analytical Chemistry-Euroanalysis, Belgrade, Serbia, September 11-15, 2011, Book of abstracts, Session B, EN26

1.3. **Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi**

Na osnovu dosadašnjeg rada i postignutih rezultata tokom doktorskih studija, Komisija ocenjuje da je Andrija Savić pokazao sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. U toku eksperimentalnog istraživačkog rada, pokazao je veliku samostalnost u kreiranju i realizaciji istraživanja, kao i u tumačenju dobijenih rezultata. U oblasti istraživanja predložene teme, do sada je objavio jedan rad u međunarodnom časopisu i jedno saopštenje na međunarodnom skupu. Na osnovu navedenog, Komisija smatra da Andrija Savić ispunjava sve uslove za rad na predloženoj temi.

2. Predmet i cilj istraživanja

Prisustvo fosfata u komunalnim i industrijskim otpadnim vodama predstavlja jedan od osnovnih faktora neželjenog procesa eutrofikacije vodotokova. Pored konvencionalnih postupaka uklanjanja fosfata iz otpadnih voda, poslednjih decenija se sve više istražuju postupci adsorpcije na različitim materijalima. Zahvaljujući jednostavnosti primene, efikasnosti i ekonomskoj opravdanosti, adsorpcija postaje metod izbora za uklanjanje zagađujućih materija u tretmanu otpadnih voda.

Veliki afinitet oksida(hidroksida) gvožđa (uglavnom getita i alkagenita) prema fosfatima je odavno potvrđen. Međutim, tek u poslednjih nekoliko godina sprovode se istraživanja gde se za uklanjanje fosfata iz vode kao adsorbenti koriste čist magnetit (Fe_3O_4) i materijali na bazi magnetita.

Poznato je da adsorpcioni kapacitet za uklanjanje zagađujućih materija umnogome zavisi od teksturalnih osobina, specifične površine, poroznosti itd., primenjenog adsorbenta. Stoga bi istraživački fokus trebalo usmeriti ka sintezi poroznih čestica magnetita nanometarskih veličina. Naime, sa smanjenjem veličine čestica dolazi do povećanja specifične površine i adsorpcionog kapaciteta materijala. Međutim, rad sa ultrafinim česticama takođe dovodi i do neželjenog efekta - otežanog uklanjanja zasićenog adsorbenta iz tretirane vode i ponovnog korišćenja materijala u procesu adsorpcije. Stoga proizilazi da veliki potencijal za uklanjanje fosfata prilikom tretmana otpadnih voda pružaju nanočestični prahovi magnetita sa dobrim magnetnim osobinama, zahvaljujući mogućnosti jednostavne i brze separacije iz tečne faze pod dejstvom spoljašnjeg magnetnog polja.

Predmet istraživanja u predloženoj doktorskoj disertaciji je sinteza adsorbenata na bazi magnetita i ispitivanje njihovih adsorptivnih karakteristika za uklanjanje fosfatnih jona. Sintetisaće se nanočestični prah magnetita i kompoziti na bazi ugljeničnog kriogela i magnetita, a takođe će biti ispitana mogućnost modifikacije prirodnog filtracionog materijala na bazi silicijum-dioksida (tufa) oblaganjem nanočesticama magnetita.

Nanočestični prah magnetita će biti pripremljen hidrotermalnom metodom uz korišćenje soli gvožđa ($FeSO_4$) kao prekursora, sa i bez prisustva matrice. Polietilen glikol (PEG), hemijski inertan i vodorastvoran polimer, će biti korišćen kao matrica za definisanje oblika i rasta čestica magnetita. Prilikom sinteze koristiće se PEG različitih molarnih masa i različiti odnosi PEG:H_2O, tj. ispitaće se uticaj količine i dužine lanca PEG molekula na teksturalne i magnetne osobine praha. Na taj način očekuje se povećanje adsorpcionog kapaciteta za fosfatne jone, a samim tim i optimizacija procesa dobijanja magnetita sa što boljim magnetnim i adsorpcionim svojstvima.

Magnetni kompoziti će biti sintetisani ko-precipitacijom Fe^{2+} i Fe^{3+} jona amonijakom, u prisustvu različitih količina ugljeničnog kriogela (tj. variraće se odnos kriogel/magnetit). Prisustvo ugljeničnog materijala prilikom sinteze obezbeđuje smanjenje aglomerisanosti čestica magnetita. Naime, prirodna sklonost nanočestičnih prahova ka aglomeraciji vodi smanjenju specifične površine, što rezultira smanjenjem njihove efikasnosti kao adsorbenata. U literaturi su korišćeni različiti ugljenični materijali za pripremu kompozita sa magnetitom: aktivni ugalj, biomasa, grafen i sl., ali nema podataka o korišćenju kriogela u ovu svrhu. Koristiće se netretiran i kiselinski aktiviran kriogel, kako bi se ispitao uticaj modifikacije površine na adsorpcioni kapacitet kompozitnog materijala. Zahvaljujući magnetnim svojstvima i afinitetu magnetita za fosfate i značajnom adsorpcionom kapacitetu za organske supstance, koji odlikuje ugljenične materijale, očekuje se dobijanje magnetno separabilnog adsorbenta za istovremeno uklanjanje organskih zagađujućih supstanci i fosfatnih jona.

Modifikacija prirodnog filtracionog materijala, tufa (krupnozrni silikatni materijal), će se izvršiti sintezom magnetita putem ko-precipitacije Fe^{2+} i Fe^{3+} jona amonijakom u prisustvu tufa, u cilju oblaganja istog. Svrha modifikacije jeste poboljšanje filtracionih karakteristika tufa za korišćenje u tercijarnom tretmanu voda za potrebe uklanjanja tragova bioloških nutrijenata, kao sto su fosfati. Naime, negativno naelektrisana površina silikatnog materijala pokazuje zanemarljiv afinitet

prema anjonskim vrstama, pa i fosfatima kao takvim. Međutim, pokazano je da se oblaganjem prirodnih adsorbenata, glina, zeolita, peska, itd., oksidima gvožđa stvara mogućnost za uklanjanje različitih zagađujućih materija iz vode, zahvaljujući formiranju kiselih mesta na površini materijala. Tako će se u ovom radu, po prvi put primeniti modifikacija tufa magnetitom u cilju dobijanja filtracionog materijala za istovremeno uklanjanje fosfata.

Naučni ciljevi istraživanja u okviru ove doktorske disertacije su:

- hidrotermalna sinteza magnetita uz korišćenje polietilen glikola (PEG)
- ispitivanje uticaja vrste i količine PEG u procesu sinteze na svojstva i adsorpcioni kapacitet dobijenog magnetita
- sinteza magnetnih kompozita na bazi ugljeničnog kriogela i magnetita za uklanjanje fosfatnih jona iz vode
- ispitivanje uticaja vremena kontakta i pH vrednosti na adsorpcioni kapacitet sintetisanih materijala
- modifikacija prirodnog silikatnog filtracionog materijala – tufa oblaganjem magnetitom radi poboljšanja sposobnosti uklanjanja fosfatnih jona iz vode

Spisak referenci

1. Hasany S., Ahmed I., Rajan J., Rehman A.: *Systematic review of the preparation techniques of iron oxide magnetic nanoparticles*, -Nanoscience and Nanotechnology, Vol. 2, 2012, pp. 148-158.
2. Zach-Maor A., Semiat R., Shemer H.: *Synthesis, performance, and modeling of immobilized nano-sized magnetite layer for phosphate removal*, -Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 357, 2011, pp. 440–446.
3. Zach-Maor A., Semiat R., Shemer H.: *Adsorption–desorption mechanism of phosphate by immobilized nano-sized magnetite layer: Interface and bulk interactions*, -Ibid, Vol. 363, 2011, pp. 608–614.
4. Lin Y.-F., Chen H.-W., Chang C.-C., Hung W.-C., Chiou C.-S.: *Application of magnetite modified with aluminum/silica to adsorb phosphate in aqueous solution*, -Journal of Chemical Technology and Biotechnology, Vol. 86, 2011, pp. 1449–1456.
5. Lin Y.-F., Chen H.-W., Chen Y.-C., Chiou C.-S.: *Application of magnetite modified with polyacrylamide to adsorb phosphate in aqueous solution*, -Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, Vol. 44, 2013, pp. 45–51.
6. Daou T., Pourroy G., Bgin-Colin S., Grenche J., Ulhaq-Bouillet C., Legar P., Bernhardt P., Leuvrey C., Rogez G.: *Hydrothermal synthesis of monodisperse magnetite nanoparticles*, -Chemistry of Materials, Vol. 18, 2006, pp. 4399-4404.
7. Daou T.J., Begin-Colin S., Greneche J.M., Thomas F., Derory A., Bernhardt P., Legare P., Pourroy G.: *Phosphate Adsorption Properties of Magnetite-Based Nanoparticles*, -Chemistry of Materials, Vol. 19, 2007, pp. 4494-4505.

8. He K., Xu C.-Y., Yhe L., Shao W.-Z.: *Hydrothermal synthesis and characterization of single-crystalline Fe_3O_4 nanowires with high aspect ratio and uniformity*, - Materials Letters, Vol. 61, 2007, pp. 3159-3162.
9. Harazz F., *Synthesis and surface properties of magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles infiltrated into porous silicon template*, -Applied Surface Science, Vol. 287, 2013, pp. 203-210.
10. Harraz F.A., *Polyethylene glycol-assisted hydrothermal growth of magnetite nanowires: Synthesis and magnetic properties*, -Physica E, Vol. 40, 2008, 3131– 3136.
11. Savić A. B., Čokeša Dj., Lazarević S., Jokić B., Janaćković Dj., Petrović R, Živković Lj.S., *Tailoring of magnetite powder properties for enhanced phosphate removal: effect of PEG addition in the synthesis process*, - Powder Technology, Vol. 301, 2016, pp. 511-519.
12. Yoon S.-Y., Lee C.-G., Park J.-A., Kim J.-H., Kim S.-B., Lee S.-H., Choi J.-W.: *Kinetic, equilibrium and thermodynamic studies for phosphate adsorption to magnetic iron oxide nanoparticles*, -Chemical Engineering Journal, Vol. 236, 2014, pp. 341-347.
13. Choi J., Chung J., Lee W., Kim J.-O.: *Phosphorous adsorption on synthesized magnetite in wastewater*, -Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 34, 2016, pp. 198-203.
14. Bhatnagar A., Hogland W., Marques M., Sillanp M.: *An overview of the modification methods of activated carbon for its water treatment applications*, -Chemical Engineering Journal, Vol. 219, 2013, pp. 499-511.
15. Ahribesh A.A., Lazarević S., Janković-Častvan I., Jokić B., Spasojević V., Radetić T., Janaćković Đ., Petrović R.: *Influence of the synthesis parameters on the properties of the sepiolite-based magnetic adsorbents*, - Powder Technology, Vol. 305, 2017, pp. 260-269.
16. Minovic T.Z., Gulicovski J.J., Stoiljkovic M.M., Jokic B.M, Zivkovic Lj.S., Matovic B.Z., Babic B.M., *Surface characterization of mesoporous carbon cryogel and its application in arsenic (III) adsorption from aqueous solutions*, Microporous and Mesoporous Materials, Vol. 201, 2015, pp. 271–276.
17. Wang Z., Shi M.,., Li J., Zhao Y., Zheng Z., *Influence of moderate pre-oxidative treatment on the physical, chemical and phosphate adsorption properties of iron-containing activated carbon*, - Journal of Environmental Science, Vol. 26, 2014, pp. 519-528.
18. Wang Z., Nie E., Li J., Yang M., Zhao Y., Luo X., Zheng Z.: *Equilibrium and kinetics of adsorption of phosphate onto iron-doped activated carbon*, - Environmental Science and Pollution Research, Vol. 19, 2012, pp. 2908-2917.
19. Blaney L.M., Cinar S., Sen Gupta A.K.: *Hybrid anion exchanger for trace phosphate removal from water and wastewater*, -Water Research, Vol. 41, 2007, pp. 1603–1613.
20. Naghash A., Nezamzadeh-Ejhieh A.: *Comparison of the efficiency of modified clinoptilolite with HDTMA and HDP surfactants for the removal of phosphate in aqueous solutions*, -Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 31, 2015, pp. 185-191.

21. Gupta V.K., Sainia V.K., Jain N., *Adsorption of As(III) from aqueous solutions by iron oxide-coated sand*, -Journal of Colloid and Interface Science Vol. 288, 2005, pp. 55–60.
22. Oliveira L., Petkowicz D., Smaniotto A., Pergher S.: *Magnetic zeolites: a new adsorbent for removal of metallic contaminants from water*, -Water Research, Vol. 38, 2004, pp. 3699–3704.
23. Jevtić S., Arcon I., Rečnik A., Babić B., Mazaj M., Pavlović D., Matijašević J., Nikšic M., Rajić N., *The iron(III)-modified natural zeolitic tuff as an adsorbent and carrier for selenium oxyanions*, - Microporous and Mesoporous Materials, Vol. 197, 2014, pp. 92–100.

3. Polazne hipoteze

Polazne hipoteze za izradu ove disertacije su:

- Uklanjanje zagađujućih supstanci iz vode umnogome zavisi od specifične površine i poroznosti primenjenog adsorbenta; stoga će sinteza nanočestičnih prahova magnetita (Fe_3O_4) zbog veće specifične površine omogućiti i veći adsorptivni kapacitet za fosfatne jone
- Proces uklanjanja različitih zagađujućih materija iz vode procesom adsorpcije se može unaprediti ako se koriste magnetni adsorbenti koji se mogu izdvojiti iz vode dejstvom magnetnog polja
- Ugljenični materijali velike specifične površine, kao što je ugljenični kriogel, predstavljaju pogodne nosače za dobijanje efikasnih magnetnih adsorbenata za uklanjanje fosfatnih jona iz vode
- Proces sinteze magnetnih prahova i magnetnih kompozita može se optimizovati variranjem parametara sinteze u cilju postizanja dobrih magnetnih i dobrih adsorpcionih svojstava.

4. Naučne metode istraživanja

Magnetni adsorbenti će biti sintetisani hidrotermalnim procesom ili metodom ko-precipitacije u inertnoj atmosferi, uz korišćenje soli gvožđa kao prekursora. Fizičko-hemijska svojstva sintetisanih prahova magnetita i kompozita biće određena primenom rendgenske difrakcione analize (XRD), infracrvene spektroskopske analize (FT-IR), diferencijalno-termijske/termogravimatrijske analize (DTA/TGA), skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM), transmisione elektronske mikroskopije (TEM), adsorpcije azota na temperaturi tečnog azota za određivanje specifične površine, zapremine pora i raspodele veličina pora. Magnetna svojstva biće određena korišćenjem SQUID (superconducting quantum interference device) magnetometra. Za određivanje tačke nultog naelektrisanja koristiće se metoda uravnotežavanja posebnih proba, dok će izoelektrična tačka biti određena merenjem zeta potencijala. Adsorpciona svojstva svih adsorbenata biće ispitana u šaržnim uslovima, pri različitim uslovima, a modifikovanog tufa i korišćenjem kolone. Koncentracija fosfatnih jona biće određivana jonskom hromatografijom i UV-Vis spektroskopijom.

5. Očekivani naučni doprinos

Očekivani naučni doprinos se ogleda u sledećem:

- optimizacija parametara sinteze nanočestičnih prahova magnetita i magnetnih kompozita na bazi ugljeničnog kriogela i tufa za dobijanje efikasnih adsorbenata za uklanjanje fosfatnih jona iz vode
- utvrđivanje uticaja količine i dužine lanca molekula PEG-a na svojstva i adsorpcioni kapacitet dobijenog magnetita
- utvrđivanje uticaja vrste ugljeničnog kriogela (netretirani ili kiselinski aktivirani kriogel) i odnosa magnetit/kriogel na svojstva i adsorpcioni kapacitet sintetisanih kompozita
- ispitivanje uticaja pH vrednosti i vremena kontakta na adsorpcioni kapacitet sintetisanih materijala
- objašnjenje mehanizma adsorpcije fosfatnih jona na sintetisanim magnetnim materijalima

6. Plan istraživanja i struktura rada

Na početku rada u okviru predložene doktorske disertacije, detaljno će biti analizirana literatura o:

- postupcima uklanjanja fosfata iz vode
- adsorpciji fosfatnih jona na različitim materijalima
- strukturi, fizičko-hemijskim i adsorpcionim svojstvima magnetita
- metodama sinteze i uticaju parametara sinteze na svojstva čistog magnetita
- metodama sinteze i uticaju parametara sinteze na svojstva kompozitnih magnetnih adsorbenata
- adsorpciji fosfatnih jona na do sada sintetisanim materijalima na bazi oksida gvožđa

Eksperimentalni rad će obuhvatiti:

- Hidrotermalnu sintezu praha magnetita, sintezu magnetnih kompozita na bazi ugljeničnog kriogela i modifikaciju filtracionog materijala – tufa oblaganjem nanočesticama magnetita
- Detaljnu fizičko-hemijsku karakterizaciju sintetisanih adsorbenata
- Ispitivanje adsorpcije fosfatnih jona na sintetisanim adsorbentima: ispitivanje kinetike adsorpcije, uticaja pH vrednosti i određivanje adsorpcionih izotermi

U doktorskoj disertaciji će biti obrađena sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Eksperimentali deo, Rezultati i diskusija, Zaključak i Literatura*.

U poglavlju *Uvod* biće dat kratak osvrt na područje ispitivanja, definisan predmet i glavni ciljevi istraživanja. Poglavlje *Teorijski deo* obuhvatiće analizu dosadašnjih istraživanja iz oblasti disertacije. U *Eksperimentalnom delu* biće navedeni materijali i metode korišćene u eksperimentalnom radu. U poglavlju *Rezultati i diskusija* biće prikazani i diskutovani rezultati istraživanja u cilju detaljne analize i uspostavljanja korelacije između fizičko-hemijskih svojstava i adsorpcione efikasnosti sintetisanih materijala i objašnjenja mehanizama adsorpcije. U *Zaključku* će biti

sumirani zaključci dobijeni na osnovu izvedenih ispitivanja. U delu *Literatura* biće navedene reference citirane u disertaciji.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka o dosadašnjem radu i postignutim rezultatima, Komisija smatra da kandidat **Andrija B. Savić**, diplomirani inženjer tehnologije, ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Komisija takođe smatra da je tema predložene doktorske disertacije, pod nazivom: „**Sinteza, karakterizacija i primena adsorbenata na bazi magnetita za uklanjanje fosfata iz vode**" naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću da je prihvati. Za komentore se predlažu dr Rada Petrović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu i dr Ljiljana Živković, naučni savetnik Instituta za nuklearne nauke Vinča Univerziteta u Beogradu. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti **Inženjerstvo zaštite životne sredine,** za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

U Beogradu, 19. 03. 2018. **ČLANOVI KOMISIJE:**

1. Dr Rada Petrović, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

2. Dr Ljiljana Živković, naučni savetnik Univerziteta u Beogradu, INN Vinča

3. Dr Đorđe Janaćković, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

4. Dr Slavica Lazarević, naučni saradnik Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

5. Dr Ivona Janković-Častvan, naučni saradnik Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet