

Образац 1.

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/87
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

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

04.06.2020.
(Датум)

ЗАХТЕВ

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 модификованих микросфера на бази лигнина за уклањање јона тешких метала, оксианјона и диклофенака 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:

АНА (Лазар) ПОПОВИЋ, дипломирани инжењер технологије

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

3. Година дипломирања: **2002.**

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

5. Година дипломирања: /

Студент је уписан на докторске академске студије школске **2013/2014.** године.

На захтев студента декан је донео Решење број **05-10/44** од **26.10.2015.** године о мировању права и обавеза школске **2015/2016.** године, на основу поднетих докумената.

Обавештавамо Вас да је **Наставно-научно веће,** на седници одржаној **28.05.2020.** године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

Прилог:

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

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата: Ана Поповић

Име и презиме ментора: Александар Маринковић

Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Milica Karanac, Maja Đolić, Zlate Veličković, Ana Kapidžić, Valentin Ivanovski, Miodrag Mitrić, **Aleksandar Marinković**, *Efficient multistep arsenate removal onto magnetite modified fly ash*, Journal of Environmental Management, Volume 224, 2018, pp. 263-276, ISSN 0301-4797, IF(2018)=4.865, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.051>.
2. Milica Karanac, Maja Đolić, Đorđe Veljović, Vladana Rajaković, Ognjanović Zlate Veličković, Vladimir Pavićević, **Aleksandar Marinković**, *The removal of Zn^{2+} , Pb^{2+} , and As(V) ions by lime activated fly ash and valorization of the exhausted adsorbent*, Waste Management, Vol. 78, 2018, pp. 366-378, ISSN: 0956-053X, IF(2018)=5.431, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.052>.
3. A. Tomašević, D. Mijin, **A. D. Marinković**, M. Radišić, N. Prlainović, R. Đurović-Pejčev, S. Gašić, *The photocatalytic degradation of carbofuran and Furadan 35-ST: the influence of inert ingredients*, Environmental Science and Pollution Research, Vol. 24(15), 2017, 13808-13822, ISSN 0944-1344; IF(2015)=2,760; DOI: 10.1007/s11356-017-8949-x.
4. Dragoslav Budimirović, Zlate S. Veličković, Veljko R. Djokić, Milutin Milosavljević, Jasmina Markovski, Steva Lević, **Aleksandar D. Marinković**, *Efficient As(V) removal by α -FeOOH and α -FeOOH/ α -MnO₂ embedded PEG-6-arm functionalized multiwall carbon nanotubes*, Chemical Engineering Research and Design, Vol. 119, 2017, pp. 75-86, ISSN: 0263-8762; IF(2015) = 2,525; <http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2017.01.010>.
5. K. Taleb, J. Markovski, Z. Veličković, J. Rusmirović, M. Rančić, V. Pavlović, **A. Marinković**, *Arsenic removal by magnetite-loaded amino modified nano/micro-cellulose adsorbents: Effect of functionalization and media size*, Arabian Journal of Chemistry, Vol. 12(8), 2019, pp. 4675-4693, ISSN: 1878-5352, IF(2015)=3,613. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.08.006>.

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 M24 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 M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

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: 21.05.2020._

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата: Ана Поповић

Име и презиме ментора: Јелена Русмировић

Звање: научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Taleb K., Markovski J., Milosavljević M., Marinović-Cincović M., **Rusmirović J.**, Ristić M., Marinković A.: *Efficient arsenic removal by cross-linked macroporous polymer impregnated with hydrous iron oxide: Material performance*, Chemical Engineering Journal, Vol 279, 2015, pp. 66–78; ISSN: 1385-8947; IF(2015)=5,310; doi:10.1016/j.cej.2015.04.147,
2. Lazić B., Pejić B., Kramar A., Vukčević M., Mihajlovski K., **Rusmirović J.**, Kostić M., "Influence of hemicelluloses and lignin content on structure and sorption properties of flax fibers (*Linum usitatissimum* L.)", Cellulose, Vol. 25, 2018, pp. 697-709; ISSN 0969-0239; IF (2018) = 3,917; doi: 10.1007/s10570-017-1575-4.
3. Popović A., **Rusmirović J.**, Veličković Z., Radovanović Ž., Ristić M., Pavlović V., Marinković A. D., "Novel amino-functionalized lignin microspheres: High performance biosorbent with enhanced capacity for heavy metal ion removal", International journal of biological macromolecules, Vol. 156, 2020, pp 1160-1173; ISSN: 0141-8130; IF (2018) = 4,784; doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.11.152.
4. **Rusmirović J.**, Perendija J., Umičević A., Kapidžić A., Vlahović B., Pavlović V., Marinković A. D., Pavlović V., "Controllable synthesis of Fe_3O_4 -wollastonite adsorbents for efficient heavy metal ions/oxyanions removal", Environmental science and pollution research, Vol. 26, 2019, pp. 2379 - 12397, ISSN: 0944-1344; IF(2018) = 2,914; doi: 10.1007/s11356-019-04625-0.
5. Pantić K., Bajić Z., Veličković Z., Đokić V., **Rusmirović J.**, Marinković A., Perić-Grujić A., , "Adsorption performances of branched aminated waste polyacrylonitrile fibers: experimental versus modelling study", Desalination and Water Treatment, Vol. 171, 2019, pp. 223 –249; ISSN:1944-3994; IF(2018)=1,234; doi: 10.5004/dwt.2019.24758.

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

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, 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 M24 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 M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

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: 21.05.2020.

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

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. 31. и 32. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 28.05.2020. 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 **Ане Поповић**, број индекса 4011/2013, под називом: „**Синтеза, карактеризација и примена модификованих микросфера на бази лигнина за уклањање јона тешких метала, оксианјона и диклофенака из воде**“.

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

За менторе се одређују др Александар Маринковић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Јелена Русмировић, научни сарадник Војнотехничког института у Београду.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, менторима, 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 Ане Поповић, дипл. инж. технологије за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, број одлуке 35/42, на седници одржаној 05.03.2020. године именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Ане Поповић, дипл. инж. технологије, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Синтеза, карактеризација и примена модификованих микросфера на бази лигнина за уклањање јона тешких метала, оксианјона и диклофенака из воде“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Ана Поповић је рођена 17.11.1977. године у Београду, где је завршила основну школу „Свети Сава” и XIV Београдску гимназију. Основне академске студије уписала је школске 1996/1997. године на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду. На истом факултету дипломирала је у октобру 2002. године на смеру Инжењерство заштите животне средине, одбраном дипломског рада на тему „Примена мембранских процеса у припреми воде за пиће и пречишћавању отпадних вода”. Ана Поповић је 2003. године завршила једногодишњи постдипломски програм на Алтернативној академској образовној мрежи на смеру: Животна средина – изазов за науку, технологију и друштво. Од новембра 2002. године била је запослена као стручни сарадник у Регионалном центру за животну средину за Централну и Источну Европу, Канцеларија у Србији. Од новембра 2007. године до јуна 2017. године радила је као виши стручни сарадник у Регионалном центру за животну средину за Централну и Источну Европу, Канцеларија у Сентандреји, Мађарска, а током 2018. године била је члан глобалног тима за одрживи развој Ball корпорације. Докторске академске студије, студијски програм Инжењерство заштите животне средине, Ана Поповић је уписала школске 2013/2014. год. Стручни испит у Инжењерској комори Србије положила је 2007. године. Члан је Удружења за технологију воде и санитарно инжењерство, затим Српског хемијског друштва, као и Међународног друштва за стручна лица у области одрживог развоја (ISSP). 2013. године била је члан организационог одбора међународне научно-стручне конференције „Извештавање за одрживи развој“. Од 2018. године Ана Поповић је члан организационог одбора међународне конференције Отпадне воде, комунални чврсти отпад и опасан отпад који организује Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство (УТВСИ), Удружење водовода и канализације Србије и Институт за хемију, технологију и металургију. У фебруару 2020. године пријавила је тему за израду докторске дисертације Научно-наставном већу факултета.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

У оквиру докторске дисертације, Ана Поповић се бавила проучавањем и оптимизацијом поступка синтезе и функционализације високо ефикасних адсорбената на бази природног полимера, крафт лигнина као ефикасног средства за уклањање јона тешких метала, оксианјона и фармацеутика из отпадних вода. Ана Поповић је проучавала поступак суспензионе кополимеризације крафт лигнина са разгранатим поли(етилен имином) помоћу епихлор-хидрина. У циљу оптимизације поступка синтезе и карактеристика добијених адсорбената, као што су геометрија, порозност и садржај амино група, варирана је количина емулгатора у току поступка синтезе. Такође, у циљу побољшања адсорпционо/десорпционих карактеристика у структуру адсорбената на бази лигнина уграђене су наночестице магнетита (Fe_3O_4 , гвожђе(II,III)-оксид) и манган(IV)-оксида. Десет нових адсорпционих материјала у форми високо порозних микросфера је развијено и окарактерисано у оквиру истраживања, а као подршка пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја [OI 172057 и III45019] и COST Акције Европске комисије за науку и технологију CA17128, од којих је пет материјала део ове докторске тезе. Пријава патента је у припреми.

Ана Поповић је, претходно, учествовала у преко десет националних и међународних научно-истраживачких и стручних пројеката, финансираних билатерално или кроз FP6 и FP7 програме Европске комисије (нпр. У правцу нулте емисије отпада из индустријских мрежа (FP7), Европски тематски Центар за одрживу потрошњу и производњу (ETC-SCP) Европске агенције за животну средину итд.).

У оквиру докторских студија Ана Поповић положила је све испите предвиђене планом и програмом. Завршни испит (приступни рад за израду докторске дисертације) под називом „Примена пластификатора/диспергатора добијених из отпадног ПЕТ-а и наноцелулозе при производњи композита на бази ПВЦ“, одбранила је у априлу 2015. године пред комисијом у саставу: др Александар Маринковић, доцент, др Петар Ускоковић, ред. проф. и др Душан Антоновић, ред. проф. Списак положених испита, остварени бодови и оцене на докторским студијама приказани су у наредној табели:

Табела 1. Списак положених испита, остварени бодови и оцене на докторским студијама

РБ	Предмет	ЕСПБ	Оцена
1.	Одабрана поглавља математичке анализе	5	10
2.	Хемијска кинетика	5	10
3.	Индустријска екологија	5	10
4.	Економија животне средине и одрживи развој	4	10
5.	Индустријске воде	4	10
6.	Виши курс припреме воде за пиће	4	10
7.	Пречишћавање отпадних вода	5	10
8.	Принципи биопроцесног инжењерства у пречишћавању отпадних вода	6	10
9.	Моделовање атмосферске дисперзије	5	10
10.	Органске загађујуће супстанце	4	10
11.	Виши курс аналитичке хемије	5	10
12.	Енглески језик		10
13.	Завршни испит	30	10
Укупно/средња оцена		82	10

Научноистраживачки рад Ане Поповић припада области инжењерства заштите животне средине (уже области пречишћавање отпадних вода и искоришћење секундарних сировина).

У наставку је списак објављених научноистраживачких радова Ане Поповић.

Рад у врхунском међународном часопису (M21a)

1. **Popović A.**, Rusmirović J., Veličković Z., Radovanović Z., Marinković A., Novel amino-functionalized lignin microspheres: High performance biosorbent with enhanced capacity for heavy metal ion removal, *Int. J. Biol. Macromol.*, 2019, IF (2018) = 4.784, ISSN: 1879-0003
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.152>

Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини (M31)

1. Laušević R., **Popović A.**, Setting up an Integrated Industrial Emissions Reporting Tool: A Case Study from Serbia, South Eastern Europe Environment Outlook 2013, The Regional Environmental Center, Sentendre, Hungary, 2013, pp. 63-75
2. Živković M., **Popović A.**, Pavićević V., U pravcu uspostavljanja centra za upravljanje zaštitom životne sredine u Republici Srbiji, Zbornik radova, Otpadne vode, komunalni cvrsti i opasan otpad, Čačak, Srbija, 2012, pp. 20-25, ISBN 978-86-82931-49-2
3. **Popović A.**, Access to Towards Zero Waste in Industrial Networks (ZeroWIN) tools and Corresponding Membership, International Conference: Going Green - CARE INNOVATION 2010, Vienna, Austria, 2010, pp. 112-117

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. **Popović A.**, Rusmirović J., Radovanović Z., Milošević M., Veličković Z., Marinković A., Inovativni postupak sinteze visoko efikasnog adsorpcionog materijala za uklanjanje kadmijum (II) jona, Zbornik radova, 32. Međunarodni kongres o procesnom inženjerstvu Procesing, Beograd, 2019, pp. 195–201, ISBN 978-86-81505-94-6
2. **Popović A.**, Rusmirović J., Lević S., Bozić A., Kovačević T., Amino-funkcionalizovane lignin mikrosfere: sinteza i karakterizacija visoko efikasnog adsorbenta za uklanjanje nikl(II) jona, Zbornik radova, 31. Međunarodni kongres o procesnom inženjerstvu Procesing, Beograd, 2018, pp. 235–239, ISBN 978-86-81505-81-6
3. **Popović A.**, Marinković A., Rusmirović J., Pavićević V., Janković B., Recycling of PVC with plasticizers obtained by chemical recycling from PET, Zbornik radova, Međunarodni simpozijum Recycling Technologies and Sustainable Development, Bor, 2017, pp. 116-120, ISBN 978-86-6305-069-3
4. **Popović A.**, Marinković A., Rusmirović J., Pavićević V., Recycling of PVC with plasticizers obtained from waste PET for regranulate, Zbornik radova, Međunarodna konferencija: Otpadne vode, komunalni čvrsti i opasan otpad, Pirot, 2017, pp. 123-128, ISBN 978-86-82931-80-5
5. Pavićević V., Radosavljević D., **Popović A.**, Stamenović M., Alivojvodić V., Bozić A., Technical Criteria for Infrastructure Projects – Conditions for sustainable development, Zbornik radova, XII Međunarodni simpozijum Recycling Technologies and Sustainable Development, Bor, 2017, pp. 162-168, ISBN 978-86-6305-069-3
6. Laušević R., Ignjatović J., Susić S., Bartula M., **Popović A.**, Koszta I., Učešće zainteresovanih strana u upravljanju otpadnim vodama, Zbornik radova, Međunarodna konferencija: Otpadne vode, komunalni čvrsti i opasan otpad, Budva, Crna Gora, 2015, pp. 143-149, ISBN 978-86-82931-71-5
7. Laušević R., **Popović A.**, Pavićević V., Praćenje tokova otpada u Srbiji, Zbornik radova, Međunarodna konferencija: Otpadne vode, komunalni čvrsti i opasan otpad, Zlatibor, Srbija, 2014, pp. 115-121, ISBN 978-86-82931-61-4
8. Laušević R., Simić A., **Popović A.**, Environmental Management and Information System – TEAMS PCS in Kolubara, Serbia, Proceedings of the 6th International Conference on Sustainable Energy and Environmental Protection - SEEP, Maribor, Slovenia. 2013, pp. 206-211, ISSN: 0360-5442
9. Aamodt T., Laušević R., Berge S., **Popović A.**, Kotanjac B., Environmental management and information system - TEAMS in Serbia, Proceedings of the Int. Conf. Reporting for Sustainability, Bečići, Crna Gora, 2013, pp. 105-112, ISBN 97886-7550

10. Szlezak J., Szuppinger P., **Popović A.**, The status and review of national Green Public Procurement (GPP) action plans in the new EU Member States of the Central and Eastern European (CEE) region and barriers to the use of the EU Ecolabel in GPP, Proceedings of the 2008 Sustainable Consumption Conference, Budapest, Hungary, 2008, pp. 34-50

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

1. Stanišić T., **Popović A.**, Rusmirović J., Đolić M., Ristić M., Perić-Grujić A., Marinković A., Lignin microspheres as a nature-based material for effective nickel(II) and cadmium(II) ions removal, European Geosciences Union (EGU) Konferencija, ERE – Energy, Resources and the Environment, Beč, Austrija, 2020 (Status: accepted)
2. Rusmirović J., **Popović A.**, Koumba G., Stevanović T., Daničić D., Marinković A., Application of hybrid magnetic lignin microspheres for the removal of nickel(II) and cadmium(II) ions, MATERIAUX Conference, Strazburg, 2018
3. Laušević R., Aamodt T., **Popović A.**, Berge S., Kotanjac B., TEAMS SR Platform for Nanoscale Monitoring Data Management and Reporting, NANOSMAT Conference, Granada, Spain. 2013, pp. 793-794

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

1. **Popović A.**, Rusmirović J., Đolić M., Velicković Z., Marinković A., Pavicević V., Nova modifikovana sinteza bio-adsorbensa: poroznih mikrosfera amino-modifikovanog lignina, Zbornik radova sa Konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti i opasan otpad, Kragujevac, Srbija, 2019, pp. 114 – 118, ISBN 978-86-82931-86-7
2. **Popović A.**, Marinković A., Rusmirović J., Pavicević V., Hemijska reciklaža otpadnog PET-a u sintezi plastifikatora i dispergatora iz glikolizata, Zbornik radova sa Konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti i opasan otpad, Brzeće, Srbija, 2018, ISBN 978-86-82931-83-6
3. Laušević R., **Popović A.**, Bartula M., Pavicević V., Prikaz primenjene metodologije lokalnog akcionog planiranja u oblasti vodne bezbednosti, Zbornik radova sa Konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti i opasan otpad, Brzeće, Srbija, 2018, ISBN 978-86-82931-83-6
4. **Popović A.**, Laušević R., Pavicević V., Ključni koraci i indikatori u lokalnom planiranju u cilju vodne bezbednosti (Studija slučaja iz regiona Bliskog istoka i severne Afrike), Politehnika 2017, Beograd, Srbija, 2017, pp. 68-73, ISBN 978-86-7498-074-3
5. **Popović A.**, Mešić A., Projekat uspostavljanja Centra za upravljanje životnom sredinom u Srbiji i mogućnost učešća operatera u metalurškom sektoru, Integrisane IPPC dozvole u metalurgiji, Beograd, Srbija, 2012
6. Pavicević V., **Popović A.**, Kukrić N., Reciklaža i ponovna upotreba ambalažnog otpada u Srbiji u periodu 2010–2016, Zbornik radova, Politehnika 2017, Beograd, Srbija, 2017, pp. 193-198, ISBN 978-86-7498-074-3

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

У свом досадашњем раду током докторских студија, Ана Поповић, постигла је значајне резултате, чиме је показала склоност, самосталност и способност за бављење научноистраживачким радом. Ане Поповић је аутор рада у врхунском међународном часопису категорије M21a (IF 4.78), аутор и коаутор 22 предавања и саопштења (3 саопштења категорије M31, 10 категорије M33, 3 категорије M34, као и 6 саопштења категорије M63).

На основу биографских података и на основу претходног приказа резултата током докторских студија и у оквиру научноистраживачког рада, као и објављених радова Комисија оцењује да кандидат испуњава све неопходне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације односи се на оптимизацију поступка синтезе порозних адсорпционих материјала из природног полимера, крафт лигнина, поступком инверзне суспензионе кополимеризације, модификацију добијеног материјала наночестицама магнетита и манган(IV)-оксида и испитивање могућности примене модификованих лигнин микросфера за ефикасно уклањање јона тешких метала, Ni^{2+} и Cd^{2+} , оксианјона, Cr(VI) и As(V), и диклофенака из воде процесом адсорпције.

Последњих година примећено је повећано интересовање за развој адсорбената базираних на природним полимерима за уклањање јона тешких метала [1–4] и фармацеутика [5–7] из отпадних вода због њихове велике заступљености, ниске цене и повољног утицаја на животну средину [8,9]. Главни полимери дрвне биомасе су целулоза, хемицелулоза и лигнин [10,11]. Лигнин се може наћи и као нус производ индустрије целулозе и папира или процеса обраде биомасе; стога се могућности ревалоризације лигнина у великој мери истражују [12–15]. Предмет ове дисертације је управо искоришћење лигнина за синтезу порозних био-адсорбената: поли(етилен-имин), магнетит и манган(IV)-оксид модификованих лигнин микросфера (ЛМС).

Амино функционизовани порозни адсорпциони материјали на бази природног полимера, крафт лигнина, биће синтетисани поступком инверзне суспензионе кополимеризације са разгранатим поли(етилен-имином), уз коришћење умреживача епихлор-хидрина и емулгатора натријум-алгината. У циљу оптимизације облика, величине, порозности и садржаја аминок група овако добијених ЛМС сфера варираће се масени удео емулгатора, као и други параметри процеса, температура и време кополимеризације. У другој фази истраживања планирана је и додатна функционизација ЛМС адсорбента везивањем аминок-модификованих наночестица магнетита [16,17] и наночестица манган(IV)-оксида [18], у циљу даљег унапређења капацитета за уклањање јона тешких метала из отпадних вода. Планирано је испитивање адсорпционих капацитета добијених материјала за уклањање Ni^{2+} и Cd^{2+} јона тешких метала, оксианјона As(V) и Cr(VI) и диклофенака, одређивање термодинамичких параметара, као и моделовање кинетике адсорпције у шаржном систему и процеса адсорпције у колони.

Циљ истраживања у оквиру предложене докторске тезе је добијање и карактеризација порозних модификованих адсорбената на бази лигнина у форми микросфера, које се могу користити за уклањање јона тешких метала, оксианјона и диклофенака из воде. Такође, дефинисање оптималних услова адсорпционих експеримената, моделовање резултата адсорпције, као и испитивање могућности поновне употребе искоришћеног адсорбента.

Релевантни библиографски извори повезани са предметом истраживања ове докторске дисертације, који уједно представљају основу за даљи ток истраживања су:

- [1] Podkościelna, B., Goliszek, M., Sevastyanova, O. New Approach in the Application of Lignin for the Synthesis of Hybrid Materials. *Pure Appl. Chem.* 2017, 89 (1), pp. 161–171; DOI: [10.1515/pac-2016-1009](https://doi.org/10.1515/pac-2016-1009).
- [2] Zhang, Y., Ni, S., Wang, X., Zhang, W., Lagerquist, L., Qin, M., Willför, S., Xu, C., Fatehi, P. Ultrafast Adsorption of Heavy Metal Ions onto Functionalized Lignin-Based Hybrid Magnetic Nanoparticles. *Chem. Eng. J.* 2019, 372, pp. 82–91; DOI: [10.1016/j.cej.2019.04.111](https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.04.111).
- [3] Ge, Y., Qin, L., Li, Z. Lignin Microspheres: An Effective and Recyclable Natural Polymer-Based Adsorbent for Lead Ion Removal. *Mater. Des.* 2016, 95, pp. 141–147; DOI: [10.1016/j.matdes.2016.01.102](https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.01.102).
- [4] Herrera-Barros, A., Tejada-Tovar, C., Villabona-Ortiz, T., Gonzalez-Delgado, A. D., Benitez-Monroy, J. A Comparative Study of Cadmium, Nickel and Chromium Adsorption Using Residual Biomass from *Elaeisguineensis* Modified with Al_2O_3 Nanoparticles. *Indian J. Sci. Technol.* 2018, 11 (21), pp. 1–7; DOI: [10.17485/ijst/2018/v11i21/124074](https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i21/124074).

- [5] Zhang, S., Dong, Y., Yang, Z., Yang, W., Wu, J., Dong, C. Adsorption of Pharmaceuticals on Chitosan-Based Magnetic Composite Particles with Core-Brush Topology. *Chem. Eng. J.* 2016, 304, pp. 325–334; DOI: [10.1016/j.cej.2016.06.087](https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.06.087).
- [6] Soares, S. F., Fernandes, T., Sacramento, M., Trindade, T., Daniel-da-Silva, A. L. Magnetic Quaternary Chitosan Hybrid Nanoparticles for the Efficient Uptake of Diclofenac from Water. *Carbohydr. Polym.* 2019, 203, pp. 35–44; DOI: [10.1016/j.carbpol.2018.09.030](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.030).
- [7] Liang, X. X., Omer, A. M., Hu, Z. hong, Wang, Y. Guang, Yu, D., Ouyang, X. Kun. Efficient Adsorption of Diclofenac Sodium from Aqueous Solutions Using Magnetic Amine-Functionalized Chitosan. *Chemosphere* 2019, 217, pp. 270–278; DOI: [10.1016/j.chemosphere.2018.11.023](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.023).
- [8] Ge, Y., Li, Z. Application of Lignin and Its Derivatives in Adsorption of Heavy Metal Ions in Water: A Review. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*. 2018; DOI: [10.1021/acssuschemeng.8b01345](https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b01345).
- [9] Podkošcielna, B., Sobiesiak, M., Zhao, Y., Gawdzik, B., Sevastyanova, O. Preparation of Lignin-Containing Porous Microspheres through the Copolymerization of Lignin Acrylate Derivatives with Styrene and Divinylbenzene. *Holzforschung* 2015, 69 (6), pp. 769–776; DOI: [10.1515/hf-2014-0265](https://doi.org/10.1515/hf-2014-0265).
- [10] Gellerstedt, G. Softwood Kraft Lignin: Raw Material for the Future. *Ind. Crops Prod.* 2015, 77, pp. 845–854; DOI: [10.1016/j.indcrop.2015.09.040](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.09.040).
- [11] Calvo-Flores, F. G., Dobado, J. A. Lignin as Renewable Raw Material. *ChemSusChem* 2010, 3 (11), pp. 1227–1235; DOI: [10.1002/cssc.201000157](https://doi.org/10.1002/cssc.201000157).
- [12] Duval, A., Lawoko, M. A Review on Lignin-Based Polymeric, Micro- and Nano-Structured Materials. *React. Funct. Polym.* 2014, 85, pp. 78–96; DOI: [10.1016/j.reactfunctpolym.2014.09.017](https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2014.09.017).
- [13] Huang, G., Wang, D., Ma, S., Chen, J., Jiang, L., Wang, P. A New, Low-Cost Adsorbent: Preparation, Characterization, and Adsorption Behavior of Pb(II) and Cu(II). *J. Colloid Interface Sci.* 2015, 445, pp. 294–302; DOI: [10.1016/j.jcis.2014.12.099](https://doi.org/10.1016/j.jcis.2014.12.099).
- [14] Ragauskas, A. J., Beckham, G. T., Biddy, M. J., Chandra, R., Chen, F., Davis, M. F., Davison, B. H., Dixon, R. A., Gilna, P., Keller, M., et al. Lignin Valorization: Improving Lignin Processing in the Biorefinery. *Science (80)*. 2014, 344 (6185); DOI: [10.1126/science.1246843](https://doi.org/10.1126/science.1246843).
- [15] Gillet, S., Aguedo, M., Petitjean, L., Morais, A. R. C., Da Costa Lopes, A. M., Łukasik, R. M., Anastas, P. T. Lignin Transformations for High Value Applications: Towards Targeted Modifications Using Green Chemistry. *Green Chem.* 2017, 19 (18), pp. 4200–4233; DOI: [10.1039/c7gc01479a](https://doi.org/10.1039/c7gc01479a).
- [16] Rajput, S., Pittman, C. U., Mohan, D. Magnetic Magnetite (Fe₃O₄) Nanoparticle Synthesis and Applications for Lead (Pb²⁺) and Chromium (Cr⁶⁺) Removal from Water. *J. Colloid Interface Sci.* 2016, 468, pp. 334–346; DOI: [10.1016/j.jcis.2015.12.008](https://doi.org/10.1016/j.jcis.2015.12.008).
- [17] Rusmirovic, J. D., Obradovic, N., Perendija, J., Umicevic, A., Kapidžic, A., Vlahovic, B., Pavlovic, V., Marinkovic, A. D., Pavlovic, V. B. Controllable Synthesis of Fe₃O₄-Wollastonite Adsorbents for Efficient Heavy Metal Ions/Oxyanions Removal. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2019, 26 (12), pp. 12379–12398; DOI: [10.1007/s11356-019-04625-0](https://doi.org/10.1007/s11356-019-04625-0).
- [18] Xu, F., Chen, H., Dai, Y., Wu, S., Tang, X. Arsenic Adsorption and Removal by a New Starch Stabilized Ferromanganese Binary Oxide in Water. *J. Environ. Manage.* 2019, 245 (March), pp. 160–167; DOI: [10.1016/j.jenvman.2019.05.071](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.071).

3. Полазне хипотезе

На основу досадашњих литературно познатих испитивања, предложена истраживања у оквиру ове докторске дисертације полазе са основног становишта да ће се модификацијом лигнина добити веома ефикасан адсорпциони материјал за уклањање тешких метала, оксианјона и диклофенака из воде.

Полазне хипотезе су следеће:

- синтеза ЛМС поступком инверзне суспензионе кополимеризације ОН група лигнина са поли(етилен-имином) и епихлорхидрином (1-хлор-2,3-епоксипропан) ће се вршити у циљу

добијања високо порозних ЛМС микросфера са терминалним аминок групама које би допринеле ефикасном уклањању тешких метала, оксианјона и фармацеутика из воде,

- додатком оптималне количине емулгатора (натријум-алгинат) током синтезе ЛМС микросфера утиче се на структуру, пречник и порозност ЛМС, као и на доступност аминок група за комплексирање са јонима тешких метала, оксианјона и фармацеутика,
- стварање хибридних структура адсорбената даје могућност комбиновања добрих својстава више коришћених материјала. Синтеза магнетита или манган(IV)-оксида методом копреципитације у циљу допунске модификације ЛМС ће побољшати адсорпциона својства новосинтетисаних адсорбената,
- аминок модификација наночестица магнетита и манган(IV)-оксида допринеће реактивности ових честица које ће градити ковалентне везе током синтезе и грађења умрежене структуре ЛМС микросфера. Наведена методологија ће се спровести у циљу добијања стабилног материјала и побољшања адсорпционих својстава,
- уградња аминок-модификованих наночестица магнетита такође ће омогућити лако раздвајање искоришћеног материјала након адсорпције методом магнетне сепарације,
- добијени адсорпциони материјали биће применљиви у шаржним и проточним системима за уклањање тешких метала, оксианјона и фармацеутика из отпадних вода,
- могућа је поновна употреба адсорбента (искоришћеног модификованог лигнина) у више циклуса пречишћавања отпаде воде.

4. Научне методе истраживања

Карактеризација полазних сировина и добијених адсорбената биће извршена применом следећих инструменталних техника:

- одређивање специфичне површине методом адсорпције гаса (енгл. *Brunauer–Emmett–Teller, BET*),
- скенирајућа електронска микроскопија (енгл. *Scanning Electron Microscopy, SEM*),
- рендгенска дифракциона анализа (енгл. *X-Ray Diffraction, XRD*),
- рендгенска фотоелектронска спектроскопија (енгл. *X-ray photoelectron spectroscopy, XPS*),
- ултраљубичаста и видљива спектрофотометрија (енгл. *UV/Vis spectrophotometry*),
- инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом (енгл. *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy, FTIR*),
- трансмисиона електронска микроскопија (енг. *Transmission electron microscopy, TEM*) и
- тачка нултог наелектрисања (енгл. *The Point of Zero Charge, pH_{pzc}*).

Концентрација јона тешких метала, оксианјона и диклофенака одредећиваће се применом масене спектрометрије са индуктивно спрегнутом плазмом (енг. *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS*). Садржај аминок-група биће одређен применом волуметријских метода. За моделовање процеса адсорпције биће коришћен програмски пакет Visual MINTEQ. Употребом софтвера Design-Expert, Software Version 9 (Stat-Ease, Inc. 2021 E. Hennepin Ave. Suite 480 Minneapolis, USA) вршиће се планирање експеримената у циљу оптимизације синтезе адсорбента, а графички приказ предикције резултата адсорпције применом методе одзивних површина (енг. *Response Surface Methodology, RSM*). Статистичка метода Анализа варијансе (АНОВА) из овог програмског пакета користиће се за анализу добијених резултата.

5. Очекивани научни допринос

У оквиру ове докторске дисертације очекивани научни допринос представљају:

- модификација природног полимера и добијање новог адсорпционог материјала са унапређеним адсорпционим својствима за ефикасно уклањање јона тешких метала, оксианјона и диклофенака,

- карактеризација сирових и модификованих материјала пре и после процеса адсорпције јона никла, кадмијума, хрома, арсена и диклофенака из воде,
- оптимизација модификације и синтезе материјала, као и адсорпционих процеса,
- одређивање адсорпционих изотерми, кинетичких и термодинамичких параметара,
- тумачење адсорпционог механизма, утицај својства материјала и експерименталних услова на ефикасност адсорпције,
- моделовање процеса адсорпције у шаржном систему и у колони.

Очекује се да ће резултати предложене теме докторске дисертације значајно допринети решавању проблематике уклањања тешких метала, оксианјона и диклофенака из воде коришћењем природних полимера. Добијање економски исплативог и еколошки прихватљивог адсорбента, природног полимера из отпадних сировина, у складу је са начелима одрживог развоја и циркуларне економије и представља врло корисно решење за пречишћавање воде.

6. План истраживања и структура рада

Предвиђено је да предложена докторска дисертација обухвата следећа поглавља: *Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература.*

У поглављу **Увод** биће размотрени актуелни трендови, дефинисани предмет и циљ истраживања, као и очекивани научни допринос дисертације.

У **Теоријском** делу ће бити изложен преглед доступне литературе у области истраживања докторске дисертације и достигнућа у науци који се односе на следеће области:

- Детаљан приказ порекла и добијања лигнина, структуре, физичкохемијских својстава и примене лигнина,
- Опис метода синтеза микросфера на бази лигнина и аминок-модификација,
- Модификација микросфера на бази лигнина наночестицама магнетита и манган(IV)-оксида,
- Техике пречишћавања отпадних вода са посебним освртом на адсорпцију,
- Адсорпционе изотерме, термодинамика и кинетика,
- Порекло и токсичност тешких метала и оксианјона у води, уклањање тешких метала и оксианјона адсорпцијом,
- Порекло и токсичност фармацеутика у води, могућности уклањања адсорпцијом,
- Адсорпциона испитивања и анализе које ће бити извођене у експерименталном делу и
- Методе карактеризације које ће се користити у експерименталном делу.

У **Експерименталном** делу биће детаљно описани експериментални поступци примењени током израде дисертације, а конкретно ће бити:

- Описан материјал и методе коришћене за синтезу и карактеризацију добијених адсорпционих материјала, укључујући све хемикалије и реагенсе,
- Представљен поступак модификације крафт лигнина са поли(етилен-имин)ом у циљу добијања аминок-модификованих лигнин микросфера,
- Представљена синтеза нових адсорпционих материјала применом магнетита и манган(IV)-оксида,
- Описан поступак синтезе наночестица магнетита и манган(IV)-оксида, и њихове аминок-модификације,
- Одабир материјала за испитивање процеса адсорпције,
- Испитивања процеса адсорпције тешких метала: Ni^{2+} и Cd^{2+} , оксианјона Cr(VI) и As(V) , као и диклофенака у шаржном и проточном систему,
- Довољно описане све методе физичко-хемијске карактеризације, уз навођење опреме и софтверских пакета коришћених током експерименталног рада и обраде резултата.

У поглављу **Резултати и дискусија** биће детаљно приказани, размотрени и дискутовани сви резултати добијени током израде докторске дисертације. У том смислу, део резултати и дискусија ће садржати следеће:

- Резултате физичко-хемијске карактеризације крафт лигнина и добијених ЛМС адсорбената, пре и након адсорпције,
- Оптимизацију параметара синтезе и модификације материјала,
- Морфологију и састав ЛМС материјала пре и након адсорпције, анализираних различитим методама,
- Адсорпционе изотерме, термодинамика и кинетика,
- Резултате испитивања процеса адсорпције у шаржном систему и колони,
- Дискусију добијених експерименталних резултата, моделовања и финална дискусија након анализе свих добијених резултата.

Поглавље **Закључак** ће сумирати целокупно истраживање и закључке до којих ће кандидат доћи у току израде ове докторске дисертације, уз осврт на њихову иновативност и потенцијалну примену.

У поглављу **Литература** ће бити наведени радови и литературни извори цитирани у дисертацији, као и радови проистекли из спроведених истраживања.

7. Закључак и предлог

Комисија сматра да је тема докторске дисертације „Синтеза, карактеризација и примена модификованих микросфера на бази лигнина за уклањање јона тешких метала, оксианјона и диклофенака из воде“, коју је предложила Ана Поповић, дипл. инж. технологије, научно заснована и подобна за даље истраживање, те предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да прихвати израду предметне дисертације. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Инжењерство заштите животне средине, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. За менторе се предлажу др Александар Маринковић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, и др Јелена Русмировић, научни сарадник Војнотехничког института у Београду.

У Београду, 21.5.2020. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
др Александар Маринковић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
др Јелена Русмировић, научни сарадник
Војнотехнички института

.....
др Злате Величковић, ванредни професор
Универзитета одбране у Београду, Војна академија

.....
др Владимир Павићевић, доцент
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет