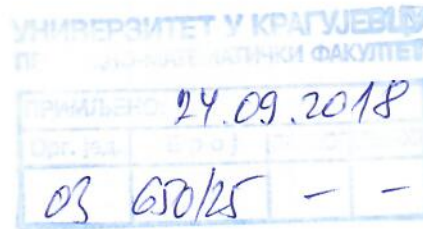


Институт сатласан
Штокобич



**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА
И ВЕЋУ ЗА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

На седници Наставно-научног већа Природно-математичког факултета у Крагујевцу, одржаној 04.07.2018. године (број одлуке: 450/VII-1), предложени смо, а на седници Већа за природно-математичке науке, одржаној 29.08.2018. године (број одлуке: IV-01-622/6), изабрани смо за чланове Комисије за писање извештаја о оцени научне заснованости теме докторске дисертације под насловом: „Примена природних минерала као сензора за електрохемијска одређивања различитих једињења у воденој и неводеној средини” и испуњености услова кандидата **Јелене М. Степановић**, дипломираног хемичара, студента докторских академских студија хемије, за израду докторске дисертације под наведеним насловом. На основу прегледа достављене документације Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада

Пирит (FeS_2), халкопирит (CuFeS_2), галенит (PbS), арсенопирит (AsFeS) и магнетит (Fe_3O_4) су сулфидни/оксидни монокристали широко распрострањени у природном окружењу. Најновија истраживања указују да електроде на бази ових природних материјала, због својих значајних карактеристика, као што су механичка отпорност, хемијска инертност, полупроводљивост и нетоксичност, имају електрохемијску примену као сензори за одређивање различитих неорганских и органских супстанци у воденим и неводеним растворима. Сулфидни и оксидни минерали, иако слабо реактивни и мало растворљиви у води, под утицајем средине (температуре, природе и концентрације катјонских и анијонских врста, оксидационих и редукционих система, нечистоћа) могу да ступе у хемијске реакције. Као резултат модификације површинског слоја ових минерала, мењају се електрохемијске особине и њихова реактивност, што омогућава да се понашају као сензори са класичним карактеристикама рН и редокс електрода.

На основу литературних података, закључено је да су минерали пирит, халкопирит, галенит, арсенипирит и магнетит као сензори само делимично проучавани, тако да је тема ове докторске дисертације управо базирана на њиховом испитивању. Истраживање би укључивало електрохемијску карактеризацију индикаторских јон-селективних електрода са чврстом мембраном (без унутрашњег раствора). Поред тога, планирана су и волтамстријска испитивања немодификованих и модификованих радних електрода направљених од поменутих монокристала. Предложени експерименти ће се изводити у води, диполарним апротичним растварачима (γ -бутиролактону и пропиленкарбонату) и смешама растварача (вода/ацетонитрил). Испитивање понашања површине наведених електрода, биће описано преко стабилности потенцијала, Нернстовске зависности у датом интервалу концентрација, брзине одговора, осетљивости, селективности и репродуктивности електрода. Планирано је и испитивање утицаја модификације површине пиритне електроде на осетљивост њеног одзива, у циљу промене границе детекције анализата. Предвиђено је одређивање супстанци које припадају различитим групама органских једињења и витамина, почев од чистих супстанци до сложених фармацеутских формулација. Добијени резултати истраживања поред научног, даћи би и допринос развоју примењене аналитичке хемије.

Веза са досадашњим истраживањима

Јелена М. Степановић је члан истраживачке групе у научној области аналитичка хемија на Природно-математичком факултету у Крагујевцу која се дужи низ година бави испитивањем особина и карактеристика сензора на бази природних, нетоксичних материјала, применом електроаналитичких метода. Конкретно, ова докторска дисертација представља наставак истраживања у овој области у циљу даљег изучавања и проналажења сензорских материјала, као и испитивање њихове примене за одређивање различитих органских и неорганских супстанци, као и једињења есенцијалних за људски организам, у води, неводним растварачима и смешама растварача. Рад у оквиру ове тезе, поред стручног усавршавања кандидата, има за циљ и научни допринос развоју ове актуелне области електроаналитичких истраживања.

2. Образложење предмета, метода и циља који уверљиво упућује да је предложена тема од значаја за развој науке

Предмет научних истраживања кандидата Јелене Степановић је потенциометријска и волтаметријска карактеризација сулфидних и оксидних електрода на бази природних минерала у циљу њихове аналитичке примене за одређивање различитих типова једињења (киселина, органских једињења, витамина) у воденој и неводеној средини.

Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће:

- Испитивање основних електрохемијских карактеристика електрода на бази природних сулфидних минерала (пирита, халкопирита, галенита и арсенопирита): физичка и хемијска инертност, обновљивост, осетљивост и селективност, репродуктивност, промена потенцијала са временом, радни опсег електроде, као и могућност модификовања радне површине пиритне електроде у воденој и неводеној средини.
- Испитивање основних електрохемијских карактеристика електрода на бази природног оксидног минерала магнетита: физичка и хемијска инертност, обновљивост, осетљивост и селективност, репродуктивност, промена потенцијала са временом и радни опсег електроде.
- Испитивање примене минерала пирита, халкопирита, галенита, као редокс сензора за потенциометријске редокс титрације супстанци које припадају различитим групама органских једињења у диполарним апротичним растварачима (γ -бутиролактону и пропиленкарбонату).
- Испитивање примене минерала арсенопирита и магнетита као рН сензора за потенциометријске ацидо-базне титрације слабих органских киселина у диполарним апротичним растварачима (γ -бутиролактону и пропиленкарбонату).
- Испитивање примене природних минерала пирита и халкопирита за одређивање концентрације L-аскорбинске киселине у фармацеутским препаратима у води и смеси растварача (вода/ацетонитрил).
- Унапређење волтаметријске методе за одређивања L-аскорбинске киселине, применом радне пиритне електроде и модификацијом њене површине.

Методe истраживања

За добијање експерименталних резултата у оквиру ове докторске дисертације користиће се електроаналитичке методе, потенциометрија и волтаметрија. За праћење редокс и ацидо-базних реакција, користиће се сензори на бази сулфидних и оксидних минерала (пирит, халкопирит, галенит, арсенопирит и магнетит).

Оквирни садржај докторске дисертације

У оквиру ове дисертације биће представљени добијени научно-истраживачки резултати, као и практични значај испитивања. У Општем делу ће бити дат преглед и основне карактеристике неких диполарних апротичних растварача (ацетонитрил, γ -бутиролактон и пропиленкарбонат) који су коришћени у овом раду, са посебним освртом на редокс и ацидо-базне равнотеже током титрације, описани основни принципи потенциометријске и волтаметријске методе које су примењиване у оквиру дисертације. Затим, биће приказане карактеристике и дат комплетан увид у досадашња проучавања сензора на бази природних минерала (пирита, халкопирита,

галенита, арсенопирита и магнетита), као и литературни преглед примене аналитичких техника за одређивање испитиваних једињења. Даље, у Експерименталном делу биће детаљно дат преглед коришћених хемикалија и раствора, њихово пречишћавање и припрема, описане апаратуре коришћене при овим испитивањима, као и сви примењени експериментални поступци рада. У делу Наши радови биће јасно приказани сви резултати на основу којих су даље окарактерисане електроде са сензорским материјалима на бази сулфидних и оксидних минерала. Детаљно ће бити описана аналитичка примена ових електрода за одређивање различитих типова једињења (киселина, органских једињења, витамина) у воденој и неводеној средини. Сви резултати истраживања ће бити дискутовани и стављени у контекст досадашњих релевантних литературних података из ове области. Адекватно одабрани, актуелни и усклађу са проучаваном тематиком, литературни подаци ће бити упоређивани са резултатима добијеним у оквиру ове дисертације.

3. Образложење теме за израду докторске дисертације које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригиналан начин анализирања проблема

Резултати предложених истраживања у оквиру докторске дисертације имали би јасан научни допринос у развоју и проширењу знања о примени нових сензорских материјала у води и неводеној средини, са циљем одређивања различитих, за људски организам, важних једињења.

Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације „Примена природних минерала као сензора за електрохемијска одређивања различитих једињења у воденој и неводеној средини”, кандидата Јелене М. Степановић, тема са оригиналном идејом из области аналитичке хемије.

4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације

Кандидат Јелена М. Степановић ће у својој докторској дисертацији обухватити све елементе савременог научно-истраживачког рада у области аналитичке хемије, поштујући основне критеријуме науке и научних принципа, почев од уводних напомена, основних појмова, предмета истраживања, хипотеза, циљева и метода анализе, имплементацијом постојећих и развијањем оригиналних идеја научног истраживања. Предмет научног истраживања је прецизно дефинисан, а полазне хипотезе засноване на јасном и систематском проучавању најновијих научних литературних података из области електроаналитичке хемије. Методе на којима се заснива реализација дисертације се примењују у савременим аналитичким

лабораторијама, а предвиђене модификације коришћених метода су у складу са истраживања и доприносе целокуном квалитету дисертације. Наведена литература обухвата адекватне и актуелне наслове који показују да је кандидат детаљно проучавао могућности даље примене наведених сензора. Научна утемељеност ове дисертације проистиче из могућности примене наведених немодификованих и модификованих сензорских материјала за квантитативно одређивање различитих органских супстанци, као и једињења есенцијалних за људски организам у реалним узорцима. Резултати ће дати допринос, и са теоријског и са практичног становишта, примени нових електрода на бази сулфидних/оксидних минерала за волтаметријска и потенциометријска редокс и ацидо-базна одређивања у воденим и неводеним растворима. Истовремено, добијени резултати ће омогућити даљи научни рад у овој области и биће од посебног значаја за истраживаче који се баве испитивањем нових сензорских материјала и хемијом водених и неводених раствора. На основу наведених чињеница може се истаћи да ће резултати испитивања у оквиру предложене теме докторске дисертације бити како од фундаменталног научног значаја тако и од практичног значаја за примену у фармацеутској и прехранбеној индустрији.

5. Предложени ментор израде докторске дисертације

Институт за хемију Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу је за ментора ове докторске дисертације предложио др Зорку Станић, ванредног професора Природно-математичког факултета у Крагујевцу.

Образложење: ванредни професор др Зорка Станић бави се истраживањима из области аналитичке хемије и до сада има публиковане радове у међународним научним часописима са SCI листе, као и велики број саопштења на међународним и националним конференцијама. Аутор је једног универзитетског уџбеника из области примењене аналитичке хемије, три поглавља у научним књигама на енглеском језику, као и једне монографије међународног значаја. Др Зорка Станић се активно бави научно-истраживачким радом у области електроаналитичке хемије, са фокусом на сензоре/биосензоре и једињења са активном биолошком функцијом у људском организму. Такође, њене научне студије укључују и проучавања понашања ДНК у присуству неорганских и органских супстанци, истраживања природних полифенола, као и њихову примену као корисних нутритијената из природних извора у исхрани и терапији. Учесник је неколико националних и међународних научних пројеката.

На основу горе наведеног, а имајући у виду циљеве и очекиване резултате ове докторске дисертације, као и поље истраживања предложеног ментора, сматрамо да ванредни професор др Зорка Станић испуњава све предвиђене услове да буде ментор ове докторске дисертације.

6. Научна област дисертације

Предложена докторска дисертација припада научној области Хемија, ужа научна област Аналитичка хемија.

7. Научна област чланова комисије

Чланови Комисије се баве истраживањем у области Аналитичке хемије. Др Зорка Станић, ментор, ванредни је професор Природно-математичког факултета, Универзитета у Крагујевцу и бави се истраживањем у области Аналитичке хемије. Остали чланови комисије су: проф. др Милан Антонијевић, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, и проф. др Љубинка Јоксовић, ванредни професор Природно-математичког факултета, Универзитета у Крагујевцу. Наведени чланови Комисије су релевантни за подношење извештаја за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за израду ове докторске дисертације јер имају велики број радова у међународним научним часописима из области којом се бави ова докторска дисертација.

8. Кратка биографија кандидата

Јелена М. Степановић, рођена 01.01.1975. године у Крагујевцу. Основно и средњошколско образовање (Гимназија – Природно-математички смер) стекла је у Крагујевцу. На Природно-математички факултет у Крагујевцу, група Хемија (смер Истраживање и развој) уписала се 1998/99. године, где је и дипломирала, октобра 2011. године, са просечном оценом 9,69. Дипломски рад под називом „Природни монокристали пирита, халкопирита и галенита као сензори за редокс титрације у γ -бутиролактону и пропиленкарбонату” одбранила је октобра 2011. године код ванредног професора др Зорке Станић са оценом 10. Докторске студије уписала је школске 2011/2012. године на Природно-математичком факултету у Крагујевцу, смер Аналитичка хемија.

Након дипломирања, децембра 2011. године, изабрана је у звање истраживач-приправник 2012. године за научну област Аналитичка хемија, а јануара 2013. године изабрана је у звање истраживач-сарадник за научну област Аналитичка хемија. За асистента на Институту за хемију Природно-математичког факултета у Крагујевцу, за ужу научну област Аналитичка хемија, изабрана је децембра 2013. године. На пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије под називом „Синтеза нових комплекса метала и испитивање њихових реакција са пептидима” (пројекат бр. 172036) ангажована је од марта 2015. године.

Научна истраживања у оквиру докторске дисертације реализују се под менторством ванредног професора др Зорке Станић. Истраживања су из области електроаналитичке хемије и обухватају проучавања нових сензорских материјала у води и неводеним растварачима.

На Природно-математичком факултету у Крагујевцу активно учествује у реализацији наставе, у оквиру експерименталних вежби, на предметима: Аналитичка хемија 3, Хемија животне средине, Аналитика природних и отпадних вода и Методе анализе токсичних супстанци на основним академским студијама и Анализа животних намирница на мастер академским студијама.

9. Преглед научно-истраживачког рада кандидата

Кандидат Јелена М. Степановић је у досадашњем раду показала интересовање, самосталност у експерименталном раду и способност за научно-истраживачки рад у области електроаналитичке хемије. До сада има објављена 4 научна рада у међународним научним часописима (M22), 1 поглавље у књизи (M12) и 3 саопштења на националним научним конференцијама штампана у изводу (M64). Кандидат говори и пише на енглеском језику.

Списак научних радова кандидата:

9.1. Научни радови публиковани у часописима међународног значаја

Категорија M22

9.1.1. Zorka Stanić, Jelena Stepanović

Natural metal sulfides as electrochemical sensors for redox titrations in γ -butyrolactone and propylene carbonate, *Monatshefte Fur Chemie*, **141** (2010) 137-142.

DOI:10.1007/s00706-009-0246-z

9.1.2. Zorka Stanić, Jelena Stepanović, Zoran Simić

Arsenopyrite mineral based electrochemical sensor for acid–base titrations in γ -butyrolactone and propylene carbonate, *Monatshefte Fur Chemie*, **143** (2012) 1-6.

DOI: 10.1007/s00706-011-0567-6

9.1.3. Zorka Stanić, Jelena Stepanović, Zoran Simić

Voltammetric and potentiometric characterization of magnetite electrode for the assay of weak organic acids in non-aqueous media, *Polyhedron*, **45** (2012) 43-47.

DOI: 10.1016/j.poly.2012.07.070

9.1.4. Zorka Stanić Jelena Stepanović

Potentiometric determination of ascorbic acid in water–acetonitrile solution using pyrite and chalcopyrite electrodes, *Journal of Solid State Electrochemistry*, **20** (2016) 2879-2893.

DOI:10.1007/s10008-016-3295-3

1157 (2018), 425-433; DOI: 10.1016/j.molstruc.2017.12.095; ISSN: 0022-2860.

9.2. Радови саопштени на националним научним скуповима

Категорија М64

9.2.1. Zorka D. Stanić, **Jelena M. Stepanović**, Zoran B. Simić

Electrochemical characterization and analytical application of magnetite electrode in non-aqueous solutions by voltammetry and potentiometry, *50. jubilarno savetovanje Srpskog hemijskog društva*, Beograd, Srbija, 14-15. jun 2012.; AH P1.

ISBN: 978-86-7132-048-1

9.2.2. Zorka D. Stanić, **Jelena M. Stepanović**

Potentiometric characterisation and analytical application of pyrite and chalcopyrite electrode for determination of ascorbic acid, *51. savetovanje Srpskog hemijskog društva*, Niš, Srbija, 5-7. jun 2014., AH P13.

ISBN: 978-86-7132-054-2

9.2.3. Zorka D. Stanić, **Jelena M. Stepanović**

Investigation of the electroanalytical characteristics and applicability of magnetite electrode for the pyruvic acid determination, *53. savetovanje Srpskog hemijskog društva*, Kragujevac, Srbija, 10-11. jun 2016.; AH P12.

ISBN: 978-86-7132-061-0

9.3. Монографије, посебна поглавља у научним књигама

Категорија М12

9.3.1. Zorka Stanić, **Jelena Stepanović**

Potentiometric Characterization and Analytical Application of Pyrite Mineral for the Assay of Weak Organic Acids in Non-Aqueous Media, in *Pyrite: Synthesis, Characterization and Uses*, Chapter III (N. Whitley and P.T. Vinsen; Eds.), p. 69-92, 2013.

ISBN: 978-1-62257-851-1

З А К Љ У Ч А К

Кандидат **Јелена М. Степановић** је студент докторских академских студија хемије на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу. Током докторских академских студија положила је све испите предвиђене наставним планом и програмом, са просечном оценом 10 и публиковала четири научна рада у међународним научним часописима (М22), једно поглавље у књизи (М12) и три саопштења на националним научним конференцијама штампана у изводу (М64). Досадашњи научно-истраживачки рад кандидата везан је за предложену тему докторске дисертације.

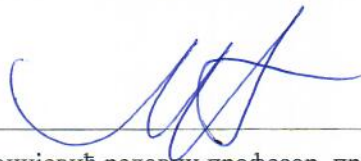
Комисија сматра да кандидат **Јелена М. Степановић** испуњава све услове који су неопходни за пријаву теме докторске дисертације. За ментора докторске дисертације Комисија предлаже **др Зорку Станић**, ванредног професора Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу.

На основу изложеног Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације, под насловом „**Примена природних минерала као сензора за електрохемијска одређивања различитих једињења у воденој и неводеној средини**”, оригинална и значајна са научне тачке гледишта, као и да кандидат **Јелена М. Степановић** испуњава услове за успешану реализацију наведене теме докторске дисертације.

К о м и с и ј а



Др Зорка Станић, ванредни професор, ментор
Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: Аналитичка хемија



Др Милан Антонијевић редовни професор, председник комисије
Технички факултет у Бору, Универзитет у Београду
Ужа научна област: Хемија



Др Љубинка Јоксовић ванредни професор, члан комисије
Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: Аналитичка хемија