

**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ**  
**ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ**

**ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ МSc БРАНКА КОРДИЋА**

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију Дана 18.04.2019. године на IX седници Наставно-научног већа Природно-математичког факултета у Новом Саду именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата МSc Бранка Кордића под насловом: "Испитивање утицаја одабраних амида на адсорпцију нитро деривата фенола из водене средине на активном угљу".</p> <p>2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Др Љиљана Јовановић</b>, редовни професор; уже научне области: Физичка хемија и Аналитичка хемија; изабрана у звање: 16.10.1997. године; Природно-математички факултет у Новом Саду, председник</li><li>2. <b>Др Бранислав Јовић</b>, ванредни професор; уже научна област: Физичка хемија; изабран у звање: 01.10.2016. године; Природно-математички факултет у Новом Саду, ментор</li><li>3. <b>Др Јелена Тричковић</b>, ванредни професор, уже научна област: Физичка хемија, изабрана у звање: 01.02.2015. године; Природно-математички факултет у Новом Саду, члан</li><li>4. <b>Др Татјана Вулић</b>, редовни професор, уже научна област: Хемијско инжењерство, изабрана у звање: 25.05.2017. године; Технолошки факултет у Новом Саду, члан</li></ol>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Име, име једног родитеља, презиме: Бранко, Бранислав, Кордић</li><li>2. Датум рођења, општина, држава: 29.07.1988. Нови Сад, Р. Србија</li><li>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, мастер академске студије хемије -органска хемија, Мастер хемичар</li><li>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2012, докторске академске студије хемије.</li><li>5. Назив факултета, назив мастер тезе, научна област и датум одбране: Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, "Микроталасно стимулисана редукција индивидуалних нафтенских киселина", научна област: Органска хемија, датум одбране: 18.09.2012, Нови Сад.</li><li>6. Научна област из које је стечено академско звање мастера наука: Органска хемија</li></ol>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<b>"Испитивање утицаја одабраних амида на адсорпцију нитро деривата фенола из водене средине на активном угљу"</b>

#### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Докторска дисертација MSc Бранка Кордића написана је на 133 стране, садржи 32 слике, 26 табела и 131 литературни навод. Састоји се од следећих поглавља: Увод (3 стране), Теоријски део (44 стране), Експериментални део (5 страна), Резултати и дискусија (60 страна), Закључак (3 стране), Summary (3 стране), Литература (14 страна) и Биографија кандидата уз неопходну Кључну документацију на српском и енглеском језику.

#### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У **Уводу** докторске дисертације кандидата истиче се важност развијања метода за уклањање нитрофенолних полутаната, са акцентом на адсорпцији као најчешће коришћеној методи. Посебно је наглашен значај испитивања адсорпције полутаната у системима са моделом природне органске материје, зато што дају много реалније резултате са становишта предвиђања адсорпције у третману воде. У овом одељку је такође дефинисан предмет изучавања докторске дисертације, а то су утицај физичко-хемијских карактеристика амида као модела природне органске материје на адсорпцију нитрофенола, утицај величине честице активног угља на уклањање нитрофенола у присуству амида и утицај структурних и физичко-хемијских карактеристика самих нитрофенола на ефикасност њиховог уклањања у присуству амида.

У **Теоријском делу** дисертације дефинисани су основни појмови важни за разумевање предмета дисертације, као што су активни угаљ и природна органска материја. Посебна потпоглавља су посвећена прегледу литературе која се бави адсорпцијом деривата бензена, са циљем одређивања фактора који утичу на адсорпцију и могућих механизма адсорпције, као и утицају који природна органска материја може да има на адсорпцију органских једињења из водене средине. Затим су представљене једначине изотерми, кинетичких и дифузионих модела који ће бити коришћени за обраду експерименталних података и дискусију резултата истраживања. Поред прегледа теоријске позадине дифузионих модела дати су и поступци за одређивање дифузионих коефицијената који ће у дискусији бити коришћени за предвиђање механизма адсорпције. Коришћена литература је актуелна и представља добру основу за разумевање предмета дисертације као и метода и техника које ће у њој бити коришћене.

У **Експерименталном делу** су наведене примењене хемикалије, раствори, лабораторијски уређаји и коришћене аналитичке методе. Представљени су и софтвери коришћени за обраду података, као и за рачунарско моделовање молекула и одређивање молекулских параметара. Описани су поступци по којима су извођени адсорпциони експерименти. За одређивање концентрације испитиваних органских молекула коришћен је УВ-ВИС спектрофотометар. Карактеризација активних угљева је изведена методама СЕМ анализе, ФТИР спектроскопије, анализом површине адсорпцијом азота на ниској температури и одређивањем тачке нултог наелектрисања.

На почетку поглавља **Резултати и дискусија** представљени су резултати карактеризације испитиваних молекула амида и нитрофенола добијени рачунарским моделовањем, праћени експерименталним резултатима карактеризације активних угљева. Дискусија адсорпционих резултата почиње представљањем резултата испитивања адсорпције одабраних амида и нитрофенола у једнокомпонентним системима. Утицај величине молекула амида као модела природне органске материје је испитан праћењем адсорпције 4-нитрофенола на активном угљу NORIT SA2 у двокомпонентним системима са осам различитих амида (N-метилформаид, N-етилформаид, N,N-диметилацетамид, N-метилбензамид, N-*t*-бутилацетамид, N-*n*-бутилбензамид, N-*n*-хексилпропанамид, N-2-фенилетилпропанамид). Утицај гранулације активног угља је испитан праћењем адсорпције 4-нитрофенола на две различите гранулације активног угља DARCO у двокомпонентним системима са три различита амида (N-метилпропанамид, N-метилбензамид, N-бензилбензамид). Испитан је и утицај структурних карактеристика нитрофенола (4-нитрофенол, 2,4-динитрофенола, 2,4,6-тринитрофенол) на адсорпцију на активном угљу NORIT SA2 у присуству никотинамида. На експерименталне

податке су примењени равнотежни, кинетички и дифузиони модели у циљу детаљног описивања и објашњења испитиваних адсорпционих процеса. Одређен је Биотов број, као критеријум за утврђивање најспорије фазе у адсорпционом процесу.

У поглављима **Закључак** и **Summary** дат је пресек постигнутих резултата.

У **Литератури** су наведени радови са актуелним теоријским и методолошким приступима и принципима одређивања везаним за ову област.

## **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

1. B. Jović, B. Kordić, V. Miškov, J. Tričković, M. Kovačević, S. Petrović, Amides as a model system of low molar mass algal organic matter. Influence on the adsorption of *p*-nitrophenol on activated carbon, *Arab. J. Chem.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2017.01.016>, Izdavač: King Saud University, ISSN:1878-5352. (IF2015: **4,136**) **M21**
2. B. Kordić, B. Jović, J. Tričković, M. Kovačević, Adsorption of selected nitrophenols on activated carbon in the presence of nicotinamide, *J. Mol. Liq.*, 259 (2018) 7–15. Izdavač: Elsevier, ISSN: 0167–7322. (IF2016: **3,648**) **M21**
3. B. Kordić, M. Kovačević, T. Sloboda, B. Jović, Application of NIR spectroscopy in study of adsorption process of *p*-nitrophenol on activated carbon in presence of selected amides, YUCOMAT 2017 - nineteenth annual conference, Herceg Novi, Montenegro, September 4–8, 2017. **M34**
4. B. Kordić, V. Miškov, B. Jović, I. Čobanov, M. Mladenović, Uticaj odabranih amida na proces adsorpcije *p* - nitrofenola na aktivnom uglju, 52. savetovanje Srpskog hemijskog društva, Novi Sad, Maj 29–30. 2015. **M64**

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

На основу описаних резултата ове докторске тезе могу се извести следећи закључци:

- Дифузиони модели коришћени у овој дисертацији су се показали адекватним за испитивање адсорпције у присуству модела природне органске материје, при чему се показало да је честа апроксимација да дифузиони коефицијенти одређени за адсорпцију у једнокомпонентним системима важе и за адсорпцију тих једињења у мултикомпонентним системима нетачна за испитане системе.
- Модел унутар-честичне дифузије према Вебер-Морисовом моделу, који се често користи за утврђивање дифузионих ступњева у адсорпционом процесу на хетерогеним угљеничним материјалима није прикладан за описивање адсорпционог процеса на начин на који се уобичајено користи у литератури и може да наведе на погрешне закључке.
- Кинетика адсорпције испитаних нитрофенола и амида на активном угљу NORIT SA2 је најбоље описана реакционим моделом псеудо-другог реда, док је у случају активног угља DARCO кинетика била боље описана моделом псеудо-првог реда.
- Адсорпциона равнотежа на активном угљу NORIT SA2 је добро описана моделима Ленгмирове, Фројндлихове и Дубинин-Радускевичеве изотерме, при чему је најбоље резултате дала Ленгмирова изотерма. У случају гранулација активног угља типа DARCO Фројндлихова адсорпциона изотерма је најбоље описала експерименталне податке.
- На основу вредности Биотовог броја се може утврдити да је у условима у којима су извођени експерименти укупан процес адсорпције контролисан површинском дифузијом у случају експеримената на активном угљу NORIT SA2. Адсорпција на активном угљу DARCO претежно је контролисана спољашњом дифузијом али је за описивање адсорпционог процеса неопходно узети у обзир и површинску дифузију.
- Молекулски параметар  $\log P_{OW}$  се показао корисним за предвиђање утицаја амида на адсорпциони капацитет адсорбента за нитрофеноле. Амиди са позитивним вредностима логаритма коефицијента расподеле смањују адсорпцију нитрофенола, док амиди са негативним или вредностима блиским нули, немају значајан утицај на адсорпцију нитрофенола.
- Поред утицаја на равнотежне параметре адсорпције нитрофенола, амиди показују утицај и

<p>на дифузиони процес. Утицај на дифузију и адсорпциони капацитет нитрофенола нису нужно међусобно повезани и може се претпоставити да амиди који не утичу на адсорбовану количину нитрофенола могу да утичу на његову дифузију и обрнуто.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• На основу дифузионих коефицијената и на основу утврђених карактеристика активних угљева може се претпоставити да је основни механизам утицаја амида на адсорбовану количину нитрофенола конкуренција за активна места.</li> <li>• Утврђени утицај амида на филм дифузију може бити назнака да неки од њих могу да утичу на дебљину хидродинамичког слоја око честице активног угља или да долази до међумолекулских интеракција између молекула амида и нитрофенола у хидродинамичком слоју.</li> <li>• Приликом испитивања утицаја гранулације примећено је да амиди имају јачи утицај на снижење адсорпционог капацитета 4-нитрофенола приликом адсорпције на већој гранулацији активног угља DARCO.</li> <li>• Афинитет према адсорпцији нитрофенола на активном угљу NORIT SA2 опада према низу: 4-нитрофенол &gt; 2,4-динитрофенол &gt; 2,4,6-тринитрофенол. Адсорпциони капацитети и диполни моменти нитрофенолних анјона утичу по обрнутом редоследу.</li> <li>• За активни угљ NORIT SA2 није примећена зависност адсорпционог капацитета од броја нитро група у молекулу нитрофенола.</li> </ul>
<p><b>VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА</b></p> <p>У овој докторској дисертацији кандидат MSc Бранко Кордић је испитивањем адсорпције нитрофенола уз мењање фактора који могу да утичу на ефикасност адсорпције дао значајан прилог проучавању адсорпционих метода за уклањање полутаната у реалним системима. Резултати и закључци добијени у овој тези доприносе и области испитивања механизма адсорпције полутаната у присуству органске материје и могу да нађу практичну примену код одабира одговарајућег активног угља приликом дизајна система за пречишћавање вода. Наведена испитивања су резултовала обиљем података који су приказани табеларно или графички. За све резултате су дата аргументована објашњења, која су, тамо где је то било могуће, поткрепљена и одговарајућим литературним наводима.</p> <p>Напомена: На основу извештаја тестирања докторске дисертације у библиотеци Природно-математичког факултета на плагијаризам коришћењем софтвера iThenticate (<a href="http://www.ithenticate.com">http://www.ithenticate.com</a>) утврђен је индекс сличности (<i>eng. similarity index</i>) од 1% (према упутству произвођача све вредности испод 15% представљају оригиналан рад), што потврђује оригиналност докторске дисертације.</p>
<p><b>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме Комисија оцењује да је ова докторска дисертација урађена и написана у складу са образложењима наведеним у пријави теме. Већина добијених резултата била је саопштена на научним скуповима и објављена у часописима са SCI листе. Објављена су два рада категорије M21, а резултати су саопштени и на једној националној и једној међународној конференцији.</li> <li>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе Докторска дисертација садржи све битне елементе.</li> </ol>

<p>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци</p> <p>У овој тези је испитан утицај амида као модела природне органске материје мале молекулске масе. за симулирање реалних услова који могу да утичу на адсорпцију нитрофенола на различитим адсорбентима. Такође је утврђено да је молекулски параметар (<math>\log P_{ow}</math>), који је за дати молекул могуће одредити рачунарским методама, директно повезан са утицајем амида на адсорпцију нитрофенола. Дат је и предлог механизма утицаја амида на адсорпцију нитрофенола под датим условима.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања</p> <p>Дисертација је написана на одговарајућем методолошком нивоу и нема уочених недостатака.</p>

<p><b>X ПРЕДЛОГ:</b></p> <p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:</p> <p>да се докторска дисертација под насловом <b>"Испитивање утицаја одабраних амида на адсорпцију нитро деривата фенола из водене средине на активном угљу"</b> прихвати и да се кандидату MSc Бранку Кордићу одобри јавна одбрана.</p>
---

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Др Љиљана Јовановић,  
редовни професор, председник

Др Бранислав Јовић  
ванредни професор, ментор

Др Јелена Тричковић  
ванредни професор, члан

Др Тајјана Вулић  
редовни професор, члан