

**НАУЧНОМ ВЕЋУ  
ИНСТИТУТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА САНУ**

На седници Научног већа Института техничких наука САНУ одржаној 4. 10. 2018. године именовани смо за чланове Комисије за утврђивање испуњености услова за избор кандидата др Драгане Југовић, вишег научног сарадника Института техничких наука САНУ, у звање **научни саветник**. На основу поднете документације: стручне биографије, списка научних резултата, списка цитираности и анализе научних активности др Драгане Југовић подносимо следећи

## **ИЗВЕШТАЈ**

### **Биографски подаци**

Др Драгана Југовић је рођена 1. 2. 1973. године у Београду. Основну школу и гимназију је завршила у Београду. Дипломирала је на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду 2002. године са темом „Синтеза и електрохемијске особине  $LiMn_2O_4$  као катодне  $Li$ -јон акумулатора” и стекла звање дипломирани физикохемичар. Магистрирала је на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду 2004. године, са темом „Карактеризација катодних материјала  $LiMn_{2-x}M_xO_4$  ( $M = Mn, Cr, Zn$ ) синтетисаних ултразвучном спреј пиролизом” и стекла звање магистар физикохемијских наука. Докторирала је на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду 2008. године, са темом „Синтеза и карактеризација оксидних катодних материјала за литијумске изворе струје” и промовисана у доктора физикохемијских наука.

Истраживачко звање истраживач-сарадник је стекла 2005. године. Научно звање научни сарадник је стекла 4. 3. 2009. године. Научно звање виши научни сарадник је стекла 26. 3. 2014. године. Процедура за избор у звање виши научни сарадник је покренута 11. 10. 2013. године по предлогу број 373/1 Института техничких наука САНУ.

Од 2002. године је запослена у Институту техничких наука САНУ, где је била ангажована на реализацији пројеката финансираних од стране Министарства за науку Републике Србије:

2002 - 2005 Пројекат ОИ 1431, под називом „Молекуларно дизајнирање монолитних и композитних материјала“, руководилац пројекта проф. др Драгољуб Ускоковић, научни саветник Института техничких наука САНУ.

2006 - 2010 Пројекат ОИ 142006, „Синтеза функционалних материјала са контролисаним структуром на молекуларном и нано нивоу“, руководилац проф. др Драгољуб Ускоковић, научни саветник Института техничких наука САНУ

Од 2011. године је ангажована на пројекту интегралних и интердисциплинарних истраживања из области хемије ИИИ 45004 „Молекуларно дизајнирање наночестица контролисаних морфолошких и физичко-хемијских карактеристика и функционалних материјала на њиховој основи“, којег финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, а руководилац пројекта је проф. др Драгољуб Ускоковић. У оквиру овог пројекта др Југовић је руководилац теме „Катодни материјали за литијум јонске акумулаторе“.

2012 - 2013 руководила је пројектом билатералне сарадње између Републике Србије и Републике Словеније под називом „Високо-енергијски ортосиликатни материјали за литијум јонске акумулаторе“, евиденциони број 651-03-1251/2012-09/05. Овим пројектом је започета сарадња са Хемијским институтом из Љубљане која је настављена новим билатералним пројектом 2018-2019 „Развој нових материјала за алкално-јонске батерије“, на којем је кандидат такође ангажована.

Била је ментор две докторске дисертације одбрањене 1. 6. 2016. и 31. 3. 2017. на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду и члан неколико комисија за утврђивање испуњености услова за избор у истраживачка и научна звања пред научним већима Института техничких наука САНУ, Института за нуклеарне науке Винча и Факултета за физичку хемију Универзитета у Београду.

Имала је више позива да одржи предавање од којих су, из финансијских разлога, два реализована на научним скуповима: *International Electric Mobility Conference and Exhibition for Electric Mobility*, одржаном у Љубљани и *Advanced Ceramics and Application VI, New frontiers in Multifunctional Material Science and Processing*, одржаном у Београду.

Учествује у организацији три међународна научна скупа: *YUCOMAT* чији је члан Организационог одбора од 2012. године, а од 2018. године председава Организационим одбором (<http://www.mrs-serbia.org.rs/index.php/organized-by>); *International Symposium on Materials for Energy Storage and Conversion (mESC-IS)* као члан организационог одбора 2017. године (<https://mesc-is2017.org/committees/>), а 2018. године као члан Програмског комитета ([https://www.vin.bg.ac.rs/mesc2018/comitees\\_boards/](https://www.vin.bg.ac.rs/mesc2018/comitees_boards/)); *Young Researchers' Conference Materials Sciences and Engineering* као потпредседник Научно-организационог одбора од 2011. године (<http://www.mrs-serbia.org.rs/index.php/scientific-and-organizing-committee>). Такође је председавала секцијама на научним скуповима из области науке о материјалима и електрохемије. Рецензент је међународних часописа

изузетних вредности, врхунских међународних часописа и домаћег часописа *Техника-Нови материјали* (<http://www.sits.org.rs/include/data/docs2069.pdf>).

Остварила је складну сарадњу са сарадницима Института Јожеф Штефан и Хемијског института из Љубљане у Словенији у истраживањима на својој проблематици коришћењем њихових технолошких ресурса.

Члан је неколико научних друштава: Друштва за истраживање материјала Србије, Српског керамичког друштва и Друштва физикохемичара.

До сада је објавила 28 научних радова, од којих је 24 на ISI листи. У међународним часописима изузетних вредности је објављено 8 радова, 9 у врхунским међународним часописима, два у истакнутим међународним часописима, 5 у међународним часописима и четири у националним часописима. Након избора у звање виши научни сарадник објавила је 10 радова: 5 радова у међународним часописима изузетних вредности на којима је трипут први и кореспондирајући аутор и двапут други аутор; два рада у врхунским међународним часописима, на једном од њих је кореспондирајући аутор; један у међународном часопису и два у националном часопису. Коаутор је регистрованог патента на националном нивоу и има 18 саопштења на међународним научним скуповима и једно на домаћем научном скупу. Према цитатним базама *Web of Science* и *Scopus* на дан 22.09.2018. укупна цитираност 24 објављена рада који су са ISI листе је 461: 406 хетероцитата, 29 аутоцитата и 26 коцитата, док је Хиршов индекс 9. Један од њених радова (Библиог. 1.1) се налазио на 8. месту *Scimedirect top 25 list of most downloaded articles* и најцитиранији је рад из Србије у области *Energy* (извор *Scopus*, 22. 9. 2018.). По последњој категоризацији истраживача сврстана је у А2 категорију.

## Научноистраживачка делатност и анализа радова

Научноистраживачка делатност др Драгане Југовић је оријентисана ка синтези и карактеризацији материјала који своју примену налазе као електродни материјали за литијум-јонске батерије, те су њене уже области истраживања електрохемија и физичка хемија материјала, са посебним акцентом на везу између структурних и транспортних особина материјала. Предмет истраживања др Драгане Југовић су различита интеркалатна једињења која имају могућност интеркалације и деинтеркалације литијумовог јона унутар своје структуре, а да при томе не долази до промене структуре нити до значајне промене јединичне запремине ћелије. Ова интеркалатна једињења се због ових својстава могу користити као активни материјали за катодне/анодне у литијум-јонским акумулаторима. Др Југовић је своја истраживања усмерила на једињења литијума и неког прелазног метала у форми оксида ( $\text{LiMn}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_4$  ( $\text{M} = \text{Mn}, \text{Cr}, \text{Zn}$ ) и  $\text{TiO}_2$ ) или полианјонских једињења ( $\text{LiFePO}_4$  и  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ ). Такође, њени најновији резултати се односе на интеркалатна једињења натријума која се могу користити у натријум-јонским батеријама.

Свој научноистраживачки рад др Југовић је започела испитивањима различитих начина синтезе, структурних, електрохемијских и магнетних особина прахова литијум манганата  $\text{LiMn}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_4$  ( $\text{M} = \text{Mn}, \text{Cr}, \text{Zn}$ ) који кристалишу у типу спинела. Испитивано је неколико начина синтезе: глицин-нитратни поступак, који се базира на методи самораспростирућег таласа сагоревања у коме глицин служи као гориво и као комплексирајуће средство (Библиог. 2.1, 2.3, 3.1, 8.1); ултразвучна спреј пиролиза која се базира на ултразвучном формирању аеросола чијом пиролизом настају честице сферне морфологије (Библиог. 2.2, 2.3, 3.2, 8.1, 8.2) и конвенционална синтеза помоћу реакције у чврстој фази (Библиог. 8.1). На основу резултата рендгеноструктурне анализе прахова литијум манган оксида добијених ултразвучном спреј пиролизом закључено је да промена режима хлађења прахова доводи до промене у структури (Библиог. 3.2), а да допирани хром и цинк изоморфно замењују манган (Библиог. 2.1, 2.2). Магнетна мерења спинелних прахова су показала да не постоји преферентно просторно организовање између  $\text{Mn}^{3+}$  и  $\text{Mn}^{4+}$  јона, већ да постоји случајна расподела  $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$  јона по катјонским спинелним кристалографски еквивалентним позицијама 16d (Библиог. 2.2, 2.3).

Значајно место у научноистраживачком опусу др Југовић заузимају истраживања у вези са литијум-гвожђе(II)-фосфатом,  $\text{LiFePO}_4$ , који кристалише у типу оливина (Библиог. 1.1-1.3, 1.5, 1.6, 2.4-2.8, 4.1, 8.3). Овај материјал припада последњој генерацији катодних материјала за литијум-јонске батерије, који замењује литијум

кобалт/манган оксидне катоде, а истраживања др Југовић и сарадника су практично прва истраживања у Србији о синтези и карактеризацији литијум-гвожђе(II)-фосфата. Поред добрих електрохемијских особина,  $\text{LiFePO}_4$  има и своје недостатке: слабу јонску и електронску проводљивост. Превазилажење овог проблема је могуће остварити различитим приступима, које је др Југовић испитала и описала у својим научноистраживачким резултатима: облагањем честица праха  $\text{LiFePO}_4$  угљеником и стварањем композита са угљеником (Библиог. 1.2, 1.3, 1.6, 2.4, 2.6, 2.8, 4.1), синтезом наноструктурних честица (Библиог. 1.2, 2.4, 2.6) или честица специфичне морфологије (Библиог. 2.5), катјонским допирањем структуре (Библиог. 2.7), анјонским допирањем структуре (Библиог. 1.3, 1.6). Користила је различите начине синтезе: синтезу помоћу реакције у чврстом стању (Библиог. 4.1, 1.6), ултразвучну спреј пиролизу (Библиог. 4.1), сонохемијску синтезу (Библиог. 2.4), синтезу преко преципитације у растопу стеаринске киселине (Библиог. 1.2, 1.3), солвотермалну синтезу из микроемулзије (Библиог. 2.5), глицин-нитратну синтезу сагоревања (Библиог. 2.7), синтезу путем рапидног загревања и хлађења на целулозној матрици (Библиог. 2.7) и синтезу путем лиофилизације (Библиог. 2.8, 8.3). Све синтезе су праћене детаљном анализом кристалне структуре, а потом су структурне особине корелисане са електрохемијским својствима синтетисаних прахова. Показало се да је најбоља електрохемијска својства имао прах добијен синтезом преко преципитације у растопу стеаринске киселине, оригиналним начином синтезе који је др Југовић заштитила регистрованим патентом на националном нивоу (Библиог. 11.1). Може се рећи да је кандидат својим темељним и студиозним научноистраживачким радом успела да испита, објасни и корелише факторе који могу да утичу на транспортне особине  $\text{LiFePO}_4$ . Своје богато искуство и сазнања у вези са синтезом  $\text{LiFePO}_4$  је сумирала у ревијалном раду реномираног часописа *Journal of Power Sources* (Библиог. 1.1) у коме је указала на различите приступе синтези, као и на могуће тешкоће које се могу јавити у току синтезе. Изузетно висока цитираност овог рада (252 хетероцитата) поред квалитета, указује и на велику актуелност проблематике којом се кандидат бави. Др Југовић је у својим истраживањима користила многе експерименталне технике: рендгенодифракциона мерења, галваностатска пуњења и пражњења, цикловолтаметрију, електрохемијску импедансну спектроскопију, скенирајућу и трансмисиону електронску микроскопију, магнетна мерења, атомску апсорпциону спектроскопију, термогравиметријску анализу, ласерско мерење расподеле величина честица, инфрацрвену спектроскопију и Месбауер спектроскопију.

**Након избора у звање виши научни сарадник**, периода за који се оцењује њена научноистраживачка делатност, др Драгана Југовић је објавила 5 радова у

међународним часописима изузетних вредности на којима је трипут први и кореспондирајући аутор и двапут други аутор; два рада у врхунским међународним часописима, на једном од њих је кореспондирајући аутор; један рад у међународном часопису, и два у националном часопису. Коаутор је регистрованог патента на националном нивоу.

У периоду након избора у звање виши научни сарадник др Југовић наставља истраживања у вези са литијум-гвожђе(II)-фосфатом (Библиог. 1.6, 2.8, 8.3) и започиње истраживања такође на полианјонском једињењу литијума и гвожђа, литијум-гвожђе(II)-силикату ( $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ ), које, за разлику од  $\text{LiFePO}_4$ , садржи два јона литијума по стехиометријској формули, чиме се отвара могућност двоелектронских електродних реакција (Библиог. 1.4, 1.5, 8.4). Такође је предмет истраживања био и титан-оксид ( $\text{TiO}_2$ ) који је испитиван као анодни материјал за литијум-јонске батерије (Библиог. 1.7). Пратећи савремену научну проблематику пуњивих батерија, др Југовић је започела нову област истраживања, натријум-јонске батерије, испитујући интеркалацију и деинтеркалацију натријумових јона у  $\text{Na}_x\text{CoO}_2$  структури (Библиог. 1.8).

У раду *The use of various dicarboxylic acids as a carbon source for the preparation of  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  composite* (Библиог. 2.8) испитивана је синтеза композита  $\text{LiFePO}_4$  и угљеника у присуству различитих дикарбоксилних киселина (малонска, олеинска и адипинска киселина). Улога дикарбоксилне киселине је двојака: она спречава оксидацију  $\text{Fe}^{2+}$  јона и служи као извор угљеника. Синтеза је полазила из воденог раствора одговарајуће соли литијума, соли гвожђа и дикарбоксилне киселине, који је потом лиофилизован. Овако добијен прекурсор је потом термички третиран на  $650\text{ }^\circ\text{C}$  у инертној (благо редукционој) атмосфери. Показано је да количина *in situ* формираног угљеника у композиту не зависи од садржаја угљеника у полазној дикарбоксилној киселини, већ од термичког понашања киселине у инертној атмосфери. Електрохемијска мерења, у смислу галваностатског циклирања, су показала различито понашање прахова при различитим струјама пуњења и пражњења: при релативно малим струјама прах добијен са оксалном киселином даје највеће капацитете; при већим струјама прах добијен са адипинском киселином даје највеће капацитете. Прах добијен са малонском киселином се показао у оба случаја слабо активним. Ове разлике у електрохемијском понашању су приписане различитим морфологијама синтетисаних прахова.

Рад *The influence of fluorine doping on the structural and electrical properties of the  $\text{LiFePO}_4$  powder* (Библиог. 1.6) испитује утицај који допирање структуре флуором има на структурне и електрохемијске особине  $\text{LiFePO}_4$ . Користећи методу Ритвелдовога

утачњавања структуре показано је да флуор мења кисеоник у само једном кристалографском месту, од могућих три, што потврђује теоријске прорачуне из ранијег истраживања (Библиог. 1.3). Флуором допирани  $\text{LiFePO}_4$  има већу кристалиничност, мањи тзв. антисајт (енг. *antisite*) дефект и већу запремину литијумовог дифузионог канала него недопирани  $\text{LiFePO}_4$ . Такође, допирање флуором повећава електричну проводљивост. Електрохемијска мерења су показала да допирање флуором утиче на побољшање електрохемијских особина  $\text{LiFePO}_4$ .

Радам *Structural study of monoclinic  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$  by X-ray diffraction and Mössbauer spectroscopy* (Библиог. 1.4) започета су истраживања на  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ . Комбиновањем рендгенске дифракције на праху и Месбауерове спектроскопије урађена је детаљна структурна и микроструктурна анализа. Показано је да  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$  кристалише у моноклиничној просторној групи ( $P2_1/n$ ) и да је структура подложна антисајт дефекту у коме литијумов јон и јон гвожђа измењују кристалографска места и то искључиво на  $\text{Li}(2)$  месту. Ово је објашњено међукатјонском електростатичком интеракцијом. На основу просторне дистрибуције вредности суме валенце веза израчуната је тродимензионална мапа могућих путања литијумовог јона у оквиру  $P2_1/n$  решетке и утврђено је да је транспорт литијумовог јона дводимензионалан по равнима (101).

Даља истраживања на  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$  су била усмерена ка побољшању његових електрохемијских својстава облагањем честица  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$  угљеником, односно синтезом композитног праха  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4/\text{C}$ . У раду *The use of methylcellulose for the synthesis of  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4/\text{C}$  composites* (Библиог. 1.5) метилцелулоза је коришћена као извор угљеника и као дисперзионо средство. Показано је да садржај угљеника битно утиче на величину кристалита, укупну кристалиничност, величину честица и проводљивост. Ово повољно утиче на електрохемијско понашање, те композити са угљеником показују боље катодне перформансе. За ниже садржаје угљеника капацитети пражњења расту са повећањем удела угљеника у композиту, али код композита где је удео угљеника већи од 9 масених процената долази до стагнације електрохемијских перформанси. Ове публикације (Библиог. 1.4 и 1.5) су прве и досада једине публикације са српском афилијацијом о  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$  као катодном материјалу, те се може рећи да је др Југовић тиме отворила нову област истраживања у нас у оквиру науке о материјалима и електрохемије.

У раду *Insertion of lithium ion in anatase  $\text{TiO}_2$  nanotube arrays of different morphology* (Библиог. 1.7) испитивана је електрохемијска интеркалација литијумових јона у нанотубе  $\text{TiO}_2$  у структури анатаса. Анодизацијом титанских фолија, праћеном одгревањем на  $400\text{ }^\circ\text{C}$  у атмосфери ваздуха, долази до формирања нанотуба  $\text{TiO}_2$  различитих морфологија. Варирањем напона анодизације се утиче на унутрашњи

дијаметар нанотубе. Показано је да се приликом електрохемијске интеркалације литијума остварују капацитети који надмашују теоријске капацитете анатаса у балку. Ово је објашњено постојањем, поред интеркалације, додатног складиштења литијума на развијеној површини нанотуба. Поред тога, добијени анодни капацитети су стабилни током циклирања, што је значајно са становишта примене као аноде у литијум-јонским батеријама.

У раду *NiA and NiX zeolites as hydrogen and oxygen evolution reaction bifunctional electrocatalysts for water splitting in alkaline media* (Библиог. 2.9) испитиване су реакције издвајања кисеоника и водоника на два типа  $Ni^{2+}$  измењених зеолита, NiA и NiX, у јако алкалној средини. Рендгенодифракциона мерења су показала већи удео аморфне фазе у NiA зеолиту. Електрохемијска мерења су показала да NiA електрода има већу активност за обе реакције, остварујући веће струјне густине и мање Тафелове нагибе. Оба зеолита су била добре стабилности током хроноамперометријских мерења. Отпор преноса масе адсорбованог интермедијера је доминантан процес током реакције издвајања водоника, док је реакција издвајања кисеоника контролисана процесом преноса наелектрисања. Тематика овог рада излази из оквира основне проблематике кандидата, чиме је показана њена научна зрелост да своја знања лако може да примени и у другим научним областима.

Пратећи савремену научну проблематику пуњивих батерија, своје богато искуство у осмишљавању и вођењу експерименталних истраживања на пољу литијум-јонских батерија је применила у новим истраживањима која је започела у области натријум-јонских батерија. Рад *Effects of fluorination on the structure, magnetic and electrochemical properties of the P2-type  $Na_xCoO_2$  powder* (Библиог. 1.8) даје детаљну структурну анализу, магнетна и електрохемијска својства  $Na_xCoO_2$  и флуором допираног  $Na_xCoO_2$ . Показано је да флуоризација  $Na_xCoO_2$  не мења његову структуру, али да долази до напуштања натријума из структуре и формирања  $Na_2CO_3$  и  $NaF$ . Сам процес флуоризације није тривијалан и у раду је дато детаљно објашњење начина синтезе. Упоредном анализом резултата рендгеноструктурне анализе и резултата фотоелектронске спектроскопије установљено је да флуор мења кисеоник у износу од 4 атомска процента. Галваностатска испитивања синтетисаних прахова као катоде натријум-јонске батерије, рађена у двоелектродној ћелији са апротичним електролитом и металним натријумом као анодом, су показала значајно побољшање електрохемијског капацитета флуорисаног праха. Ово побољшање је приписано бољој електронској проводљивости, која прозилази из промена микроструктурних параметара и промена дужина веза и углова, односно дебљине  $CoO_2$  слоја. Ово су практично први резултати у нас који се тичу испитивања органских (неводених) натријум-јонских батерија, а



испитивања процеса флуоризације натријум-кобалт-оксида до сада нису описана уопште у литератури.

Др Драгана Југовић је из свог опуса предложила **пет најзначајнијих научних резултата** за које сматра да најбоље репрезентују њен свеукупан научноистраживачки рад. Они су одраз самосталности и научне зрелости кандидата (на свим предложеним радовима је кореспондирајући аутор). Такође, предложени радови су показатељи остварених сарадњи како са колегама из српских научних институција тако и са колегама из иностранства, заснованим на решавању питања њене проблематике.

1. **Dragana Jugović**, Miodrag Mitrić, Nikola Cvjetičanin, Boštjan Jančar, Slavko Mentus, Dragan Uskoković, Synthesis and characterization of  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  composite obtained by sonochemical method, *Solid State Ionics* 179, 2008, 415–419. IF: 2.425 (2008) Област: Physics, Condensed Matter 13/62 (37 хетероцитата) <https://doi.org/10.1016/j.ssi.2008.03.014>
2. **Dragana Jugović**, Dragan Uskoković, A review of recent developments in the synthesis procedures of lithium iron phosphate powders, *J. Power Sources* 190, 2009, 538-544. IF: 3.477 (2008) Област: Energy & Fuels 4/67 (252 хетероцитата) <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2009.01.074>
3. Miloš Milović, **Dragana Jugović**, Nikola Cvjetičanin, Dragan Uskoković, Aleksandar S. Milošević, Zoran S. Popović, Filip R. Vukajlović, Crystal structure analysis and first principle investigation of F doping in  $\text{LiFePO}_4$ , *Journal of Power Sources* 241, 2013, 70-79. IF: 5.211 (2013) Област: Electrochemistry 2/27 (18 хетероцитата) <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2013.04.109>
4. **Dragana Jugović**, Miloš Milović, Valentin N. Ivanovski, Max Avdeev, Robert Dominko, Bojan Jokić, Dragan Uskoković, Structural study of monoclinic  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$  by X-ray diffraction and Mössbauer spectroscopy, *Journal of Power Sources* 265, 2014, 75-80. IF: 6.217 (2014) Област: Electrochemistry 2/28 (5 хетероцитата) <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2014.04.121>
5. **Dragana Jugović**, Miloš Milović, Maja Popović, Vladan Kusigerski, Srečo Škapin, Zlatko Rakočević, Miodrag Mitrić, *Effects of fluorination on the structure, magnetic and electrochemical properties of the P2-type  $\text{Na}_x\text{CoO}_2$  powder*, *Journal of Alloys and Compounds* 774 (2019) 30-37, IF: 3.779 (2017) Област: Metallurgy and Metallurgical Engineering 4/75 (0 хетероцитата) <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.09.372>

## Врста и квантификација свих научноистраживачких резултата др Драгане

### Југовић

Категорија	Број	Вредност индикатора	Укупна вредност
M14	1	4	0*
M21a	8	10	80/78,33**
M21	9	8	72
M22	2	5	10
M23	5	3	15
M32	2	1,5	3
M33	11	1	11
M34	34	0,5	17
M53	4	1	4
M63	3	0,5	1,5
M64	13	0,2	2,6
M70	1	6	6
M92	1	12	12
Укупно			234,1/232,43**

\*Рад је прихваћен за штампу, али нема doi број.

\*\*Један рад M21a са 8 аутора нормиран на 7 аутора.

## Врста и квантификација научноистраживачких резултата др Драгане Југовић

### насталих након избора у звање виши научни сарадник

Категорија	Број	Вредност индикатора	Укупна вредност
M14	1	4	0*
M21a	5	10	50
M21	2	8	16
M23	1	3	3
M32	1	1,5	1,5
M33	2	1	2
M34	15	0,5	7,5
M53	2	1	2
M64	1	0,2	0,2
M92	1	12	12
Укупно			94,2

\*Рад је прихваћен за штампу, али нема doi број.

### Испуњење квантитативних захтева за стицање звања научни саветник

Потребан услов за природно-математичке и медицинске науке	Остварено
Укупно: $\geq 70$	Укупно: <b>94,2</b>
$M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90 \geq 50$	$M21+M23+M32+M33 +M92= 84,5$
$M11+M12+M21+M22+M23 \geq 35$	$M21+M23 = 69$

Кандидат испуњава квантитативне услове потребне за стицање звања научни саветник.

## Квалитет научних резултата

Укупни фактор утицајности часописа са ISI листе у којима су објављени радови из целокупног опуса др Југовић (24 рада) износи 58,04, односно усредњено по раду 2,576 и просечним бројем аутора по раду 6,1. За 58,3% рада је била кореспондирајући аутор, а на 50% први аутор.

Након избора у звање виши научни сарадник објавила је 10 радова: 5 радова у међународним часописима изузетних вредности на којима је трипут први и кореспондирајући аутор и двапут други аутор; два рада у врхунским међународним часописима, на једном од њих је кореспондирајући аутор; један рад у међународном часопису и два у националном часопису. Коаутор је регистрованог патента на националном нивоу и има 18 саопштења на међународним научним скуповима и једно на домаћем научном скупу. Укупни фактор утицајности часописа са ISI листе у којима је објављено 8 радова у периоду после избора у звање виши научни сарадник износи 28,362, у просеку **3,545 по раду**. Просечан број аутора по раду износи 6,1. За 62,5% радова је била кореспондирајући аутор.

Предмет истраживања кандидата су напредни катодни материјали за литијум(натријум)-јонске батерије, који представљају једну од тема савремених научних проблема, те су њена истраживања изузетно актуелна и применљива. Горенаведена статистика је одраз самосталности и највећег степена учешћа кандидата у реализацији радова, имајући у виду да је уобичајено да је први аутор или кореспондирајући аутор (у случају вођења докторских дисертација) носилац истраживања. Резултати истраживања су публиковани у високо ранжираним часописима за дату област истраживања. Такође, њене публикације су високог научног нивоа и показатељи научне зрелости кандидата да отвара нове теме истраживања у оквиру области пуњивих батерија са мултидисциплинарним приступом у разматрању датог научног проблема у фундаменталном смислу и примењеним истраживањима.

Иновативност и оригиналност истраживања др Југовић је евидентна: регистрован патент на националном нивоу о синтези литијум-гвожђе(II)-фосфата, њене публикације су (према *Scopus* бази) прве публикације у Србији на тему синтезе и карактеризације литијум-гвожђе(II)-фосфата (Библиог. 1.1 и 2.4), прве и до сада једине публикације са српском афилијацијом о  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$  као катодном материјалу (Библиог. 1.4 и 1.5) и о испитивању катодних материјала за натријум-јонске батерије у органском (неводеном) електролиту (Библиог. 1.8), док сам процес флуоризације натријум-кобалт-оксида до сада није описан уопште у литератури. Може се рећи да је др Југовић

отворила нову област истраживања у нас у оквиру науке о материјалима и електрохемије, водећи рачуна о актуелности и конкурентности датих истраживања у свету.

Сви објављени радови имају наведен Пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја у оквиру кога су спроведена истраживања. Према цитатним базама *Web of Science* и *Scopus* на дан 22.09.2018. укупна цитираност 24 објављена рада у часописима са ISI листе је **461**: 406 хетероцитата, 29 аутоцитата и 26 коцитата, док је **Хиршов индекс 9**. Сви цитати су афирмативни. Већина часописа у чијим радовима су цитирани радови кандидата су часописи високо рангирани у категорији електрохемије и науке о материјалима попут: *Chemical Society Reviews* (IF 40,182), *Journal of Power Sources* (IF 6,945), *Electrochimica Acta* (IF 5,116), *Journal of Alloys and Compounds* (IF 3,779), *Journal of Materials Chemistry A* (IF 9,931), *Advanced Materials* (IF 21,95), *Advanced Energy Materials* (IF 21,875), *Electrochemistry Communications* (IF 4,660), *Energy and Environmental Science* (IF 30,06), *Journal of the Electrochemical Society* (IF 3,662), *Ceramics International* (IF 3,057) и други. Ова изузетно висока цитираност поред квалитета, указује и на велику актуелност проблематике којом се кандидат бави.

Кад је у питању утицајност објављених радова могу се сагледати и други алтметрички показатељи као на пример индикатори утицајности у оквиру одређеног поља истраживања који се користе у бази *SciVal: Field-Weighted Citation Impact (FWCI)* и *Citation Benchmarking (CB)* који пореде цитираност датог рада са просечном цитираношћу сличних радова узимајући у обзир датум публикације, тип рада и научну дисциплину. FWCI већи од 1 значи да је дати рад цитиран више од просечног и очекиваног цитирања за дату област. Чак шест радова имају FWCI већи од 1 (Библиог. 1.1, 1.2, 1.3, 2.4, 2.5, 2.7), а по CB улазе у прву четвртину листе утицајности радова у оквиру одређене сродне научне области.

Осим цитираности меру утицајности научног рада одређује и учесталост његовог преузимања са сајта часописа. Један од њених радова (Библиог. 1.1) се налазио на 8. месту *Sciencedirect top 25 list of most downloaded articles* током академске 2009/10. године (Прилог) и најцитиранији је рад са српском афилијацијом у области *Energy* (извор *Scopus*, 22.09.2018.). Куриозитет је и да је овај рад цитиран у енглеској википедији (Wikipedia) [https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium\\_iron\\_phosphate](https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_iron_phosphate).

## Показатељи успеха у научном раду

### Награде и признања за научни рад

Добитница је награде за најбољи рад младих истраживача 2003. године на XLVII Конф. за ЕТРАН 8-13 јун, Херцег Нови, Србија и Црна Гора.

Награде за најбољи рад у оквиру постер секција научних скупова:

3<sup>rd</sup> International Symposium on Materials for Energy Storage and Conversion - mESC-IS 2018, Belgrade, Serbia, September 10-12, 2018. (Библиог. 7.33)

The Seventh Serbian Ceramic Society Conference “Advanced Ceramics and Application” Belgrade, Serbia, September 17-19, 2018. (Библиог. 7.34)

Резултати др Југовић о утачњеним структурама  $\text{LiFePO}_4$  и  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$  су прихваћени и укључени у најзначајнију кристалографску базу ICDD (International Centre for Diffraction Data) као референтне кристалографске картице (обавештења о прихватању у базу су дата у Прилогу). Такође, кристалографске картице са решеним структурама др Југовић су објављене и у кристалографској бази ICSD (Inorganic Crystal Structure Database) за  $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$  (референтна картица #237127),  $\text{LiFePO}_4$  (референтна картица #160768) и флуором допирани  $\text{LiFePO}_4$  (референтна картица #189057).

### Предавања по позиву

По позиву Организатора конференције International Electric Mobility Conference and Exhibition for Electric Mobility 2011. године у Љубљани у Словенији др Драгана Југовић је одржала предавање: *Impact of synthesis techniques on the structure and performances of  $\text{LiFePO}_4$  powders*, <http://www.electromobility.si/index.php?id=1627> (позивно писмо је приложено у Прилогу). Ово је иначе престижна Конференција на којој су излагали искључиво предавачи по позиву, док су остали учесници имали могућност да изложе своје резултате искључиво у форми постера и која је окупила велика имена из области литијум-јонских батерија попут проф. др Жан-Мари Тараскон (Jean-Marie Tarascon), проф. др Дорон Аурбах (Doron Aurbach), проф. др Џош Томас (Josh Thomas) и др.

Након избора у звање виши научни сарадник имала је више позива да одржи предавање (позивна писма су дата у Прилогу) од којих је, из финансијских разлога, само једно реализовано на научном скупу *Advanced Ceramics and Application VI, New frontiers in Multifunctional Material Science and Processing*, одржаном у Београду (Библиог. 5.2, потврда је дата у Прилогу).

## Рецензије научних радова

Рецензент је бројних научних радова за часописе са ISI листе из области електрохемије и науке о материјалима, што је потврда међународне признатости њеног рада и научне компетенције (Прилог). Часописи за које рецензира сврстани по категоријама одређеним од стране Министарства су:

међународни часописи изузетних вредности (M21a)

- Journal of Power Sources (IF 6,945)
- Journal of Alloys and Compounds (IF 3,779)
- Materials Characterization (IF 2,892)

врхунски међународни часописи (M21)

- Electrochimica Acta (IF 5,116)
- Powder Technology (IF 3,230)
- Journal of Materials Science (IF 2,993)
- Materials Research Bulletin (IF 2,873)

истакнути међународни часописи (M22)

- Journal of Solid State Electrochemistry (IF 2,509)
- Korean Journal of Chemical Engineering (IF 2,199)

Рецензент је домаћег часописа *Техника-Нови материјали* (<http://www.sits.org.rs/include/data/docs2069.pdf>).

## Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова

Ангажованост у образовању и формирању научних кадрова кандидата се огледа у руковођењу истраживањима и менторском раду. Др Драгана Југовић је ментор две докторске дисертације одбрањене на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду: *Синтеза, структурна и електрохемијска својства  $LiFePO_4$  и  $Li_2FeSiO_4$  као катодних материјала за литијум-јонске батерије*, одбрањене 1. 6. 2016, докторанд

Милош Миловић, научни сарадник Института техничких наука САНУ (Прилог) и *Морфолошке и електрохемијске карактеристике прахова  $LiFePO_4$  синтетисаних у присуству различитих карбоксилних киселина* одбрањене 31. 3. 2017, докторанд Маја Кузмановић, научни сарадник Института техничких наука САНУ (Прилог). Може се слободно рећи да су истраживања др Драгане Југовић пионирска у области катодних материјала за литијум-јонске батерије у нас, и да је у блиској сарадњи са др Николом Цвјетићанином, редовним професором Факултета за физичку хемију, помагала многим студентима у изради њихових дипломских, магистарских и докторских теза. Део те сарадње се може препознати у заједничким публикацијама: Ивана Стојковић (Библиог. 2.1), Милица Вујковић (Библиог. 2.7), Тања Баруџија (Библиог. 4.3 и 4.4). Такође је била члан неколико комисија за утврђивање испуњености услова за избор у истраживачка и научна звања Института техничких наука САНУ (Милош Миловић, Маја Кузмановић и Ана Станковић [http://www.itn.sanu.ac.rs/naucno\\_vece.html](http://www.itn.sanu.ac.rs/naucno_vece.html)), Института за нуклеарне науке "Винча" (Марко Бошковић и Тања Баруџија <http://intranet.vin.bg.ac.rs/index.php/sr/2014-04-11-11-55-40/izbori-u-zvanja>) и Факултета за физичку хемију (Милица Вујковић <http://www.ffh.bg.ac.rs/Aktuelno/obavestjenja.htm>).

### **Међународна сарадња**

Др Југовић је успоставила међународну сарадњу са више института у циљу побољшања квалитета својих истраживања коришћењем иностраних технолошких ресурса који су у датом тренутку били недоступни код нас (ТЕМ и FESEM микроскопије, приступ софтверу Materials Studio): остварила је дугогодишњу сарадњу са сарадницима Института Јожеф Штефан (Institut "Jožef Stefan") из Љубљане у Словенији, радећи на својој проблематици уз коришћење њихових технолошких ресурса за електронску микроскопију (Библиог. 1.2, 1.8, 2.2, 2.4-2.6, 4.2, 8.4); сарадња са др Максимом Авдејевим (Maxim Avdeev) са Браговог института, Аустралија (Bragg Institute, Australian Nuclear Science and Technology Organisation, Kirrawee DC, Australia) је омогућила приступ софтверу Materials Studio ради одређивања просторне дистрибуције суме валентности веза која даје увид о димензионалности транспорта литијумових јона (Библиог. 1.4).

Позив Хемијског института из Љубљане (Kemijski inštitut), Словенија, да одржи предавање је омогућио др Југовић да у директним разговорима са сарадницима Хемијског института направи договор о заједничкој сарадњи и конкурисању за билатерални пројекат (Библиог. 1.4 и 1.5, билатерални пројекат број 651-03-1251/2012-09/05). Ова сарадња се наставља новим билатералним пројектом за период 2018-2019

„Развој нових материјала за алкално-јонске батерије“, на којем је др Југовић такође ангажована.

## **Организација научних скупова**

Др Југовић активно учествује у организацији три међународна научна скупа: *YUCOMAT* чији је члан Организационог одбора од 2012. године, а од 2018. године председава Организационим одбором (<http://www.mrs-serbia.org.rs/index.php/organized-by>); *International Symposium on Materials for Energy Storage and Conversion (mESC-IS)* као члан организационог одбора 2017. године (<https://mesc-is2017.org/committees/>), а 2018. године као члан Програмског комитета ([https://www.vin.bg.ac.rs/mesc2018/comitees\\_boards/](https://www.vin.bg.ac.rs/mesc2018/comitees_boards/)); *Young Researchers' Conference Materials Sciences and Engineering* као потпредседник Научно-организационог одбора од 2011. године (<http://www.mrs-serbia.org.rs/index.php/scientific-and-organizing-committee>). Такође је председавала секцијама на научним скуповима из области науке о материјалима и електрохемије (Прилог).

## **Организација научног рада**

### **Руковођење пројектима, потпројектима и задацима**

Од 2011. године др Југовић је руководилац теме „Катодни материјали за литијум јонске акумулаторе“ у оквиру пројекта интегралних и интердисциплинарних истраживања из области хемије ИИИ 45004 „Молекуларно дизајнирање наночестица контролисаних морфолошких и физичко-хемијских карактеристика и функционалних материјала на њиховој основи“, којег финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, а руководилац пројекта је проф. др Драгољуб Ускоковић (потврда дата у Прилогу).

2012 - 2013 руководила је међународним билатералним пројектом са Републиком Словенијом под називом „Високо-енергијски ортосиликатни материјали за литијум јонске акумулаторе“, евиденциони број 651-03-1251/2012-09/05, финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Министарства за образовање, науку, културу и спорт Републике Словеније (писмо обавештења о прихватању дато у Прилогу).



## ЗАКЉУЧАК

На основу увида у приложени документацију и разматрања научно-истраживачке активности др Драгане Југовић Комисија закључује да је кандидат постигла значајне резултате у области електрохемије која се тиче катодних материјала за литијум-јонске батерије. До сада је објавила 28 научних радова, од којих је 24 на ISI листи. У међународним часописима изузетних вредности је објављено 8 радова, 9 у врхунским међународним часописима, два у истакнутим међународним часописима, 5 у међународним часописима и четири у националним часописима. Након избора у звање виши научни сарадник објавила је 10 радова: 5 радова у међународним часописима изузетних вредности на којима је трипут први и кореспондирајући аутор и двапут други аутор; два рада у врхунским међународним часописима, на једном од њих је кореспондирајући аутор; један рад у међународном часопису и два у националном часопису. Коаутор је регистрованог патента на националном нивоу и има 18 саопштења на међународним научним скуповима и једно на домаћем научном скупу. Према цитатним базама *Web of Science* и *Scopus* на дан 22. 9. 2018. укупна цитираност 24 објављена рада који су са ISI листе је 461: 406 хетероцитата, 29 аутоцитата и 26 коцитата, док је Хиршов индекс 9.

Укупни фактор утицајности часописа са ISI листе у којима су објављени радови из целокупног опуса др Југовић (24 рада) износи 58,04, односно усредњено по раду 2,576 и просечним бројем аутора по раду 6,1. За 58,3% радова је била кореспондирајући аутор, а на 50% први аутор. Укупни фактор утицајности часописа са ISI листе у којима је објављено 8 радова у периоду после избора у звање виши научни сарадник износи 28,362, у просеку 3,545 по раду. Просечан број аутора по раду износи 6,1. За 62,5% радова је била кореспондирајући аутор.

У својој досадашњој активности др Југовић је показала склоност ка темељном и студиозном научноистраживачком раду, као и способност за заједнички рад на пројектном задатку. Изражени висок степен самосталности и учешћа у реализацији радова, са изузетном научном прекогницијом, је довео до високог теоријско-научног нивоа њених истраживања. Др Југовић поседује научну зрелост да отвара нове теме истраживања у оквиру области пуњивих батерија, са мултидисциплинарним приступом у разматрању датог научног проблема у фундаменталном смислу и примењеним истраживањима. Научну компетентност је доказала успешним руковођењем научноистраживачким пројектним задатком и пројектом билатералне сарадње, одржаним позивним предавањима, ангажовањем на организацији неколико међународних научних скупова, и рецензентским радом за реномиране научне часописе

из области науке о материјалима и електрохемије. Радећи на својој проблематици успела је да оствари дугогодишњу међународну сарадњу, као и сарадњу са домаћим колегама, које су побољшале квалитет њених истраживања. Такође је показала замашан степен ангажовања на образовању и формирању млађег научног кадра, кроз менторски рад на две одбрањене докторске дисертације.

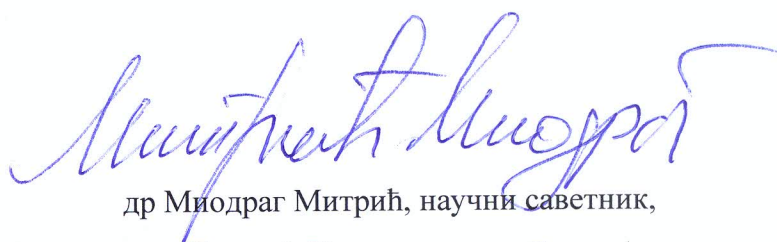
Имајући у виду квалитативне показатеље научноистраживачког рада наведене у овом Извештају и испуњеност квантитативних захтева за стицање звања научни саветник (94,2 бода), а да је од претходног избора прошло 4,5 година, мишљења смо да др Драгана Југовић испуњава услове за избор у звање научни саветник те предлажемо Научном већу Института техничких наука САНУ да усвоји овај Извештај и предложи Матичном одбору за хемију захтев за одлуку да др Драгана Југовић стекне звање НАУЧНИ САВЕТНИК.

Председник Комисије:



др Лидија Манчић, научни саветник,  
Институт техничких наука САНУ

Чланови:



др Миодраг Митрић, научни саветник,  
Институт за нуклеарне науке "Винча" Универзитета у Београду



др Смиља Марковић, научни саветник,  
Институт техничких наука САНУ