

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ  
ФАКУЛТЕТ:  
ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ  
ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ  
BANJA LUKA

|                         |      |            |            |
|-------------------------|------|------------|------------|
| Primljeno: 06. 03. 2019 |      |            | PRILOGA:   |
| ORG. JED.               | LOKJ | ARH. ŠIFRA |            |
| 15/1                    | 124  | 19         | VRJEDNOST: |

## ИЗВЈЕШТАЈ КОМИСИЈЕ

*о пријављеним кандидатима за избор наставника и сарадника у  
звање*

### I. ПОДАЦИ О КОНКУРСУ

|   |
|---|
| Одлука о расписивању конкурса, орган и датум доношења одлуке:<br>Сенат Универзитета у Бањој Луци, Одлука бр. 02/04 -3.3227- 60/18 од 29. 11. 2018. године   |
| Ужа научна/умјетничка област:<br>Нанопроцеси  |
| Назив факултета:<br>Технолошки факултет   |
| Број кандидата који се бирају<br>1  |
| Број пријављених кандидата<br>1   |
| Датум и мјесто објављивања конкурса:<br>24. 12. 2018., дневни лист „Глас Српске“  |
| Састав комисије:<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Др Љиљана Вукић, редовни професор, Технолошки факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област Еколошко инжењерство, предсједник,</li> <li>2. Др Горан Тадић, редовни професор, Технолошки факултет Зворник-Универзитет у Источном Сарајеву, ужа научна област Процесно инжењерство, члан,</li> <li>3. Др Мирјана Јовичић, ванредни професор, Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду, област истраживања: Инжењерство материјала, инжењерство полимерних материјала, полимерни нанокompозити, члан и</li> <li>4. Др Сузана Готовац Атлагић, доцент, Природно-математички факултет Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област Нанопроцеси, члан.</li> </ol> |

---

**Пријављени кандидати**

**Др Радован Кукобат,  
Faculty of Engineering, Sinshu University, 4-17-1 Wakasato, Nagano 380-8553 Japan**

## II ПОДАЦИ О КАНДИДАТИМА

### Први кандидат

#### а) Основни биографски подаци :

|  |  |
|--|--|
| Име (име оба родитеља) и презиме:                            | Радован (Мира и Сретко) Кукобат  |
| Датум и мјесто рођења:                                       | 24. 07. 1988., Ливно, БиХ  |
| Установе у којима је био запослен:                           | Faculty of Engineering, Sinshu University,<br>4-17-1 Wakasato, Nagano 380-8553 Japan |
| Радна мјеста:  | Постдокторант истраживач   |
| Чланство у научним и стручним организацијама или удружењима: | Америчко хемијско друштво<br>Јапанско хемијско друштво<br>Јапанско карбон друштво    |

#### б) Дипломе и звања:

|  |   |
|--|---|
| <b>Основне студије</b>   |   |
| Назив институције:   | Универзитет у Бањој Луци, Технолошки факултет, Бања Лука  |
| Звање:   | Дипломирани инжењер хемијске технологије  |
| Мјесто и година завршетка:   | Бања Лука, 2012.  |
| Просјечна оцјена из цијелог студија:   | 9,67  |
| <b>Постдипломске студије:</b>  |   |
| Назив институције:   | Универзитет у Бањој Луци, Технолошки факултет, Бања Лука  |
| Звање:   | Мастер хемијског инжењерства  |
| Мјесто и година завршетка:   | Бања Лука, 2013.  |
| Наслов завршног рада:  | <i>Водене дисперзије једнозидних угљеничних нанотуба и њихова примјена</i>  |
| Научна/умјетничка област (подаци из дипломе):                                  | Инжењерство и технологије,<br>Хемијско инжењерство  |
| Просјечна оцјена:  | 10,00   |
| <b>Докторске студије/докторат:</b>   |   |
| Назив институције:   | Sinshu University, Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology,                                     |
| Мјесто и година одбране докторске дисертација:                                 | Нагано, Јапан, 2017.  |
| Назив докторске дисертације:   | <i>Design of sol-gel chemistry-derived dispersants for single wall carbon nanotubes (SWCNT) and its application</i> |
| Научна/умјетничка област (подаци из дипломе):                                  | Doctor of Engineering<br>(nanomaterials and nanotechnology)   |
| Претходни избори у наставна и научна звања (институција, звање, година избора) | -----   |

#### в) Научна/умјетничка дјелатност кандидата

|  |
|--|
| Радови прије последњег избора/реизбора<br>(Навести све радове сврстане по категоријама из члана 19. или члана 20.) |
| -----  |

## Радови послје последњег избора/реизбора

(Навести све радове, дати њихов кратак приказ и број бодава сврстаних по категоријама из члана 19. или члана 20.)

### Оригинални научни радови у водећим часописима међународног значаја (члан 19, став 7):

1. F. Khoerunisa, A. M. Gomez, H. Tanaka, T. Fujimori, D. Minami, **R. Kukobat**, T. Hayashi, S. Y. Hong, Y. C. Choi, M. Miyahara, M. Terrones, M. Endo, K. Kaneko, Metal semiconductor transition like behavior naphthalene-doped single wall carbon nanotube bundles, *Faraday Discuss.* 173, 145-156, 2014

*Naphthalene (N) or naphthalene-derivative (ND) adsorption-treatment evidently varies the electrical conductivity of single wall carbon nanotube (SWCNT) bundles over a wide temperature range due to a charge-transfer interaction. The adsorption treatment of SWCNTs with dinitronaphthalene molecules enhances the electrical conductivity of the SWCNT bundles by 50 times. The temperature dependence of the electrical conductivity of N- or ND-adsorbed SWCNT bundles having a superlattice structure suggests metal-semiconductor transition like behavior near 260 K. The ND-adsorbed SWCNT gives a maximum in the logarithm of electrical conductivity vs.  $T(-1)$  plot, which may occur after the change to a metallic state and be associated with a partial unravelling of the SWCNT bundle due to an evoked librational motion of the moieties of ND with elevation of the temperature.*

#### **Снопови једнозидних угљеничних нанотуба допинговани нафталеном са особинама сличним металима и полупроводницима**

*Адсорпција нафталена (N) и деривата нафталена (ND) на снопове једнозидних угљеничних нанотуба евидентно утиче на електричну проводљивост у широком температурном интервалу због феномена електронских прелаза. Адсорпција динитронафталена на нанотубе повећава електричну проводљивост до 50 пута. Температурна зависност електричне проводљивости N- или ND- адсорбованих на нанотубе суперкристалне структуре указује на особине метал-полупроводник на приближној температури од 260 K. Нанотубе са адсорбованим ND показују максимум на кривој логаритамске електричне проводљивости у функцији реципрочне температуре ( $T^{-1}$ ), што се догодило након прелаза нанотуба у метално стање и везано је за дјелимично кидање снопова нанотуба због индукованог вибрирања ND на повишеној температури.*

12 x 0,3 = 3,6

2. **R. Kukobat**, D. Minami, T. Hayashi, Y. Hattori, T. Matsuda, M. Sunaga, B. Bharti, K. Asakura, K. Kaneko, "Sol-gel chemistry mediated Zn/Al-based complex dispersant for SWCNT in water without foam formation", *Carbon* 94, 518-523, 2015

*We report a bimetallic Zn/Al complex as an efficient inorganic dispersant for SWCNT, synthesized from Zn-acetate and Al-nitrate. The Zn/Al complex shows more*

than four times greater efficiency at dispersing SWCNT than widely used surfactants (CTAB and SDS). Besides remarkable dispersibility, the Zn/Al complex does not foam upon any shaking treatment and it can be used just after quick dissolution of the powdered form, which is a marked advantage over surfactants. The Zn/Al complex, containing amorphous Al-acetate and a complex of zinc (II) ions and nitrate ions, should have a unique dispersion mechanism, differing from the surfactants. Al-acetate has higher affinity for SWCNT than ions, adsorbing onto its surface in the first layer and attracting zinc ions and nitrate ions. Charge transfer interactions between the Zn/Al complex and SWCNT, as evidenced by optical absorption spectroscopy, should induce a charge on SWCNT; the zeta potential of such coated SWCNT was +55 mV, indicating a high dispersion stability in aqueous media. Hence, the Zn/Al complex can widen the applications of SWCNT to various technologies such as the transparent and conductive films, as well as high performance composite polymers.

### **Zn/Al комплекс дисперсант синтетизован примјеном сол-гел хемије за дисперговање једнозидних угљеничних нанотуба у води без формирања пјене**

Представљамо биметални Zn/Al комплекс као ефикасни неоргански дисперзант за једнозидне угљеничне нанотубе синтетизован од Zn-ацетата и Al-нитрата. Zn/Al комплекс показује више од четири пута већу ефикасност при дисперговању једнозидних угљеничних нанотуба од широко примјењиваних сурфактаната (CTAB, SDS). Поред одличне дисперзибилности, Zn/Al комплекс не пјени након мијешања и може да се користи одмах након растварања, што је знатна предност у односу на сурфактанте. Zn/Al комплекс се састоји од Al-ацетата и цинкових и нитратних јона има јединствен дисперзиони механизам који се разликује од сурфактаната. Al-ацетат има већи афинитет према нанотубама од јона, те се адсорбује на површину нанотуба у првом слоју привлачећи цинкове и нитратне јоне. Пренос наелектрисања између Zn/Al комплекса и нанотуба, како је показала оптичка апсорбација, указује на наелектрисање нанотуба; зета потенцијал износи 55 mV што указује на одличну дисперзибилност нанотуба у воденој средини. Дакле, Zn/Al комплекс може да прошири подручје примјене нанотуба у разним областима као што су транспарентни и проводни филмови и композити на бази полимера.

12 x 0,3 = 3,6

3. **R. Kukobat**, T. Hayashi, T. Matsuda, M. Sunaga, T. Sakai, R. Futamura, K. Kaneko, "Zn/Al complex SWCNT ink for transparent and conducting homogeneous films by scalable bar coating method", *Chem. Phys. Lett.* 650, 113-118, 2016

*It is shown that the viscosity of SWCNT inks is essential to produce highly homogeneous SWCNT films on the PET substrate with bar coating method. The Zn/Al complex-aided SWCNT ink has a viscosity threshold of 1.30 mPa s for the preparation of homogeneous films. The local flows of the film are suppressed above this viscosity, allowing homogeneous film formation. The Zn/Al complex dispersant can be easily removed from SWCNTs coated on PET by 1 M HNO<sub>3</sub>, giving a pure*



*SWCNT film with the sheet resistance of 150 ohm/sq and transmittance of 90% at 550 nm immediately after HNO<sub>3</sub> treatment.*

**Транспарентни и проводни хомогени филмови од Zn/Al комплекс-SWCNT инка произведени бар котинг методом**

*Показало се да је вискозност инка једнозидних угљеничних нанотуба од есенцијалне важности за производњу квалитетних хомогених филмова од нанотуба на PET подлози помоћу бар котинг методе. Гранична вриједност вискозности за производњу хомогених филмова нанотуба од Zn/Al комплекс-SWCNT инка износи 1.30 mPa. Изнад ове вриједности локални проток инка на подлози је смањен, што омогућава формирање хомогених филмова. Zn/Al комплекс дисперзант се лако уклања са површине нанотуба на PET подлози помоћу 1M HNO<sub>3</sub>, при чему се добија чист филм од нанотуба са електричном отпорности од 150 ohm/sq и провидности од 90 % код 550 nm одмах након третмана са HNO<sub>3</sub>.*

12 x 0,3 = 3,6

4. **R. Kukobat**, T. Hayashi, T. Matsuda, M. Sunaga, R. Futamura, T. Sakai, K. Kaneko, "Essential role of viscosity of SWCNT inks in homogeneous conducting film formation", *Langmuir* 32, 6909-6916, 2016

*Newly developed inorganic single-wall carbon nanotube (SWCNT) inks of the Zn/Al complex and colloidal silica give a quite homogeneous SWCNT film on the polyethylene terephthalate (PET) substrate by the bar-coating method, whereas the surfactant-based SWCNT inks of sodium dodecyl sulfonate (SDS) and sodium dodecyl benzene sulfonate (SDBS) cannot give a homogeneous film. The key properties of SWCNT inks were studied for the production of homogeneous SWCNT films. The contact angle and surface tension of the inorganic dispersant-based SWCNT inks were 70° and 72 mN/m, respectively, being close to those of water (71.5° and 71 mN/m). The viscosity was significantly higher than that of water (0.90 mPa·s), consequently, providing sufficient wettability, spreadability, and slow drying of the ink on the substrate, leading to homogeneous film formation. On the other hand, the surfactant dispersant-aided SWCNT inks have the contact angle and surface tension twice lower than the inorganic dispersant-based SWCNT inks, guaranteeing better wettability and spreadability than the inorganic dispersant-based inks. However, the small viscosity close to that of water induces a heterogeneous flow of SWCNT ink on rapid drying, leading to inhomogeneous film formation.*

**Osnovna uloga viskoznosti inkova od jednozidnih ugljeničnih nanotuba u formiranju homogenih provodljivih filmova**

*Новосинтетизовани неоргански инкови од једнозидних угљеничних нанотуба диспергованих помоћу Zn/Al комплекса и колоидног силицијума дају прилично хомогене филмове од нанотуба на подлози од полиетилентерфталата (PET) бар котинг методом, док инкови у чијој су основи сурфактанти као што су*

натријум додецилсулфонат (SDS) и натријум додецилбензенсулфонат (SDBS) не дају хомогене филмове. Проучавана су основна својства инкова нанотуба за добијање хомогених филмова. Контактни угао и површински напон инка на бази неорганског дисперзанта износе  $70^\circ$  и  $72 \text{ mN/m}$ , респективно, што је приближно оним од воде ( $71.5^\circ$  и  $71 \text{ mN/m}$ ). Вискозност је знатно већа од вискозности воде ( $0.90 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ ), дајући задовољавајуће квашење, мазивост и споро сушење инка на подлози, доводећи до настајања хомогеног филма. С друге стране, инкови на бази сурфактаната имају два пута мањи контактни угао и површински напон од инкова на бази неорганских дисперзаната гарантујући боље квашење и мазивост од инкова на бази неорганских дисперзаната. Међутим, мала вискозност блиска вискозности воде даје хетероген ток инка уз брзо сушење доводећи до формирања нехомогеног филма.

12 x 0,3 = 3,6

5. E. Z. P. Salazar, **R. Kukobat**, R. Futamura, T. Hayashi, S. Toshio, E. Osawa, K. Kaneko, "Water selective adsorption sites on detonation nanodiamonds", *Carbon*, 139, 853 – 860, **2018**

*Nanodiamond particles form aggregates having porosity in the range of micropores to mesopores with an average pore diameter of 4.5 nm. The measured porosity depends on the removal of pre-occupied water and gases from the nanodiamond aggregates, which is sensitive to thermal treatments. We heated hydrogel nanodiamonds at 423 - 623 K in vacuo in order to understand the relationship between water adsorptivity and pore structure evaluated from nitrogen and argon adsorption isotherms at 77 K and 87 K, respectively. Temperature-programmed evolved gas analysis showed the evolution of water and CO<sub>2</sub> on heating nanodiamonds in vacuo up to 700 K. The surface functional groups of nanodiamonds were not affected by the thermal treatments, as shown by FTIR and XPS analyses. However, the water adsorptivity was enhanced by heating at 623 K due to the removal of the pore blocking effect originated from water molecules selectively adsorbed. Water molecules adsorbed on these selective sites should cause the intensive hygroscopic property of nanodiamonds.*

#### **Селективна адсорпција воде на дијелове нанодијаманата добијених детонацијом**

Честице нанодијаманата граде агломерате чија је порозност у распону од микропора до мезопора са просјечним пречником пора од 4.5 nm. Измјерена порозност зависи од степена уклањања адсорбоване влаге и гасова са агломерата нанодијаманата, што је осјетљиво на топлотно третирање. Загријавали смо хидрогел нанодијаманата на температурама од 423 до 623 K у вакууму да би разумјели везу између адсорпције водене паре и структуре пора. Структура пора је установљена анализом адсорпционих изотерми N<sub>2</sub> и Ar на 77 K и 87 K, респективно. Анализа испарења за вријеме топлотног третмана је показала присуство воде и CO<sub>2</sub> и до температуре од 700 K у

вакууму. Топлотни третман не утиче на функционалне групе на нанодијаманту према FTIR и XPS анализама. Међутим, адсорпција водене паре се повећава топлотним третманом на 623 K због уклањања молекула воде селективно адсорбованих на улазе у поре. Молекуле воде адсорбоване на поједине дијелове узрокују хигроскопност нанодијаманата.

12 x 0,3 = 3,6

Укупно: 3,6++3,6+3,6+3,6+3,6 = 18 бодова

**Оригинални научни радови у часопису међународног значаја (члан 19, став 8):**

1. B. Bharti, **R. Kukobat**, D. Minami, K. Kaneko, "Modulating SWCNT-silica interactions for enhanced dispersibility and hybrid cryogel formation" *Coll. Interf. Sci. Comm.* 3, 13-17, 2014

*Single walled carbon nanotubes (SWCNTs) form a special class of carbon materials with high electric and thermal conductivity. Ordinary SWCNTs exist in the form of bundles, primarily because of intertubular van der Waals attraction. Here we show that silica nanoparticles (NPs) with tunable surface energy can be used as efficient aqueous dispersant for SWCNTs. A subsequent controlled solvent-evaporation leads to the formation of SWCNT-silica hybrid cryogels. We characterize cryogels using gas/vapor adsorption and electric conductivity measurements and show that their porosity and conductivity can be fine-tuned by altering the silica-to-SWCNT relative concentration. We believe that the SWCNT-silica hybrid cryogels can be used as a precursor for fabricating functional electrodes for advanced energy storage devices.*

**Regulacija interakcija između nanotuba i silicijuma radi povećanja disperzibilnosti i formiranja hibridnih kriogelova**

Једнозидне угљеничне нанотубе су посебна врста угљеничних материјала високе електричне и топлотне проводљивости. Обично нанотубе се налазе у сноповима због присуства међуповршинских ван дер Валсових привлачних сила. Овде показујемо да се наночестице силицијума промјењивог површинског наелектрисања могу користити као ефикасан дисперзант за нанотубе у воденом медију. Тако контролисано испаравање растварача доводи до формирања хибридних криогелова од нанотуба и силицијума. Криогелове проучавамо помоћу адсорпције гас/водена пара и мјерењем електричне проводљивости и показујемо да њихова порозност и проводљивост могу бити подешене промјеном односа концентрација нанотуба и силицијума. Вјерујемо да се нанотубе-силицијум хибридни криогелови могу користити за добијање функционалних електрода за складиштење енергије.

10 x 0,75 = 7,5

2. D. Stević, D. Mihajlović, **R. Kukobat**, Y. Hattori, K. Sagisaka, K. Kaneko, S. Gotovac-Atlagić, "Hematite Core Nanoparticles with Carbon Shell: Potential for



Environmentally Friendly Production from Iron Mining Sludge” *J. Mater. Eng. Perform.* 25, 3121-3127, 2016

*Hematite nanoparticles with amorphous, yet relatively uniform carbon shell, were produced based exclusively on the waste sludge from the iron mine as the raw material. The procedure for acid digestion-based purification of the sludge with the full recovery of acid vapors and the remaining non-toxic rubble is described. Synthesis of the hematite nanoparticles was performed by the arrested precipitation method with cationic surfactant. The particles were thoroughly characterized and the potential of their economical production for the battery industry is indicated.*

**Наночестице хематита са угљеничним омотачем: Потенцијал за еколошку производњу од рударског муља жељеза**

*Наночестице хематита са аморфним угљеничним омотачем су добијене првенствено из муљног отпада руде жељеза која је служила као сировина. Описан је поступак пречишћавања муља методом киселе дигестије са потпуном регенерацијом киселе паре и остатака нетоксичног отпада. Синтеза наночестица хематита је извршена методом таложења помоћу катјонских сурфактаната. Честице су пажљиво карактерисане и наговјештен је њихов потенцијал за економичну производњу у индустрији батерија.*

10 x 0,3 = 3,0

**Укупно: 7,5+3,0 = 10,5 bodova**

**Оригинални научни радови у часопису националног значаја (члан 19, став 9):**

3. Р. Кукобат, Љ. Вукић, Д. Дрљача, С. Папуга, Утицај температуре воде и дозе коагуланта на процес бистрења површинске воде уз моделовање процеса, **Заштита материјала**. 55, 3 304-312, 2014.

*У раду је методом Јар-теста испитан утицај температуре воде и дозе коагуланта Al-сулфата на процес бистрења воде ријеке Врбас, са циљем добијања захтјеваног квалитета сирове воде за одређене намјене. Основна запажања током извођења тестова коагулације, донесена су на основу индиректног показатеља присуства колоидних честица – турбидитета (мутноће) воде. Поред овог, праћени су и други релевантни параметри процеса - садржај природних органских материја (ПОМ), рН-вриједност, специфична проводљивост, садржај укупних органских материја, као и садржај алуминијума. На основу измјерене мутноће у оптималним узорцима, креиран је једноставни математички модел, који се може примијенити за симулацију процеса коагулације/флокулације, а са циљем оптималног вођења и могуће аутоматизације процеса.*

6 x 0,75 = 4,5

**Укупно: 4,5 bodova**

Научни рад на скупу међународног значаја штампан у зборнику извода радова (Члан 19, став 16)

4. **R. Kukobat**, D. Minami, T. Hayashi, Y. Hattori, B. Bharti, T. Fujimori, K. Asakura, K. Kaneko “Highly transparent and conductive SWCNT film prepared by easy removable Zn/Al complex dispersant”. **Poster presentation**. The Sixteen International Conference on Science and Application of Nanotubes. Nagoya University, Nagoya, Japan, June 29 – July 3, 2015.

*Achieving high dispersibility of SWCNT in water is one of the urgent research issues in the science and technology of carbon nanotubes. Coating of SWCNTs with organic surfactants suppresses excellent properties of SWCNTs, which is a serious obstacle for the application of SWCNTs in various electronic devices. Here we report Zn/Al complex as efficient inorganic dispersant for SWCNTs and transparent and conducting film (TCF) prepared using Zn/Al complex-SWCNT dispersion. The complex is synthesized from Zn-acetate and Al-nitrate, coupling at Zn to Al molar ratio of 1 to 0.5 in aqueous medium. Examination with FTIR and XPS indicates the presence of Al-O bonding attributed to Al-acetate frame structure. EXAFS analysis demonstrates the presence of the complex structure around  $Zn^{2+}$  ion coordinated with water molecules. In addition to the desirable dispersibility of SWCNTs without foam formation, we achieved on demand selective removability of the inorganic dispersant from SWCNT film, which is not possible for conventional SWCNTs dispersing agents such as surfactants and polymers. The Zn/Al complex dispersant is a prime candidate for the TCF fabrication.*

**Високо проводљиви и транспарентни филмови једнозидних угљеничних нанотуба произведени помоћу лако растворљивог Zn/Al комплекса**

*Постизање високе дисперзибилности једнозидних угљеничних нанотуба у води је један од тренутних проблема истраживача који се баве науком и технологијом угљеничних нанотуба. Органски сурфактанати смањују изванредне особине филмова од нанотуба, што је озбиљна препрека у примјени нанотуба у електронским уређајима. Овде представљамо Zn/Al комплекс као ефикасан неоргански дисперзант за нанотубе и транспарентне и проводљиве филмове на бази Zn/Al комплекса. Комплекс је синтетизован од Zn-ацетата и Al-нитрата код моларног односа 1/0.5 у воденом медију. FTIR и XPS су показали присуство Al-O ковалентне везе која потиче од Al-ацетата. EXAFS демонстрира присуство комплексне структуре цинк јона који граде координациону везу са молекулима воде. У прилог жељеној дисперзибилности нанотубе без формирања пјене, постигли смо захтјевану селективну растворљивост неорганског дисперзанта са филма, што није могуће помоћу конвенционалних дисперзаната као што су сурфактанати и полимери. Zn/Al комплекс је примарни дисперзант за фабрикацију транспарентних и електропроводљивих филмова.*

5. **R. Kukobat**, T. Hayashi, T. Matsuda, M. Sunaga, K. Kaneko, "Transparent and conducting film fabrication with the Zn/Al complex-aided SWCNT inks". **Oral presentation**. The World Conference on Carbon: Common fundamentals, remarkably versatile applications. The Penn Stater Conference Center Hotel, State College, Pennsylvania, USA, July 10 – 15, 2016.

*Fabrication of the transparent and conductive SWCNT based films for touch panel displays is still challenging. The electrical conductivity of SWCNT films obtained using SWCNT inks aided with surfactants is rather modest. The surfactants such as SDS and SDBS give a stable dispersion of SWCNT. However, the surfactants decrease electrical conductivity and optical transparency of the films. The dispersants that can give a stable dispersion of SWCNT and can be easily removed from the film are necessary. Here, we introduce an inorganic dispersant for SWCNT which can be easily removed from the surface of SWCNT film by washing in 1M HNO<sub>3</sub> for 10 min. The sheet resistance of SWCNT film was 150 ohm/sq and transmittance 90 % measured at 550 nm.*

**Фабрикација транспарентних и проводљивих филмова са инковима једнозидних угљеничних нанотуба на бази Zn/Al комплекса**

*Фабрикација транспарентних и проводљивих филмова нанотуба за флексибилне дисплеје је још атрактивна. Електрична проводљивост филмова од нанотуба добијених од сурфактаната је ниска иако сурфактанти дају стабилне дисперзије нанотуба. Међутим сурфактанти смањују електричну проводљивост и оптичку провидност филмова. Дакле потребни су дисперзанти који дају стабилне дисперзије нанотуба и могу лако да се уклоне са филмова од нанотуба. Овде представљамо неоргански дисперзант за нанотубе који може лако да се уклони са филмова прањем са 1M HNO<sub>3</sub> у трајању од 10 мин. Електрична отпорност филмова нанотуба износи 150 ohm/sq и провидност 90% код таласне дужине од 550 nm.*

3 x 0,5 = 1,5

6. **R. Kukobat**, F. Vallejos-Burgos, R. Futamura, K. Kaneko, "Characterization of Graphene-Wrapped Zeolites". **Poster presentation**. 11-th International Symposium on the Characterization of Porous Solids (COPS-XI), Avignon, France, 14 – 17 May 2017.

*Zeolites are molecular sieves which have an ordered pore structure and size of several angstroms. This extremely small pore size allows the application of zeolites for the separation of various gases through the membrane. However, the preparation of zeolite membranes is not straightforward. Those membranes have cracks at the zeolite-zeolite contact. The crack formation can be prevented by wrapping of zeolites with graphene. The graphene should block the space at the zeolite-zeolite contact, giving a continuous zeolite membrane. Characterization of the graphene-wrapped zeolite system was conducted by Scanning Electron*

*Microscopy (SEM), Transmission Electron Microscopy (TEM), Raman Spectroscopy, X-ray diffraction, and Nitrogen Adsorption. Wrapping of zeolites with graphene was confirmed by electron microscopy images. It shows that a few layers of graphene wrap zeolites. The interactions between graphene and zeolites were examined by Raman Spectroscopy. Raman Spectra of graphene and graphene-wrapped zeolites shows two distinct bands at 1349 and 1602  $\text{cm}^{-1}$  which correspond to D- and G-bands, respectively. The shift of D- and G-band was not detected, suggesting no presence of chemical interactions between graphene and zeolites. The XRD patterns confirm crystallinity of the graphene wrapped zeolite system. The diffraction peaks arise from the zeolites and the peaks of graphene cannot be detected, suggesting that graphene is uniformly distributed on the zeolite surface in a few layers. The analysis of porosity of graphene-wrapped zeolite system was carried out by Nitrogen Adsorption. The surface area of this system is greater than that of zeolites which arises from the presence of graphene on the surface of zeolites. The BET surface area of zeolites and graphene wrapped-zeolites is 694 and 790  $\text{m}^2/\text{g}$ , respectively. This surface area increases for nearly 100  $\text{m}^2/\text{g}$  after wrapping with graphene. This increase comes from graphene which has BET surface area of 130  $\text{m}^2/\text{g}$ . During the wrapping process the new adsorption sites should be created which leads to the increase of surface area. Therefore, the increase of surface area comes from the graphene-zeolite wrapping effect.*

#### **Karakterizacija zeolita umotanih u grafen**

*Зеолити су молекулска сита која имају дефинисану структуру пора чије су димензије од неколико ангстрема. Ове јако мале димензије пора омогућавају примјену зеолита за раздвајање гасова помоћу мембрана. Међутим фабрикација мембрана од зеолита није једноставна. Мембране имају пукотине на контактима између зеолита. Формирање пукотина може да се заустави помоћу графена на пукотинама између честица зеолита. Овде смо урадили карактеризацију зеолита умотаних у графен помоћу скенирајуће електронске микроскопије (SEM), Раман спектроскопије, дифракције X-зрака и адсорпције у течном азоту. Умотавање је потврђено електронским микрографима који показују да су зеолити умотани у графен. Раман спектар графена и графена са зеолитима показује два пика на 1349 и 1602  $\text{cm}^{-1}$  који потичу од D и G банда, респективно. Помијерање пикова није примјећено што указује да нема интеракција између графена и зеолита. Дифракција X-зрака потврђује кристалност зеолита, а пик од графена није уочен указујући на присуство графена у танким слојевима. Адсорпција у течном азоту показује да је специфична површина зеолита у присуству графена већа од оне без графена; BET површина је повећана са 694 на 790  $\text{m}^2/\text{g}$  што је приближно 100  $\text{m}^2/\text{g}$  повећање након умотавања. Овај поступак умотавања доводи до формирања нових адсорпционих центара што доводи до повећања специфичне површине.*



7. **R. Kukobat**, K. Kaneko, "Films derived from sol-gel based SWCNT inks". **Oral presentation.** The World Conference on Carbon. Madrid, Spain, July 1 – 6, 2018  
*Transparent and conductive film (TCF) fabrication on the glass substrate is still challenging. We report the TCF of SWCNTs derived from sol-gel Zn/Al complex-SWCNT ink on the glass substrate by bar coating method. The quality of SWCNT films regarding electrical conductivity and optical transparency depends on the interfacial properties between SWCNT inks and substrate. We used hydrophilic quartz glass as a substrate; the contact angle of SWCNT ink on the glass was 40°, indicating good wettability. The SWCNT ink of 0.05 wt.% of SWCNTs has viscosity of 2.7 mPa·s, allowing the homogeneous film formation. The film is consisted of random network of SWCNTs as evidenced with AFM and SEM. The SWCNT film has the sheet resistance of 80 ohm/sq and transmittance of 80 % at 550 nm after the complete removal of Zn/Al complex dispersant. The SWCNT network has Hall mobility of ~10 V/cm<sup>2</sup>s at room temperature. This SWCNT film prepared by scalable bar coating method has potential for the future developments of transparent electronic devices.*

**Филмови од једнозидних угљеничних нанотуба добијени од сол-гел дисперзаната**

Фабрикација транспарентних и проводљивих филмова на стакленој подлози је још атрактивна. Представљамо транспарентни и проводљиви филм од нанотуба добијен наношењем инка на бази Zn/Al комплекса на стаклену подлогу помоћу бар котинг методе. Квалитет филмова у погледу електричне проводљивости и оптичке транспарентности зависи од међуповршинских интеракција између инка и подлоге. Користили смо хидрофилно кварцно стакло за подлогу; контактни угао инка нанотуба на стаклу износи 40°, што указује на добро квашење. Инк од 0.05 wt.% нанотуба има вискозност од 2.7 mPa·s, што омогућава формирање хомогеног филма. Филм се састоји од насумично пореданих нанотуба на стакленој подлози како је установљено микроскопом атомске силе и скенирајућим електронским микроскопом. Филм од нанотуба има електричну отпорност од 80 ohm/sq и транспарентност од 80 % на 550 nm након потпуног уклањања Zn/Al комплекса. Филм од насумично пореданих нанотуба на подлози има Hall мобилност од ~10 V/cm<sup>2</sup>s на собној температури. Овај филм је потенцијални кандидат у будућем развоју транспарентне електронике.

3 бода

8. **R. Kukobat**, K. Kaneko, "Colloidal dispersions and films of single wall carbon nanotubes". **Plenary lecture.** XII Conference of Chemists, Technologists and Ecologists of Republic of Srpska. Teslic, November 2 – 3, 2018.  
*Colloidal dispersions of single wall carbon nanotubes (SWCNTs) are of fundamental importance for fabricating the films for transparent electronics and conducting devices. Here we present transparent and conducting SWCNT films*

*obtained from SWCNT dispersion. Sol-gel Zn/Al complex aided with ultrasonication debundled SWCNTs in aqueous medium. The Zn/Al complex adsorbed on SWCNTs and induced surface charge of + 55 mV, stabilizing the SWCNTs electrostatically. Bar coating deposited the SWCNT dispersion to the film on transparent and flexible substrate of polyethylene terephthalate. 1M nitric acid removed the Zn/Al complex from SWCNTs as evidenced with energy dispersive X-ray spectroscopy. The SWCNT film has sheet resistance of 150 ohm/sq and transmittance of 90 % at wavelength of 550 nm. This method should give promising route for the scalable fabrication of transparent and conducting films.*

#### **Колоидне дисперзије и филмови од једнозидних угљеничних нанотуба**

*Колоидне дисперзије једнозидних угљеничних нанотуба су од фундаменталне важности за фабрикацију филмова за транспарентну електронику и уређаје који функционишу на бази електричне проводљивости. Овде представљамо транспарентне и проводљиве филмове добијене од дисперзија једнозидних угљеничних нанотуба. Сол-гел Zn/Al комплекс је дисперговао нанотубе помоћу ултразвучног мијешања. Zn/Al комплекс се адсорбовао на нанотубе, стварајући површинско наелектрисање од +55 mV, што је довело до електростатичке стабилизације нанотуба. Филм је припремљен бар котинг методом на транспарентној флексибилној подлози од полиетилентерефталата. Zn/Al комплекс је уклоњен прањем са 1M HNO<sub>3</sub>, што је потврђено помоћу енерго-дисперзионе рендгенске спектроскопије. Филм од нанотуба има отпорност од 150 ohm/sq и провидност од 90 % на 550 nm. Ово је потенцијална метода за производњу транспарентних и проводљивих филмова у индустријским размјерама.*

3 бода

**Ukupno: 0,9+1,5+2,25+3,0+3,0 = 10,65 bodova**

**Научни рад на скупу националног значаја, штампан у зборнику извода радова (Члан 19, став 18):**

1. **R. Kukobat**, D. Minami, T. Hayashi, Y. Hattori, B. Bharti, K. Asakura, K. Kaneko, “ Development of Zn/Al complex for intensive dispersion of SWCNT in water”. **Oral presentation.** The 66-th Divisional Meeting of Colloid and Interface Chemistry. Kagoshima University, Kagoshima, Japan, September 10 – 12, 2015.

*We report a Zn/Al complex as an efficient inorganic dispersant for SWCNT. The complex is synthesized from Zn-acetate and Al-nitrate, coupling at the molar ratio of 1 to 0.5 in aqueous medium. Examination with FTIR and XPS indicates the presence of Al-O bonding attributed to the Al-acetate frame structure. EXAFS analysis demonstrate the presence of a complex structure around Zn<sup>2+</sup> ion coordinated with oxygen species in the system. In addition to good dispersibility of SWCNT, Zn/Al complex can be easily removed from SWCNT surface, that is desirable for*

*fabricating conducting films for electronic devices.*

### **Синтеза Zn/Al комплекса за интензивне дисперзије нанотуба у води**

*Представљамо Zn/Al комплекс као ефикасан неоргански дисперзант за нанотубе. Комплекс је синтетизован од Zn-ацетата и Al-нитрата при моларном односу 1/0.5 у воденом медију. FTIR и XPS анализе указују на присуство Al-O везе која потиче од структуре Al-ацетата. EXAFS анализа указује на присуство комплекса  $Zn^{2+}$  јона који граде координациону структуру са атомима кисеоника у дисперзионом систему. У прилог доброј дисперзибилности нанотуба, Zn/Al комплекс се лако уклања са нанотуба, што је пожељно код фабрикације електронских уређаја.*

1,0 x 0,3 = 0,3 бода

2. **R. Kukobat**, T. Hayashi, N. Ohashi, Y. Watanabe, K. Kaneko, "Sol-gel dispersant derived transparent and conductive films". **Oral presentation**. The 77-th JASP Autumn Meeting. Toki Messe, Nigata city, September 13.– 16, 2016.

*The SWCNT attracts a great attention in the fabrication of the electronic devices due to the excellent electrical conductivity and mechanical property. However, the current SWCNT inks using surfactants cannot solve the issues such as scalability and homogeneity of the films in terms of the electrical conductivity and transparency. Here, we show the SWCNT film derived from the sol-gel Zn/Al complex dispersant by scalable bar coating method. The bar coating method gives easily the films in size of 23 x 17 cm. The SWCNT film is homogeneous, being attributed to the jelly structure of the Zn/Al complex dispersant. The jelly structure of Zn/Al complex-SWCNT based inks is responsible for the increase of viscosity which plays a key role in the homogeneous film formation. The viscosity of Zn/Al complex-SWCNT inks is above the viscosity threshold for the homogeneous film formation, suppressing the local flows of the ink on the substrate and giving homogeneous film; the viscosity was 2.80 mPa·s. The Zn/Al complex dispersant can be removed from the film by simple washing with 1M HNO<sub>3</sub> for 10 min and the pure and homogeneous SWCNT film can be obtained. The complete removal of Zn/Al complex dispersant from the film was confirmed by XPS examination. The electrical conductivity of SWCNT film after removal of the Zn/Al complex increased more than twice; the sheet resistance of film was 80 ohm/sq and transmittance 80 % at 550 nm. The efficiency of solar cell of the SWCNT film on glass was about a half of the ITO film.*

### **Транспарентни и електропроводљиви филм од једнозидних угљеничних нанотуба добијен од сол-гел дисперзаната**

*Једнозидне угљеничне нанотубе привлаче велику пажњу у производњи електронских уређаја због одличне електричне проводљивости и механичких особина. Међутим, тренутно употребљавани инкови од нанотуба су на бази сурфактаната и не могу да ријеше проблем индустријске производње и*

хомогености филмова у погледу електричне проводљивости и провидности. Овде представљамо филм од нанотуба добијен од сол-гел Zn/Al комплекс дисперзанта помоћу бар котинг методе. Бар котинг метод даје филмове димензија  $23 \times 17 \text{ cm}^2$ . Филм је хомоген и то је приписано желатинозној структури Zn/Al комплекса. Желатинозна структура инкова нанотуба на бази Zn/Al комплекса је одговорна за повећање вискозности која има кључну улогу код формирања хомогених филмова. Вискозност инка нанотуба са Zn/Al комплексом је изнад граничне вискозности за формирање хомогених филмова, што смањује локални ток инка на подлози дајући хомогене филмове; гранична вискозност износи  $2.8 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ . Zn/Al комплекс је уклоњен прањем  $1 \text{ M HNO}_3$  у трајању од 10 мин након чега је добијен чист хомоген филм од нанотуба. Потпуно уклањање Zn/Al комплекса са филма је потврђено помоћу фотоелектронске спектроскопије. Електрична проводљивост након уклањања Zn/Al комплекса је повећана више од два пута; електрична отпорност филма износи  $80 \text{ ohm}/\text{sq}$  и провидност 80 % код 550 nm. Ефикасност соларне ћелије филма од нанотуба на стакленој подлози износи половину од индијум-калај оксидног филма.

1,0 x 0,5 = 0,5 бода

3. **R. Kukobat**, T. Hayashi, K. Kaneko, " Interfacial and rheological properties of SWCNT inks with relevance to the transparent and conductive film fabrication". **Oral presentation**. The 43-rd annual meeting of Carbon Society of Japan. Chiba University, December 07 – 09, 2016.

*The homogeneity of SWCNT films in terms of electrical conductivity and optical transmittance is governed by the interfacial properties (contact angle and surface tension) of the SWCNT ink-substrate and rheological properties in particular viscosity of SWCNT inks. Those properties vary by dispersant. Thus, Zn/Al complex and silica-based inks have higher viscosity than SDS and SDBS, giving homogeneous films.*

**Међуповршинске и реолошке особине инкова од нанотуба са освртом на транспарентне и електропроводљиве филмове**

Међуповршинске особине (контактни угао и површински напон) инкова на подлози и реолошке особине, нарочито вискозност инкова утичу на хомогеност филмова од нанотуба у погледу електричне проводљивости и оптичке провидности. Особине инкова варирају зависно од дисперзаната. Тако, Zn/Al комплекс дисперсант и силицијумов дисперзант дају већу вискозност инкова нанотуба од натријум додецилсулфоната и натријум додецилбензенсулфоната, што утиче на формирање хомогених филмова.

1 бод

4. **R. Kukobat**, D. Stevic, K. Kaneko, "Highly concentrated SWCNT inks and its



application". **Oral presentation.** The 98-th CSJ Annual meeting, Nihon University, Chiba, Japan, March 21 – 24, 2018

*The Single Wall Carbon Nanotubes (SWCNTs) are insoluble in aqueous medium due to their hydrophobicity. Surfactants, chemical functionalization method, and organic solvents give stable SWCNT inks. However, the concentration of SWCNT inks is not sufficient for the fabrication of SWCNT based materials such as films and fibers. Here, we deal with highly concentrated SWCNT inks. A newly developed Zn/Al complex dispersant was employed to disperse SWCNTs in aqueous medium. We dispersed 1.00 wt. % of SWCNTs with the aid of ultrasonication treatment. The dispersibility of SWCNTs increases significantly as evidenced by Scanning Electron Microscopy (SEM) observation; an average size of SWCNT bundles decreases from 150 nm to 20 nm. An important parameter for the material fabrication from SWCNT inks is viscosity. Viscosity increases with the concentration of SWCNTs dispersed in the system. The SWCNT ink with 1.00 wt. % of SWCNTs has viscosity of 16 Pa·s, which is sufficient for the film fabrication. The SWCNT ink was deposited on the Polytetrafluoroethylene (PTFE) and detached after drying overnight. Thus, we obtained free-standing film of SWCNTs with tensile strength of 300 MPa and Young's modulus of elasticity of 12 GPa; the sheet resistance was 0.15 ohm/sq. The free-standing SWCNT films should be promising for the electrodes and fibers fabrication.*

#### **Инкови једнозидних угљеничних нанотуба високе концентрације и њихова примјена**

*Једнозидне угљеничне нанотубе су нерастворљиве у воденој средини због хидрофобности. Сурфактанти, органски растварачи и хемијска функционализација могу да дају стабилне инкове од нанотуба. Међутим концентрација диспергованих инкова није довољна за фабрикацију материјала од нанотуба као што су филмови и влакна. Овде се ради са високо концентрованим инковима од нанотуба. Zn/Al комплекс дисперзант је коришћен за дисперговање нанотуба у воденој средини. Дисперговали смо 1 wt. % нанотуба помоћу ултразвучног третмана. Дисперзибилност се знатно повећала како је установљено помоћу скенирајуће електронске микроскопије (SEM); просјечна дебљина снопова је смањена са 150 на 20 нм. Важан параметар за фабрикацију материјала од нанотуба је вискозност. Вискозност се повећава са концентрацијом диспергованих нанотуба у дисперзионом систему. Инк од 1 wt. % има вискозност од 16 Pa·s, што је довољно за фабрикацију филмова. Слој инка је нанесен на политетрафлоретилен, остављен да се осуши преко ноћи и добијен је самостојећи филм јачине 300 МПа са Јанговим модулом еластичности од 12 GPa; електрична отпорност је 0.15 ohm/sq. Самостојећи филм је потенцијални материјал за фабрикацију влакана и електрода.*

1 бод

5. **R. Kukobat**, K. Kaneko, "The SWCNT films on flexible substrates". **Oral**

**presentation.** 45-th Annual Meeting of the Carbon Society of Japan. Nagoya, December 5 – 7, 2018.

*We produced transparent and conducting films (TCFs) of single wall carbon nanotubes (SWCNT) on the flexible polyethylene terephthalate (PET) and glass substrates. The films have excellent optical and electrical properties with the sheet resistance of 150 ohm/sq and transmittance of 90 % at wavelength of 550 nm.*

**Филмови од једнозидних угљеничних нанотуба на флексибилним подлогама**

*Припремили смо транспарентне и проводљиве филмове од једнозидних угљеничних нанотуба на флексибилним подлогама полиетилентерефталата и стакла. Филмови показују одличне оптичке и електричне особине са електричном отпорности од 150 ohm/sq и провидности од 90 % код таласне дужине од 550 nm.*

1 бод

**Укупно: 0,3+0,5+1,0+1,0+1,0 =3,8 бодова**

**УКУПАН БРОЈ БОДОВА:**

**18, 0 + 10,50 + 4,5 + 10,65 + 3,80 = 47,45 бодова**

**г) Образовна дјелатност кандидата:**

|   |
|---|
| Образовна дјелатност прије последњег избора/реизбора<br><i>(Навести све активности (публикације, гостујућа настава и менторство) сврстаних по категоријама из члана 21.)</i><br>-----               |
| Образовна дјелатност после последњег избора/реизбора<br><i>(Навести све активности (публикације, гостујућа настава и менторство) и број бодова сврстаних по категоријама из члана 21.)</i><br>----- |
| <b>УКУПАН БРОЈ БОДОВА: 0,0 бодова</b>   |

**д) Стручна дјелатност кандидата:**

|   |
|---|
| Стручна дјелатност кандидата прије последњег избора/реизбора<br><i>(Навести све активности сврстаних по категоријама из члана 22.)</i><br>-----                   |
| Стручна дјелатност кандидата (послије последњег избора/реизбора)<br><i>(Навести све активности и број бодова сврстаних по категоријама из члана 22.)</i><br>----- |
| <b>УКУПАН БРОЈ БОДОВА: 0,0 бодова</b>   |

*Табеларни приказ активности*

| Врста дјелатности         | Прије последњег избора | Послије последњег избора |
|---------------------------|------------------------|--------------------------|
| Научна дјелатност         | 0,0                    | 47,45                    |
| Образовна дјелатност      | 0,0                    | 0,0                      |
| Стручна дјелатност        | 0,0                    | 0,0                      |
| Укупно                    | 0,0                    | 47,45                    |
| <b>УКУПАН БРОЈ БОДОВА</b> | <b>47,45</b>           |                          |

Други кандидат и сваки наредни ако их има (све поновљено као за првог кандидата)

## II. ЗАКЉУЧНО МИШЉЕЊЕ

За избор у академско звање наставника на ужу научну област *Нанопроцеси*, по Конкурсу објављеном 24. 12. 2018. у дневном листу *Глас Српске*, а на основу одлуке Сената Универзитета бр. 02/04 -3.3227- 60/18 од 29. 11. 2018. године, пријавио се један кандидат, др Радован Кукобат.

Увидом у конкурсну документацију утврђено је да је др Радован Кукобат доставио све конкурсом захтјеване документе, који су потребни код испуњавања услова за избор у звање доцента према Закону о високом образовању (Сл. гласник Републике Српске, 73/10) и Правилнику о условима и поступку избора академског особља Универзитета у Бањој Луци (мај, 2013.). У складу с тим Комисија доноси сљедеће закључке и препоруке:

- Др Радован Кукобат је 1. и 2. циклус студија завршио на Технолошком факултету Универзитета у Бањој Луци, у року и са високим просјеком (1.циклус студија - 9,67; 2.циклус студија – 10,00). Био је стипендиста фонда „Др Милан Јелић“;
- За вријеме мастер студија био је ангажован на Шиншу Универзитету у Нагану (Јапан) на пројекту “*Exotic nanocarbons*” у периоду од 2012. до 2014. године. У марту 2014. године уписује докторат из области *нано технологије и наноматеријали* на Интердисциплинарном факултету постдипломских студија науке и технологије на Шиншу Универзитету у Јапану. Докторат на тему “*Design of sol-gel chemistry-derived dispersants for single wall carbon nanotubes (SWCNT) and its application*” је одбранио у марту 2017. године и стекао звање доктор инжењерства. Тренутно ради као постдокторант истраживач на пројекту “*Global aqua innovation center*” на Шиншу Универзитету и бави се примјеном наноматеријала у електронским уређајима и нанопорозних материјала у сврху раздвајања гасова;
- Током свог шестогодишњег научно-истраживачког рада објавио је 7 научних радова у истакнутим међународним часописима као што су *Carbon, Langmuir, Chemical Physics Letters, Faraday Discussions* и *Colloids and Interface Science Communications*. Радове је такође, презентовао на међународним и домаћим научним скуповима и тако, за кратко вријеме стекао запажено научно-истраживачко искуство. Самим тим, као млад и перспективан будући наставник, може значајно допринијети подмлађивању и јачању кадровског потенцијала Технолошког факултета и Универзитета у цјелини.
- С обзиром да кандидат Радован Кукобат раније није биран у сарадничка, нити наставничка звања, односно није учествовао у наставном процесу на Универзитету, његова обавеза је била да одржи приступно предавање на тему из уже научне области на коју се бира. Предавање, под насловом „**0D, 1D, и 2D наноматеријали у наноелектроници**“, након регуларно спроведене процедуре, је одржано пред Комисијом за оцјену приступног предавања, именованом на Наставно-научном вијећу Технолошког факултета дана 19. 02. 2019. године. Приступно предавање је одржано у Мултимедијалном центру Машинског факултета, путем верификованог видеолинка, дана 01. 03. 2019. године, јер се кандидат тренутно налази на постдокторском студију на Шиншу Универзитету у Јапану. Том приликом, Комисија је са задовољством дала **позитивно и афирмативно мишљење о квалитету приступног предавања** (сва потребна документација у вези приступног предавања налази се у прилогу



овог Извјештаја).

На основу напријед наведених чињеница, Комисија са задовољством констатује да др Радован Кукобат испуњава све потребне услове за избор у академско звање доцента, који су прописани Законом о високом образовању (Сл. гласник Републике Српске , 73/10), те једногласно предлаже Наставно-научном вијећу Технолошког факултета и Сенату Универзитета у Бањој Луци да **др Радована Кукобата, изабере у звање доцента за ужу научну област Нанопроцеси.**

Уколико се на Конкурс пријавило више кандидата у Закључном мишљењу обавезно је навести ранг листу свих кандидата са знаком броја освојених бодова, на основу које ће бити формулисан приједлог за избор

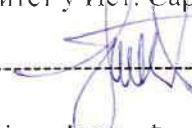
У Бањој Луци, 02. 03 . 2019. године

Потпис чланова комисије

1. Др Љиљана Вукић, ред. проф.,  
Технолошки факултет, Универзитет у  
Бањој Луци, предсједник



2. Др Горан Тадић, ред. проф.,  
Технолошки факултет Зворник,  
Универзитет у Ист. Сарајеву, члан



3. Др Мирјана Јовичић, ванр. проф.,  
Технолошки факултет, Универзитет  
у Новом Саду, члан



4. Др Сузана Готовац Атлагић, доцент,  
Природно-математички факултет  
Универзитет у Бањој Луци, члан.



### III. ИЗДВОЈЕНО ЗАКЉУЧНО МИШЉЕЊЕ

(Образложење члан(ов)а Комисије о разлозима издвајања закључног мишљења.)

У Бањој Луци, дд.мм.20гг.године

Потпис чланова комисије са издвојеним  
закључним мишљењем

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_