

## NAUČNOM VEĆU INSTITUTA TEHNIČKIH NAUKA SANU

Na sednici Naučnog veća Instituta tehničkih nauka SANU održanoj 26.11.2019. godine, izabrani smo za članove Komisije za reizbor u zvanje naučni saradnik dr Ane Stanković, naučnog saradnika Instituta tehničkih nauka SANU. Na osnovu uvida u objavljene naučne radove kandidata, kao i na osnovu njene stručne biografije i ostalog pregledanog materijala, podnosimo Naučnom veću Instituta sledeći

### IZVEŠTAJ

#### I Biografski podaci

Ana Stanković (devojačko Čeliković) rođena je 13.08.1979. godine u Kruševcu. Fakultet za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu upisala je školske 1998/99. godine, a diplomirala je 2005. godine odbranivši diplomski rad pod nazivom „*Primena globalne optimizacije u makromolekularnoj kristalografiji*” i stekla zvanje diplomiranog fizikohemičara. Poslediplomske studije upisala je na Fakultetu za fizičku hemiju školske 2005/06. godine. U novembru 2009. godine na matičnom fakultetu odbranila je magistarsku tezu pod nazivom „*Uticaj parametara procesiranja na tok mehanohemijske sinteze i sprečavanje pojave aglomeracije sintetisanih nanostrukturnih keramičkih prahova*”, čime je stekla zvanje magistra fizičko-hemijskih nauka. Doktorsku disertaciju pod nazivom „*Korelacija funkcionalnih i fizičko-hemijskih svojstava prahova ZnO dobijenih različitim metodama sinteze*”, odbranila je u oktobru 2014. godine na Fakultetu za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu.

U Institutu tehničkih nauka Srpske akademije nauka i umetnosti zaposlena je od jula 2005. godine.

#### II Angažovanost na projektima

*Iz intergralnih i interdisciplinarnih istraživanja*

45004 – *Molekularno dizajniranje nanočestica kontrolisanih morfoloških i fizičko-hemijskih karakteristika i funkcionalnih materijala na njihovoj osnovi* (2011– ), rukovodilac projekta prof. dr Dragoljub Uskoković, naučni savetnik u penziji.

*Učešće u međunarodnim projektima*

Od jula 2019. god. dr Ana Stanković je uključena u rad Nano2Clinic COST action (Cancer Nanomedicine - from the bench to the bedside), Working group 2: Physio-chemical characterization of nanodrugs; <https://www.nano2clinic.eu/action-participants>

U periodu 2016–2017. dr Ana Stanković je učestvovala na međunarodnom bilateralnom projektu između Republike Srbije i Republike Slovenije u okviru naučno-istraživačke saradnje sa Nacionalnim institutom za biologiju (NIB), Ljubljana. Naziv projekta: *Biokompatibilne čestice i skafoldi projektovani za dostavu lekova i regenerativnu medicinu*.

U periodu 2012–2013. god. dr Ana Stanković je učestvovala na projektu bilateralne saradnje između Republike Srbije i Republike Slovenije. Projekat pod nazivom: “Nanostructural Designing of Multifunctional and Sintered Electrical and Biological Functionally Graded Materials”. Projekat je realizovan između ITN SANU i Instituta Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija.

### III Kratka analiza naučno-istraživačkog rada

Naučni rad dr Ane Stanković tiče se oblasti nauke o materijalima, posebno nanomaterijala i nanotehnologije. Fokus u naučno-istraživačkom radu usmeren je ka keramičkim materijalima, prevashodno cink oksidu, ZnO, mogućnostima njegove sinteze primenom različitih fizičko-hemijskih metoda, tj. formiranju nanostrukturnih prahova u cilju dobijanja morfološki optimizovanih čestica za potencijalnu foto(elektro)- katalitičku i biomedicinsku primenu.

Dosadašnji rad dr Stanković može se svrstati u nekoliko podoblasti:

(1) Sinteza i karakterizacija cink oksidnih prahova različite morfologije primenom različitih fizičko-hemijskih metoda: mehanohemijsko procesiranje [1,2], hidrotermalna sinteza [3, 4] i sinteza u mikrotalasnom polju [7].

(2) Ispitivanje optičkih i katalitičkih svojstava čestica ZnO u zavisnosti od njihovih morfoloških karakteristika;

(3) Ispitivanje antimikrobne aktivnosti čestica ZnO i njihove citotoksičnosti na humanim ćelijama.

Istraživačka podoblast (1): U okviru svoje magistarske teze dr Stanković je posebnu pažnju posvetila ispitivanju mogućnosti primene mehanohemijskog procesa sinteze u cilju dobijanja kristalnih nanostrukturnih prahova ZnO u kojima je moguće kontrolisati i suzbiti pojavu aglomeracije čestica. Morfologija mehanohemijski sintetisanih čestica ZnO je sferična sa prosečnim dijametrom čestice od ~ 30 nm [1,2]. U okviru svoje doktorske disertacije kandidatkinja se bavila optimizacijom parametara procesa hidrotermalne sinteze pri čemu je ispitivan uticaj pH vrednosti reakcione sredine (8-13) kao i uticaj različitih površinski aktivnih jedinjenja: polivinil pirolidona (PVP), polivinil alkohola (PVA) i poli  $\alpha,\gamma$  L–glutaminske kiseline (PGA) na veličinu i morfologiju čestica [4]. Utvrđeno je da se veličina i morfologija čestica menjaju od mikrometarskih štapićastih formi (pH 8–10), preko submikro-metarskih elipsoidnih čestica (pH 11) do nanosfernih čestica (pH 12–13). U zavisnosti da li su korišćeni PVA, PGA ili PVP, sintetisane su: nanosferne čestice srednjeg dijametara ~ 50 nm (PVA), čestice ZnO elipsoidne morfologije, submikronskih veličina ~ 200–300 nm (PGA), dok su mikrometarske (1–5  $\mu$ m) štapićaste forme sintetisane u prisustvu PVP kao površinski aktivnog materijala. Nakon odbranjene doktorske disertacije dr Stanković pokazuje posebno interesovanje za ispitivanje procesa sinteze kristalnih prahova ZnO pod uticajem mikrotalasnog polja. Delovanjem zračenja mikrotalasnog polja na reakcionu smešu tokom procesa sinteze dolazi do promena u uređenosti kristalne rešetke čestica ZnO što je od ključnog značaja za optička svojstva ovog materijala [7].

U okviru istraživačke oblasti (2) ispitivana su optička svojstva prahova ZnO kao i mogućnost njihove primene u procesu katalitičke degradacije različitih polutanata iz vode pod uticajem simulirane i direktne sunčeve svetlosti, kao i električnog polja [3,7,9]. Optička svojstva sintetisanih prahova ZnO proučavana su metodom UV-Vis DRS i PL. Analizom dobijenih rezultata uočene su karakteristične refleksione krive, sa apsorpcionom granicom na oko 380 nm (vidljiva oblast spektra), ali sa jasno definisanom razlikom u procentu apsorpcije u vidljivoj oblasti spektra (380-780 nm). U poređenju sa kompaktnim materijalom ZnO, mikrometerske i nanosferne čestice koje su sintetisane postupkom hidrotermalnog procesiranja pokazuju pomeranje vrednosti  $E_{bg}$  ka crvenoj oblasti spektra za 0,20 eV, što znači povećanje procenta apsorpcije u vidljivoj oblasti. U skladu sa tim, rezultati istraživanja u procesu degradacije organske boje metilen plavog, kao najčešće korišćenog model polutanta, pokazali su da ovi prahovi poseduju izuzetan potencijal kao materijali koji bi se mogli koristiti i u praksi [7,9,13].

Ispitivanje antibakterijskih svojstava sintetisanih prahova ZnO delovanjem na dve bakterijske ćelijske vrste: *Escherichia coli* ATCC 25923 (grupa gram-negativnih bakterija) i *Staphylococcus aureus* ATCC 25922 (grupa gram-pozitivnih bakterija) primenom metode brojanja kolonija (*Colony Count Method*, CCM). Analizom dobijenih rezultata uspostavljena je sledeća korelacija između antibakterijske aktivnosti prahova ZnO i njihovih fizičko-hemijskih karakteristika: prah ZnO izgrađen od čestica najmanjeg srednjeg dijametra, gotovo idealnog sfernog oblika, za koji je utvrđeno da ima najveću vrednost specifične površine ima najveći antibakterijski potencijal [4].

U cilju ispitivanja mogućnosti kontrolisane dostave čestica ZnO kao antibakterijskog reagensa, nanosferne čestice ZnO dijametara ~ 20-30 nm su inkapsulirane u dve polimerne matrice PLGA i PLCL. Tom prilikom je ispitivan uticaj promene parametara sinteze, pre svega koncentracija površinski aktivne komponente PVP, ali i uticaj različitih rastvarača polimera. Rezultati istraživanja su pokazali zadovoljavajući antibakterijski efekat za ispitivane koncentracije inkapsuliranih nano-čestica ZnO, istovremeno ne pokazujući efekat citotoksičnosti u odnosu na testirane humane ćelije jetre - *HepG2* [8].

#### IV Citiranost

Radovi dr Ane Stanković su prema bazi SCOPUS (na dan 16.11.2019.god.) citirani 190 puta, od toga broj heterocitata iznosi 176, dok je vrednost  $h$  indeksa 6. Svi citati navedeni su u Prilogu.

#### V Analiza kvantitativnih i kvalitativnih pokazatelja naučnog rada nakon izbora u zvanje

Одабрани радови:

1. A. Čeliković, Lj. Kandić, M. Zdujić, D. Uskoković, "Synthesis of ZnO and ZrO<sub>2</sub> powders by mechanochemical processing", *Mat. Sci. Forum* 555 (2007) 279-284.
2. A. Stanković, Lj. Veselinović, S. D. Škapin, S. Marković and D. Uskoković, Controlled mechanochemically assisted synthesis of ZnO nanopowders in the presence of oxalic acid, *Journal of Materials Science*, 46, 11 (2011) 3716-3724.

3. A. Stanković, Z. Stojanović, Lj. Veselinović, S. D. Škapin, I. Bračko, S. Marković, D. Uskoković, ZnO micro and nanocrystals with enhanced visible light absorption, *Materials Science and Engineering B* 177, 13 (2012) 1038- 1045.
4. A. Stanković, S. Dimitrijević, D. Uskoković, "Influence of size scale and morphology on antibacterial properties of ZnO powders hydrothermally synthesized using different surface stabilizing agents", *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 102 (2013) 21-28.
5. S. Marković, A. Stanković, Lj. Veselinović, Z. Stojanović, Dragan Uskoković, "Kreiranje morfologije i veličine čestica ZnO prahova", *Tehnika*, 5, 2012, 685.
6. S. Marković, A. Stanković, Z. Lopičić, S. Lazarević, M. Stojanović, D. Uskoković, "Application of raw peach shell particles for removal of methylene blue", *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3, 2 (2015) 716-724.
7. S. Marković, V. Rajić, A. Stanković, Lj. Veselinović, J. Belošević-Čavor, K. Batalović, N. Abazović, S.D. Škapin, D. Uskoković, "Effect of PEO molecular weight on sunlight induced photocatalytic activity of ZnO/PEO composites", *Solar Energy*, 127 (2016) 124-135.
8. A. Stanković, M. Sezen, M. Milenković, S. Kaišarević, N. Andrić, M. Stevanović, "PLGA/Nano-ZnO Composite Particles for Use in Biomedical Applications: Preparation, Characterization, and Antimicrobial Activity", *Journal of Nanomaterials* 2016, Article ID 9425289.
9. S. Marković, A. Stanković, J. Dostanić, Lj. Veselinović, L. Mančić, S. D. Škapin, G. Dražič, I. Janković-Častvan, D. Uskoković, "Simultaneous enhancement of natural sunlight- and artificial UV-driven photocatalytic activity of a mechanically activated ZnO/SnO<sub>2</sub> composite", *RSC Advances*, 7, 68 (2017) 42725-42737.
10. M. Stevanović, M. J. Lukić, A. Stanković, N. Filipović, M. Kuzmanović, Ž. Janićijević, Chapter 1 - Biomedical inorganic nanoparticles: preparation, properties, and perspectives, in: Grumezescu, V., Grumezescu, A.M. (Eds.), *Materials for Biomedical Engineering*. Elsevier, 2019, pp. 1–46.
11. Smilja Markovic, Ivana Stojkovic Simatovic, Ana Stankovic, Sreco Škapin, Lidija Mancic, Slavko Mentus and Dragan Uskokovic, *Sunlight-driven Photocatalytic and Photo-electrochemical Activity of ZnO/SnO<sub>2</sub> Composite*, First International Conference on Electron Microscopy of Nanostructures, ELMINA 2018, August 27-29, 2018, pp. 151-153.
12. S. Marković, A. Stanković, Lj. Veselinović, S. Stojadinović, J. Dostanić, S. Škapin and D. Uskoković, *Optical and photocatalytic properties of ZnO:SnO<sub>2</sub> composite*, 13th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Physical Chemistry 2016, Proceedings, pp. 219-222.
13. S. Marković, A. Stanković, J. Dostanić, L. Mančić, S. Škapin and D. Uskoković, *Enhanced natural sunlight and artificial UV-driven photocatalytic activity of mechanically activated ZnO:SnO<sub>2</sub> composite*, Book of abstract, Yucomat 2017, pp.49.

Dr Ana Stanković je u proteklih pet godina od izbora u zvanje naučni saradnik, autor i koautor 7 radova u međunarodnim časopisima i saopštenja na međunarodnim konferencijama. Na osnovu dosadašnjih rezultata kandidat je ostvario potreban broj poena obavezni (1) i obavezni (2) koji je propisan Pravilnikom o postupku, načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno-istraživačkih rezultata istraživača (Službeni glasnik RS, br. 24/2016 i 21/2017) Prilog 4. Ukupan zbir poena svih indikatora iznosi 27,5.

**Tabela 1.** Naučno-istraživački rezultati kandidatkinje dr Ane Stanković

Indikator	Kategorija	Vrednost indikatora	Broj radova	Suma
M21	Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu	8	1	8
M22	Vrhunski međunarodni časopis	5	2	10
M13	Monografska studija/poglavlje u knjizi M11 ili rad u zborniku vodećeg međunarodnog značaja	7	1	7
M33	Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini	1	2	2
M34	Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu	0.5	1	0,5
<b>Ukupno</b>				<b>27,5</b>

**Tabela 2.** Minimalni kvantitativni zahtevi za reizbor u zvanje naučni saradnik i ostvareni rezultati kandidatkinje dr Ane Stanković

Za zvanje naučni saradnik	Potreban uslov $\geq$	Ostvareno
<b>Ukupno bodova</b>		16
<b>Obavezni (1)</b>	M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10/20,5
<b>Obavezni (2)</b>	M11+M12+M21+M22+M23	6/25

## ZAKLJUČAK

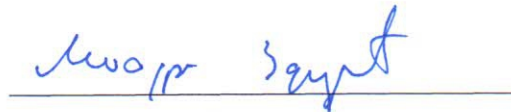
Na osnovu prethodno izloženog, kao i uvidom u naučno-istraživačku aktivnost dr Ane Stanković, komisija je donela zaključak da je kandidatkinja postigla značajne rezultate u oblasti nauke o materijalima. Takođe, kandidatkinja je pokazala da poseduje sposobnost za samostalni rad, izraženu sistematičnost u radu, multidisciplinarni pristup rešavanju zadataka kao i želju za kontinuiranim usavršavanjem. Osim toga, kandidatkinja je pokazala sposobnost za timski rad što je i potvrdila brojnim saradnjama u radu sa kolegama u okviru svog Instituta, kao i u saradnji sa kolegama iz drugih naučnih institucija u Srbiji i inostranstva.

Imajući u vidu činjenicu da je kandidatkinja ispunila sve uslove propisane Pravilnikom o postupku, načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno-istraživačkih rezultata istraživača (Službeni glasnik RS, br. 24/2016 i 21/2017) Ministarstva prosvete nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, komisija predlaže Naučnom veću Instituta tehničkih nauka SANU da usvoji predlog za reizbor u naučno-istraživačko zvanje naučni saradnik kandidatkinje dr Ane Stanković.

dr Smilja Marković  
Naučni savetnik ITN SANU



dr Miodrag Zdujić  
Naučni savetnik ITN SANU



dr Ljiljana Damjanović-Vasilić  
Redovni profesor Fakulteta za fizičku hemiju

