

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Пошто смо на X седници Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду одржаној 12. 9. 2018. године одређени за чланове Комисије за припрему извештаја о докторском раду „ФОТОДИЕЛЕКТРИЧНЕ ОСОБИНЕ ПОЛИМЕРА И ПОЛИМЕРНИХ КОМПОЗИТА“ из научне области Физика кондензованог стања коју је кандидат БЛАНКА ШКИПИНА предала Физичком факултету у Београду дана 10. 09. 2018. године подносимо следећи

РЕФЕРАТ

1. Основни подаци о кандидату

1.1 Биографски подаци

Мр Бланка Шкипина је рођена 3. 1. 1976. године у Котор-Варошу, где је завршила основну и средњу школу. ПМФ у Бањалуци - одсек физика, уписала је 1998, а дипломирала 2002. године, са темом ПРОВОДЉИВОСТ ЗРНА И ГРАНИЦЕ ЗРНА У ПОЛИКРИСТАЛНОЈ МАГНЕЗИЈУМОВОЈ СОЛИ ВОЛФРАМФОСФОРНЕ КИСЕЛИНЕ. Просечна оцена основних студија је 8,63. Школске 2003/04. године уписала је магистарске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, где је магистрирала 2009. године са темом УТИЦАЈ ЧАЊИ НА ПРОВОДНОСТ И ДИЕЛЕКТРИЧНЕ ОСОБИНЕ ПОЛИЕТИЛЕНА НИСКЕ ГУСТИНЕ. Просечна оцена магистарских студија је 9,20. Школске 2013/14. године уписала је докторске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду.

У редовном је радном односу од 2003. године као асистент, а од 2010. као виши асистент на Катедри за Физику, Технолошког факултета Универзитета у Бањалуци на предметима Техничка физика, Техничка физика 1 и Техничка физика 2.

Бланка Шкипина је одбранила тему доктората под насловом ФОТОДИЕЛЕКТРИЧНЕ ОСОБИНЕ ПОЛИМЕРА И ПОЛИМЕРНИХ КОМПОЗИТА пред Колегијумом докторских студија, на Физичком факултету у Београду, 16. 9. 2015.

1.2 Научна активност

Област истраживања кандидата Бланке Шкипине су полимерни и кристални системи. Истраживања су највећим делом обављена у Лабораторији за физику кондензованог стања и физику материјала на Физичком факултету Универзитета у Београду. У току фебруара 2015. и фебруара 2016. године радила је на истраживањима полимерних материјала на University of The Free State, Phuthadithjaba у Јужноафричкој Републици, а данас користи лабораторију за диелектричну спектроскопију на Универзитету у Бањалуци.

Њен научни рад је из области Физике кондензоване материје. До сада је објавила 23 научна рада, од тога 13 у часописима међународног значаја и 11 пута је научне резултате саопштила на научним скуповима. У коауторству је објавила 2 универзитетска уџбеника.

Публиковала је 3 рада M21a [A1, A2, A3], 1 рад M21 [A4], 3 рада M22 [A5, A9, A10], 7 радова M23 [A6, A7, A8, A11, A12, A13, A14], и имала 14 саопштења на домаћим и међународним конференцијама категорија, M33, M34, M 63 и M 64. Написала је једну монографију [Б-1], један уџбеник [Б-2] и један помоћни уџбеник [Б-3]. Укупан број цитата је 104.

2. Опис предатог рада

2.1 Основни подаци

Дисертација је урађена под руководством др Душка Дудића, вишег научног сарадника, запосленог у Институту за нуклеарне науке „Винча“. Ментор испуњава услове Физичког факултета за руковођење израдом докторске дисертације јер је у научном звању и аутор је већег броја радова из области физике кондензованог стања материје који су објављени у водећим међународним часописима и презентовани на међународним и домаћим конференцијама. Теза је написана на 157 страна, не рачунајући насловну страну, захвалнице, сажетак, садржај, биографију аутора и изјаве. У тексту се налази 7 табела и 85 слика. У тези су наведене 233 референце. Докторска дисертација је подељена у 6 поглавља.

2.2 Предмет и циљ рада

Област истраживања које обухвата ова теза је Физика кондензоване материје. Предмет рада је истраживање фотодиелектричних особина полимера и полимерних композита. У оквиру дисертације развијене су две експерименталне методе за одређивање површинских и запреминских фотодиелектричних параметара полимерних материјала. Дизајниране су мерне ћелије за површинска фотодиелектрична мерења у различитим условима релативне влажности и мерна ћелија за бесконтактна запреминска фотодиелектрична мерења.

Циљ ове дисертације је добијање нових сазнања која ће допринети бољем разумевању утицаја светлосног зрачења на диелектричне особине полимерних композита на бази неполарних, поларних и биополимерних матрица са различитим пуниоцима. Интерес за поменути тематику је у потенцијалној примени ових материјала у фотоелектроници, као и за израду органских фотоћелија нове генерације. Приказан је један пример једнослојне стимулисане фотоћелије помоћу које су добијене фотострује из јефтиног полимера на бази полиетилена, кога, како је у тези установљено, иначе карактерише веома мали фотодиелектрични одзив.

2.3 Публикације

У овој докторској тези су представљени резултати из 3 рада објављена у часописима са импакт фактором већим од 1 и из једног рада категорије M23. У свим

радовима је кандидат Бланка Шкипина учествовала од идеје, експеримента до писања рада.

Blanka Škipina, A. S. Luyt, L. Csóka, V. Đoković, D. Dudić, *Generation of photo charge in poly(ethyleneimine)-TiO₂-anthocyanin modified papers conditioned at different humidities*, *Dyes and Pigments* 149 (2018) 51-58, DOI: 10.1016/j.dyepig.2017.08.064 [M21a, IF=3.417]

Blanka Škipina, Mirjanić D., Vučenović S., Šetrajić J., Šetrajić I., Šetrajić-Tomić A., Pelemiš S., Markoski B., *Selective IR absorption in molecular nanofilms*, *OPTICAL MATERIALS*, (2011), vol. 33 br. 11, str. 1578-1584, DOI:10.1016/j.optmat.2011.04.008 [M21, IF=2.023]

A. S. Luyt, **Blanka Škipina**, L. Csóka, D. Dudić, *Charge-trapping capability and AC conductivity at different humidities of poly(ethyleneimine)-TiO₂-anthocyanin-modified cellulose fibres*, *Wood Science and Technology* (2018) 52:637. DOI: 10.1007/s00226-018-994-1, Online ISSN1432-5225 [M21a, IF=1.509]

Blanka Škipina, Z. Kukrić, M. Milošević, A. S. Luyt, D. Dudić, *Enhancement of the surface dielectric and photodielectric properties of low density polyethylene by adding emodin*, *Contemporary Materials*, IX-1 (2018) DOI: 10.7261/comen1801096s [M23]

2.4 Преглед научних резултата изложених у дисертацији

Ова докторска дисертација подељена је у 6 поглавља. Прво поглавље чини осврт на предмет и циљ истраживања; приказује структуру дисертације, као и мотивацију за избор теме дисертације и приказ актуелних истраживања на ову тему.

У другом поглављу је изложена теорија физичких карактеристика полимера: описани су полимерни материјали коришћени у дисертацији и утицај зрачења на њихове физичко-хемијске особине; изложена је теорија о фотоиндукованој електричној проводности полимера, електронски побуђеним процесима и преносу наелектрисања у полимерним материјалима; описани су модели диелектричне проводности полимерних композита; приказана је метода диелектричне спектроскопије (ДС); диелектрични одзив у полимерним материјалима; описано је мерење наизменичне проводности и на крају је дат кратак историјски преглед и принцип рада соларних ћелија.

У трећем делу тезе је дат опис припреме узорака коришћених у дисертацији, експерименталних метода и експерименталних процедура. Описана је и шематски приказана метода за површинска фотодиелектрична мерења и запреминска бесконтактна мерења.

Четврто поглавље, које приказује резултате истраживања и дискусију добијених резултата, подељено је у пет потпоглавља. У првом потпоглављу описани су резултати истраживања неполарних полимера; полиетилена ниске густине и изотактичког полипропилена. Резултати указују на мали пораст реалног и имагинарног дела АС проводности при осветљавању узорака лампама различитих таласних дужина и снаге. Повећање проводности је пре свега последица трапирања фотоелектрона, док стварање радикала услед зрачења такође може допринети фотопроводности. У другом потпоглављу приказани су резултати истраживања полимерних композита. У целом

температурском опсегу мерења, вредности компоненти наизменичне проводности полиетилена ниске густине/Емодин (ЛДПЕ/Емодин) композита значајно су веће у поређењу са узорком чистог ЛДПЕ. У току осветљавања ЛДПЕ/Емодин композита уочени су велики пораст вредности компоненти адмитансе. Константовано је да се додавањем емодина у ЛДПЕ добија еколошки прихватљив материјал са веома израженим фотодиелектричним особинама. Додавањем квинолата (Alq_3) у полиметилметакрилат (ПММА) матрицу долази до пада кондуктансе у односу на вредност кондуктансе чистог ПММА. До повећања кондуктансе приликом осветљавања чистог ПММА долази само на нижим фреквенцијама. Константовано је да при повећању концентрације квинолата у ПММА матрици фотоиндуковане промене постају изражајније; ове промене се повећавају са повећањем фреквенције, што се доводи у везу са активацијом трапираних наелектрисања и активирањем прескочног механизма преноса наелектрисања на вишим фреквенцијама. Такође, у овом делу је закључено да се модификовањем полиетилена оксид/Алгинат (ПЕО/Алгинат) бленде могу значајно побољшати њене фотодиелектричне особине. Као што је и очекивано, повећање релативне влажности индукује повећање проводности ПЕО/Алгинат бленде модификоване са бакар (Cu) и цинк оксид (ZnO) наночестицама, што се огледа у већој концентрацији слободних фотоиндукованих наелектрисања.

У делу о фотодиелектричним особинама титанијум диоксид (TiO_2)-антоцијан модификованим целулозама уочено је да повећање влажности доводи до повећања кондуктансе и сусцептансе узорака на нижим фреквенцијама, док на вишим фреквенцијама компоненте адмитансе опадају, што се доводи у везу са ефектом старења узорака. Фотодиелектрична мерења указују да је допринос процеса електронске инјекције у антоцијан- TiO_2 комплексу на проводност доминантан при релативним влажностима изнад 80%. Резултати сугеришу на важну улогу воде у трансферу електрона са побуђене молекуле боје на TiO_2 . Константовано је да наелектрисавање узорака на 31% влажности доводи до формирања само негативних трапова; док на 9% влажности настају и позитивни и негативни трапови.

Утицај температуре на фотодиелектричне особине поликарбоната (ПЦ) и полибутилен терефталата (ПБТ) са угљеничким нанотубама (ЦНТ) анализиран је у потпоглављу 4.4. До повећања проводности у овим композитима долази због формирања ЦНТ проводних стаза у полимерној матрици. Будући да оба нанокмозита имају концентрацију наночестица знатно изнад перколационе, њихова проводност је за 10 редова величине већа од проводности чистих полимера. Релативне фотоиндуковане промене проводности ових композита, у зависности од услова мерења, износе и до 6% (бела светлост, $P = 1 \text{ W/m}^2$).

У последњем делу четвртог поглавља су приказани први резултати тестирања једнослојне стимулисане фотоћелије (П-2015/0529). Описан је принцип рада ове ћелије који се заснива на прикупљању струја насталих релаксацијом фотоиндукованог наелектрисања. Резултати презентовани у овом делу указују на могућност добијања фотоструја из веома јефтених материјала на бази полиетилена.

У петом поглављу ове докторске тезе дат је кратак закључак. На крају је списак коришћених референци.

3. Spisak publikacija kandidata

A. Radovi u međunarodnim časopisima

Radovi u istaknutim i vrhunskim međunarodnim časopisima (impekt faktor >1)

[A1] **Blanka Škipina**, A. S. Luyt, L. Csóka, V. Đoković, D. Dudić, *Generation of photo charge in poly(ethyleneimine)-TiO₂-anthocyanin modified papers conditioned at different humidities*, Dyes and Pigments 149 (2018) 51-58, DOI: 10.1016/j.dyepig.2017.08.064 [M21a, IF=3.417]

[A2] **Blanka Škipina**, Mirjanić D., Vučenović S., Šetrajčić J., Šetrajčić I., Šetrajčić-Tomić A., Pelemiš S., Markoski B., *Selective IR absorption in molecular nanofilms*, OPTICAL MATERIALS, (2011), vol. 33 br. 11, str. 1578-1584, DOI: 10.1016/j.optmat.2011.04.008 [M21, IF=2.023]

[A3] A. S. Luyt, **Blanka Škipina**, L. Csóka, D. Dudić, *Charge-trapping capability and AC conductivity at different humidities of poly (ethyleneimine)-TiO₂-anthocyanin-modified cellulose fibres*, Wood Science and Technology (2018) 52:637. DOI: 10.1007/s00226-018-994-1, Online ISSN1432-5225 [M21a, IF=1.509]

[A4] Dudić D., **Blanka Škipina**, Dojčilović J., Novaković L., Kostoski D., *Effect of charge trapping on the electrical conductivity of low-density polyethylene-carbon black composites*, JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE, (2011), vol. 121 br. 1, str. 138-143, DOI: 10.1002/app.33421 [M22, IF=1.289]

[A5] Šetrajčić J., Markoski B., Rodić D., Pelemiš S., Vučenović S., **Blanka Škipina**, Mirjanić D., *Absorption features of symmetric molecular nanofilms*, NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY LETTERS (2013), vol. 5 br. 4, str. 493-497, DOI: 10.1166/nml.2013.1559 [M22, IF=1.45]

Radovi u ostalim međunarodnim časopisima

[A6] **Blanka Škipina**, D. Dudić, D. Kostoski, J. Dojčilović, *Dielektrične osobine kompozita polietilena niske gustine i čađi*, Hem. Ind. 64 (3) 187-191 (2010) DOI: 10.2298/hemind091221035s [M23]

[A7] **Blanka Škipina**, T. Čajkovski, M. Davidović, D. Čajkovski, V. Likar-Smiljanić and U. B. Mioč, *Conductivity of grains and grain boundaries in polycrystalline heteropoly acid salts*, Materials Science Forum Vol. 494 101-106, (2005) [M23]

[A8] **Blanka Škipina**, Z. Kukrić, M. Milošević, A. S. Luyt, D. Dudić, *Enhancement of the surface dielectric and photodielectric properties of low density polyethylene by adding emodin*, Contemporary Materials, IX-1 (2018) DOI: 10.7261/comen1801096s [M23]

[A9] Vučenović S, **Blanka Škipina**, Grujić T. Šetrajčić J., *Refractive properties of molecular crystalline superlattices*, Journal of nonlinear optical physics and materials, (2013), vol. 22 DOI: 10.1142/s0218863513500288 [M22, IF=0.33]

[A10] D. Rodić, **Blanka Škipina**, Pelemiš S., Jaćimovski S. Šetrajčić J., *Selective infrared absorptio and refraction of symmetrical two-layered molecular nanofilms*, OPTICA APPLICATA (2013), vol. 43 br. 4, str. 641-649 DOI: 10.5277/oa130402 [M22, IF=0.643]

[A11] S. Armaković, S. J. Armaković, S. S. Pelemiš, **Blanka Škipina**, I. Hut, *Transport properties of pentacene, hexacene and their BN analogues*, Contemporary Materials, VII-1 (2016) DOI: 10.7251/comen1601037a [M23]

[A12] Vučenović S., Šetrajčić J., Markoski B., Mirjanić D., Pelemiš S., **Blanka Škipina**, *Changes in optical properties of molecular nanostructures*, ACTA PHYSICA POLONICA A, (2010), vol. 117 br. 5, str. 764-767 [M23]

[A13] Šetrajčić J., Ilić D., Markoski B., Šetrajčić A., Vučenović S., Mirjanić D., **Blanka Škipina**, Pelemiš S., *Adaption and application of green function method to research on molecular ultrathin film optical properties*, PHYSICA SCRIPTA, (2009), vol. T135 br. 014043 DOI: 10.1088/0031-8949 [M23]

[A14] S. M. Vučenović, J. P. Šetrajčić, D. Lj. Mirjanić and **Blanka Škipina**, *Boundery influence on permittivity in molecular films*, Acta Physica Polonica A, 112, 963-968 (2007). [M23]

Б. Монографије, уџбеници, помоћни уџбеници

[Б-1] E. Fons-Sole, R. Grujić, **Blanka Škipina**, D. Mirjanić, SAVREMENE TEHNOLOGIJE I BEZBJEDNOST NAMIRNICA, TEMPUS_JEP, Tehnološki fakultet Banja Luka, 2004

[Б-2] S. Pelemiš, **Blanka Škipina**, F. Ler, ZBIRKA ZADATAKA IZ FIZIKE, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka, 2015

[Б-3] J.P.Šetrajčić, S.M.Vučenović, D.Lj.Mirjanić i **Blanka Škipina**, FIZIKA - EKSPERIMENTALNE VEŽBE, Br.7, Medicinski fakultet, Banja Luka 2008.

Радови у зборницима међународних конференција штампани у целости

[БИ-1]S. Pelemiš, **Blanka Škipina**, D. Lj. Mirjanić, I. Hut, *Biomedical application and nanotoxicity of nanostructured materials*, Proceedings of Cotemporary Materials, pp. 31-37. (Banja Luka, 2015) [M33]

[БИ-2]J. P. Šetrajčić, D. Rodić, A. J. Šetrajčić, S. S. Pelemiš, S. M. Vučenović, **Blanka Škipina**, *Dielectric and optical properties of symmetrically perturbed molecular crystalline nanofilms*, IV međunarodni kongres „Inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji“, Jahorina 2015 [M33]

[БИ-3]**Blanka Škipina**, Pelemiš S., Vučenović S., *New dielectric nanofilms for optical application*, Proceedings of Contemporary Materials, (Banja Luka, 2014), pp. 113-121. [M33]

[БИ-4]**Blanka Škipina**, Vučenović S., Džambas D., Šetrajčić J., *Optičke karakteristike asimetričnog nanofilma*, Proceedings of Contemporary Materials, (Banja Luka, 2013) [M33]

[БИ-5]J. Šetrajčić, N. Delić, I. Šetrajčić, D. Rodić, S. Armaković, A. Šetrajčić-Tomić, S. Pelemiš, **B. Škipina**, *Changes in optical characteristic of dielectric nanofilm structures in relation to bulk ones*, IEEE –Electron Devices Society, Proceedings of MIEL Conference (Niš, 2012), pp.125-128. [M33]

[БИ-6]Vučenović S., Pelemiš S., **Blanka Škipina**, Markoski B., Mirjanić D., Šetrajčić J., *Eksitoni u višeslojnim materijalima-superrešetkama*, Proceedings of Cotemporary Materials, (Banja Luka, 2010), pp. 137-148. [M33]

Радови на међународним конференцијама штампани у изводу

[И-6]**Blanka Škipina**, A. S. Luyt and D. Dudić, TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE SURFACE PHOTODIELECTRIC PROPERTIES OF THE CARBON NANOTUBE/POLYMER COMPOSITES, Rad saopšten na međunarodnoj konferenciji Savremeni materijali 2016

[И-6]S.M.Vučenović, **Blanka Škipina**, S.S.Pelemiš, A.J.Šetrajčić, J.P. Šetrajčić, S.Armaković, I.J.Šetrajčić, B.Markoski, OPTICAL PROPERTIES ANALYSIS OF ULTRATHIN CRYSTALLINE STRUCTURES WITH BROKEN SYMMETRY, MOLMAT 2010, Conference, Montpellier, France

Радови у зборницима домаћих конференција штампани у целости

[ГИ-1]**Blanka Škipina**, D. Grujić, A. S. Luyt and D. Dudić, *Fotodielektričke osobine i provodni temperaturni koeficijenti poliesterskog vlakna*, XI CONFERENCE OF CHEMISTS,

TECHNOLOGISTS AND ENVIRONMENTALISTS OF REPUBLIC OF SRPSKA, Teslić,
2016 [M63]

[ГИ-2]S. Vučenović, **Blanka Škipina**, S.S.Pelemiš, D.Rodić, I.J.Šetrajić, S.Armaković, J.P.Šetrajić, *Neke optičke karakteristike simetrično perturbovanih 4-slojnih kristalnih ultratankih filmova*, Zbornik radova X Naučno-stručni simpozij MNM Zenica, 297-303 (2014).

[M63]

[ГИ-3]S.M.Vučenović, S.S.Pelemiš, **Blanka Škipina**, D.Lj.Mirjanić and J.P.Šetrajić, *Absorption characteristics of ultrathin nonmetallic film-structures*, 7th MNM, Zenica (BiH) 2008.

[M63]

[ГИ-4]S.M.Vučenović, J.P.Šetrajić, **Blanka Škipina**, S.S.Pelemiš and D.Lj.Mirjanić, *Changes of the optical properties in non-metallic nanostructured films*, 7th MNM, Zenica (BiH) 2008.

[M63]

ЗАКЉУЧАК

На основу претходно изложеног, комисија је закључила да докторски рад „ФОТОДИЕЛЕКТРИЧНЕ ОСОБИНЕ ПОЛИМЕРА И ПОЛИМЕРНИХ КОМПОЗИТА“ који је предала кандидат Бланка Шкипина, представља оригиналан допринос области физике полимерних материјала. Током досадашњег научно-истраживачког рада кандидат Бланка Шкипина показала је висок степен самосталности у планирању и реализацији експеримената и развоју нових експерименталних метода што је верификовано кроз објављивање делова докторске дисертације у водећим међународним часописима. Како су задовољени сви прописани услови за одобравање одбране тезе предлажемо Наставно-научном већу Физичког факултета да одобри јавну одбрану докторске тезе.

У Београду, 19.10.2018. године

Чланови комисије:

Проф. др Јаблан Дојчиловић
Редовни професор, Физички факултет, Београд

др Душан Поповић
Ванредни професор, Физички факултет, Београд

др Драгана Церовић
Виши научни сарадник,
Висока текстилна струковна школа за
дизајн технологију и менаџмент, Београд