

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Иване М. Станковић (девојачко Милеуснић)**, дипл. инж.маш. – мастер инжењер машинства

Одлуком број 1361/2 од 8.10.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Иване М. Станковић (Милеуснић), дипл. инж.маш. – мастер инжењер машинства, студента докторских академских студија Катедре за Биомедицинско инжењерство на Машинском факултету Универзитета у Београду под насловом

„Карактеризација нанокомполитних материјала за оптичка помагала“

Након прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Ивана М. Станковић (Милеуснић), дипл. инж. маш., уписала је Докторске академске студије Машинског факултета Универзитета у Београду школске 2011/12. године. Положила је испите из свих предмета предвиђених наставним планом и програмом за ниво Докторских академских студија са просечном оценом 9,85 (девет и 85/100).

Кандидаткиња је од уписа на докторске студије у школској години 2011/12., редовно уписала другу годину (школска година 2012/13.) и трећу годину (школска година 2013/14.). У школској години 2014/15. је први пут обновила трећу годину, а у школској години 2015/16. је други пут обновила трећу годину. У школској години 2016/17. је у статусу мировања (по основу решења број 9/13462, од 18.10.2017.) због породилског одсуства и одсуства ради неге детета. У школској 2017/18. је трећи пут обновила трећу годину. У школској години 2018/19. је у статусу мировања (по основу решења број 15023, од 26.09.2019.) због трудничког и породилског одсуства. У статусу мировања је и у школској 2019/2020. години (по основу решења број 9/14465, од 9.10.2019.) због одсуства ради неге детета и посебне неге детета. На молбу кандидата Иване М. Станковић (Милеуснић), решењем број 9/1297 од 30.09.2020. године, одобрен јој је продужетак рока за завршетак студија, за два семестра у школској 2020/2021. години.

По захтеву студента докторских студија Иване М. Станковић (Милеуснић), дипл. инж. маш., број 2550/1 од 26.10.2018. године, предлога ред. проф. др Лидије Матије и вишег научног сарадника, др сц. мед. Мирка Јанкова, ментора и сагласности Катедре за биомедицинско инжењерство бр. 2550/2 да јој се одобри пријава теме докторске дисертације и именује Комисија за оцену испуњености услова кандидаткиње и научне заснованости теме докторске дисертације, Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку бр. 2550/3 од 15.11.2018. којом се прихвата тема докторске дисертације под називом **„Карактеризација нанокомполитних материјала за оптичка помагала“**, именују се ментори, ред. проф. др Лидија Матија и виши научни сарадник, др сц. мед. Мирко Јанков и именује се Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације у саставу:

- др Лидија Матија, ментор, редовни професор Машинског факултета у Београду,
- др сц. мед. Мирко Јанков, ментор, лекар-офтамолог, виши научни сарадник
- др Александра Васић-Миловановић, редовни професор, Машински факултет у Београду
- др Александар Седмак, редовни професор, Машински факултет у Београду
- др Драган Лазић, редовни професор, Машински факултет у Београду

На основу извештаја Комисије бр. 2550/4 и одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду под бројем 2550/5 од 06.12.2018. године да се прихвата предлог о испуњености услова о научној заснованости теме докторске дисертације. Машински факултет подноси захтев Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, које је на седници одржаној 24.12.2018. донело одлуку да се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације Иване М. Станковић (Милеуснић), дип. инж. маш., бр. 61206-5660/2-18, под називом **„Карактеризација нанокompозитних материјала за оптичка помагала“**, под менторством др Лидије Матије, ред. проф и др сц. мед. Мирка Јанкова, вишег научног сарадника.

На основу обавештења др Лидије Матије, ред. проф. ментора, да је кандидат завршила докторску дисертацију као и предлога Катедре за биомедицинско инжењерство, Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку број 1361/2 од 8.10.2020. године о именовану Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Лидија Матија (ментор), редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду
- др сц. мед. Мирко Јанков (ментор), лекар-офтамолог, виши научни сарадник
- др Александра Васић-Миловановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду
- др Драган Лазић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду
- др Бранислава Јефтић, доцент Машинског факултета Универзитета у Београду

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација **„Карактеризација нанокompозитних материјала за оптичка помагала“** припада области техничких наука (машинство) и ужој научној области Биомедицинско инжењерство.

Израдом докторске дисертације руководила је др Лидија Матија, редовни професор групе предмета из биомедицинског инжењерства на Катедри за биомедицинско инжењерство, Машинског факултета Универзитета у Београду и др сц. мед. Мирко Јанков, лекар-офтамолог, виши научни сарадник.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ивана М. Станковић (девојачко Милеуснић) рођена је 13.09.1986. године, у Задру. Основне академске студије, завршила је 2009. године, са просечном оценом 8.21. Завршни рад на тему „Електроенцефалографија и ЕЕГ уређаји“, одбранила је са оценом 10, из предмета Основе биомедицинског инжењерства.

Мастер академске студије завршила је 2011. године, са просечном оценом 9.55. Дипломски (мастер) рад радила је из предмета Нанотехнологије, под називом „Карактеризација класичног и нано материјала за контактна сочива методом микроскопије атомских сила“. Рад је одбранила оценом 10. У току основних и мастер студија похађала је наставу модула за Биомедицинско инжењерство, катедре за Аутоматско управљање. Поводом Дана факултета, у октобру 2011. године, као студент II године мастер студија похваљена је јер је те школске године имала просек 10.00.

Докторске академске студије уписала је 2011. године, под менторством проф. др Ђуре Коруге.

Запошљава се као истраживач сарадник 02.09.2011. године, на одређено време, на Машинском факултету у Београду, у оквиру сарадње са привредом, а од 01.10 2011. године прелази на радне задатке из области нанотехнологија на пројектима ИИИ 41006 *„Развој нових метода и техника за рану дијагностику канцера грлића материце, дебелог црева, усне дупље и меланома на бази дигиталне слике и ексцитационо емисионих спектра у видљивом и инфрацрвеном домену“*

Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд и ТР35004, „Иновативни приступ у примени интелигентних технолошких система за производњу делова од лима заснован на еколошким принципима“ пројекат у оквиру програма технолошког развоја, финансиран од Министарства просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије, Београд.

Од новембра 2012. године запослена је као асистент на Машинском факултету у Београду, при катедри за Аутоматско управљање, на модулу Биомедицинско инжењерство и учествује у одржавању наставе на предметима Увод у наносистеме (нанотехнологије), Наномедицинско инжењерство, Нанотехнологије, Клиничко инжењерство, Медицинско машинство и Основе биомедицинског инжењерства. Од 2012 до 2016. године учествује на међународном TEMPUS пројекту под називом „*Studies in Bioengineering and Medical Informatics-BioEMIS*” (<http://projects.tempus.ac.rs/en/project/813>).

У оквиру истраживачког рада на пројектима овладала је методама скенирајуће тунелске микроскопије, микроскопије атомских сила, микроскопијом магнетних сила, као и спектроскопским методама и техникама укључујући и микроспектроскопију.

Стручно се усавршавала и учествовала на међународним и домаћим симпозијумима и конференцијама. Аутор је и коаутор на више од 30 радова који су презентовани на научним скуповима или објављени у часописима различитих категорија, као и три монографије и два уџбеника.

1.4. Списак објављених радова

Монографска студија/поглавље у књизи M12 или рад у тематском зборнику међународног значаја, M14

1. Debeljkovic, A., **Mileusnic, I.**, Djuricic, I., Dragicevic, A., Hut, I., Nijemcevic, S., Nanoscale Material Characterization under the Influence of Aggressive Agents by Magnetic Force Microscopy and Opto-Magnetic Spectroscopy, Advanced Materials Research, Vol. 633 (2013), pp.209-223, Trans Tech Publications, Switzerland, ISBN: 978-3-03785-585-0
2. Koruga, Đ., Stamenković, D., Đuričić, I., **Mileusnić, I.**, Šakota, J., Bojović B., Golubović, Z., Nanophotonic Rigid Contact Lenses: Engineering and Characterization, Advanced Materials Research, Vol. 633 (2013), pp.239-252, Trans Tech Publications, Switzerland, ISBN: 978-3-03785-585-0

Рад у међународном часопису, M22

3. **Stankovic, I.**, Matija, L., Jankov, M., Jeftic, B., Koruga, I., Koruga, Dj., Optical and structural properties of PMMA/C₆₀ composites with different concentrations of C₆₀ molecules and its possible applications, Journal of Polymer Research, Vol. 27, Issue 8, Article number: 224., Aug 2020. ISSN: 1022-9760, IF 2.426 (2019)

Рад у међународном часопису, M23

4. Tomić, M., Bojović, B., Stamenković, D., **Mileusnić, I.**, Koruga, Đ.: Lacunarity properties of nanophotonic materials based on poly(methyl methacrylate) for contact lenses, *Materiali in Tehnologije/Materials and Technology*, vol. 51, no. 1, 2017 (IF: 0,548) (ISSN 1580-2949)
5. Munćan, J., **Mileusnić, I.**, Šakota Rosić, J., VasićMilovanović, A., Matija, L. (2016). Water Properties of Soft Contact Lenses: A Comparative NearInfrared Study of Two Hydrogel Material, *International Journal of Polymer Science*, 2016, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3737916> ISSN 1687-9422, IF 1.00 (2015)

6. Šakota Rosić, J., Munćan, J., **Mileusnić, I.**, Kosić, B., & Matija, L., Detection of Protein Deposits Using NIR Spectroscopy, *Soft Materials*, 14 (4), 2016 pp. 264-271, <http://dx.doi.org/10.1080/1539445X.2016.1198377> ISSN 1539-445X, IF 1.33 (2015)

Саопштење са међународног скупа штампано у целини, М33

7. **Mileusnić, I.**, Đuričić, I., Matija, L., Mitović, R., Koruga, Đ., Mechanical Properties Investigation of Carbon Steel by Atomic Force Microscopy and Magnetic Force Microscopy, *Proceedings of the 28th Danubia-Adria-Symposium on Advances in Experimental Mechanics* (2011), pp.293-294, Hungary, ISBN: 978-963-9058-32-3
8. Đuričić, I., **Mileusnić, I.**, Debeljković, A., Radovanović, M., Koruga, Đ., AFM Surface Roughness Analysis of Eye Positioning Contact lens, *Proceedings of the 29th Danubia-Adria-Symposium on Advances in Experimental Mechanics* (2012), pp.150-153, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-86-7083-762-1
9. **Mileusnić, I.**, Đuričić, I., Hut, I., Stamenković, D., Petrov, Lj., Bojović, B., Koruga, Đ., Characterization of Nanomaterial-based Contact Lenses by Atomic Force Microscopy, *Contemporary Materials*, Vol. III-2 (2012), Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, pp.177-183, ISSN: 1986-8669 (Print); ISSN: 1986-8677 (Online)
10. Bojovic, B., Babic, B., Matija, L., **Mileusnic, I.**, Topography image roughness quantification based on phase image information, *Proceedings in ARSA-Advanced Research in Scientific Areas*, Vol.1 (2012), pp.1735-1740, EDIS - Publishing Institution of the University of Zilina, Slovakia, ISBN: 978-80-554-0606-0; ISSN: 1338-9831
11. Đuričić, I., **Mileusnić, I.**, Stamenković, D., Matija, L., Koruga, Đ., Comparative Study of Classical and Nanophotonic Materials for RGP Contact Lenses by Scanning Probe Microscopy, *Contemporary Materials*, Vol. IV-1 (2013), Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, pp.46-52, ISSN: 1986-8669 (Print); ISSN: 1986-8677 (Online)
12. Koruga Dj., **Mileusnić I.**, Matija L., Jankov M., Filipović B., Delić J., Nešković A., Application of nanophotonic devices in medicine, *Materials XLIX International Scientific and Practical Conference " Application of Lasers in Medicine and Biology" and "2nd Gamaleia's Readings"*, 3-7 October 2018, Hajduszoboszlo, Hungary, pp.212-217

Саопштења на међународним скуповима штампана у изводу, М34

13. **Mileusnić, I.**, Đuričić, I., Stamenković, D., Petrov, Lj., Bojović, B., Hut, I., Koruga, Đ., Contact Lenses Nanomaterial Characterisation by Atomic Force Microscopy and Magnetic Force Microscopy, *IV International Scientific Conference Contemporary Materials 2011*, Banja Luka, 1-2 July, 2011; The Book of Abstracts, p.67.
14. Bojović, B., Stamenković, D. **Mileusnić, I.**, Đuričić, I., Koruga, Đ., Lacunarity analysis of contact lens surface, *IV International Scientific Conference Contemporary Materials 2011*, Banja Luka, 1-2 July, 2011; The Book of Abstracts, p.71.
15. Koruga, Đ., **Mileusnić, I.**, Djuričić, I., Matija, L., Stamenković, D., Jagodić, N., Importance of Nanomaterial Characterization of Contact Lenses by Magnetic Force Microscopy and Opto-magnetic Spectroscopy, *IV International Scientific Conference Contemporary Materials 2011*, Banja Luka, 1-2 July, 2011; The Book of Abstracts, p.17.
16. Đuričić, I., **Mileusnić, I.**, Tomić, M., Stamenković, D., Jagodić, N., Petrov, Lj., Koruga, Đ., AFM/MFM investigation of fullerenes based thin film on glasses and fullerene doped contact

- lenses by Atomic Force Microscopy and Magnetic Force Microscopy, *Thirteenth annual conference of the Materials Research Society of Serbia- YUCOMAT 2011*, Herceg Novi, Montenegro, 5-9 September, 2011; The Book of Abstract, p.169.
17. Đuričić, I., **Mileusnić, I.**, Stamenković, D., Petrov, Lj., Matija, L., Koruga, Đ., Characterisation of nanofotonic materials for RGP contact lenses by Scanning Probe Microscopy, *V International Scientific Conference Contemporary Materials 2012*, Banja Luka, 5-7 July, 2012.; The Book of Abstracts, p.98.
 18. Đuričić, I., **Mileusnić, I.**, Koruga, I., Debeljković, A., Sofranić, R., Koruga, Đ., Eye positioning system lens investigation by Scanning probe microscopy, *Fourteenth Annual Conference of the Materials Research Society of Serbia- YUCOMAT 2012*, Herceg Novi, Montenegro, 3-7 September, 2012.; The Book of Abstracts, p.114.
 19. Debeljković, A., Đuričić, I., **Mileusnić, I.**, Stamenković, D., Matija, L., Polymeric materials for contact lenses characterized by SPM, *International Conference on Scanning Probe Microscopy on Soft and Polymeric Materials 2012*, Kerkrade, The Netherlands, 23-26 September, 2012.; The Book of Abstracts, p. 83, ISBN: 978-90-365-3440-6
 20. **Mileusnić, I.**, Stamenkovic, D., Djuricic, I., Conto, M., Matija, L., Korugic-Karasz, Lj., Koruga, Dj., Characterization of classical and nanophotonic gas permeable contact lenses by AFM/MFM, UV-VIS and Optomagnetic image spectroscopy, *First International Translational Nanomedicine Conference- ITNANO2013*, Boston, MA, 26-28 July, pp. 36-37
 21. Muncan, J., Matija, L., **Mileusnić, I.**, Tsenkova, R., Koruga, Dj., Characterization of hydrated hydroxylated fullerene using near infrared spectroscopy and aquaphotomics, *First International Translational Nanomedicine Conference- ITNANO2013*, Boston, MA, 26-28 July, pp. 37-38
 22. **Mileusnić, I.**, Djuricic, I., Sakota, J., Stamenkovic, D., Koruga, Dj., Comparative study of classical and nano-engineered photonic materials for RGP contact lenses by Nanoprobe and Spectroscopy, *European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes- EUROMAT 2013*, Sevilla, Spain, 8-13 September, <http://euromat2013.fems.eu/>
 23. Đuričić, I., Hut, I., Bojović, B., Stamenković, D., **Mileusnić, I.**, Debeljković, A., Koruga, Đ., Suitability of contact AFM in investigation of RGP contact lenses, *Fifteenth Annual Conference of the Materials Research Society of Serbia- YUCOMAT 2013*, Herceg Novi, Montenegro, 2-6 September 2013; The Book of Abstract, p.144
 24. Đuričić, I., Matija, L., **Mileusnić, I.**, Munčan, J., Debeljković, A., Petrov, Lj., Koruga, Đ., Fullerene thin films characterization by spin magnetometer, *VI International Scientific Conference Contemporary Materials 2013*, Banja Luka, 4-6 July 2013.; The Book of Abstracts, p.56
 25. Matija, L., **Mileusnić, I.**, Koruga, Đ., The synthesized nano photonic material for eye protection of UV and high energy blue radiation with optimal eye sensitivity, Serbian Ceramic Society Conference, *ADVANCED CERAMICS AND APPLICATION VII*, New Frontiers in Multifunctional Material Science and Processing, Serbian Academy of Sciences and Arts, Knez Mihailova 35, Serbia, Belgrade, 17-19. September 2018, pp.58

Поглавље у књизи М42 или рад у тематском зборнику националног значаја (М44)

26. Tomić, M., Stamenković, D., Bojović, B., Đuričić, I., Golubović, Z., **Mileusnić, I.**, Ispitivanje karakteristika nanofotoničnih RGP kontaktnih sočiva savremenim metodama, u knjizi *Biomedicinska fotonika: nanofotonična kontaktna sočiva*, Đuro Koruga (2013), str.135-182, Don Vas, Beograd, Srbija, ISBN: 978-86-87471-28-3

27. Mitrović, A., Bojović, B., Đuričić, I., **Mileusnić, I.**, Ispitivanje karakteristika nanofotoničnih mekih kontaktnih sočiva savremenim metodama, u knjizi Biomedicinska fotonika: nanofotonična kontaktna sočiva, Đuro Koruga (2013), str.183-218, Don Vas, Beograd, Srbija, ISBN: 978-86-87471-28-3

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Иване М. Станковић (Милеуснић), дипл. инг. маш., под насловом „**Карактеризација наноконтролних материјала за оптичка помагала**“ изложена је на укупно 105 страна, садржи 85 слика и дијаграмских приказа, 18 табела и списак са 136 коришћених референтних литературних извора. Докторску дисертацију чине следећих девет поглавља:

1. Увод
2. Преглед и анализа предмета истраживања
3. Уочавање проблема и циљеви истраживања
4. Материјал
5. Методе и технике
6. Анализа и дискусија резултата истраживања
7. Закључак
8. Литература
9. Прилози

Осим наведеног, докторска дисертација садржи резиме на српском и енглеском језику, кључне речи, индекс скраћеница и ознака, садржај, биографију аутора, Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу, *Увод*, дат је кратак преглед историјског развоја оптичких помагала и преглед основних анатомских и оптичких карактеристика људског ока. Објашњена је интеракција електромагнетног зрачења и ока, са становишта перцепције светлости, сензитивности очних структура и потребе за њиховом адекватном заштитом. Такође, дат је приказ основних структурно-енергетских карактеристика фулерена, наноматеријала коришћеног за израду наноконтролних материјала за оптичка помагала.

У другом поглављу *Преглед и анализа предмета истраживања*, дат је преглед релевантне научне литературе, патентних решења и анализа претходних истраживања која су коришћена за израду наноконтролних материјала са потенцијалном применом за израду оптичких помагала.

У поглављу *Уочавање проблема и циљеви истраживања*, је, на основу анализе научне литературе, представљен значај оптичких помагала као медицинских средстава за заштиту очних структура. У складу са анализом предмета истраживања и уоченим проблемима наведени су основни циљеви истраживања.

У поглављу *Материјал* дат је састав наноконтролних материјала, са наведеним концентрацијама адираног наноматеријала у полимерну матрицу. Приказан је поступак синтезе материјала и резултати примарне анализе наноконтролних, извршене скенирајућим трансмисионим електронским микроскопом.

У поглављу *Методе и технике* детаљно су описане употребљене спектроскопске методе (УВ/ВИС/НИР методе и ФТИР микроспектроскопија) и наноконтролне технике (Скенирајућа сонда микроскопија, АФМ/МФМ технике). Представљена је инструментација, са одговарајућим приказом или описом основних карактеристика сваког коришћеног апарата или уређаја.

У поглављу *Анализа и дискусија резултата истраживања* дати су протоколи карактеризације и аквизиције података, презентовани су резултати лабораторијских мерења и снимања, као и њихова анализа са одговарајућом дискусијом. На основу добијених резултата анализирани су и дискутоване трансмисионе карактеристике нанокмпозитних материјала, у области ултраљубичастог и видљивог електоромагнетог зрачења, затим карактеристике материјала у области инфрацрвеног зрачења, као и магнетене и структурне особине. Представљени су и анализирани резултати спроведене упоредне студије заштитних наочара, израђених од нанокмпозитних сочива и комерцијално доступних сочива истих или сличних физичких карактеристика. Истраживање је обухватало процену субјективних и објективних параметра астигмације, а изведено је у две офталмолошке ординације на 50 добровољаца.

У поглављу *Закључак* дат је приказ главних резултата истраживања добијених у току рада и изнет је закључак о нивоу остварених циљева постављених на почетку истраживања као и научном доприносу резултата тих истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација под називом „Карактеризација нанокмпозитних материјала за оптичка помагала“ кандидата Иване М. Станковић (Милеуснић) представља савремен и оригиналан допринос у области биомедицинског инжењерства. Истраживање је подразумевало синтезу и испитивање четири концентрације нанокмпозитног материјала, за потребе израде оптичких лимитера односно заштитних филтера за оптичка помагала. Испитивање особина је обухватило спекторскопски, нанотехнолошки и структурни приступ, као и испитивање својстава новодобијеног материјала са аспекта сензитивности људског ока, што представља иновативни приступ испитивању овакве врсте материјала и од изузетне је важности при одабиру адекватног материјала за израду медицинског, заштитног средства или помагала. Такође, истраживање је подразумевало и производњу финалног, употребног помагала које је даље тестирано у реалним условима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Анализом списка литературе која је коришћена током израде докторске дисертације може се закључити да је кандидаткиња имала на располагању веома обимну, савремену и релевантну литературу из области биомедицинског инжењерства, анатомије и физиологије ока, нанотехнологија, спекторскопије и науке о материјалима. Проучавање наведене литературе је кандидату послужила за формирање прегледа и анализу постојећег стања предмета изучавања, уочавање проблема и постављање циљева истраживања дисертације. Кандидаткиња је кроз објављивање резултата из докторске дисертације, у међународном часопису, имала прилике да упозна стручну и научну јавност са резултатима својих истраживања. Од наведених радова који су коришћени као литература већина је из часописа са импакт фактором.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Карактеризација материјала у оквиру докторске дисертације подразумевала је коришћење инструментације Нанолаб лабораторије на Машинском факултету у Београду. Од метода и уређаја коришћени су УВ/ВИС спектрофотометар (ILT350 Spectroradiometer, International Light Technologies, САД), УВ/ВИС/НИР спектрометри (Lambda 950, Perkin Elmer, Италија и С10082СА, Mini-spectrometer, Hamamatsu, Јапан) и ФТИР микроспектроскопски систем (Spotlight 400 FT-IR Imaging System, Perkin Elmer, Италија). За нанокарактеризацију нових материјала коришћен је уређај за микроскопију атомских и магнетних сила (JSPM 5200, JEOL, Јапан)

Пробна сочива, од нанокмпозитног материјала, тестирана су офталмолошким ординацијама, Laserfocus и Macula, из Београда, а под надзором и руководством лекар-офталмолога, др сц. мед.

Мирко Јанков. За испитивање контрасне сензитивности коришћени су CSpoла600 polar screen 24, Essilor Instruments, САД и PelliRobson модификоване табеле, без позадинске илуминације.

У истраживању су коришћени програмски пакети Win SPM за обраду слика добијених скенирајућом сондом микроскопијом, Luxmeter за добијање дијаграма спектралних карактеристика материјала и фотометријских (радиометријских) параметара, као и Excel за обраду и класификовање добијених резултата.

3.4. Применљивост остварених резултата

На основу анализе резултата добијених у докторској дисертацији и спроведене прелиминарне употребне студије, нанокмозитини материјали су се показали као материјали који могу да се користе за израду заштитних наочара или филтера за атенуацију плавог светла и УВ зрачења. Ово отвара могућност њихове употребе и у апаратима и уређајима који емитују ово зрачење. Такође, истраживања описана у докторској дисертацији представљају добру основу за даљи рад, у циљу испитивања могућности финије контроле филтрирања зрачења или потенцијалну употребу испитиваних материјала у фототерпијске сврхе. Испитивани материјали представљају иновацију у производњи оптичких помагала односно сочива за наочаре, али им се употреба не треба ограничити само на ту примену.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

За време израде докторске дисертације кандидат је показао смисао и знање неопходно да самостално препозна и решава инжењерске и научне проблеме, примењујући савремене истраживачке методе и технике, користећи релевантну расположиву стручну литературу.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Кандидаткиња је истраживањем и карактеризацијом четири концентрације нанокмозитног материјала, са различитим уделом наноматеријала (фулерена) дошла до следећих резултата:

1. Мултифакторском анализом снимљених карактеристика нанокмозитних материјала, спектроскопским и нанотехнолошким методама и техникама, уз одређивање најповољније концентрације наноматерија за израду оптичког помагала и валидације материјала у реалној примени, одређен је спектар који највише одговара чулу вида, а на основу високог степена усаглашености добијених спектра, када светлост прође кроз оптичко помагало, што представља оригинални научни допринос публикован у часопису M22, **Stankovic, I., Matija, L., Jankov, M., Jeftic, B., Koruga, I., Koruga, Dj.,** Optical and structural properties of PMMA/C₆₀ composites with different concentrations of C₆₀ molecules and its possible applications, Journal of Polymer Research, Vol. 27, Issue 8, Article number: 224., Aug 2020. ISSN: 1022-9760 (M22, IF 2.426 (2019)).

Поред тога у дисертацији је остварен и следећи стручни допринос:

1. Дефинисање оптичких карактеристика помагала за чуло вида на бази нанокмозитних материјала, у зависности од извора светлости, који доводе до заштите чула вида од могућих оштећења изазваних УВ и високо-енергетским плавим светлом као и од прејаког извора светлости повољних таласних дужина за око. На основу овога урађен је прототип наочара и извршена су иницијална истраживања од стране офтамолога. Добијени резултати објављени су од стране офтамолога часопису категорије M23.

Научни допринос кандидата представља оригинални допринос у коме је кандидат на основу испитивања модификованих ПММА материјала са инкорпорираним различитим концентрацијама

фулерена показао који од материјала је најбољи за израду оптичког помагала и доводи до заштите чула вида од могућих оштећења изазваних УВ и високо-енергетским плавим светлом, као и од прејаког извора светлости повољних таласних дужина за око и зашто је тај материјал најбољи за примену, а допринос је приказан у поглављу “Анализа и дискусија резултата истраживања”, на странама дисертације 45-82, и објављен је у раду под називом “*Optical and structural properties of PMMA/C₆₀ composites with different concentrations of C₆₀ molecules and its possible applications*”, у часопису *Journal of Polymer Research* категорије M22 и доступан је на е адреси <https://doi.org/10.1007/s10965-020-02203-4>.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Наноконтропозитни материјал је подразумевао синтезу четири различите концентрације фулерена и полимерног материјала. Синтеза је рађена на основу литерарних података, тако да се очекивало да молекул C₆₀ буде постављен у виду „капе“ на крају полимерног ланца. Овакав приступ добијања ПММА/C₆₀ материјала омогућава добијања униформне величине наносфера (нанокластера) унутар полимерне матрице, а постиже се променом и контролисањем молекуларне масе ПММА. На овај начин се производи материјал са 2Д и 3Д организацијом самоасемблирајућих, термостабилних фулеренских кластера. Карактеризација је рађена уз помоћу УВ/ВИС/НИР и ФТИР спектроскопије, као и помоћу микроскопије атомских и магнетних сила (АФМ/МФМ). Спектроскопским техникама испитиване су трансмитивне карактеристике нових материјала, а МФМ техником магнетне особине материјала као и дистрибуција фулерена унутар полимера. Такође, акценат овог истраживања стављен је и на испитивање степена заштите очних структуре, то јест на потенцијалну употребу нових наноконтропозитних материјала у виду заштитних филтер сочива за наочаре. Досадашња истраживања, која су претходила истраживањима представљеним у овој дисертацији, подразумевала су употребу комерцијално доступних база за РГП или мека сочива и инкорпорирањем фулерена и фулеренских деривата. Овде је полимеризација вршена за чист ПММА и процес полимеризације се значајно разликовао. Такође, како је материјал предвиђен за израду оптичких помагала у виду наочара или филтера тиме је пренебрегнута потреба да се спроведе студија о токсичности материјала, што је било неопходно при испитивању материјала за потенцијалну употребу за производњу контактних сочива. Такође, депозиција фулеренског филма на супстрат од стакла је представљена као једна од претходно испитиваних могућности за израду оптичких помагала, са сличним својствима, али фулеренски филм није показао стабилност као ни униформност у дебљини наноса. Закључак је да је по први пут, за потребе израде дисертације, синтетисана оваква врста материјала за израду оптичког помагала у виду наочара, а на основу њега и израђени модели наочара испитивани на 50 добровољаца. Добијени резултати представљају јасно одређен правац примене, уз небројене друге потенцијалне могућности.

4.3. Верификација стручних резултата истраживања из докторске дисертације

Научни доприноси наведени у тачки 4.1 су верификовани следећим радом:

Рад у међународном часопису, M22

1. **Stankovic, I., Matija, L., Jankov, M., Jestic, B., Koruga, I., Koruga, Dj.,** Optical and structural properties of PMMA/C₆₀ composites with different concentrations of C₆₀ molecules and its possible applications, *Journal of Polymer Research*, Vol. 27, Issue 8, Article number: 224., Aug 2020. ISSN: 1022-9760, IF 2.426 (2019)

DOI: 10.1007/s10965-020-02203-4. (<https://doi.org/10.1007/s10965-020-02203-4>)

Истраживања из дисертације објављивана су и у другим радовима канидата наведеним у делу са биографијом.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и детаљне анализе садржаја и резултата истраживања докторске дисертације под називом „**Карактеризација нанокompозитних материјала за оптичка помагала**“ кандидата Иване М. Станковић (девојачко Милеуснић), мастер инжењер машинства, студента докторских студија, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је кандидат успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања и да докторска дисертација под називом „**Карактеризација нанокompозитних материјала за оптичка помагала**“ представља оригинални научни рад са научним доприносом у области машинства, ужа научна област Биомедицинско инжењерство. Кандидат је остварио оригиналне резултате у испитивању нанокompозитних материјала, на бази полимера и фулерена, применом спектроскопских метода и техника, као и скенирајућом микроскопијом атомских и магнетних сила. На основу анализе добијених резултата реализовано је оптичко помагало, које је показало велики потенцијал за примену у виду заштитних наочара или филтера. Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да прихвати овај Извештај, да докторску дисертацију под називом „**Карактеризација нанокompозитних материјала за оптичка помагала**“ Иване М. Станковић (Милеуснић), дипл. инж.маш. – мастер инжењер машинства, заједно са овим Извештајем стави на увид јавности у складу са законским одредбама, и да потом целокупни материјал упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитету у Београду.

Београд, 02.12.2020.год.

Чланови комисије:

.....
др Лидија Матија, редовни професор, ментор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др сц. мед. Мирко Јанков, лекар-офталмолог,
виши научни сарадник

.....
др Александра Васић-Миловановић, редовни
професор, Универзитет у Београду, Машински
факултет

.....
др Драган Лазић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Бранислава Јефтић, доцент, Универзитет у
Београду, Машински факултет