БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО ЕЛЕКТРОНИКА
Вх. № 1059 / 07.10.2025

С Т А Н О В И Щ Е

от доц. д-р Величка Йорданова Стрижкова-Кендерова, Институт по оптически материали и технологии "Акад. Й. Малиновски", Българска Академия на Науките за дисертационен труд за получаване на научната и образователна степен "Доктор" в професионално направление 4.1 "Физически науки", специалност „Физика на вълновите процеси" на **Емил Веселинов Филипов** на тема **„Контрол на антимикробните свойства на полимер/керамични матрици чрез лазерно-индуцирана обработка за ортопедични приложения"**

Емил Филипов е придобил Магистърска спепен по „Тъканно инженерство и регенеративна медицина" (Msc "Tissue Engineering and Regenerative Medicine") през 2021 г в Технически университет за приложни науки във Виена, Австрия. През януари 2021 г. е зачислен като докторант в специалност „ Физика на вълновите процеси" задочна форма на обучение в Институт по Електроника-БАН и е отчислена през декември 2024 г. с право на защита. Стипендиант е по програмата Мари Склодовска Кюри, (ITN Marie Sklodowska Curie HORIZONT 2020, проект „Антимикробни интегрирани методологии", (AIMed 861138), където преминава през специализирана програма включваща дългосрочни командировки за експерименгални изследвания в страните партньори по проекта. Участвал е в многобройни училища за млади учени, организирани по проекта с водещи учени в областта по тематиката на настоящата дисертация.

Представеният дисертационен труд се състои от следните раздели: Увод; Литературен обзор; Цели, задачи и методика на проведените научни изследвания; Обдъждане на резултатите; Заключение; Основни приноси; Списък на публикациите и списък с Използваната литература, състоящ се от 202 цитирани източника. Дисертационният труд е представен на 137 страници и съдържа 59 (повече от които многокомпонентни) фигури и 4 таблици.

В литературният обзор е направена научна справка за изследвания по проблематиката на дисертационния труд. Литературният обзор е разделен на три последователно свързани части, съставящи основата на дисертационния труд. В първата част са разгледани настоящите стандарти за материалите, използвани при ортопедичните импланти, и проблемите, възникващи след тяхното оперативно поставяне в тялото. Посочени са съвременни алтернативни биосъвместими материали, подходящи за възстановяване на увредена костна тъкан, като фокусът е върху предимствата на полимерни и керамични материали, специфично поликапролактон и трикалциеви фосфати, които са и използвани за целите на дисертацията. Втората част от обзора, е фокусирана върху биомеханичните процеси и предпоставки за създаване на бактериални биофилми по повърхността на имплантираните материали. Описани са основните повърхнинни физикохимични фактори и топографски особености, които оказват влияние върху адхезията на бактериални клетки. Разгледани са и основните стратегии за превенция на

бактериални инфекции, включващи активни и пасивни механизми на действие. Посочени са предимствата и недостатъците на двата вида механизми като акцентът е поставен върху безконтактното повърхнинно лазерно модифициране на биоматериали за контрол върху бактериалното захващане. Третата част на литературния обзор е насочена към лазерното структуриране на биоматериали от различен произход. Направена е съпоставка на взаимодействието между лазерно лъчение с различна продължителност на импулса (наносекунди, пикосекунди и фемтосекунди) и метали и диелектрици. Представени са детайлно механизмите на взаимодействие на различните видове лазерно лъчение с материята. Изтъкнати са предимствата на фемтосекундното лазерно структуриране на материали за постигането на локализирани топографски модели с дефинирани микро и нано морфологични характеристики. В експерименталната част са поставени основните цели и задачи на дисертационния труд, описани са различните експериментални методики, приложени за постигането на резултатите. Подробно са разгледани процесите за синтез на триизмерни полимерни и керамични матрици, съответно от поликапролактон и трикалциев фосфат. Основен акцент е поставен върху повърхнинното структуриране на двата вида материал чрез фемтосекунден лазер и е обърнато внимание на спецификите на лазерните установки, използвани за практическите цели на научната работата. Посочени са релевантните аналитични техники за количествена и качествена оценка на физикохимичните свойства на лазерно-обработените повърхности преди и след лазерна модификация. Описани са клетъчните и микробиологичните in vitro изследвания с човешки костни клетки и бактериални щамове, използвани за валидиране на заложените цели. Различните спектроскопски, микроскопски, кристалографски техники, както оценка на повърхнинната уморяемост разкриха детайли за ефектите на фемтосекундното лазерно структуриране на полимерните и керамичните матрици. Дисертационният труд е написан много дбре. Читателят се въвежда в тематиката чрез дефиниане на повечето използвани понятия. Езикът е ясен, но същевременно с това на много добро техническо ниво.

Резултатите, върху които е написана дисертацията, са публикувани в 3 научни публикации, 2 от които с импакт фактор и 1 с имакт-ранг, и са докладвани на 13 национални и международни научни форума в страната и в чужбина. Едно от участията е удостоено с 2-ра награда за най-добро постерно предсавяне на 23ISCQE*2024 с международно участие. В 2 от публикациите дисертантанта е на първо място в авторския колектив.

Дисертацията е написана на разбираем език, който е на добро терминологично и техническо ниво. Всички термини, получаването на образците и методите на изследване са описани подробно. Резултатите са илюстрирани много добре с информативни фигури и таблици.

Авторефератът е оформен съгласно изискванията и отразява правилно основните резултати и научните приноси на дисертационния труд.

polycaprolactone and hydroxyapatite, fabricated through 3D printing, with the intended function of supporting bone regeneration. A hybrid structure has been successfully realized, specifically designed to enhance the mechanical stability required for integration into bone tissue.

I have several recommendations and critical remarks which, however, do not in any way alter my overall positive impression of the dissertation: Presenting the surface roughness data in tabular form for the different surfaces would have facilitated a clearer and more accessible comparison of the obtained results (pp. 65, 90). Some technical errors were noted in the abstract (e.g., p. 15 – "105" is repeated), and in several SEM images (e.g., pp. 63, 64 of the dissertation and pp. 17, 18, 32 of the abstract), the scale markers are rather unclear and difficult to read.

I have had the opportunity to observe Emil Filipov's professional development and remain impressed by his growth as a researcher. Based on my personal impressions, I am confident that the core activities undertaken in the dissertation are primarily his own work. Given my familiarity with the research group in which Emil Filipov is active, as well as with his academic advisor, I am convinced that the outcomes of this dissertation will pave the way for new opportunities and applications. In particular, the development of antibacterial surfaces on biocompatible polycaprolactone and tricalcium phosphate matrices, achieved through femtosecond laser-induced structuring, holds strong potential for advanced applications in bone tissue engineering.

CONCLUSION

The dissertation addresses a contemporary and socially significant scientific issue. It employs advanced experimental methods and techniques, resulting in original findings of contributory value. The work fully complies with the provisions of the Law on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria (LDASRB) and the corresponding regulations for its implementation. The doctoral candidate has accumulated a total of 564 credits, substantially exceeding the minimum requirement of 200 credits set by the Central Office of the Bulgarian Academy of Sciences (CO-BAS).

In light of the above, I firmly recommend and fully endorse the awarding of the educational and scientific degree "**Doctor**" to **Emil Veselinov Filipov** in the professional field 4.1 "Physical Sciences", specialty "Physics of Wave Processes".

Sofia, 29/09/2025

Assoc Prof. Dr. Velichka Strijkova

IOMT-BAN