

РЕЦЕНЗИЯ

върху материалите за защита на дисертационен труд за придобиване на научната степен „доктор на науките“, област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.1. Физически науки, научна специалност: Физика на кондензираната материя

Кандидат за придобиване на научната степен „доктор на науките“: доцент д-р Карекин Дикран Есмерян

Автор на становището: Албена Георгиева Йорданова, професор по Биохимия, професионално направление 4.3. Биологически науки, Медицински факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“ и член на научното жури, назначено със заповед РД-09-104/14.10.2024 г. на доц. д-р Екатерина Йорданова – директор на Институт по физика на твърдото тяло „Акад. Георги Наджаков“ – Българска академия на науките

1. Описание на представените материали

Със заповед № РД-09-104/14.10.2024 г. на доц. д-р Екатерина Йорданова – директор на Институт по физика на твърдото тяло „Акад. Георги Наджаков“ – Българска академия на науките, съм назначена за член на научното жури за защита на дисертационен труд на тема *„Неомокряеми въглеродни сажди от рапично олио – мултифункционален наноматериал в помощ на обществото“* за придобиване на научна степен „доктор на науките“ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.1. Физически науки, научна специалност: Физика на кондензираната материя. Автор на дисертационния труд е Карекин Дикран Есмерян – доцент в Институт по физика на твърдото тяло „Акад. Георги Наджаков“ – Българска академия на науките.

Предадените от доц. Карекин Есмерян материали включват следните документи: заявление до научния съвет на ИФТТ-БАН; автобиография по европейски образец; дисертационен труд на английски език; автореферат на български език; таблица 3 от Правилника на ИФТТ-БАН за прилагане на ЗРАСРБ; протокол от семинара за предварително обсъждане на дисертационния труд; копие на диплом № 000405/31.03.2014 г. за придобиване на ОНС „доктор“ по Физика на вълновите процеси на тема *„Термочувствителност и оптимизация на акустични сензори, използващи полимерни и свръххидрофобни слоеве“*; списък на научните публикации, изобретенията и цитатите за участие в конкурса, включени в минималните национални изисквания по групи показатели В-Е; 15 публикации, включени в дисертационния труд; резюмета на български и английски език на публикациите; копия на 4 патента за изобретения; декларация, че дисертационния труд не повтаря и не използва материалите за придобиване ба ОНС „Доктор“, както и на академичните длъжности „главен асистент“ и „доцент“. Предадените материали за защита на дисертационен труд за придобиване на научната степен „доктор на науките“ съответстват на минималните национални изисквания, както и на изискванията на Правилника на ИФТТ-БАН.

2. Кратки биографични данни за кандидата

Доцент д-р Карекин Дикран Есмерян завършва висшето си образование през 2009 г. в Минно Геоложкия Университет – гр. София, като последователно завършва бакалавърска

степен (през 2007 г., бакалавър по приложна геофизика) и магистърска степен (2009 г., магистър по петролна геофизика). От януари 2011 г. до март 2014 г. е бил докторант в Института по физика на твърдото тяло-БАН, където успешно защитава дисертационния си труд на тема *„Температурна чувствителност и оптимизация на акустични сензори използващи полимерни и свръххидрофобни покрития“*. В периода от октомври, 2012 г. до март 2013 г. е бил специализант в Northumbria University, Newcastle, Великобритания, както и в Virginia Commonwealth University, Richmond, САЩ (от юни 2015 г. до декември 2016 г.). В резултат на постдокторантските специализации са осъществени важни научни изследвания при разработване на методи за синтез на механически стабилни и икономически изгодни свръххидрофобни покрития от графитоподобен и диамантоподобен аморфен въглерод; ефекти на динамичното въздействие на ледени капки върху твърда повърхност и разработване на нов метод за оценка на противообрастващите/антимикробни свойства на различни функционални покрития. От 2014 г. до 2017 г. той е асистент в ИФТТ-БАН, като основните му научно-изследователски интереси са насочени към разработване на свръххидрофобни покрития за приложения в пиезореzonансни (акустични) химични и биологични сензори. В периода март 2017 г. до януари 2020 година той е бил главен асистент в ИФТТ-БАН, като задълбочава научните си изследвания в областта на изследването и оптимизацията на ледофобните, антимикробни и механични свойства на свръххидрофобни покрития от графитоподобен аморфен въглерод. От януари 2020 година до сега д-р Есмерян е доцент в Института по физика на твърдото тяло, като научните му интереси са ориентирани в разнообразни области с конкретно приложение в репродуктивната медицина, анализ на продукти и промишлеността: криоконсервация на човешка семенна течност; разработване на сензори за анализ на алкохолни продукти; разработка на неомокряем бетон.

За времето на своето професионално израстване доц. д-р Карекин Есмерян има 38 научни публикации в списания с импакт фактор и квантили, като преобладават статиите му в списания с Q1 и Q2, има 547 цитати (без автоцитатите), и съответно неговият h-index е 13 (съгласно Google Scholar h-индекс=19 и 880 цитата, <https://scholar.google.com/citations?user=Vt89-9MAAAAJ&hl=en>). Бил е ръководител на 6 научни проекта, финансирани от Фонд „Научни изследвания“-МОН, както и от ИФТТ-БАН. В автобиографията му е приложен списък на едва няколко участия на научни форуми, което бих отбелязала като единствения негатив на предоставените документи за участие в конкурса за присъждане на научната степен „доктор на науките“.

3. Характеристика и оценка на дисертационния труд за присъждане на научната степен „доктор на науките“

За присъждане на научната степен „доктор на науките“ доцент д-р Карекин Дикран Есмерян е представил дисертационен труд на тема *„Неомокряеми въглеродни сажиди от рапично олио – мултифункционален наноматериал в помощ на обществото“* по научна специалност: Физика на кондензираната материя, област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.3 Физически науки. Основните резултати са получени в лаборатория „Акустоелектроника“ към ИФТТ-БАН, както и в МБАЛ „Надежда“, Медицински център „Репробиомед“, Частно лечебно заведение за доболнична помощ „Неоклиник“, СБАЛГАР „Д-р Малинов“, Virginia Commonwealth University, САЩ.

Представеният дисертационен труд има за цел да представи нови експериментални данни и приложно ориентирани познания касаещи омокрящите, ледофобни и антимикробни характеристики на саждите от рапично олио, и тяхното значение за бъдещото производство на иновативни биосензори или криогенни устройства за безвредно криосъхранение на жива материя. Дисертацията съдържа 234 страници, 117 фигури, 34 таблици и 22 формули и уравнения. Цитирани са 433 литературни източника, повечето от които са от последните години и са публикувани във водещи международни издания.

Основни научно-изследователски цели, които са предвидени за реализация, са формулирани ясно и точно, като всяка една от тях е анализирана подробно и задълбочено в петте глави на дисертационния труд:

- Разработване на персонализирани сензорни устояства на основата на кварцова микровезна покрита със слой от въглеродни сажди за регистрация на процеси и биохимични компоненти в човешки еякулати и урина за целите на клиничната диагностика;
- Изследване на систематично антимикробното поведение на саждите от рапично олио при статични и динамични условия в соленоводен басейн;
- Изясняване на факторите, регулиращи противообледеняващата способност на саждите от рапично олио в среда с висока относителна влажност на въздуха;
- Създаване на иновативна нанотехнология за криоконсервация на човешка семенна течност чрез неомокряеми покрития от въглеродни сажди;
- Да се изследва ефектът на саждите от рапично олио върху подвижността, акрозомния статус и окислително-редукционния потенциал на човешки сперматозоиди.

Дисертацията се състои от пет глави, като в глава I е представен *Литературен обзор*, въз основа на който са очертани основните научни области залегнали в дисертационния труд. Идентифицирани са нерешените проблеми и научните тематики, в които съществуват недостатъчно по качество и количество изследвания, резултати и изводи. На тази база са формулирани целите и задачите на дисертацията. Последователно в глава II (*Кварцова микровезна, покрита с неомокряем слой от въглеродни сажди, като биосензор за анализ на човешка семенна течност и урина*), глава III (*Антимикробна активност на свръххидрофобни покрития от въглеродни сажди при статични и динамични условия в соленоводни басейни*), глава IV (*Ледофобни сажди от рапично олио като инструмент за контрол на ледообразуването при тежки климатични условия*) и глава V (*Когато физиката на кондензираната материя среща биологията: или как отпадъчни сажди могат да се използват в криобиологията и репродуктивната медицина*) са описани проведените високоинформативни изследвания, получените от тях резултати и основни изводи. Много добро впечатление прави обосновката и мотивацията за изпълнението на всяка една от предвидените за изпълнение мащабни задачи, което е потвърждение за засиления научен интерес на д-р Есмерян в научната проблематика.

Получените резултати при осъществяване на дисертацията отразяват съвременните научни постижения в изследванията на механизмите за пасивна защита от обледеняване и биозамърсяване въз основа на сажди от рапично олио, с пряко потенциално въздействие върху морския транспорт, корабостроителната индустрия, авиацията, репродуктивната медицина и криобиологията. По-голямата част от тези резултати разглеждат дизайна, оптимизирането и охарактеризирането на свръххидрофобни покрития от въглеродни сажди, доказвайки техните предимства и ефективност за възпрепятстване на микробната

пролиферация при директно потапяне в соленоводни басейни и облекчаване на двуфакторното увреждане от замръзване по време на криоконсервация на човешка семенна течност. Лично за мен от особено значение за съвременната репродуктивна медицина са получените резултати в последната глава на дисертационния труд, в която е описана нова технология за криоконсервация на човешка семенна течност чрез свръххидрофобни покрития от сажди. Получени са резултати за въздействието на наночастиците с различни физикохимични характеристики от сажди върху жизнеспособността, окислително-редукционния потенциал и акрозомния статус на човешки сперматозоиди.

Въз основа на проведените научни изследвания в дисертационния труд на доц. Есмерян са формулирани 6 съществени приноси с научно и научно-приложно значение, като 4 от тях са иновативни и с потенциал за бъдещо приложение на саждите от рапично олио при:

- криоконсервация на сперматозоиди и други клетки без участието на криопротектори;
- подобряване на репродуктивния потенциал на човешките сперматозоиди чрез биохимично и електростатично активиране на тяхната подвижност;
- анализ на човешка семенна течност и урина чрез разработената неомокряема кварцова микровезна покрита с въглеродни сажди от рапично олио;
- потискане на пролиферацията и развитието на биофилм от различни Gram (-) Gram (+) бактериални щамове върху покритията от сажди и допълнителни компоненти;
- формиране на свръххидрофобни покрития с потенциално приложение в изработването на системи за възобновяема енергия и издържащи на ледени бури покрития;
- изработването на композитни материали със седефоподобна структура чрез регулиране на местоположението и развитието на ледения фронт в капката, чрез открития режим на замръзване на водни капки по целия им контур, възникващ при едновременно охлаждане на криогенното съоръжение и водните капки.

В края на дисертационния труд са изброени основните научни и научно-приложни приноси и е приложен списък на включените в дисертацията 15 публикации, във които водещ автор е д-р Есмерян, което е безспорно доказателство за основната му роля и изключителния му принос в проведените изследвания и научни публикации.

Резултатите от дисертацията са публикувани в реномирани международни научни списания с импакт фактор, попадащи изцяло в квартали Q1 и Q2 за периода на издаване 2019-2024 година, и са представени на няколко международни конференции като International Conference on Diamond and Carbon Materials, The Annual Meeting of the Society for Cryobiology и Designer Biology.

Представеният автореферат на дисертационния труд на доц. Есмерях е оформен отлично, отговаря на съдържанието на дисертационния труд и дава изчерпателна информация за проведените експерименти, получените резултати, обсъждане, анализ на проведените изследвания и научни приноси.

Представеният дисертационен труд покрива необходимите критерии по показател Б (Дисертационен труд за присъждане на научна степен „доктор на науките“), съгласно минималните изисквания на Националния център за информация и документация.

4. Оценка на наукометричните показатели на кандидата

В настоящият конкурс доцент д-р Карекин Дикран Есмерян участва с четирите си изобретения (всеки от които му носи по 25 точки, съгласно показател Г-9 от правилника на ИФТТ-БАН за прилагане на ЗРАСРБ):

1. Метод за криоконсервация на човешки клетки и тъкани посредством свръххидрофобни покрития от въглеродни сажди, референтен №67427 В1, април 2022, София, България.

2. Система за комплексен биохимичен анализ на урина, базирана на свръхнеомокряема кварцова микровезна, референтен №67464 В1, октомври 2022, София, България.

3. Метален държател за кварцов пиезоелектричен сензор, функциониращ в условия на отрицателни температури, референтен №67606 В1, февруари 2024, София, България.

4. Свръхнеомокряеми въглеродни сажди като функционален активатор на човешки сперматозоиди, референтен №67639 В1, юни 2024, София, България.

Резултатите от дисертационния труд са описани и публикувани в 15 научни статии в пълен текст в научни издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни. 10 от научните публикации са в списания с Q1, а 5 публикации – в списания с Q2, като те не са били използвани при предходни процедури за присъждане на образователната и научна степен „доктор“, както и в конкурси за заемане на академичните длъжности „главен асистент“ и „доцент“. Включените в дисертацията публикации, в които доц. Есмерян е първи автор, са получили 108 независими цитирания, като всеки от цитатите носи по 2 точки (показател Д). По темата на дисертацията са реализирани успешно няколко научни проекта, финансирани от фонд „Научни изследвания“ на Министерството на образованието и науката и различни изследователски програми на Българска академия на науките.

Съгласно минималните изисквания на Националния център за информация и документация по групи показатели за придобиване на научната степен „доктор на науките“ е необходимо покриване на описаните в таблицата по-долу критерии. За сравнение са дадени и показателите на доц. Есмерян за участието му в настоящия конкурс, като той покрива и надхвърля изискуемият минимален брой точки по показател Д11 (Цитирания в научни издания, монографии, колективни томове и патенти, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (*Web of Science u Scopus*)).

Група показатели	Съдържание	Минимални национални изисквания за придобиване на научната степен „доктор на науките“	Точки по показателите на доцент д-р Карекин Дикран Есмерян
А	Показател 1: Дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“	50	50
Б	Показател 2: Дисертационен труд за присъждане на научна степен „доктор на науките“	100	100
Г	Сума от точките в показатели 5-10	100	100
Д	Сума от точките в показател 11	100	216
ОБЩ БРОЙ ТОЧКИ ПО ПОКАЗАТЕЛИ		350	466

Доц. Карекин Дикран Есмерян покрива националните минимални изисквания за придобиване на научната степен „доктор на науките“, като сумата от точките по изискуемите показатели е 466 при минимален брой точки 350.

5. Оценка на личния принос на кандидата

След като се запознах с дисертационния труд за придобиване на научната степен „доктор на науките“, авторефератът към него, приложените научни публикации, както и цитатите на статиите, в които водещ автор е доцент д-р Карекин Дикран Есмерян мога да обобщя, че те са осъществени с неговото активно участие и са негова лична заслуга.

6. Забележки и въпроси

1. Без съмнение, получените резултати в дисертационния труд ще намерят своето практическо приложение, но според мен трябва да бъде направен много по-задълбочен биохимичен анализ на ензимите в изследваните еякулати и задължително да бъде потърсено съдействие от водещи ензимолози у нас. В дисертацията са изследвани параметрите общ протеин, албумин, урея, креатинин, пикочна киселина, аспартат аминотрансфераза и аланин аминотрансфераза, лактат дехидрогеназа, креатин киназа и гама-глутамил трансфераза. Известно е, че семенната течност се формира от ключови структури в мъжката репродуктивна система: тестисите, в които се формират сперматозоидите и минимално количество течност в спермата; семенните мехурчета, които отделят значителна част от семенната течност и фруктоза, която осигурява енергия за сперматозоидите; простатната жлеза, която секретира значителна част от течната съставка на спермата, в която се съдържат основно протеолитични ензими, както и специфичен за простатата антиген (PSA) за втечняване на спермата след еякулация и поддържат подвижността на сперматозоидите; булбоуретралните жлези, които отделят бистра, смазваща течност, която помага да се неутрализира киселинността в уретрата от урината. Много по-адекватно би било да се търсят изменения именно в специфичните за семенната течност ензими и компоненти, напр. муцин, протеолитични ензими, кисела фосфатаза, фибринолизин, PSA, тестостерон, дихидротестостерон, инхибин, лимонена киселина, нива на специфични електролити (натрий, калий, калций, магнезий) и др., а не в ензими, които в допълнение са тъканно специфични и нивата им в серума се повишават само при определени физиологични изменения и тъканни увреждания.

2. Как можете да обясните отрицателния заряд на повърхността на сперматозоидите, след като е известно, че всички клетки имат положителен заряд от външната страна на клетъчната мембрана, спрямо вътрешната страна, в резултат на действието на K^+/Na^+ помпа?

3. Бихте ли прецизирал термина „кислородни функционални групи“, защото от химична гледна точка използваният термин е неприемлив.

7. Заключение

След разглеждане и анализиране на подадените документи за защита на дисертационен труд за придобиване на научната степен „доктор на науките“, област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.1. Физически науки, научна специалност: Физика на кондензираната материя заявявам, че кандидатът доцент д-р Карекин Дикран Есмерян покрива минималните национални изисквания на

НАЦИД и отговаря на условията и реда, определени със закона за развитието на академичния състав в Република България и правилника за неговото прилагане.

В заключение, убедено мога да кажа, че представената докторска дисертация е с научно-приложен характер, като обобщава получени резултати, анализи и съвременни знания, натрупани през последните години в резултат на проведена научно-експериментална дейност за експериментално определяне, проектиране, охарактеризиране и оптимизиране на различни свръххидрофобни покрития от сажди, получени от изгаряне на рапично олио. Изследваните сажди могат да потиснат образуването на лед и бактериални отлагания върху различни твърди повърхности; да предотвратят увреждания на човешки сперматозоиди по време на криоконсервация, както и да активират тяхната подвижност. Установено е, че моделните сажди могат да служат като сензорен наноматериал, който е от полза за количествен анализ на човешка семенна течност и урина, както и за проследяване на режимите на замръзване на водни капки.

Давам своята положителна оценка за проведените изследвания в дисертационния труд, автореферата, постигнатите резултати и приноси, и предлагам на почитаемото научно жури да присъди научна степен „доктор на науките“ на доцент д-р Карекин Дикран Есмерян в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.1. Физически науки, научна специалност: Физика на кондензираната материя.

12.11.2024 г.

Автор на рецензията:

(проф. Албена Георгиева Йорданова, дб)

REVIEW

on the materials for a dissertation for awarding the scientific degree "Doctor of Sciences", field of higher education: 4. Natural sciences, mathematics and informatics, professional direction: 4.1. Physical Sciences, scientific specialty: Condensed-Matter Physics

Author of dissertation: Associate Professor Karekin Dikran Esmeryan, PhD

Author of the opinion: Albena Georgieva Jordanova, professor of Biochemistry, professional direction 4.3. Biological Sciences, Faculty of Medicine, Sofia University "St. Kliment Ohridski" and member of the scientific jury, appointed by order ПД-09-104/14.10.2024 of Associate Professor Ekaterina Iordanova, PhD - Director of the Institute of Solid State Physics "Acad. Georgi Nadjakov" - Bulgarian Academy of Sciences (BAS)

1. Description of the presented materials

By order No. ПД-16-097/15.07.2024 of Associate Professor Ekaterina Iordanova, PhD - Director of the Institute of Solid State Physics "Acad. Georgi Nadjakov" - Bulgarian Academy of Sciences, I have been appointed as a member of the scientific jury for the assessment of a dissertation work on the topic *"Non-wettable rapeseed oil soot - a multifunctional nanomaterial helping the society to move forward"* for the acquisition of a scientific degree "Doctor of Sciences" in the field of higher education 4. Natural sciences, mathematics and informatics, professional direction: 4.1. Physical Sciences, scientific specialty: Condensed-Matter Physics. The author of the dissertation is Karekin Dikran Esmeryan - Associate Professor at the Institute of Solid State Physics "Acad. Georgi Nadjakov" - Bulgarian Academy of Sciences.

The materials submitted by Assoc. Prof. Karekin Esmeryan include the following documents: an application to the scientific council of Institute of Solid State Physics -BAS; a European-style CV; dissertation work in English; abstract of dissertation in Bulgarian; table 3 of the Regulations of the Institute of Solid State Physics-BAS for the implementation of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria; protocol of the seminar for preliminary discussion of the dissertation work; copy of diploma No. 000405/31.03.2014 for the acquisition of the PhD degree in Physics of wave processes on the topic *"Thermosensitivity and optimization of acoustic sensors using polymer and superhydrophobic layers"*; a list of scientific publications, inventions and citations for participation in the competition, included in the minimum national requirements by indicator groups B-E; 15 publications included in the dissertation work; summaries in Bulgarian and English of the publications; copies of 4 invention patents; declaration that the dissertation work does not repeat and does not use the materials for the acquisition of the PhD degree, as well as the academic positions "Assistant Professor" and "Associate Professor". The submitted materials for the defense of a dissertation work for the acquisition of the scientific degree "Doctor of Sciences" correspond to the minimum national requirements, as well as the requirements of the Regulations of Institute of Solid State Physics-BAS.

2. Brief biographical details of the applicant

Associate Professor Karekin Dikran Esmeryan, PhD completed his higher education in 2009 at the Sofia University of Mining and Geology, successively completing a bachelor's

degree (in 2007, bachelor's degree in applied geophysics) and a master's degree (2009, master's degree in petroleum geophysics). From January 2011 to March 2014, he was a PhD student at the Institute of Solid State Physics - BAS, where he successfully defended his PhD dissertation on *"Temperature sensitivity and optimization of acoustic sensors using polymer and superhydrophobic coatings"*. In the period from October 2012 to March 2013, he was a specialist at Northumbria University, Newcastle, UK, as well as at Virginia Commonwealth University, Richmond, USA (from June 2015 to December 2016). As a result of the post-PhD specializations, important scientific research was carried out in the development of methods for the synthesis of mechanically stable and economically advantageous superhydrophobic coatings from graphite-like and diamond-like amorphous carbon; effects of the dynamic impact of ice drops on a solid surface and the development of a new method to evaluate the antifouling/antimicrobial properties of various functional coatings. From 2014 to 2017, he was an assistant at the Institute of Solid State Physics - BAS, with his main research interests focused on the development of superhydrophobic coatings for applications in piezoresonant (acoustic) chemical and biological sensors. In the period from March 2017 to January 2020, he was a senior assistant at the Institute of Solid State Physics - BAS, deepening his scientific research in the field of research and optimization of ice-phobic, antimicrobial and mechanical properties of superhydrophobic coatings of graphite-like amorphous carbon. From January 2020 until now, Dr. Esmeryan is an Associate Professor at the Institute of Solid State Physics, and his scientific interests are oriented in diverse areas with specific application in reproductive medicine, product analysis and industry: cryopreservation of human seminal fluid; development of sensors for the analysis of alcoholic products; development of non-wetting concrete.

During his professional development, Dr. Karekin Esmeryan has 38 scientific publications in journals with impact factor and quartiles, with his articles in journals with Q1 and Q2 prevailing, he has 547 citations (without self-citations), and accordingly his h-index is 13 (according to Google Scholar h-index=19 and 880 citations, <https://scholar.google.com/citations?user=Vt89-9MAAAAJ&hl=en>). He was the head of 6 scientific projects financed by the "Scientific Research" Fund – Ministry of education and science, as well as by the Institute of Solid State Physics - BAS. In his autobiography, a list of only a few participations in scientific forums is attached, which I would note as the only negative of the submitted documents for participation in the competition for the award of the scientific degree "Doctor of Sciences".

3. Characterization and evaluation of the dissertation work

For the award of the scientific degree "Doctor of Sciences", Associate Professor Dr. Karekin Dikran Esmeryan presented a dissertation on the topic *"Non-wettable rapeseed oil soot - a multifunctional nanomaterial helping the society to move forward"* by scientific specialty: Condensed-Matter Physics, field of higher education: 4. Natural sciences, mathematics and informatics, professional direction: 4.3 Physical sciences. The main results were obtained in the "Acoustoelectronics" laboratory at the Institute of Solid State Physics - BAS, as well as in the "Nadezhda" Medical Center, "Reprobiomed" Medical Center, "Neoklinik" private medical facility for pre-hospital care, Specialized Invitro & Surgical Hospital "Malinov Clinic", Virginia Commonwealth University, USA.

The dissertation work aims to present new experimental data and application-oriented knowledge regarding the wetting, ice-phobic and antimicrobial characteristics of rapeseed oil soot, and their importance for the future production of innovative biosensors or cryogenic devices for harmless cryopreservation of living matter. The dissertation contains 234 pages, 117 figures, 34 tables and 22 formulas and equations. 433 literary sources are cited, most of which are from recent years and published in leading international publications.

Main scientific research goals, which are planned for implementation, are formulated clearly and precisely, and each of them is analyzed in detail and in depth in the five chapters of the dissertation work:

- Development of customized sensor devices based on a quartz microbalance covered with a layer of carbon soot for the registration of processes and biochemical components in human ejaculates and urine for the purposes of clinical diagnostics;
- Investigation of the systematic antimicrobial behavior of rapeseed oil carbon soot under static and dynamic conditions in a saline basin;
- Clarification of the factors regulating the anti-icing ability of rapeseed oil soot in an environment with high relative air humidity;
- Creation of innovative nanotechnology for cryopreservation of human seminal fluid through non-wettable carbon soot coatings;
- To investigate the effect of rapeseed oil soot on the motility, acrosome status and redox potential of human spermatozoa.

The dissertation consists of five chapters, and Chapter I presents a *Literature Review*, based on which the main scientific areas covered by the dissertation work are outlined. The unsolved problems and scientific topics in which there are insufficient quality and quantity of research, results and conclusions have been identified. On this basis, the goals and objectives of the dissertation are formulated. Consequentially in Chapter II (*Quartz microbalance coated with a non-wettable layer of carbon soot as a biosensor for the analysis of human seminal fluid and urine*), Chapter III (*Antimicrobial activity of superhydrophobic carbon soot coatings under static and dynamic conditions in saline pools*), Chapter IV (*Icephobic rapeseed oil carbon soot as a tool to control ice formation in severe climates*) and Chapter V (*When condensed matter physics meets biology: or how waste carbon soot can be used in cryobiology and reproductive medicine*) describes the highly informative studies conducted, their results, and main conclusions. A very good impression is made by the justification and motivation for the implementation of each of the planned large-scale tasks, which is a confirmation of Dr. Esmeryan's increased scientific interest in scientific topics.

The results obtained during the realization of the dissertation reflect modern scientific achievements in the research of passive protection mechanisms against icing and biofouling based on rapeseed oil soot, with direct potential impact on maritime transport, shipbuilding industry, aviation, reproductive medicine and cryobiology. The majority of these results address the design, optimization, and characterization of superhydrophobic carbon soot coatings, demonstrating their advantages and effectiveness in inhibiting microbial proliferation upon direct immersion in saline pools and alleviating two-factor freeze damage during cryopreservation of human sperm liquid. Personally for me, of particular importance for modern reproductive medicine are the results obtained in the last chapter of the dissertation, in which a new technology for cryopreservation of human seminal fluid using superhydrophobic carbon soot coatings is described. Results were obtained on the impact of carbon soot nanoparticles

with different physicochemical characteristics on the viability, redox potential and acrosome status of human spermatozoa.

Based on the scientific research carried out in the dissertation of Associate Professor Karekin Esmeryan, 6 significant contributions of scientific and scientific-applied importance were formulated, 4 of which are innovative and have the potential for future application of rapeseed oil soot in:

- cryopreservation of spermatozoa and other cells without the participation of cryoprotectants;
- improving the reproductive potential of human spermatozoa by biochemical and electrostatic activation of their motility;
- analysis of human seminal fluid and urine by means of the developed non-wettable quartz microbalance coated with rapeseed oil carbon soot;
- suppression of proliferation and biofilm development of various Gram (-) Gram (+) bacterial strains on carbon soot coatings and additional components;
- formation of superhydrophobic coatings with potential application in the production of renewable energy systems and ice storm resistant coatings;
- the production of composite materials with a mother-of-pearl-like structure by regulating the location and development of the ice front in the drop, through the open mode of freezing of water drops along their entire contour, occurring during simultaneous cooling of the cryogenic facility and the water drops.

At the end of the dissertation, the main scientific and scientific-applied contributions are listed and a list of 15 publications included in the dissertation, in which Dr. Esmeryan is the first author, is attached, which is indisputable proof of his main role and outstanding contribution to the conducted research and scientific publications.

The results of the dissertation have been published in renowned international scientific journals with an impact factor falling entirely in quartiles Q1 and Q2 for the publication period 2019-2024, and have been presented at several international conferences such as the International Conference on Diamond and Carbon Materials, The Annual Meeting of the Society for Cryobiology and Designer Biology.

The presented abstract of the dissertation work of Associate Professor Esmeryan is well laid out, corresponds to the content of the dissertation and provides comprehensive information about the experiments conducted, the results obtained, discussion, analysis of the research conducted, and scientific contributions.

The presented dissertation meets the necessary criteria under indicator B (Dissertation for the award of the scientific degree "Doctor of Sciences"), according to the minimum requirements of the National Center for Information and Documentation.

4. Evaluation of the applicant's scientometric indicators

In the current competition, Associate Professor Dr. Karekin Dikran Esmeryan participated with his four inventions (each of which brings him 25 points, according to indicator Г-9 of the Institute of Solid State Physics - BAS rules for implementing the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria):

1. Method for cryopreservation of human cells and tissues using superhydrophobic carbon soot coatings, reference #67427 B1, April 2022, Sofia, Bulgaria.

2. System for complex biochemical analysis of urine, based on ultra-non-wettable quartz microbalance, reference #67464 B1, October 2022, Sofia, Bulgaria.
3. Metal holder for a quartz piezoelectric sensor operating in negative temperature conditions, reference #67606 B1, February 2024, Sofia, Bulgaria.
4. Superwettable carbon black as a functional activator of human spermatozoa, reference #67639 B1, June 2024, Sofia, Bulgaria.

The results of the dissertation work are described and published in 15 scientific articles in full text in scientific publications, referenced and indexed in world-renowned databases. 10 of the scientific publications are in journals with Q1, and 5 publications - in journals with Q2, and they were not used in previous procedures for awarding the educational and scientific PhD degree, as well as in competitions for filling the academic positions "Assistant Professor" and "Associate Professor". The publications included in the dissertation, in which Associate Professor Esmeryan is the first author, they received 108 independent citations, and each of the citations carries 2 points (indicator Д). On the subject of the dissertation, several scientific projects have been successfully implemented, financed by the "Scientific Research" fund of Ministry of Education and Science of Bulgaria and various research programs of the Bulgarian Academy of Sciences.

According to the minimum requirements of the National Center for Information and Documentation by groups of indicators for the acquisition of the scientific degree "Doctor of Sciences", it is necessary to meet the criteria described in the table below. For comparison, the indicators of Associate Professor Esmeryan for his participation in the competition, as it covers and exceeds the required minimum number of points for indicator Д-11 (Citations in scientific publications, monographs, collective volumes and patents, referenced and indexed in world-renowned databases with scientific information (*Web of Science and Scopus*)).

Indicator group	Content	Minimum number of points for "Doctor of Sciences "	Points of Associate Professor Karekin Dikran Esmeryan
A	Indicator 1: Dissertation for the award of the educational and scientific PhD degree	50	50
B	Indicator 2: Dissertation for the award of the scientific degree "Doctor of Science"	100	100
Г	Sum of points in indicators 5-10	100	100
Д	Sum of points in indicator 11	100	216
TOTAL NUMBER OF POINTS BY ALL INDICATORS		350	466

Assoc. Prof. Karekin Dikran Esmeryan meets the national minimum requirements for obtaining the scientific degree "Doctor of Sciences", the sum of the points according to the required indicators being 466 with a minimum number of points of 350.

5. Evaluation of the candidate's personal contribution

After getting acquainted with the dissertation work for obtaining the scientific degree "Doctor of Sciences", the author's abstract, the attached scientific publications, as well as the citations of the articles in which the lead author is Associate Professor Dr. Karekin Dikran

Esmeryan, I can summarize that they were carried out with his active participation and are his personal credit.

6. Remarks and questions

1. Undoubtedly, the results obtained in the dissertation work will find their practical application, but in my opinion, a much more in-depth biochemical analysis of the enzymes in the examined ejaculates should be done and the assistance of leading enzymologists in our country must be sought. The parameters total protein, albumin, urea, creatinine, uric acid, aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase, lactate dehydrogenase, creatine kinase and gamma-glutamyl transferase were investigated in the dissertation. It is known that seminal fluid is formed by key structures in the male reproductive system: the testicles, in which sperm are formed and a minimal amount of fluid in the semen; the seminal vesicles, which secrete a significant portion of the seminal fluid and fructose, which provides energy for the sperm; the prostate gland, which secretes a significant part of the liquid component of the semen, which mainly contains proteolytic enzymes, as well as prostate-specific antigen (PSA) to liquefy the sperm after ejaculation and maintain sperm motility; the bulbourethral glands, which secrete a clear, lubricating fluid that helps neutralize acidity in the urethra from urine. It would be much more appropriate to look for changes specifically in semen-specific enzymes and components, e.g. mucin, proteolytic enzymes, acid phosphatase, fibrinolysin, PSA, testosterone, dihydrotestosterone, inhibin, citric acid, levels of specific electrolytes (sodium, potassium, calcium, magnesium), etc., and not in enzymes that are additionally tissue specific and their serum levels increase only with certain physiological changes.

2. How can you explain the negative charge on the surface of spermatozoa, given that all cells are known to have a positive charge on the outside of the cell membrane, relative to the inside, as a result of the action of the K^+/Na^+ pump?

3. Could you clarify the term "oxygen groups", because from a chemical point of view this term is unacceptable.

7. Conclusion

After analyzing the submitted documents of a dissertation work for the acquisition of the scientific degree "Doctor of Sciences", field of higher education: 4. Natural sciences, mathematics and informatics, professional direction: 4.1. Physical sciences, scientific specialty: Physics of the condensed matter, I declare that the candidate, Associate Professor, Dr. Karekin Dikran Esmeryan, meets the minimum national requirements of the National Center for Information and Documentation and meets the conditions and procedures set by the law on the development of the academic staff in the Republic of Bulgaria and the rules for its implementation.

In conclusion, I can confidently say that the presented dissertation is of a scientific-applied nature, summarizing results, analyzes and modern knowledge accumulated in recent years as a result of conducted scientific-experimental activity for experimental determination, design, characterization and optimization of various superhydrophobic carbon soot coatings obtained from rapeseed oil combustion. The investigated carbon soot can suppress the formation of ice and bacterial deposits on various hard surfaces; to prevent damage to human spermatozoa during cryopreservation, as well as to activate their motility. It was found that the

model carbon soot can serve as a sensor nanomaterial that is useful for quantitative analysis of human seminal fluid and urine, as well as for tracking the freezing regimes of water droplets.

I give my positive assessment of the research conducted in the dissertation work, the abstract, the achieved results and contributions, and I propose to the honorable scientific jury to award the scientific degree "Doctor of Sciences" to Associate Professor Dr. Karekin Dikran Esmeryan in the field of higher education: 4. Natural sciences, mathematics and informatics, professional direction: 4.1. Physical Sciences, scientific specialty: Condensed-Matter Physics.

12.11.2024

Author of review:
(prof. Albena Georgieva Jordanova, PhD)