

**АВТОРСКА СПРАВКА ЗА ОРИГИНАЛНИТЕ НАУЧНИ ПРИНОСИ, С КОИТО
ГЛ.АС. Д-Р КАРЕКИН ДИКРАН ЕСМЕРЯН КАНДИДАТСТВА ПО КОНКУРС
ЗА ЗАЕМАНЕ НА АКАДЕМИЧНАТА ДЛЪЖНОСТ „ДОЦЕНТ“ В ИФТТ-БАН**

1. Обща информация, съгласно т. 1-3 на чл. 13, ал. 2 от правилника на ИФТТ-БАН
в допълнение към ЗРАСРБ

Карекин Дикран Есмерян е роден на 8 януари 1984г. в град София. Висшето си образование завършва през 2009г. в Минно-Геоложки Университет Св. Иван Рилски, град София, където получава магистърска степен по „петролна геофизика“.

През 2011 година постъпва като редовен докторант в лаборатория „Акустоелектроника“ към Институт по физика на твърдото тяло акад. Георги Наджаков (ИФТТ-БАН). Научната дейност на кандидата по това време е свързана с температурната чувствителност и оптимизацията на пиезорезонансни (акустични) сензори на повърхнинни и обемни акустични вълни, използващи полимерни и свръххидрофобни покрития като интерфейсен сензорен материал. Успява да премине предварителна защита в рамките на тригодишния законов срок, а след това и да защити докторската си дисертация в рамките на 3 месеца, което му носи парична награда от 2000 лева.

След получаване на ОНС „доктор“, Карекин Есмерян специализира 18 месеца във Virginia Commonwealth University, САЩ, провеждайки самостоятелна научно-изследователска дейност в областта на свръххидрофобните (свръхнеомокряеми) въглеродни покрития под ръководството на д-р Реза Мохамеди. По време на престоя си във VCU, кандидатът консултира един докторант и подпомага работата на двама магистри.

Понастоящем, д-р Есмерян е главен асистент в лаборатория „Акустоелектроника“, като основните направления на научно-изследователска дейност са омокряне на твърдотелни повърхности, термодинамика, отлагане на тънкослойни покрития, пиезорезонансни химични и биологични сензори, горене на течни и газообразни горива, ледофобност, анти-биоадхезивни покрития, както и изследване на практическия потенциал на свръхнеомокряемите материали за приложения в репродуктивната медицина и криоконсервацията на жива материя (сперматозоиди, яйцеклетки, тъкани и т.н.).

От началото на научната си дейност досега, кандидатът е бил ръководител (главен изследовател) на два научни проекта и участник в изследователския екип на един научен проект. Отчетът на единия от проектите (ДФНП-17-19/24.07.2019) е оценен с максимален резултат, вследствие на което д-р Есмерян ще бъде награден официално (заедно с няколко други колеги) на 02.10.2019 г. в Националния археологически музей. Кандидатът има 5 заявки за патент (3 международни), едната от които е одобрена за издаване от Патентното ведомство на Република България. Освен това, д-р Есмерян е поканен рецензент на редица престижни международни научни списания и само за

последните две години броят на изпратените рецензии надхвърля 35 (<https://publons.com/researcher/1425007/karekin-esmeryan/peer-review/>).

2. Пълно описание на научните приноси в раздел „хабилитационен труд-научни публикации“, съгласно т. 4 на чл. 13, ал. 2 от правилника на ИФТТ-БАН в допълнение към ЗРАСРБ

В конкурса за „доцент“ (обявен в Държавен вестник, брой 61 от 02.08.2019г), по група показатели В, **участвам с 4 научни публикации категория Q1** (съгласно данни от Web of Science), *които покриват минимално изискуемия брой от 100 точки*. В авторската справка, публикациите са цитирани съгласно номерацията в „документ т.7-част 1“. Научните приноси могат да бъдат описани както следва:

I – Създаване, изучаване и охарактеризиране на устойчиви под вода свръххидрофобни покрития от въглеродни сажди, при синтез от пламък на горящо рапично олио – разработен е нов, опростен, времеефективен и евтин метод за изработка на трайни свръххидрофобни покрития от въглеродни сажди, които не изискват допълнителна механична стабилизация. Използването на специален конусовиден комин в качеството на горивна камера води до по-малко количеството кислород участващо в процеса на горене, което променя реакционната кинетика (скоростта на химическите реакции), хибридизацията на въглерода (съотношението sp^2/sp^3 химически връзки), морфологията на получените въглеродните наночастици/агломерати и съответно механичната якост на покритията. За първи път е установено експериментално, че сажди с микрометрична дебелина на слоя, отлична повърхнинна адхезия (клас 4B), температурна стабилност до около 300 °C и механична устойчивост при потапяне във вода или поставяне под воден поток могат да бъдат синтезирани в условия на ниски нива на кислород само в рамките на 20-60 секунди – резултат предоставящ възможност за икономически целесъобразна свръххидрофобизация на твърдотелни обекти със сложна кривина и големи размери (поради използването на евтино олио като прекурсор на въглеводороди и липсата на ограничение в размерите на образците, тъй като отлагането е от газова фаза в околната среда).

(2) **K. D. Esmeryan, C. E. Castano, A. H. Bressler, M. Abolghasemibizaki, R. Mohammadi, Rapid synthesis of inherently robust and stable superhydrophobic carbon soot coatings, Applied Surface Science 369 (2016) 341-347. (IF = 5.155) Категория Q1 по WoS – 25т**

II – Разработка на нов тип свръххидрофобни пиезорезонансни сензори на обемни вълни (кварцова микровезна) за детекция на летливи органични разтворители и оценка на анти-биоадхезивния потенциал на различни функционални покрития – за първи път е изследвана приложимостта на кварцовата микровезна покритата със свръххидрофобен слой от въглеродни сажди за детекция на летливи органични разтворители, в условия на висока влажност на въздуха. Доказано е експериментално, че свръхнеомокремият повърхнинен профил на сензора потиска адсорбцията на водни пари от въздуха, поради пренебрежимото количество хидрофилни „активни гнезда“ (за случая на сажди, кислородни функционални групи) формиращи водородни връзки, за сметка на сорбцията на газови молекули от органичните разтворители. В резултат, сензорът може

да функционира в среда с относителна влажност над 80-90 % без това съществено да влоши функционалните му параметри (чувствителност, нива на шум и разделителна способност). Ефективността на гореописаната свръххидрофобна сензорна конфигурация е изследвана за първи път и за анализ в реално време на анти-биоадхезивните свойства на различни функционални покрития. Проведените експерименти показват, че наличието на тънък въздушен филм (англ. “Plastron”) на границата твърдо тяло-течност предизвиква „разделяне“ на сензорния отклик на кварцовата микровезна в течна фаза и по-ниски показания на устройството в сравнение с референтните стойности зададени от уравнението на Kanazawa-Gordon. Захващането на различни водни микроорганизми и/или бактерии към повърхността на дадено свръххидрофобно функционално покритие, обаче, намалява общата площ на въздушния слой и увеличава тази на контакт между твърдото тяло и течността, предизвиквайки по-силен сензорен отклик. Поради това, наличието на заглушен или усилен сигнал на свръххидрофобната кварцова микровезна може да се използва като съвсем точен индикатор за отсъствието или наличието на биоадхезия т.е. за оценка на анти-биоадхезивните/микробни свойства на слоя.

(1) **K. D. Esmeryan**, T. A. Yordanov, L. G. Vergov, Z. G. Raicheva, E. I. Radeva, Humidity tolerant organic vapor detection using a superhydrophobic quartz crystal microbalance, *IEEE Sensors Journal* **15** (2015) 6318-6325. (IF = 3.076) Категория Q1 по WoS – 25т

(3) **K. D. Esmeryan**, C. E. Castano, M. Abolghasemibizaki, R. Mohammadi, An artful method for in-situ assessment of the anti-biofouling potential of various functional coatings using a quartz crystal microbalance, *Sensors and Actuators B Chemical* **243** (2017) 910-918. (IF = 6.393) Категория Q1 по WoS – 25т

III – Придобиване на нови фундаментални познания за анти-микробния механизъм на свръххидрофобните покрития от въглеродни сажиди – експериментално са получени качествено нови фундаментални познания за антимикробната активност на свръххидрофобните въглеродни сажиди към Грам-отрицателен бактериален щам *Pseudomonas putida*. Въз основа на детайлен повърхнинен анализ на покритията и проследяване в реално време на сензорния отклик на четири 5 MHz кварцови микровезни се установяват два вида начална биоадхезия, обратима и необратима. Механизмът на всеки вид биоадхезия е свързан с наличието и пространственото разпределение на повърхнинни грапавини и пори съизмерими с мащаба на бактериалните клетки, което води до частично омокряне и понижаване на кинетичната бариера, която бактериите трябва да преодолеят за да се захванат към повърхността .

(4) **K. D. Esmeryan**, I. A. Avramova, C. E. Castano, I. A. Ivanova, R. Mohammadi, E. I. Radeva, D. S. Stoyanova, T. G. Vladkova, Early stage anti-bioadhesion behavior of superhydrophobic soot based coatings towards *Pseudomonas putida*, *Materials&Design* **160** (2018) 395-404. (IF = 5.77) Категория Q1 по WoS – 25т

3. Пълно описание на научните приноси в раздел „научни публикации извън хабилитационен труд“, съгласно т. 4 на чл. 13, ал. 2 от правилника на ИФТТ-БАН в допълнение към ЗРАСРБ

В конкурса за „доцент“ (обявен в Държавен вестник, брой 61 от 02.08.2019г), по група показатели Г, участвам с **12 научни публикации, от които 3 - категория Q1, 6 – категория Q2, 1 – категория Q4** (съгласно данни от Web of Science), **2 статии в международни списания неиндексирани в световноизвестни бази данни с научна информация, както и 4 патентни заявления, които надхвърлят минимално изискуемия брой от 220 точки.** В авторската справка, публикациите и патентните заявления са цитирани съгласно номерацията в „документ т.7-част 1“. Научните приноси могат да бъдат описани както следва:

I – Придобиване на нови познания за температурната чувствителност на пиезореzonансни сензори функциониращи с обемни акустични вълни (ОАВ) – Установено е, че нанасянето на слой от хексаметилдисилоксан с дебелина от 100-250 nm, води до частична температурна компенсация на пиезореzonансните сензори. Анализът на температурно-честотните характеристики на устройствата доказва, че формата на кривите и температурните коефициенти зависят от дебелината на полимерното покритие. Предложен е нов аналитичен метод, чрез който да се предвижда температурното поведение на сензорите с ОАВ за предварително избрана дебелина на полимерното покритие. По този начин сензорните данни могат да бъдат коригирани в реално време, при едновременно измерване и на температурата в момента на отчитане.

(5) **K. D. Esmeryan, I. D. Avramov, E. I. Radeva, Temperature behavior of solid polymer film coated quartz crystal microbalance for sensor applications, *Sensors and Actuators B Chemical* 216 (2015) 240-246. (IF = 6.393) Категория Q1 по WoS – 25т**

II – Нов сензор за детекция на опасни замърсители в околната среда – разработен е нов метод за свръххидрофобизация на твърди повърхности, използвайки двукомпонентен слой от епоксидна смола и сажди. Този слой е подходящ интерфейс на сензорен материал за регистрация на ниски концентрации на NO₂ във въздуха (до 100 ppm).

(6) **K. D. Esmeryan, V. Georgieva, L. Vergov, J. Lazarov, A superhydrophobic quartz crystal microbalance based chemical sensor for NO₂ detection, *Bulgarian Chemical Communications* 47 (2015) 1039-1044. (IF = 0.242) Категория Q4 по WoS – 12т**

III – Нов метод за механична стабилизация на свръххидрофобни покрития от въглеродни сажди – върху свръххидрофобното покритие от въглеродни сажди, във високочестотен тлеещ разряд (нискотемпературна плазма) от хексаметилдисилоксан се синтезира полимерен слой с дебелина около 100 nm. Активната сензорна повърхност остава в непосредствен контакт със свръххидрофобния слой от въглеродни наночастици, докато полимерът прониква в пространството между тях и се залавя стабилно за повърхността на сензора, като не им позволява да се отделят и отмиват при контакт с изследваните течности в процеса на работа на сензора. Така стабилизираният

слой, освен че запазва свръххидрофобните си свойства, предизвиква съвсем незначително влошаване на чувствителността, динамичния обхват и шумовите нива на пиезореzonансните сензори. Плазменият процес на нанасяне на стабилизиращия полимерен слой позволява прецизен контрол над параметрите и дебелината му, което води до висока възпроизводимост на сензорните характеристики.

(7) **K. D. Esmeryan**, E. I. Radeva, I. D. Avramov, Durable superhydrophobic carbon soot coatings for sensor applications, *Journal of Physics D Applied Physics* **49** (2016) 025309. (IF = 2.829) Категория Q2 по WoS – 20т

1.4.(1) И. Д. Аврамов, Е. И. Радева и **К. Д. Есмерян**, Метод за стабилизация на свръххидрофобно покритие от въглеродни сажди, подаден на 24.07.2015г, София, България, №112063 – предстои издаване. – 15т, съгласно показател Г10 от ЗРАС-ИФТТ

IV – Нова експериментална установка за контролиран синтез на диамантоподобен въглерод при ниски температури (под 300 °C) – чрез регулиране на размерите на въздухо-всмукателния отвор на специален конусовиден комин се осъществява регулация на количеството кислородни функционални групи върху повърхността на саждите. При един от режимите на отлагане се наблюдава трансформация от графитоподобен към диамантоподобен въглерод при температури на пламъка ~270 °C. Тази критична температура на фазов преход от графит към диамант е в пъти по-ниска от досега измерената при синтез на диаманти от пламък, а именно 1500-3000 °C. Научните резултати от изследването са уникални по своята същност, тъй като загатват за нов механизъм на формиране на различните алотропни форми на въглерода в горящи пламъци, в основата на който стои промяната в химическата кинетика на процеса на горене вместо традиционно разглеждания термодинамичен преход от sp^2 към sp^3 хибридизация на въглерода. Установена е и възможност за регулиране на степента на окисление на формираните въглеродни покрития, основен фактор контролиращ измененията във физикохимичните им свойства (порестост, дебелина, омокряемост) при взаимодействие с органични разтворители с различна дължина на алкилната верига.

(8) **K. D. Esmeryan**, C. E. Castano, A. H. Bressler, C. P. Fergusson, R. Mohammadi, Single-step flame synthesis of carbon nanoparticles with tunable structure and chemical reactivity, *RSC Advances* **6** (2016) 61620-61629. (IF = 3.049) Категория Q2 по WoS – 20т

(10) **K. D. Esmeryan**, C. E. Castano, A. H. Bressler, M. Abolghasemibizaki, C. P. Fergusson, A. Roberts, R. Mohammadi, Kinetically driven graphite-like to diamond-like carbon transformation in low temperature laminar diffusion flames, *Diamond and Related Materials* **75** (2017) 58-68. (IF = 2.29) Категория Q2 по WoS – 20т

(11) **K. D. Esmeryan**, C. E. Castano, R. Mohammadi, Interactions of superhydrophobic carbon soot coatings with short alkyl chain alcohols and fluorocarbon solutions, *Colloids & Surfaces A* **529** (2017) 715-724. (IF = 3.131) Категория Q2 по WoS – 20т

1.4.(2) R. Mohammadi, C. E. Castano, **K. D. Esmeryan** and A. H. Bressler, “Rapid Synthesis of Inherently Robust and Stable Superhydrophobic Carbon Soot Coatings”, USSN

62/287,973, provisional patent filed on January 28, 2016. – 15т, съгласно показател Г10 от ЗРАС-ИФТТ

1.4.(3) R. Mohammadi, C. E. Castano, **K. D. Esmeryan** and A. H. Bressler, “Single-Step Fabrication of Carbon Coatings with Tunable Structure and Chemical Reactivity”, USSN 62/299,070, provisional patent filed on February 24, 2016. – 15т, съгласно показател Г10 от ЗРАС-ИФТТ

V – Получаване на нови фундаментални познания за противообледеняващите свойства и оптичната пропускливост на свръххидрофобни покрития от въглеродни сажди – чрез контролирано горене на рапично олио се отлагат три вида сажди с различни морфология, дебелина, степен на окисление (химичен състав), химически връзки и структурни дефекти. Противозаскрежаващото действие на материала се оценява анализирайки сигнала генериран от 16 MHz кварцови микровезни покрити с всеки от моделните слоеве, при поставянето им (една по една) в условия на отрицателни температури и средна влажност на въздуха (~50-60 %). Резултатите недвусмислено показват, че скоростта на скрежообразуване е пропорционална на степента на окисление на саждите, като при покритията с най-слабо окисление, формирането на скреж се потиска до температури от -20 °C. Нещо повече, доказано е експериментално, че най-слабо окислените сажди могат да пропускат около 10 % от светлината в близката инфрачервена област поради променената хибридикация на въглерода (по-малко π - π^* връзки) – фундаментален и напълно неочакван резултат имайки предвид, че другите видове покрития от семейството на графитоподобния въглерод (например, пиролитен въглерод, графен, графит и т.н.) пропускат около 1-2 % от светлината в същия диапазон. В допълнение, саждите проявяват леодофобни свойства и предотвратяват атмосферното обледеняване при температури на твърдотелния обект до -35 °C, а допълнителната химическа функционализация с водни разтвори на етанол и флуоровъглерод подобрява механичната им здравина при симулация на тежки експлоатационни условия, обуславяйки възможни приложения в самолетостроенето, корабостроенето, енергийната ефективност (вятърни турбини), климатични системи и т.н.

(9) **K. D. Esmeryan**, A. H. Bressler, C. E. Castano, C. P. Fergusson, R. Mohammadi, Rational strategy for the atmospheric icing prevention based on chemically functionalized carbon soot coatings, *Applied Surface Science* **390** (2016) 452-460. (IF = 5.155) Категория Q1 по WoS – 25т

(12) **K. D. Esmeryan**, C. E. Castano, R. Mohammadi, Y. Lazarov, E. I. Radeva, Delayed condensation and frost formation on superhydrophobic carbon soot coatings by controlling the presence of hydrophilic active sites, *Journal of Physics D Applied Physics* **51** (2018) 055302. (IF = 2.829) Категория Q2 по WoS – 20т

(14) **K. D. Esmeryan**, C. E. Castano, Y. I. Fedchenko, R. Mohammadi, I. K. Miloushev, K. A. Temelkov, Adjustable optical transmittance of superhydrophobic carbon soot coatings by *in-situ* single-step control of their physicochemical profile, *Colloids & Surfaces A* **567** (2019) 325-333. (IF = 3.131) Категория Q2 по WoS – 20т

1.4.(4) **K. D. Esmeryan**, R. Mohammadi and C. E. Castano, “Enhanced Mechanical Strength of Chimney Modified Carbon Soot Coatings through a Secondary Chemical Functionalization”, USSN 662/323,967, provisional patent filed on April 18, 2016. – 15т, съгласно показател Г10 от ЗРАС-ИФТТ

VI – Разработване на нова платформа за оценка на качеството на човешки сперматозоиди – анализът на концентрацията и подвижността на мъжки гамети е осъществен посредством 5 MHz кварцови микровезни покрити със свръххидрофобен слой от въглеродни сажди. Свръххидрофобното покритие елиминира нивата на шум, които възникват при натоварване на сензорната повърхност с дадена течност, позволявайки детекция на човешки сперматозоиди при изключително ниски концентрации от 1000- 100 000 броя/мл. Нещо повече, новата свръххидрофобна сензорна конфигурация генерира напълно противоположен сигнал при натоварване с неподвижни (мъртви) и подвижни клетки, демонстрирайки огромния потенциал на тази технология за приложения в репродуктивната медицина (за справка, компютърният анализ на семенна течност е недостатъчно точен при концентрации на сперматозоидите под 1 000 000 броя/мл.).

(13) **K. D. Esmeryan**, R. R. Ganeva, G. S. Stamenov, T. A. Chaushev, Superhydrophobic soot coated quartz crystal microbalances: A novel platform for human spermatozoa quality assessment, *Sensors* **19** (2019) 123. (IF = 3.031) Категория Q1 по WoS – 25т