

## РЕЦЕНЗИЯ

От проф. д-р Соня Костадинова Трифонова  
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

на материалите, за участие в конкурс за заемане на академичната длъжност  
**„професор“ в Софийския университет „Св. Климент Охридски“**  
по област на висше образование **4. Природни науки, математика и информатика**  
професионално направление **4.3. Биологически науки (Микробиология -  
Антибактериален ефект на наноматериалите)**

В конкурса за „професор“, обявен в Държавен вестник, бр. 103 от 12.12.2023 г. и на интернет-страницата на СУ „Климент Охридски“ за нуждите на катедра „Обща и промишлена микробиология“ към Биологическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, като единствен кандидат участва доц. д-р Илияна Атанасова Иванова от СУ „Св. Климент Охридски“.

### Общо представяне на получените материали

Със заповед № РД-38-93 от 14.02.2024 г. на Ректора на СУ „Св. Климент Охридски“ съм определена за член на научното жури, в конкурс за заемане на академичната длъжност **„професор“ в Софийския университет „Св. Климент Охридски“**, по област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.3. Биологически науки (Микробиология - Антибактериален ефект на наноматериалите). За участие в обявения конкурс е подал документи **единствен кандидат: доц. д-р Илияна Атанасова Иванова** от Биологическия факултет, на СУ „Св. Климент Охридски“.

Представеният от доц. д-р Илияна Иванова комплект материали на електронен носител е в съответствие със Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото прилагане и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“.

Общата научна продукция на доц. д-р Илияна Иванова включва 68 публикации, 1 автореферат на дисертация, 1 монография, 1 учебник, 30 участия с доклади и постери в национални и международни научни форуми. От всички публикации, 36 са в международни списания с импакт фактор.

Общият импакт фактор на представената научна продукция е над 31.6, а цитиранията са 165. Хирш факторът на доц. д-р Илияна Иванова е 8, според данните от Scopus.

## **Кратки биографични данни за кандидата**

Доц. д-р Илияна Иванова е родена на 29 юли 1959 г. в град Ст. Загора. Завършва висше образование през 1986 г., като магистър със специалност „Биохимия и микробиология“ на СУ „Св. Климент Охридски“. През 1994 г. защитава дисертация на тема „Микрофлора на нефтено находище Тюленово и възможности за практическото ѝ приложение“ и придобива ОНС „доктор“. От 1986 до 1989 г. работи като специалист-биолог, последователно в Института по генетика и алгология на БАН и катедра „Физиология на растенията“ на СУ, а в периода 1994 - 1997 г., като еколог-биотехнолог. От 1997 г. заема академичните длъжности асистент (1997-1999), старши асистент (1999-2002), главен асистент (2002-2014). От 2014 г. е доцент в СУ „Св. Климент Охридски“.

## **Оценка на научната и научно-приложна дейност на кандидата**

В конкурса за заемане на академичната длъжност „професор“, кандидатът доц. д-р Илияна Иванова е приложила общо 22 публикации (от които 15 са публикувани в списания, реферирани и индексирани в световни бази данни), 1 монография, 1 глава от книга, 1 учебник, които не са рецензирани в предходни конкурси за присъждане на научни степени или академични длъжности. Разпределението на научните публикации, реферирани и индексирани в световни бази данни е както следва:

- В списания с Q<sub>2</sub> - 6 бр.;
- В списания с Q<sub>3</sub> – 8 бр.;
- 1 статия е в списание без кватил;
- 1 глава от книга.

Всички публикации са на английски език. В четири от публикациите, доц. д-р Иванова е първи автор, в шест – втори, а в три публикации – последен, което показва водещата ѝ роля като изследовател в повече от половината от публикациите. Допълнително, са представени 6 публикации, които са реферирани, но не са индексирани.

Доц. д-р Иванова е ръководител на докторантски курс „Наноматериали и взаимодействие с клетките“ към проект, финансиран по оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж 2017-2019 г.“ (BG05M2OP001-2.09-0013 „Докторантски център „Св. Климент Охридски“). Участник е в 7 проекта, финансирани от Фонд „Научни изследвания“ към МОН, а също така е ръководител на три и участник в два институционални проекта на СУ. Посочените активности са доказателство, че доц. д-р Иванова притежава необходимите качества за организация и ръководство на изследователска дейност.

Представената научна продукция и наукометрични данни напълно съответстват на минималните изисквания за присъждане на академичната длъжност „професор“, в професионално направление 4.3. Биологически науки, определени в ЗРАСРБ, Правилника за неговото прилагане и в Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в СУ:

<b>Показател</b>	<b>Минимални изисквания</b>	<b>Наукометрични данни на доц. д-р Илияна Иванова</b>
<b>А. Показател 1.</b> Дисертационен труд за присъждане на ОНС “Доктор	<b>50 т.</b>	<b>50 т.</b>
<b>В. Показател 4.</b> Хабилизационен труд	<b>100 т.</b>	<b>100 т.</b>
<b>Г. Показател 7.</b> Научна публикация в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Web of Science и Scopus) <b>Показател 8.</b> Публикувана глава от книга	<b>200 т.</b>	<b>Общо 255 т.</b>  <b>Q2: 6 x 20 т.</b> <b>Q3: 8 x 15 т.</b>  <b>1 x 15 т.</b>
<b>Д. Показател 10.</b> Цитирания в научни издания, реферирани и индексирани в световно-известни бази данни. 1 цитат = 2 т.	<b>100 т.</b>	<b>314 т.</b> 157 цитата x 2 т.
<b>Е. Показатели от 12 до 20.</b>	<b>150 т.</b>	<b>155 т.</b>
<b>Общ брой точки</b>	<b>600 т.</b>	<b>874 т.</b>

### **Анализ на научната продукция и приноси**

Научните интереси на доц. д-р Иванова и публикуваните научни резултати са изцяло в областта на обявения конкурс и основният им фокус е насочен към установяване на антимицробната активност на наноматериали и нанокompозити, включително новосинтезирани, и изясняване на молекулните механизми на действието им.

Кандидатът доц. д-р Илияна Иванова е представила монография „Биологични ефекти на наноматериали“ ( Издател: Принт София, България, ISBN: 978-954-9897-56-2, 137 стр.), в която е самостоятелен автор.

Нанотехнологията е бързоразвиваща се област на съвременната наука, с все по-голямо приложение в различни сфери на човешката дейност - медицина, козметика, електроника, хранителна индустрия, корабоплаване, екология и др. В областта на медицината, наноматериалите могат да се прилагат като антимицробни агенти, като носители за доставка на лекарствени вещества, за генна терапия, диагностициране и лечение на заболявания, както и за клинични изследвания и приложения. Нарастващият брой патогени с резистентност към използваните в практиката антибиотици е основен съвременен проблем, с голям ефект върху общественото здраве, икономика и екология, което налага търсенето на нови антимицробни средства. Това определя тематиката в

научната продукция на доц. Илияна Иванова като актуална и с перспективи за приложение.

Монографичният труд е добре структуриран. След краткия исторически преглед на развитието на нанотехнологиите, се разглеждат физичните, химичните и биологичните методи за синтез на наночастици. Логично, основно внимание е обърнато на „зеления“ синтез, с използването на биологични обекти - бактерии, актиномицети, дрожди, плесенни гъби и екстракти от растения.

Основният акцент на монографичния труд е върху антимикуробното действие на наночастиците, един от аспектите на които е възможността за инхибиране на биофилмообразуването, чрез модификация на повърхностите. Посочени са предимствата на наноматериалите, като антимикуробни агенти, в сравнение с антибиотиците и се коментира възможността за комбинирането на класически антибиотици с наноматериали.

В монографичния труд са систематизирани молекулните механизми на антимикуробното действие на различните видове наночастици и нанокompatитни материали, които са свързани както с техните физико-химични свойства, така и със структурните и физиологични особености на микроорганизмите. Изяснява се комплексното действие на метални наночастици (сребърни, медни, титанови, цинкови, желязо-оксидни, алуминиеви, златни и др.), металоксидни и графенови материали върху микробните клетки. Специално внимание е обърнато на механизмите на действие на сребърните наночастици спрямо различни Грам-положителни и Грам-отрицателни бактерии, но също така се коментират недостатъците от използването им, което налага съчетаването им с други материали. Включени са резултати от собствени изследвания относно устойчивостта на два щама *Escherichia coli* спрямо тънки сребърни филми, които отчитат значителна резистентност на бактериите, вследствие активирането на ефлуксните помпи. Интерес представляват и представените собствени данни относно по-високата чувствителност на *Bacillus cereus* в сравнение с *E. coli* спрямо моно- и биметални наночастици от злато и сребро, стабилизирани със скорбяла или силициев диоксид, което показва че антимикуробното действие не е свързано само с ефект върху клетъчните стени на бактериите.

В монографията са разгледани и свойствата на неметални нанокompatити; обръща се внимание на силикатите и въглеродните нанотръбички като перспективни носители на метални и метал-оксидни наночастици и тяхното приложение. Направена е подробна характеристика на физичните свойства и се акцентува върху приложенията на метал-оксидните композитни материали с въглеродни нанонишки в оптоелектрониката (лазери, фотодетектори, оптични модулатори, вълноводи и поляризатори), за съхранение на електрохимична енергия (суперкондензатори и батерии) и в т. нар. интелигентните сензорни системи, които се използват в биосензорите, горивните клетки, фотоволтаичните клетки, съхранение на водород, катализа и доставяне на лекарства. Анализирани са свойствата и на графеновите материали, хипотезите за антимикуробното им действие и потенциалът им за биомедицински приложения. Представени са собствени резултати от антимикуробното действие на разработен RGO (редуциран графенов оксид)

композит спрямо Грам-положителни (*Bacillus cereus*), Грам-отрицателни (*E. coli*, *Salmonella*, *Pseudomonas*) бактерии и *Candida*.

След първоначалното въведение в същността биофилмите и етапите от формирането им, в монографичния труд отново се коментират клетъчни и екологични фактори, от които зависи биофилм-образуването. Специално внимание се обръща на ефекта на топографията на повърхността за бактериалното прикрепване. Представени са собствени данни с щамове *E. coli*, *Listeria innocua* и *P. fluorescens* и тестови повърхности - наноразмерен силициев диоксид и двуалуминиев триоксид, които са общопризнати за безопасни (GRAS), и могат да бъдат използвани в широк спектър от биомедицински и хранителни приложения. Доказва се връзката между топографията на субстрата, ориентацията на бактериалните клетки към повърхността, и броя на прикрепените клетки.

Друг фундаментален принос на монографичния труд е изясняването на различните аспекти на взаимодействие на наночастиците с бактериалните клетки. Металните наночастици (напр. сребърните) индуцират промени в пропускливостта на цитоплазмената мембрана, и последващо „изтичане“ на цитозола на клетката, но също така инхибират активността на ензимите от електрон-транспортните вериги, с което блокират дишането и синтеза на АТР. Наночастиците могат също да генерират свободни радикали, които са високо реактивоспособни, могат да взаимодействат с клетъчните компоненти, като ДНК и белтъци и да инициират деструктивни окислително-редукционни процеси в клетката. В монографичния труд се коментира ефекта на наночастиците върху генната експресия и са представени собствени резултати от въздействието на сребърни и медни наноконструкции върху промишления щам *E. coli* ATCC 10536. Установено е активиране на експресията на медната оксидаза и гените *cusA* и *cusF*, свързани с Cu/Ag експозицията и осигуряващи защитата на бактериите чрез „изхвърляне“ на медни йони от периплазменото пространство и външната мембрана. Чрез едновременно натоварване с медни и сребърни йони се доказва синергичното им действие и използването на една и съща ефлуксна система за износ на двата йона.

До момента, в литературата не е правен подобен задълбочен анализ на механизмите на действие на наночастиците и наноматериалите, който е обвързан и с възможността за приложението им.

Монографичният труд завършва с коментар за безопасността на наноматериалите. Представени са някои рискове, които крие масовото приложение на нанотехнологиите и необходимостта от адекватно физико-химично характеризирани и оценка на ефекта от наночастиците в живите организми и средата.

Монографичният труд включва собствени, непубликувани данни и има фундаментални теоретични приноси, с потенциал за практическо приложение, поради което го оценявам високо.

Публикациите, представени в група Г (15 публикации и 1 глава от колективна монография) обобщават резултати, които могат да бъдат отнесени към три основни направления, които са свързани помежду си и с тематиката на монографичния труд.

Първото направление третира темата за антиминокрбно действие на метални, металоксидни и неметални новосинтезирани наноматериали. Приноси с теоретично и приложно значение в това научно направление са:

- Синтез на нови наноматериали - ZnO-наноклъстерни блокчета, нанокомпозити от редуциран графенов оксид и комбинации със Ag и Cu; колагенови нанокомпозити на базата на графен, графенов оксид, ZnO и метални наночастици, колаген/редуциран графенов оксид (RGO):ZnO:TiO<sub>2</sub> и др. (публикации Г 7.1., Г 7.5., Г 7.6., Г 7.10.);
- Анализ на антиминокрбния ефект на наночастици (Se, Au, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZnO, SiO<sub>2</sub>, графенов оксид) и наноматериалите спрямо Грам-положителни (*S. aureus*, *S. epidermidis*, *B. cereus*), Грам-отрицателни (*E. coli*, *S. enterica*, *P. putida*) бактерии и дрожди (*Candida*, *Saccharomyces*), (публикации Г 7.1., Г 7.3., Г 7.5., Г 7.6., Г 7.10., Г 7.11., Г 7.13.);
- Доказване на прооксидантната и антиоксидантна активност и цитоксичността на наноматериалите (публикации Г 7.5.; Г 7.6., Г 7.11.);
- Изясняване на механизмите на антиминокрбното действие на наночастиците и нанокомпозитите, които ги правят възможна алтернатива на антибиотиците (публикация Г.7.8.);
- Формулиране на възможностите за приложение на наноматериалите (публикации Г 7.8., Г 7.16.).

Второто тематично направление е свързано с инхибиране на адхезията и биофилм-образуването от нанокомпозити (публикации Г 7.2., Г 7.3., Г 7.4., Г 7.12). В това тематично направление могат да се посочат следните основни приноси:

- Разработени са нови композити с включване на фукоидан и антиоксиданти в силоксанови полимери, които имат антиадхезивни свойства и инхибират биофилм-образуването;
- За първи път е установена способността на фукоидан да инхибира растежа на Грам-положителни и Грам-отрицателни бактерии върху медицински силоксанови покрития на катетри и импланти;
- За първи път е изследван ефекта на 6 съединения с антиоксидантна активност в състава на силоксанови покрития върху формирането на биофилми от бактерията *Marinobacter hydrocarbonoclasticus*. Доказано е, че различните антиоксиданти променят по различен начин характеристиките на повърхността, вследствие на което имат различен ефект върху биоадхезията и бактериалния растеж. Етилцинамат в концентрация 2 тегл.% има инхибиращ ефект, докато L-аскорбиновата киселина и додецилгалат стимулират биофилм-образуването върху ниско-адхезивни силоксанови покрития.

Третото тематично направление в научната продукция на доц. д-р Иванова е получаване на тънки филми с антиминокрбно действие. Филмите, получени чрез магнетронно разпрашаване са с различен състав и съотношения между наночастиците (публикации Г 7.7., Г 7.14., Г 7.15.). Анализирана е антиминокрбната активност им спрямо Грам-положителни и Грам-отрицателни бактерии и цитотоксичната активност. Отчетено

е пълно инхибиране на бактериалния растеж върху тънките филми от  $\text{TiO}_2:\text{Ag}:\text{Cu}$ . Разработените тънки филми имат потенциал за приложение като антибактериално покритие за различни медицински изделия и повърхности.

### **Значимост на приносите и отражение на резултатите в трудовете на други автори**

Представените цитирания на трудовете на кандидата към момента на подаване на документите за конкурса са общо – 165, от които 157 са в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Scopus и Web of Science). Забелязаните цитирания са в областта на научната дейност на доц. д-р Иванова, цитиращите автори са основно чуждестранни. Признанието на кандидата сред научните среди, на базата на посочените цитирания е безспорно.

### **Оценка на учебната и педагогическата дейност**

Доц. д-р Илияна Иванова е ангажирана и с активна преподавателска дейност. Средногодишната ѝ аудиторна заетост през 5 годишния период (учебни 2017/2018 – 2021/2022 години) е 419 часа. Извежда лекционни курсове по дисциплините „Обща микробиология с вирусология“, „Микробиология“ (задължителни), „Биоетика“, „Екотоксикологични тестове за контрол на околната среда“ (избираеми) в ОКС „бакалавър“ и „Санитарна микробиология“, „Физико-химичен и биохимичен контрол“ (задължителни) в ОКС „магистър“.

Доц. д-р Иванова е разработила 3 нови лекционни курса – „Физико-химичен контрол на храни и хранителни продукти (45 часа; задължителен за магистърска програма „Качество и безопасност на храни“); „Санитарна микробиология“ (30 часа; задължителен за магистърска програма „Микробиология и микробиологичен контрол“); „Наноматериали и взаимодействие с клетки“ (30 часа; избираем за докторанти от всички специалности на СУ), както и е разработила и провела нови цикли упражнения по дисциплините „Микробиология и вирусология“ (на български и английски език) - за студенти от специалност Фармация“, „Физико-химичен контрол на храни и хранителни продукти“ и „Летен научен семинар“- за студенти от магистърските програми на СУ.

Принос в учебната работа е и написания учебник „Екотоксикология и нанотехнологии“ (224 стр.) на Университетското издателство „Св. Климент Охридски“, който е предназначен за студенти от всички специалности на Биологическия факултет на СУ, но също така може да се използва и от други студенти, изучаващи биологически науки.

В периода на учебните 2017/2018 – 2021/2022 години, доц. д-р Иванова е ръководител на 12 дипломанти в ОКС „бакалавър“ и ОКС „магистър“ и съръководител на 1 успешно защитил през 2019 г. докторант. В момента е научен ръководител на действащ докторант.

Представените данни характеризират доц. д-р Илияна Иванова като преподавател с интензивна учебно-преподавателската работа в областта на Микробиологията, включваща разработване и провеждане на нови лекционни курсове и практически занятия, публикуване на учебник, за подготовката на студентите и научно ръководство на дипломанти и докторанти.

## Критични забележки и препоръки

Нямам критични забележки или препоръки към научните трудове и дейността на кандидата.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Документите и материалите, представени от доц. д-р Илияна Атанасова Иванова **отговарят на всички** изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“.

Кандидатът в конкурса е представил **достатъчен** брой научни трудове, публикувани след материалите, използвани при защитата на ОНС „доктор“ и заемане на академичната длъжност „доцент“. В работите на кандидата има оригинални научни и научно-приложни приноси, които са получили международно признание като представителна част от тях са публикувани в списания, издадени от международни академични издателства. Теоретичните разработки имат практическо значение и възможност за приложение. Научната и преподавателската квалификация на доц. д-р Илияна Иванова е **несъмнена**.

След запознаване с представените в конкурса материали и научни трудове, анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, намирам за основателно да дам своята **положителна** оценка и да препоръчам на Научното жури да изготви доклад-предложение до Факултетния съвет на Биологическия факултет за избор на доц. д-р Илияна Атанасова Иванова на академичната длъжност **„Професор“** в СУ „Св. Климент Охридски“ по област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.3. Биологически науки (Микробиология – Антибактериален ефект на наноматериалите).

08.04.2024 г.

Рецензент: .....

(Проф. д-р Соня Костадинова)