
РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ

на гл. ас. д-р Божидар Ивайлов Стефанов

представени във връзка с участие в конкурс за заемане на академична длъжност „доцент“ по област на висше образование 4. „Природни науки, математика и информатика“, професионално направление 4.2. „Химически науки“, научна специалност „Химия на твърдото тяло“, обявен в Държавен вестник бр. 101/27.11.2025 г.

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ

Общият брой на научните трудове на гл. ас. д-р Божидар Ивайлов Стефанов е 39 – включващ 7 броя свързани с процедурата за защита на дисертационен труд за придобиване на ОНС „доктор“ и АД „главен асистент“ и 11 конферентни публикации в издания без квартал, извън обхвата на минималните изисквания за ПН 4.2. Научните изследвания на кандидата са основно насочени към хетерогенен фотокатализ и фотоелектрохимия и повърхностно-функционализирани оксидни тънки филми. По-голямата част от публикациите разглеждат връзката между структура, морфология и функционални свойства на TiO_2 - и ZnO -базирани материали, получени чрез мокри химични и физични методи, както и тяхното приложение при разграждането на органични замърсители. В научната дейност са застъпени също изследвания върху химичното метализиране на функционални слоеве за сензорни приложения, както и моделиране на кинетиката на хетерогенни реакционни процеси за приложения, свързани с преобразуване на енергия и опазване на околната среда.

За участие в конкурса са представени общо 21 научни труда. Всички представени научни трудове са на английски език и публикувани в реферирани научни издания с квартал Q1/Q2 и JIF/SJR, индексирани в световноизвестните бази данни Scopus/WoS и не са включвани в процедури за придобиване на ОНС „доктор“ и АД „главен асистент“.

От тях:

- За покриване на изискванията по показател В4 са представени 8 публикации (7 броя, от които са в издания с Q2 и 1 брой – в издание с Q1). Кандидатът е първи автор на всички от тях, като 4 от представените по този показател публикации са самостоятелни.
- По показател Г7 са представени 13 публикации в съавторство. От тях 8 броя попадат в издания с квартал Q1, а 5 броя – в издания с квартал Q2.

По отношение на цитируемостта на научните трудове на кандидата – общият брой отразените в Scopus позовавания на гл. ас. д-р Б. И. Стефанов е 375 (без автоцитати от всички съавтори), което към момента на подаване на кандидатурата сформира Хирш-индекс равен на 11. За представените за участие в конкурса 21 научни публикации са отразени 176 броя позовавания, от индексирани в Scopus/WoS публикации, приложени за покриване на показател Д11.

II. СПИСЪК И РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ, ЕКВИВАЛЕНТНИ НА ХАБИЛИТАЦИОНЕН ТРУД (ГРУПА В)

Представените в „Група В“ публикации, еквивалентни на хабилитационен труд, са с общо тематично направление фокусирано върху синтез и отлагане, последващо модифициране и охарактеризиране на отложени по мокри химични технологии тънки фотокаталитични филми и покрития от титанов диоксид (TiO_2) и цинков оксид (ZnO)

Група В – 165/100 т.		
№	Библиографска и наукометрична информация	Точки
В4.1.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, B. S. Blagoev, L. Österlund, B. R. Tzaneva, G. V. Angelov, Effects of anodic aluminum oxide substrate pore geometry on the gas-phase photocatalytic activity of ZnO/Al₂O₃ composites prepared by atomic layer deposition. <i>Symmetry</i> 13 (2021) 1456. doi: 10.3390/sym13081456</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/2073-8994/13/8/1456 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85112556601 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000689780600001 ▪ JIF = 2.94, Q2 (2021) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=SYMMETRY-BASEL&year=2021 SJR = 0.540, Q2 (2021) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?tip=sid&q=21100201542 	20 т.
В4.2.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, V. S. Milusheva, H. G. Kolev, B. R. Tzaneva, Photocatalytic activation of TiO₂-functionalized anodic aluminium oxide for electroless copper deposition. <i>Catalysis Science & Technology</i> 12 (2022) 7027-7037. doi: 10.1039/D2CY01466A</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/cy/d2cy01466a ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85142281642 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000871896400001 ▪ JIF = 5.0, Q2 (2022) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=CATAL%20SCI%20TECHNOL&year=2022 SJR = 1.183, Q2 (2022) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?tip=sid&q=21100240500 	20 т.
В4.3.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, Optically Transparent TiO₂ and ZnO Photocatalytic Thin Films via Salicylate-Based Sol Formulations. <i>Coatings</i> 13 (2023) 1568. doi: 10.3390/coatings14070795</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/2079-6412/13/9/1568 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85172797105 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001073391100001 ▪ JIF = 2.9, Q2 (2023) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=COATINGS&year=2023 SJR = 0.493, Q2 (2023) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100872725&tip=sid 	20 т.
В4.4.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, Wet-Chemical Fabrication of Functional Humidity Sensors on a TiO₂-Coated Glass Substrate via UV Photodeposition. <i>Coatings</i> 14 (2024) 795. doi: 10.3390/coatings14070795</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/2079-6412/14/7/795 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85199806521 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001278141000001 ▪ JIF = 2.8, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=COATINGS&year=2024 SJR = 0.539, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100872725&tip=sid 	20 т.

№	Библиографска и наукометрична информация	Точки
B4.5.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, B. R. Tzaneva, V. M. Mateev, I. T. Iliev, Electroless Copper Patterning on TiO₂-Functionalized Mica for Flexible Electronics. <i>Applied Sciences</i> 14 (2024) 9780. doi: 10.3390/app14219780</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/2076-3417/14/21/9780 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85208460822 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001352166800001 ▪ JIF = 2.5, Q3 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=APPL%20SCI-BASEL&year=2024 SJR = 0.521, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100829268&tip=sid 	20 т.
B4.6.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, H. G. Kolev, MnO_x and Pd Surface Functionalization of TiO₂ Thin Films via Photodeposition UV Dose Control. <i>Photochem</i> 4 (2024) 474-487. doi: 10.3390/photochem4040029</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/2673-7256/4/4/29 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85213552597 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001385491600001 ▪ JIF = 2.3, Q3 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=PHOTOCHEM-BASEL&year=2024 SJR = 0.465, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101203736&tip=sid 	20 т.
B4.7.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, Photoelectrochemical and Photocatalytic Activity of Photodeposition-Functionalized Ag/TiO₂ and MnO_x/TiO₂ Thin Films. <i>Catalysis Today</i> 459 (2025) 115447. doi: 10.1016/j.cattod.2025.115447</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920586125002652 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/105009615271 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001528565500001 ▪ JIF = 5.3, Q1 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=CATAL%20TODAY&year=2024 SJR = 1.05, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=16377&tip=sid 	25 т.
B4.8.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, Laser-Patterned and Photodeposition Ag-Functionalized TiO₂ Grids on ITO Glass for Enhanced Photocatalytic Degradation. <i>Coatings</i> 15 (2025) 709. doi: 10.3390/coatings15060709</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/2079-6412/15/6/709 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/105009101001 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001515470100001 ▪ JIF = 2.8, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=COATINGS&year=2024 SJR = 0.539, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100872725&tip=sid 	20 т.

Научните приноси на публикациите, представени по показател В4, могат да бъдат обобщени в три направления с фундаментален, научно-приложен и приложен характер.

Първото направление е насочено към получаването и физикохимичното охарактеризиране на планарни и пространствено-структурирани фотокаталитични покрития от TiO_2 и ZnO върху стъкло и нанопорест аноден алуминиев оксид (ААО) [В4.1.; В4.2.; В4.3.; В4.8.]. Установени са връзки между структурата на подложката и фотокаталитичната активност на отложения оксиден слой, както и приносът от дифузионните ограничения при нанопорести структури. Разработени са нови зол-гел рецептури, на база на стабилизатор салицилова киселина, позволяващи получаване на конформални покрития от TiO_2 върху подложки със сложна геометрия; отлагане на оптично-прозрачни фотокаталитично-активни слоеве от TiO_2 и ZnO върху стъкло; както и пространствено структуриране на зол-гелни покрития чрез лазерна обработка.

Второто направление обхваща изследване на ефектите на UV-асистирано фотофиксиране на кокатализатори върху на фотокаталитичните и фотоелектрохимични свойства на слоеве от TiO_2 [В4.6.; В4.7.; В4.8.]. Систематично е изследвана ролята на дозата приложена UV светлина като технологичен параметър определящ повърхностната концентрация и химичен състав на фотофиксирани кокатализатори тип метал (Me) и метален оксид (MeO_x). Установени са връзки между UV дозата при фотофиксиране на двата типа кокатализатори и ефектите на кокаталитична модификация върху фотокаталитичната и фотоелектрохимичната активност на образците, обяснени чрез формирането на хетеропреходи ($\text{TiO}_2|\text{Me}$ и $\text{TiO}_2|\text{MeO}_x$). Демонстрирано е, че при функционализиране фотоаноди от TiO_2 , отложени върху опроводено с ITO стъкло хетеропреходът $\text{TiO}_2|\text{ITO}$ оказва съществено влияние върху процесите на рекомбинация на фотогенерираните заряди, което води до формулиране и експериментално потвърждение на концепцията за пространствено-структурирани и частично покрити $\text{Ag}/\text{TiO}_2/\text{ITO}$ структури с повишена фотокаталитична активност.

Третото направление е с изразен приложен характер и е насочено към разработване на методи за изграждане на функционални сензори чрез фотокаталитично асистирано функционализиране и химично метализиране на фотокаталитични повърхности [В4.2.; В4.4.; В4.5.]. Демонстрирана е възможността TiO_2 да се използва като фотокаталитично активен и адхезионен слой за локално активиране на безтоково отлагане на мед върху различни подложки – ААО, стъкло и гъвкава слюда. Реализирани са функционални устройства, включително импедиметричен сензор за относителна влажност, изграден върху функционализирано с TiO_2 стъкло и гъвкав температурен сензор върху покрит с TiO_2 слюда, които демонстрират потенциала на разработените подходи за инженерни приложения в микроелектрониката.

РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ ОТ ГРУПА В

- В4.1.** B. I. Stefanov, B. S. Blagoev, L. Österlund, B. R. Tzaneva, G. V. Angelov, Effects of anodic aluminum oxide substrate pore geometry on the gas-phase photocatalytic activity of $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ composites prepared by atomic layer deposition. *Symmetry* 13 (2021) 1456.

Резюме: Докладваме за фотокаталитичната активност на слоеве от ZnO , нанесени чрез послойно атомно отлагане върху порест аноден алуминиев оксид с пори с хексагонална симетрия и вариран размер. Композитите $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ са получени с диаметър на порите в интервала 93–134 nm и междупоресто разстояние в интервала 185–286 nm, като тяхната фотокаталитична активност е изследвана при газофазното фотокаталитично окисление на ацеталдехид при вариран интензитет на UV осветяване (0.08–3.94 mW cm⁻²). Резултатите показват, че подложките с по-тесни пори (< 115 nm в рамките на настоящото изследване) оказват неблагоприятно влияние върху активността на фотокатализатора, въпреки по-голямата им ефективна повърхност. Наблюдаваните ефекти са обяснени

със затруднен мас-пренос във вътрешността на порестата структура и могат да бъдат използвани като насока при целенасоченото проектиране на фотокатализатори с нанопореста или нанотубуларна морфология.

- B4.2.** B. I. Stefanov, V. S. Milusheva, H. G. Kolev, B. R. Tzaneva, Photocatalytic activation of TiO₂-functionalized anodic aluminium oxide for electroless copper deposition. *Catalysis Science & Technology* 12 (2022) 7027-7037.

Резюме: Демонстрираме формирането на проводящи медни изображения върху функционализиран с TiO₂ аноден алуминиев оксид (AAO) чрез безтоково отлагане на мед (Cu-ELD). Слоеве AAO с дебелина 4 μm са получени чрез анодно окисление на алуминиево фолио при 140 V в 5% H₃PO₄, последвано от функционализиране с TiO₂ чрез дип-коатинг в титанов зол на основата на салицилова киселина. Функционализирането с TiO₂ подобрява химичната стабилност на AAO при pH 12.8, което позволява химичното му метализиране в алкална формалдехидна Cu-ELD баня. Вместо с катализатор на база благороден метал, повърхностното активиране на подложките TiO₂/AAO е осъществено чрез фотокаталитична редукция на Cu[EDTA] комплекс под ултравиолетово (UV) облъчване през фотошаблон. Изследвано е влиянието на UV дозата върху фотокаталитичното активация на TiO₂/AAO в интервала 1.25–20 J cm⁻². При дози ≤7.5 J cm⁻² се постига равномерно повърхностно покритие от редукционни продукти, докато при по-продължително UV облъчване се наблюдава образуване на частици с размери 100–500 nm. XPS анализ разкрива смесен фазов състав Cu⁺ : Cu²⁺ в съотношение 3 : 1 на получените при фоторедукция на Cu[EDTA] продукти, които проявяват каталитична активност за процеса на Cu-ELD. Получени са проводими медни изображения с листово съпротивление до 0.54 Ω кв.⁻¹ в рамките на 15 min химично метализиране.

- B4.3.** B. I. Stefanov, Optically Transparent TiO₂ and ZnO Photocatalytic Thin Films via Salicylate-Based Sol Formulations. *Coatings* 13 (2023) 1568.

Резюме: Разработката на золове за отлагане на прозрачни фотокаталитични тънки филми от TiO₂ и ZnO представлява значителен интерес за мокро-химичното получаване на самопочистващи се покрития. Изборът на стабилизиращ агент е от ключово значение за качествата на изтеглените от зола тънки филми, като ацетилацетонът и моноетаноламинът традиционно се използват при золове за отлагане на TiO₂ и ZnO. Салициловата киселина (SA), способна да хелира както Ti(IV), така и Zn(II) прекурсори, остава сравнително слабо изследвана. В настоящото изследване се представят нови рецептури за золове на основата на SA за отлагане както на филми от TiO₂, така и на такива от ZnO, базирани съответно на прекурсорите титанов тетраизопророксид (TTIP) и цинков ацетат дихидрат (ZAD), при фиксирано молно съотношение 1:3 (TTIP:SA) и 1:2 (ZAD:SA) и разтворител изопропанол, като съотношението прекурсор-разтворител е варирано в интервала 1:10–1:20. Анализите чрез инфрачервена спектроскопия и квантово-химични изчисления с теорията на функционала на плътността потвърждават образуването на комплексите H₂Ti[SA]₂ и Zn[SA]₂·2H₂O. Структурните и оптичните свойства на изтеглените чрез дип-коатинг филми са изследвани чрез сканираща електронна микроскопия, рентгенова дифракция и UV/Vis спектроскопия, като са установени плътни слоеве от TiO₂ (86–205 nm) и ZnO (35–90 nm) с дебелина, пропорционална на концентрацията на салицилатния комплекс, и оптична пропускливост в интервала 70–90%. Експерименти на фотокаталитично окисление на Метиленово синьо (MB) в течна фаза показват, че всички филми проявяват фотокаталитична активност, като филмите от ZnO превъзхождат тези от TiO₂ със скоростни константи на обезцветяване на MB от 2.288 спрямо 0.366 nmol h⁻¹ cm⁻².

- B4.4.** B. I. Stefanov, Wet-Chemical Fabrication of Functional Humidity Sensors on a TiO₂-Coated Glass Substrate via UV Photodeposition. *Coatings* 14 (2024) 795.

Резюме: В настоящата работа е представена изцяло мокро-химична процедура за изработване на функционален импедиметричен сензор за измерване на влажност, формиран върху повърхността на титанов диоксид (TiO₂). Оптично прозрачни тънки филми от TiO₂ в анатазна модификация са отложени

върху стъклена подложка чрез дип-коатинг от зол на основата на прекурсор титанов тетраизопророксид (TTIP) и стабилизатор ацетилацетон (AA), като повърхността е функционализирана с никелов оксид (NiO_x) чрез ултравиолетово (UV) асистирано фотофиксиране. Фотофиксиране е използвано и за формиране на гребенчати отчитащи електроди върху повърхността на функционализирания слой TiO_2 посредством неговото активиране със сребърен катализатор с цел инициране на безтоково отлагане на мед. Откликът спрямо изменение на относителната влажност (RH) на изходните TiO_2 и на $\text{NiO}_x/\text{TiO}_2$ -функционализираните сензори е изследван чрез измерване на импеданс (Z) в интервала 15–90% RH. Установено е, че макар NiO_x функционализацията да атенюира зависимостта $\text{RH}-Z$, тя значително подобрява нейната линейност и може успешно да бъде използвана при целенасоченото проектиране на сензорни устройства на основата на TiO_2 .

B4.5. B. I. Stefanov, B. R. Tzaneva, V. M. Mateev, I. T. Iliev, Electroless Copper Patterning on TiO_2 -Functionalized Mica for Flexible Electronics. *Applied Sciences* 14 (2024) 9780.

Резюме: Формирането на проводящи медни изображения върху слюда е обещаващ подход за изработката на гъвкави електронни устройства и сензори, но е свързано със значителни предизвикателства поради ниската им адхезия върху атомно гладката повърхност на слюдата. В настоящата работа се представя мокро-химичен метод за формиране на пространствени проводящи изображения върху гъвкави подложки от слюда чрез безтоково отлагане на мед (Cu-ELD). Процесът включва предварително функционализиране на мусковитна слюда с дебелина 50 μm с тънък слой титанов диоксид (TiO_2), нанесен чрез зол-гел дип-коатинг от зол на основата на титанов ацетилацетонат. За селективно активиране на функционализираните с TiO_2 слюдени подложки за Cu-ELD е използвана фотолитография и *in situ* фотофиксиране на каталитични сребърни (Ag) наноклъстери. Проводящият меден слой е формиран безтоково в класическа формалдехидна Cu-ELD баня, като продължителността на процеса определя неговата дебелината и електрични. Проводящи Cu слоеве с дебелина в интервала 70–130 nm са формиран в рамките на 1–2 min отлагане, като се наблюдава обратна зависимост между времето на метализиране и повърхностното съпротивление, което варира от 600 до 300 $\text{m}\Omega/\text{kv}$. Допълнителното електрохимично удебеляване на слоевете до 1 μm води до понижаване на повърхностното съпротивление до 27 $\text{m}\Omega/\text{kv}$. Накрая е демонстриран потенциалът на Cu-ELD метализиране на функционализирана с TiO_2 слюда за създаване на функционални сензорни устройства чрез демонстрация на работещ резистивен температурен детектор (RTD).

B4.6. B. I. Stefanov, H. G. Kolev, MnO_x and Pd Surface Functionalization of TiO_2 Thin Films via Photodeposition UV Dose Control. *Photochem* 4 (2024) 474-487.

Резюме: В настоящото изследване е проучено влиянието на дозата ултравиолетовата (UV) светлина (D^{UV}) при фотофиксиране на кокатализаторите MnO_x и Pd върху тънки филми от анатазен TiO_2 с дебелина 300 nm, получени чрез зол-гел дип-коатинг върху стъклена подложка. MnO_x и Pd са фотофиксирани при нарастващи UV дози в интервала 5–20 J cm^{-2} от 5 mM водни електролити на основата съответно на $\text{Mn}^{2+}/\text{IO}_3^-$ и Pd^{2+} . Установено е, че увеличаването на D^{UV} при фотофиксиране на MnO_x води до нарастване на повърхностното съдържание на Mn^{2+} от 2.7 до 5.2 at.%, определено чрез рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS). При Pd повишаването на UV дозата предизвиква преход на степента на окисление на фотофиксирани продукти от Pd^{2+} към Pd^0 , като общото повърхностно съдържание на Pd остава относително постоянно в интервала 2.2–2.4 at.%. И двата типа образци, $\text{MnO}_x/\text{TiO}_2$ и Pd/TiO_2 , показват пропорционално повишаване на фотокаталитичната активност спрямо разграждането на Метиленово синьо. Особено отчетливо е подобрението при Pd/TiO_2 , който значително превъзхожда изходния TiO_2 по отношение на фотокаталитичната си активност. Сравнителен анализ с образци от TiO_2 , функционализирани чрез мокро импрегниране и последваща термична обработка в същите електролити, показва, че те проявяват като цяло по-ниска фотокаталитична активност в сравнение с образците, функционализирани чрез фотофиксиране.

B4.7. B. I. Stefanov, Photoelectrochemical and Photocatalytic Activity of Photodeposition-Functionalized Ag/TiO₂ and MnO_x/TiO₂ Thin Films. *Catalysis Today* 459 (2025) 115447.

Резюме: Настоящото изследване разглежда влиянието на функционализиране посредством UV-асистирано фотофиксиране върху фотоелектрохимичната (ФЕХ) и фотокаталитична (ФК) активност на тънки филми от TiO₂, получени по зол-гел метод и отложени върху ITO-опроводени стъклени подложки. Изследвани са два кокатализатора, Ag и MnO_x, фотофиксирани при различни дози на UV светлина (D^{UV}) в интервала 0–10 J cm⁻², като влиянието им върху свойствата на филмите е оценено чрез фотоелектрохимични измервания и определяне на кинетиката на фотокаталитично окисление на Метиленово синьо. Резултатите показват, че и при двата типа фотоанооди, функционализираните с Ag и с MnO_x се наблюдава оптимална стойност на D^{UV} , при която се наблюдава най-висока ФЕХ активност, като при фотоанодът Ag/TiO₂, фотофиксирани при $D^{UV} = 5 \text{ J cm}^{-2}$ се достига приблизително 20% увеличение на плътността на фототока в сравнение с изходния TiO₂. При функционализираните с MnO_x фотоанооди се наблюдава системно потискане както на ФЕХ, така и на ФК активност, особено при по-високи стойности на D^{UV} . Анализите по Мот-Шотки и електрохимична импедансна спектроскопия (EIS) потвърждават подобро разделяне на фотогенерираните заряди и намалено съпротивление на пренос на заряди при оптимално функционализираните образци. Фотоанодите, функционализираните чрез фотофиксиране, превъзхождат образците, обработени термично, без UV облъчване (0 J cm⁻²), което подчертава UV-асистираното фотофиксиране като гъвкава и ефективна стратегия за повърхностна модификация на фотокатализатори.

B4.8. B. I. Stefanov, Laser-Patterned and Photodeposition Ag-Functionalized TiO₂ Grids on ITO Glass for Enhanced Photocatalytic Degradation. *Coatings* 15 (2025) 709.

Резюме: Лазерното структуриране на отложени от зол-гел покрития от TiO₂ представлява перспективен подход за изработване на устройства на основата на TiO₂. Конвенционалните методи изискват обработка с мощни CO₂ лазери, докато в настоящата работа се демонстрира алтернативен подход, базиран на нискобюджетен син лазер ($\lambda = 445 \text{ nm}$, 1250 mW) за структуриране на слоеве TiO₂, получени от титанов салицилатен сол, абсорбиращ във видимата област на спектъра. Решетъчни TiO₂ структури (ширина на линията ~250 μm , стъпка 500 μm) са формирани върху стъклени подложки, покрити с индиев калаен оксид (ITO), чрез последователност от дип-коатинг, лазерно структуриране, селективно разтваряне на необработения зол и отгряване при 450 °C. Фотокаталитичната активност на структурираните слоеве е допълнително повишена чрез фотофиксиране на Ag кокатализатор от 5 mM воден електролит на Ag⁺ при UV дози 5, 10 и 20 J cm⁻². Морфологичен и структурен анализ (XRD, SEM-EDS, AFM, UV-Vis и Раманова спектроскопия) потвърждават образуването на кристален анатазен TiO₂ и инкорпориране на Ag в количество, пропорционално на приложената доза. Експериментите по фотокаталитично окисление на Метиленово синьо (МВ) показват, че Ag-функционализираните образци демонстрират до 20% по-висока ефективност при разграждане на МВ и устойчива фотокаталитична активност в рамките на осем последователни цикъла на фотоокисление. Допълнителни фотоелектрохимични измервания потвърждават формирането на TiO₂|Ag Шотки преход, докато наблюдаваните сигнали от повърхностно усилена Раманова спектроскопия (SERS) върху Ag/TiO₂ решетките позволяват детекция на адсорбирани МВ молекули.

III. СПИСЪК И РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ ИЗВЪН ХАБИЛАТАЦИОНЕН ТРУД (ГРУПА Г)

Публикациите от „Група Г“ разширяват основната научна линия развита в хабилитационния труд, като обхващат разработването на експериментални подходи за оценка на кинетиката на хетерогенни каталитични процеси, повърхностна функционализация на фотокаталитични материали и физично- и физикохимично охарактеризиране на функционални материали.

Група Г – 305/200 т.		
№	Библиографска и наукометрична информация	Точки
Г7.1.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, N. V. Kaneva, G. L. Puma, C. D. Dushkin, Novel integrated reactor for evaluation of activity of supported photocatalytic thin films: Case of methylene blue degradation on TiO₂ and nickel modified TiO₂ under UV and visible light. <i>Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects</i> 382 (2011) 219-225. doi: 10.1016/j.colsurfa.2010.11.026</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927775710006564 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/79956049834 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000291917000032 ▪ JIF = 2.236, Q2 (2011) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=COLLOID%20SURFACE%20A&year=2011 ▪ SJR = 0.821, Q2 (2011) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26589&tip=sid 	20 т.
Г7.2.	<p>M. A. Arvizu, C. A. Triana, <u>B. I. Stefanov</u>, C. G. Granqvist, G. A. Niklasson, Electrochromism in sputter-deposited W–Ti oxide films: Durability enhancement due to Ti. <i>Solar Energy Materials and Solar Cells</i> 125 (2014) 184-189. doi: 10.1016/j.solmat.2014.02.037</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927024814001184 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/84897382871 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000336338600027 ▪ JIF = 5.337, Q1 (2014) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=SOL%20ENERG%20MAT%20SOL%20C&year=2014 SJR = 2.19, Q1 (2014) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=13332&tip=sid 	25 т.
Г7.3.	<p>T. Ivanova, A. Harizanova, T. Koutzarova, B. Vertruyen, <u>B. Stefanov</u>, Structural and morphological characterization of sol-gel ZnO: Ga films: Effect of annealing temperatures. <i>Thin Solid Films</i> 646 (2018) 132-142. doi: 10.1016/j.tsf.2017.11.042</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040609017308878 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85036470342 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000418575900019 ▪ JIF = 1.888, Q3 (2018) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=THIN%20SOLID%20FILMS&year=2018 SJR = 0.531, Q2 (2018) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=12347&tip=sid 	20 т.
Г7.4.	<p>L. Österlund, A. Mattsson, M. Brischetto, J. J. Byberg, <u>B. I. Stefanov</u>, Y. X. Ji, G. A. Niklasson, Spectral Selective Solar Light Enhanced Photocatalysis: TiO₂/TiAlN Bilayer Films. <i>Topics in Catalysis</i> 61 (2018) 1607-1614. doi: 10.1007/s11244-018-1011-5</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://link.springer.com/article/10.1007/s11244-018-1011-5 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85048569900 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000451216500012 ▪ JIF = 2.226, Q2 (2018) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=TOP%20CATAL&year=2018 SJR = 0.736, Q1 (2018) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21971&tip=sid 	25 т.

№	Библиографска и наукометрична информация	Точки
Г7.5.	<p>J. Mo, <u>B. I. Stefanov</u>, T. H. Lau, T. Chen, S. Wu, Z. Wang, X. Q. Gong, I. Wilkinson, G. Schmid, S. C. E. Tsang, Superior performance of Ag over Pt for hydrogen evolution reaction in water electrolysis under high overpotentials. <i>ACS Applied Energy Materials</i> 2 (2019) 1221-1228. doi: 10.1021/acsaem.8b01777</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsaem.8b01777 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85064969635 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000459948900034 ▪ JIF = 4.473, Q1 (2019) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=ACS%20APPL%20ENERG%20MATER&year=2019 SJR = 1.495, Q1 (2019) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100904205&tip=sid 	25 т.
Г7.6.	<p>B. Tzaneva, M. Aleksandrova, V. Mateev, <u>B. Stefanov</u>, I. Iliev, Electrochemical Properties of PEDOT: PSS/Graphene Conductive Layers in Artificial Sweat. <i>Sensors</i> 24 (2024) 39. doi: 10.3390/s24010039</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/1424-8220/24/1/39 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85181938707 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001140691300001 ▪ JIF = 3.5, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=SENSORS-BASEL&year=2024 SJR = 0.764, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=130124&tip=sid 	25 т.
Г7.7.	<p>B. Tzaneva, V. Mateev, <u>B. Stefanov</u>, M. Aleksandrova, I. Iliev, Electrochemical Investigation of PEDOT: PSS/Graphene Aging in Artificial Sweat. <i>Polymers</i> 16 (2024) 1706. doi: 10.3390/polym16121706</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/2073-4360/16/12/1706 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85197170459 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001257546500001 ▪ JIF = 4.9, Q1 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=POLYMERS-BASEL&year=2024 SJR = 0.918, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=54222&tip=sid 	25 т.
Г7.8.	<p>D. K. Ivanova, <u>B. I. Stefanov</u>, N. V. Kaneva, A Highly Efficient Tribocatalysis of La/ZnO Powders for Degradation of Rhodamine B. <i>Catalysts</i> 14 (2024) 527. doi: 10.3390/catal14080527</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/2073-4344/14/8/527 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85202634452 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001304973600001 ▪ JIF = 4.0, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=CATALYSTS&year=2024 SJR = 0.746, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100332402&tip=sid 	20 т.

№	Библиографска и наукометрична информация	Точки
Г7.9.	<p>D. Ivanova, H. Kolev, B. I. Stefanov, N. Kaneva, Enhanced Tribodegradation of a Tetracycline Antibiotic by Rare-Earth-Modified Zinc Oxide. <i>Molecules</i> 29 (2024) 3913. doi: 10.3390/molecules29163913</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/1420-3049/29/16/3913 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85202690809 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001305697300001 ▪ JIF = 4.6, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=MOLECULES&year=2024 SJR = 0.865, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26370&tip=sid 	25 т.
Г7.10.	<p>D. Ivanova, H. Kolev, B. I. Stefanov, N. Kaneva, ZnO and ZnO/Ce Powders as Tribocatalysts for Removal of Tetracycline Antibiotic. <i>Inorganics</i> 12 (2024) 244. doi: 10.3390/inorganics12090244</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/2304-6740/12/9/244 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85205272891 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001323870800001 ▪ JIF = 3.0, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=INORGANICS&year=2024 SJR = 0.509, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100857210&tip=sid 	20 т.
Г7.11.	<p>D. Ivanova, H. Kolev, B. Stefanov, N. Kaneva, Photofixation Pd Functionalization of ZnO Thin Films for Efficient Photocatalytic Removal of Doxycycline Antibiotic in Aqueous Phase. <i>Applied Sciences</i> 15 (2025) 1609. doi: 10.3390/app15031609</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/2076-3417/15/3/1609 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/85217828851 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001418433100001 ▪ JIF = 2.5, Q3 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=APPL%20SCI-BASEL&year=2024 SJR = 0.521, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100829268&tip=sid 	20 т.
Г7.12.	<p>D. Ivanova, H. Kolev, R. Mladenova, B. I. Stefanov, N. Kaneva, Harvesting Friction Energy on Zinc Oxide and Zinc Oxide/Europium Oxide Sol-Gel Catalysts for Tribocatalytic Paracetamol Degradation. <i>Molecules</i> 30 (2025) 2265. doi: 10.3390/molecules30112265</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/1420-3049/30/11/2265 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/105007895040 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001506552300001 ▪ JIF = 4.6, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=MOLECULES&year=2024 SJR = 0.865, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26370&tip=sid 	25 т.

№	Библиографска и наукометрична информация	Точки
Г7.13.	<p>I. Iliev, G. T. Nikolov, N. Tomchev, <u>B. I. Stefanov</u>, B. Tzaneva, Design and Assessment of Flexible Capacitive Electrodes for Reusable ECG Monitoring: Effects of Sweat and Adapted Front-End Configuration. <i>Sensors</i> 25 (2025) 5856. doi: 10.3390/s25185856</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Линк: https://www.mdpi.com/1424-8220/25/18/5856 ▪ Индексиране: https://www.scopus.com/pages/publications/105017118560 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001581116300001 ▪ JIF = 3.5, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=SENSORS-BASEL&year=2024 ▪ SJR = 0.764, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=130124&tip=sid 	25 т.

Първата група публикации е свързана с разработка на експериментални методи и стендове за *in situ* мониторинг и количествена оценка на кинетиката на фото- и електрокаталитични хетерогенни реакции в течна и газова фаза [Г7.1.; Г7.4.; Г7.5.]. Разработени са лабораторни реактори и методики за проследяване на фотокаталитични процеси в реално време и определяне на квантов добив, както и експериментални стендове за оценка на електрокаталитична активност.

Втората посока на научни изследвания обхваща повърхностното функционализиране на различни от TiO₂ фотокатализатори чрез UV-асистирано фотофиксиране, като очертаната в някои от публикациите към Група В концепция за фотофиксиране на кокатализатори, чрез контрол върху приложената доза UV светлина е валидирана върху слоеве от ZnO [Г7.11]. Потвърдена е възможността за използване на UV дозата при фотофиксиране като ефективен параметър за контрол на химичното състояние на Pd кокатализатор, фотофиксиран върху ZnO, водещо до значително повишаване на фотокаталитичната активност при разграждане на органични замърсители.

Третата група приноси включва физично и физикохимично охарактеризиране на материали и повърхности в рамките на широк кръг от съвместни изследвания [Г7.2; Г7.3; Г7.6–Г7.10; Г7.12; Г7.13]. Те обхващат електрохромни и оксидни тънки филми, материали за биосензорни приложения и трибокатолилично активни системи. В тези изследвания приносът на кандидата е концентриран върху структурен, морфологичен и спектроскопски анализ и интерпретация на резултатите във връзка с установяване на зависимостите структура → свойства → активност.

РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ ОТ ГРУПА Г

- Г7.1.** B. I. Stefanov, N. V. Kaneva, G. L. Puma, C. D. Dushkin, Novel integrated reactor for evaluation of activity of supported photocatalytic thin films: Case of methylene blue degradation on TiO₂ and nickel modified TiO₂ under UV and visible light. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 382 (2011) 219-225.

Резюме: В настоящата работа е представен интегриран реактор за изследване на активността на фотокатализатори, имобилизирани под формата на тънки филми. Реакционният съд представлява специално конструирана стъклена кювета, съдържаща фотокаталитичния образец и разтвор на моделен органичен замърсител. Облъчването се осигурява от тръбна UV лампа или масив от бели светодиоди, монтирани в капака на кюветата, като разтворът се разбърква непрекъснато с цел минимизиране на мас-преносът. Концентрацията на замърсителя се проследява *in situ* чрез интегрирана фотометрична система, използваща нискомощен лазер, съобразен с абсорбционните спектри на моделни багрила като

Метиленово синьо, Реактивно черно и Малахитово зелено. В рамките на настоящото изследване реакторът е използван за определяне на влиянието на интензитета на активираща светлина върху скоростните константи на разграждане на органично багрило (Метиленово синьо) върху тънки филми от титанов диоксид (Degussa P25) и Ni-модифициран TiO₂. Фотокаталитичната активност на катализаторите при активиране с UV и видима светлина е оценена с помощта на разработената реакторна система в рамките на само 1 h експериментално време, включващо 30 min тъмна адсорбция на багрилото и 30 min облъчване. Реакторът е подходящ за бърз скрининг на скоростта на фотокаталитични процеси.

- Г7.2. M. A. Arvizu, C. A. Triana, B. I. Stefanov, C. G. Granqvist, G. A. Niklasson, Electrochromism in sputter-deposited W–Ti oxide films: Durability enhancement due to Ti. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 125 (2014) 184-189.

Резюме: Тънки филми от волфрам–титанов оксид са получени чрез реактивно DC магнетронно разпръскване и охарактеризирани чрез Ръдърфордова обратноразсейваща спектрометрия, рентгенова дифракция, сканираща електронна микроскопия и атомно-силова микроскопия. Електрохромните свойства на филмите са изследвани чрез циклична волтаперометрия в електролит от литиев перхлорат в пропиленкарбонат, както и чрез измервания на оптичната пропускливост. Добавянето на Ti съществено подпомага формирането на аморфна структура на филмите и води до стабилизиране на електрохимичното им циклиране и разширяване на динамичния диапазон на електрохромния ефект.

- Г7.3. T. Ivanova, A. Harizanova, T. Koutzarova, B. Vertruyen, B. Stefanov, Structural and morphological characterization of sol-gel ZnO: Ga films: Effect of annealing temperatures. *Thin Solid Films* 646 (2018) 132-142.

Резюме: Зол–гел технологията е успешно приложена за получаване на тънки филми от ZnO:Ga чрез метода на спин-коатинг. Техните структурни и оптични свойства са изследвани в зависимост от съдържанието на допанта и температурата на отгряване в интервала 300–600 °C. Дотирането с Ga е реализирано чрез добавяне на 1, 2 и 3 wt% Ga(NO₃)₃ в цинковия зол. Структурният анализ чрез рентгенова дифракция (XRD) показва влошаване на кристалността на филмите при въвеждане на галий, като не са наблюдавани примесни пикове, свързани с метален галий или галиево-оксидни фази. Вибрационните свойства са охарактеризирани чрез инфрачервена спектроскопия с Фурие трансформация (FTIR). FTIR анализът не дава еднозначни доказателства за наличие на галиеви оксидни фази, но абсорбционните ленти са ясно повлияни от добавката на Ga, като е възможно припокриване на вибрациите на Zn–O и Ga–O връзките. Зол-гел получените ZnO:Ga тънки филми проявяват по-висока прозрачност във видимата област в сравнение с изходните ZnO филми. Установено е, че ширината на оптичната забранена зона на ZnO:Ga филмите се увеличава вследствие на дотирането с галий. Морфологията на филмите е изследвана чрез атомно-силова микроскопия, като е установено, че добавката на Ga оказва съществено влияние върху нея. Повърхностната грапавост на ZnO:Ga филмите е по-ниска в сравнение с тази на немодифицираните ZnO филми.

- Г7.4. L. Österlund, A. Mattsson, M. Brischetto, J. J. Byberg, B. I. Stefanov, Y. X. Ji, G. A. Niklasson, Spectral Selective Solar Light Enhanced Photocatalysis: TiO₂/TiAlN Bilayer Films. *Topics in Catalysis* 61 (2018) 1607-1614.

Резюме: Работата демонстрира, че спектрално селективни фотокаталитични многослойни тънки филми могат да бъдат целенасочено проектирани така, че да оползотворяват целия слънчев спектър за повишаване на ефективността при газофазово фотокаталитично окисление на ацеталдехид. Тънки филми от анатазен TiO₂ са отложени върху тънък оптично-абсорбиращ слой TiAlN с цел получаване на двуслойни структури TiO₂/TiAlN чрез DC магнетронно разпръскване върху алуминиеви подложки. Структурните и оптичните свойства на филмите са охарактеризирани чрез рентгенова дифракция и Раманова спектроскопия. Скоростта на реакцията и квантовият добив при отстраняването на ацеталдехид са измерени, като е установено почти десетократно увеличение на квантовия добив за

двуслойните TiO₂/TiAlN филми в сравнение с еднослойен TiO₂ филм, съпоставимо с подобренията, постигнати при нови хетероструктурни фотокатализатори. Получените резултати са интерпретирани въз основа на температурно-индуцирана промяна в кинетиката на реакцията. Поглъщането на симулирана слънчева светлина води до повишаване на температурата на TiAlN слоя с до 126 K. Показано е, че съпътстващото повишаване на температурата на повърхностния слой TiO₂ с около 100 K измества равновесието на повърхностно-адсорбираните водни молекули от многослоен към суб-монослоен режим. Предлага се, че именно този ефект е основната причина за наблюдаваното повишаване на фотокаталитичната активност, тъй като молекулите от газовата фаза могат да контактуват директно със свободни от координирана вода активни повърхностни центрове, без необходимост от дифузия през тънък воден слой. Обсъдени са последствията от тези резултати за целенасочения контрол на температурата и относителната влажност с цел постигане на ефективен фотокатализ в газова фаза, както и за фотокаталитичните приложения на спектрално селективни слънчево-абсорбиращи филми.

- Г7.5. J. Mo, B. I. Stefanov, T. H. Lau, T. Chen, S. Wu, Z. Wang, X. Q. Gong, I. Wilkinson, G. Schmid, S. C. E. Tsang, Superior performance of Ag over Pt for hydrogen evolution reaction in water electrolysis under high overpotentials. *ACS Applied Energy Materials* 2 (2019) 1221-1228.

Резюме: В световен мащаб са положени значителни изследователски усилия за разработване на катализатори без благородни метали за електролизатори за получаване на H₂ от възобновяеми енергийни източници. Установено е, че платиновите катализатори проявяват най-висока активност за реакцията на отделяне на водород (HER) при типични експериментални условия, характеризирани се с относително ниска киселинност и малки пренапрежения. Отбелязва се обаче, че каталитичната активност силно зависи от киселинността на средата и приложеното потенциално отклонение. В реални условия на работа на електролизатори с високо натоварване са необходими висока киселинност и значително отрицателни потенциали за оптимизиране на HER активността. В настоящата работа се докладва, че евтини сребърни катализатори, по-специално сребърни наночастици с кубична форма, могат ясно да проявяват по-висока HER активност в сравнение с Pt при достигане на такива условия, като процесът протича с различна скоростопределяща стъпка в електролизатора. Това поведение се обяснява с по-слабата Ag-H връзка на повърхността в сравнение с Pt-H, което е по-благоприятно за рекомбинацията на водородните атоми с образуване на H₂. Поради това се счита, че настоящото изследване предоставя нови насоки за проектиране на икономически ефективни и високоефективни катализатори, способни да заменят скъпите им аналози, базирани на благородни метали, в класическите електролизатори.

- Г7.6. B. Tzaneva, M. Aleksandrova, V. Mateev, B. Stefanov, I. Iliev, Electrochemical Properties of PEDOT: PSS/Graphene Conductive Layers in Artificial Sweat. *Sensors* 24 (2024) 39.

Резюме: Електродите на основата на PEDOT:PSS придобиват все по-голямо значение като проводими и функционални слоеве в различни сензори и биосензори, поради лесната им изработка и добрата биосъвместимост. В настоящото изследване са разгледани слоеве PEDOT:PSS/графен, отложени чрез спрей-коатинг върху гъвкави PET подложки. Слоевете са охарактеризирани по отношение на тяхната морфология и грапавост (чрез AFM и SEM), както и на електрохимичните им свойства в изкуствена пот, изследвани посредством електрохимична импедансна спектроскопия (EIS) и циклична волтаперометрия (CV). Установено е доминиращо капацитивно поведение при ниски честоти, като за по-дебелите слоеве са определени гранични честоти около 1 kHz. Еквивалентната електрическа схема, използвана за апроксимиране на данните от EIS, разкрива съпротивление през обема на слоя, приблизително с три порядъка по-високо от съпротивлението на пренос на заряди на границата повърхност/течност. Стойностите на капацитета, определени от CV кривите, са в интервала 54.3–122.0 mF m⁻². След 500 CV цикъла в потенциален прозорец от 1 V (от -0.3 до 0.7 V) се наблюдава задържане на капацитета от около 94% за повечето слоеве, като са регистрирани минимални промени в повърхността. Получените резултати показват практически приложения на слоевете PEDOT:PSS/графен както за високочестотни импедансни измервания, свързани с биомониторинг на

отдели органи и системи, като импедансна електрокардиография, импедансна плетизмография и мониторинг на дишането, така и като кондензаторни електроди в нискочестотния диапазон, реализирани под формата на слоеви проводими структури PEDOT:PSS/графен за регистриране на биосигнали.

- Г7.7.** B. Tzaneva, V. Mateev, B. Stefanov, M. Aleksandrova, I. Iliev, Electrochemical Investigation of PEDOT: PSS/Graphene Aging in Artificial Sweat. *Polymers* 16 (2024) 1706.

Резюме: В настоящото изследване е проучен потенциалът за приложение на композитни PEDOT:PSS/графен слоеве, отложени чрез спрей-коатинг върху гъвкава подложка, като автономни проводими филми в носими биосензорни устройства. Стабилността на слоевете PEDOT:PSS/графен е оценена чрез електрохимична импедансна спектроскопия (EIS), циклична волтаперометрия (CV) и линейна поляризация (LP) при контакт с електролит, симулиращ изкуствена пот, като сканираща електронна микроскопия (SEM) е използвана за изследване на морфологичните промени в слоя след тези изпитвания. Резултатите показват, че слоевете проявяват преобладаващо кондензаторно поведение в потенциалния интервал от -0.3 до 0.7 V спрямо Ag/AgCl, с гранична честота около 1 kHz, като задържат приблизително 90% от кондензатора си след 500 цикъла. Старееването при излагане на въздух в продължение на 6 месеца води единствено до слабо увеличение на импеданса, което демонстрира възможност за съхранение при меки условия. За разлика от това, продължителният контакт (над 48 h) с електролит от изкуствена пот предизвиква значителна деградация, изразяваща се в увеличаване на импеданса с повече от един порядък. Наблюдаваната деградация поставя важни въпроси относно дългосрочната приложимост на тези слоеве в носими биосензорни устройства и подчертава необходимостта от допълнителни защитни мерки при продължителна употреба. Получените резултати допринасят за текущите усилия за повишаване на стабилността и надеждността на проводимите материали за биосензорни приложения в здравеопазването и биотехнологиите.

- Г7.8.** D. K. Ivanova, B. I. Stefanov, N. V. Kaneva, A Highly Efficient Tribocatalysis of La/ZnO Powders for Degradation of Rhodamine B. *Catalysts* 14 (2024) 527.

Резюме: Трибоккатализът представлява обещаващ метод за опазване на околната среда, който използва трибоеклектричния ефект, възникващ при триене между различни материали, за генериране на електрически заряди, стимулиращи протичането на каталитични реакции. В настоящата работа е експериментално реализирано трибоккаталитичното разграждане на органичното багрило Родамин В (RhB). Използвани са чисти и модифицирани с 2 mol.% La прахове от ZnO, получени по прост хидротермален метод. Изследвано е и влиянието на термичната обработка върху трибоккаталитичната активност на La/ZnO катализаторите при температури 100 и 500 °C. Модифицираните с La/ZnO катализатори показват значително повишена ефективност при разграждането на RhB, като се постига 92% отстраняване в рамките на 24 h, в сравнение с едва 58% за чистия ZnO. Установено е, че термичната обработка оказва неблагоприятно влияние върху активността, като ефективността на отстраняване на RhB намалява от 92% до 69% при повишаване на температурата в интервала 100–500 °C. Цикличната стабилност на катализаторите е оценена като отлична в рамките на три последователни цикъла. В заключение е демонстрирано, че чрез използване на La/ZnO прахове замърсени отпадъчни води могат ефективно да бъдат пречиствани посредством прилагане на трибоккатализ.

- Г7.9.** D. Ivanova, H. Kolev, B. I. Stefanov, N. Kaneva, Enhanced Tribodegradation of a Tetracycline Antibiotic by Rare-Earth-Modified Zinc Oxide. *Molecules* 29 (2024) 3913.

Резюме: Трибоккатализът представлява нововъзникващ авангарден процес на окисление, който използва трибоеклектричния ефект, основан на триене между различни материали, за генериране на електрически заряди, способни да иницират различни каталитични реакции. В настоящото изследване са демонстрирани чисти и модифицирани с редкоземни оксиди ZnO прахове (La₂O₃, Eu₂O₃, 2 mol.%) като ефективни трибоккатализатори за отстраняване на антибиотика тетрациклин – доксициклин (DC). Докато чистите ZnO образци постигат 49% отстраняване на DC в рамките на 24 h при скорост на разбъркване 100 rpm, добавянето на Eu₂O₃ повишава ефективността до 67%, а ZnO прахът,

модифициран с La_2O_3 , показва най-висока ефективност, достигаща 80% при същата скорост на разбъркване. Допълнителното увеличаване на скоростта на разбъркване до 300 и 500 rpm води до пълно (100%) отстраняване на DC в случая на ZnO/La в рамките на 18 h, като ясно изразеният ефект на скоростта на разбъркване потвърждава трибокатоличния характер на процеса. Всички трибокатолизатори демонстрират отлични рециклиращи свойства, като загубата на активност е под 3% в рамките на три последователни цикъла. Освен това, изследване с уловители на радикали потвърждава ключовата роля на генерирането на супероксидни радикали за общата скорост на реакцията. Получените резултати показват, че редкоземно-модифицираните ZnO трибокатолизатори могат ефективно да оползотворяват механичната енергия за разграждане на замърсители в контаминирани водни среди.

- Г7.10.** D. Ivanova, H. Kolev, B. I. Stefanov, N. Kaneva, ZnO and ZnO/Ce Powders as Tribocatalysts for Removal of Tetracycline Antibiotic. *Inorganics* 12 (2024) 244.

Резюме: Изследванията в областта на трибокатолиза, който се основава на трибоелектричния ефект, се основават върху концепцията, че триенето между различни материали може да генерира електрически заряди, способни да инициират каталитични реакции. Това явление притежава значителен потенциал за разграждане на замърсители в отпадъчни води от околната среда. В настоящото изследване са проучени чисти и модифицирани с Ce (2 mol.%) ZnO прахове като трибокатолизатори за разграждане на доксициклин (DC) – антибиотик от групата на тетрациклините – при отсъствие на светлина. Показано е, че триенето между катализатора, реакционния съд и магнитната бъркалка от политетрафлуороетилен (PTFE) индуцира пренос на заряд на техните фазови граници, което води до разграждане на замърсителите. Освен това е изследвано разграждането на доксициклин при три различни скорости на разбъркване (100, 300 и 500 rpm). Получените резултати потвърждават трибокатоличния ефект, като показват нарастване на степента на разграждане на DC с увеличаване на скоростта на разбъркване. При използване на ZnO и ZnO/Ce прахове са постигнати максимални степени на разграждане съответно 80% и 55% в рамките на 24 h при скорост на разбъркване 500 rpm. Резултатите от изследването показват, че тези материали могат ефективно да разградят замърсители във водна среда чрез оползотворяване на механичната енергия.

- Г7.11.** D. Ivanova, H. Kolev, B. Stefanov, N. Kaneva, Photofixation Pd Functionalization of ZnO Thin Films for Efficient Photocatalytic Removal of Doxycycline Antibiotic in Aqueous Phase. *Applied Sciences* 15 (2025) 1609.

Резюме: В настоящата работа е демонстрирана кокаталитичната модификация на тънки филми от ZnO чрез фотофиксиране на паладий (Pd) с цел повишаване на ефективността при фотокаталитичното разграждане на доксициклин (DC). Немодифицирани ZnO филми са синтезирани по зол-гел метод и отложени върху стъклени подложки чрез дип-коатинг. Впоследствие филмите са модифицирани с Pd посредством химично фотофиксиране под ултравиолетово (UV) облъчване, при което се осъществява фоторедукция на воден разтвор на прекурсор Pd^{2+} с концентрация 5×10^{-3} M. Проучено е влиянието на различни UV дози на фотофиксиране (2.5, 5 и 10 J cm^{-2}) върху морфологията и химичния състав на Pd-модифицираните филми с цел контрол върху повърхностната функционализация и химичното състояние на Pd. За охарактеризиране на образците са използвани сканираща електронна микроскопия (SEM), енергийно-дисперсивен рентгенов анализ (EDS) и рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS). При ниски UV дози (2.5 J cm^{-2}) е фотофиксиран приблизително 1.6 at.% Pd, основно под формата на PdO, докато при по-високи UV дози ($5\text{--}10 \text{ J cm}^{-2}$) се наблюдава увеличаване на съдържанието на метален Pd⁰. Фотокаталитичното разграждане на DC е измерено както в дестилирана, така и в чешмяна вода, като Pd/ZnO филмите показват значително по-висока ефективност на отстраняване (с 40–380% по-висока) в сравнение с немодифицираните ZnO филми, като образците с по-високо съдържание на Pd⁰ демонстрират най-голяма активност. За всички изследвани образци ефективността на отстраняване в чешмяна вода е приблизително два пъти по-висока в сравнение с тази в дестилирана вода.

- Г7.12.** D. Ivanova, H. Kolev, R. Mladenova, B. I. Stefanov, N. Kaneva, Harvesting Friction Energy on Zinc Oxide and Zinc Oxide/Europium Oxide Sol-Gel Catalysts for Tribocatalytic Paracetamol Degradation. *Molecules* 30 (2025) 2265.

Резюме: Преобразуването на механична енергия от околната среда в химична енергия може да бъде използвано като лесно достъпен, устойчив и екологично щадящ енергиен източник. В настоящата работа е демонстрирано успешно оползотворяване на механична енергия, приложена върху ZnO и ZnO/Eu₂O₃ трибокатолизатори, посредством триене между хетерогенни повърхности. Под действие на магнитно разбъркване трибогенерирани електрически заряди се пренасят през контактния интерфейс между каталитичните частици и магнитната бъркалка, покрита с политетрафлуороетилен (PTFE). В резултат на този процес електроните се акумулират в PTFE слоя, докато върху повърхността на катализатора се натрупват трибогенерирани положителни заряди („дупки“). Подобно на фотокаталитичните процеси, генерираните дупки във валентната зона на сол-гел получените катализатори проявяват силна окислителна способност и могат ефективно да инициират разграждането на органични замърсители. Проведените трибокатолизитични тестове показват, че ZnO и ZnO/Eu₂O₃ катализаторите са способни да отстраняват органични аналгетици, като парацетамол, при магнитно разбъркване в тъмни условия. Установено е, че трибокатолизитичната активност може допълнително да бъде повишена чрез контрол върху количеството на редкоземния допиращ агент (1, 2 и 3 mol.%), скоростта на разбъркване и броя на използваните магнитни бъркалки. Освен че предлага екологично ориентиран трибокатолизитичен подход за окислително пречистване на органични замърсители, настоящата работа демонстрира и потенциален път за преобразуване на механичната енергия от околната среда в химична енергия, с възможни приложения в устойчивата енергетика и екологичната ремедиация.

- Г7.13.** I. Iliev, G. T. Nikolov, N. Tomchev, B. I. Stefanov, B. Tzaneva, Design and Assessment of Flexible Capacitive Electrodes for Reusable ECG Monitoring: Effects of Sweat and Adapted Front-End Configuration. *Sensors* 25 (2025) 5856.

Резюме: В настоящата работа е представено разработването и охарактеризирането на гъвкав кондензаторен електрод за безконтактно регистриране на електрокардиограми (ECG), изработен по прост и икономически ефективен метод от леснодостъпни материали. Електродът представлява многослойна структура, състояща се от меден проводник, ламиниран с диелектричен слой от полиимид (Kapton®), нанесен върху полиуретанова подложка. Импедансните и кондензаторни характеристики на електрода са изследвани при различни нива на овлажняване на текстилен сепаратор с изкуствена пот, както и след неговото излагане на често използвани дезинфектанти, включително етилов алкохол и йодна тинктура. Измерванията чрез електрохимична импедансна спектроскопия (EIS) и широколентови импедансни анализи в честотния диапазон 10⁻¹–10⁵ Hz потвърждават стабилно кондензаторно поведение, умерена чувствителност към влага и химична стабилност на системата Kapton-мед при условия, симулиращи многократна употреба. За демонстрация на функционалността е реализирана специализирана електронна схема на фронт-енд за регистриране на ECG сигнали през текстил. Тестовите със симулатор възпроизвеждат характерни вълнови форми, а предварителните измервания с доброволци потвърждават възможността за регистриране на ECG сигнали през текстилни слоеве, позволяващи измервания през облекло. Получените резултати подчертават потенциала на разработения електрод като нискобюджетна платформа за бъдещи изследвания в областта на носими сензори за мониторинг на биосигнали.

ABSTRACTS OF THE SCIENTIFIC PUBLICATIONS

of **Ch. Assistant Prof. Dr. Bozhidar Ivaylov Stefanov**

submitted for participation in a competition for the academic position of **Associate Professor** in the field of higher education **4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics**, professional field **4.2. Chemical sciences**, scientific specialty **Solid State Chemistry**, announced in the **State Gazette No. 101/27.11.2025**

I. GENERAL CHARACTERISTICS OF THE SCIENTIFIC OUTPUT

The total number of scientific publications of Ch. Assistant Prof. Dr. Bozhidar Ivaylov Stefanov is 39, including 7 publications related to procedures for the acquisition of the PhD degree and the academic position of Chief Assistant Professor, as well as 11 conference publications in non-quartile proceedings, outside the scope of the minimum requirements for professional field 4.2. The candidate's scientific research is primarily focused on **heterogeneous photocatalysis, photoelectrochemistry, and surface-functionalized oxide thin films**. A significant part of the publications addresses the relationships between structure, morphology, and functional properties of TiO₂- and ZnO-based materials synthesized by wet-chemical and physical deposition methods, as well as their application in the degradation of organic pollutants. The research activity also includes studies on chemical metallization of functional layers for sensor applications, as well as kinetics and modeling of heterogeneous reaction processes related to energy conversion and environmental protection.

For participation in the competition, a total of 21 scientific publications are submitted. All presented publications are written in English and published in **peer-reviewed scientific journals with Q1/Q2 quartiles and JIF/SJR, indexed in internationally recognized databases Scopus and Web of Science, and have not been used in previous procedures for the acquisition of the PhD degree or the academic position of Chief Assistant Professor.**

Of these:

- For fulfillment of **Indicator B4**, **8 publications are submitted** (7 in **Q2** journals and **1** in a **Q1** journal). The candidate is the **first author of all publications**, and **4 of them are single-author papers**.
- **Under Indicator G7**, **13 co-authored publications are submitted**, of which **8** are published in **Q1** journals and **5** in **Q2** journals.

Regarding the citation impact of the candidate's scientific output, the total number of citations indexed in Scopus is 375 (excluding self-citations by all co-authors), resulting in a **Hirsch index (h-index) of 11** at the time of application. **For the 21 publications submitted** in the competition, a total of **176 citations indexed** in Scopus are reported and applied for **fulfillment of Indicator D11**.

II. LIST AND ABSTRACTS OF THE SCIENTIFIC PUBLICATIONS EQUIVALENT TO A HABILITATION THESIS (GROUP B)

The publications included in Group B, equivalent to a habilitation thesis, share a common thematic focus on the synthesis and deposition, subsequent modification, and characterization of thin photocatalytic films and coatings of titanium dioxide (TiO₂) and zinc oxide (ZnO) obtained by wet-chemical technologies.

Group B – 165/100 pts.		
No.	Bibliographic and Scientometric Information	Points
B4.1.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, B. S. Blagoev, L. Österlund, B. R. Tzaneva, G. V. Angelov, Effects of anodic aluminum oxide substrate pore geometry on the gas-phase photocatalytic activity of ZnO/Al₂O₃ composites prepared by atomic layer deposition. <i>Symmetry</i> 13 (2021) 1456. doi: 10.3390/sym13081456</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/2073-8994/13/8/1456 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85112556601 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000689780600001 ▪ JIF = 2.94, Q2 (2021) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=SYMMETRY-BASEL&year=2021 SJR = 0.540, Q2 (2021) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?tip=sid&q=21100201542 	20 pts.
B4.2.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, V. S. Milusheva, H. G. Kolev, B. R. Tzaneva, Photocatalytic activation of TiO₂-functionalized anodic aluminium oxide for electroless copper deposition. <i>Catalysis Science & Technology</i> 12 (2022) 7027-7037. doi: 10.1039/D2CY01466A</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/cy/d2cy01466a ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85142281642 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000871896400001 ▪ JIF = 5.0, Q2 (2022) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=CATAL%20SCI%20TECHNOL&year=2022 SJR = 1.183, Q2 (2022) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?tip=sid&q=21100240500 	20 pts.
B4.3.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, Optically Transparent TiO₂ and ZnO Photocatalytic Thin Films via Salicylate-Based Sol Formulations. <i>Coatings</i> 13 (2023) 1568. doi: 10.3390/coatings14070795</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/2079-6412/13/9/1568 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85172797105 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001073391100001 ▪ JIF = 2.9, Q2 (2023) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=COATINGS&year=2023 SJR = 0.493, Q2 (2023) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100872725&tip=sid 	20 pts.
B4.4.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, Wet-Chemical Fabrication of Functional Humidity Sensors on a TiO₂-Coated Glass Substrate via UV Photodeposition. <i>Coatings</i> 14 (2024) 795. doi: 10.3390/coatings14070795</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/2079-6412/14/7/795 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85199806521 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001278141000001 ▪ JIF = 2.8, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=COATINGS&year=2024 SJR = 0.539, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100872725&tip=sid 	20 pts.

No.	Bibliographic and Scientometric Information	Points
B4.5.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, B. R. Tzaneva, V. M. Mateev, I. T. Iliev, Electroless Copper Patterning on TiO₂-Functionalized Mica for Flexible Electronics. <i>Applied Sciences</i> 14 (2024) 9780. doi: 10.3390/app14219780</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/2076-3417/14/21/9780 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85208460822 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001352166800001 ▪ JIF = 2.5, Q3 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=APPL%20SCI-BASEL&year=2024 SJR = 0.521, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100829268&tip=sid 	20 pts.
B4.6.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, H. G. Kolev, MnO_x and Pd Surface Functionalization of TiO₂ Thin Films via Photodeposition UV Dose Control. <i>Photochem</i> 4 (2024) 474-487. doi: 10.3390/photochem4040029</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/2673-7256/4/4/29 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85213552597 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001385491600001 ▪ JIF = 2.3, Q3 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=PHOTOCHEM-BASEL&year=2024 SJR = 0.465, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101203736&tip=sid 	20 pts.
B4.7.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, Photoelectrochemical and Photocatalytic Activity of Photodeposition-Functionalized Ag/TiO₂ and MnO_x/TiO₂ Thin Films. <i>Catalysis Today</i> 459 (2025) 115447. doi: 10.1016/j.cattod.2025.115447</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920586125002652 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/105009615271 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001528565500001 ▪ JIF = 5.3, Q1 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=CATAL%20TODAY&year=2024 SJR = 1.05, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=16377&tip=sid 	25 pts.
B4.8.	<p><u>B. I. Stefanov</u>, Laser-Patterned and Photodeposition Ag-Functionalized TiO₂ Grids on ITO Glass for Enhanced Photocatalytic Degradation. <i>Coatings</i> 15 (2025) 709. doi: 10.3390/coatings15060709</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/2079-6412/15/6/709 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/105009101001 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001515470100001 ▪ JIF = 2.8, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=COATINGS&year=2024 SJR = 0.539, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100872725&tip=sid 	20 pts.

The scientific contributions of the publications presented under indicator B4 can be summarized in three main directions with fundamental, applied-scientific, and applied character.

The first direction focuses on the synthesis and physicochemical characterization of planar and spatially structured photocatalytic coatings based on TiO₂ and ZnO deposited on glass and nanoporous anodic aluminum oxide (AAO) substrates [B4.1.; B4.2.; B4.3.; B4.8.]. Relationships were established between the substrate structure and the photocatalytic activity of the deposited oxide layers, including the role of diffusion limitations in nanoporous architectures. Novel sol-gel formulations stabilized with salicylic acid were developed, enabling the deposition of conformal TiO₂ coatings on substrates with complex geometry, as well as optically transparent photocatalytically active TiO₂ and ZnO films on glass. In addition, spatial structuring of sol-gel-derived coatings by laser processing was demonstrated.

The second direction comprises investigations of the effects of UV-assisted photodeposition of cocatalysts on the photocatalytic and photoelectrochemical properties of TiO₂ layers [B4.6.; B4.7.; B4.8.]. The role of the applied UV dose as a technological parameter governing the surface concentration and chemical state of photodeposited cocatalysts of metallic (Me) and metal oxide (MeO_x) type was systematically studied. Correlations were established between the UV dose during photodeposition and the resulting photocatalytic and photoelectrochemical activity, explained by the formation of heterojunctions (TiO₂|Me and TiO₂|MeO_x). It was further demonstrated that, in TiO₂ photoanodes deposited on ITO-coated glass, the TiO₂/ITO heterojunction significantly affects charge recombination processes. This finding led to the formulation and experimental validation of a concept for spatially structured and partially covered Ag/TiO₂/ITO architectures exhibiting enhanced photocatalytic activity.

The third direction has a pronounced applied character and is aimed at the development of methods for fabricating functional sensors through photocatalytically assisted surface functionalization and chemical metallization of photocatalytic surfaces [B4.2; B4.4; B4.5]. The feasibility of using TiO₂ as both a photocatalytically active and adhesion-promoting layer for localized activation of electroless copper deposition was demonstrated on various substrates, including AAO, glass, and flexible mica. Functional devices were realized, including an impedimetric relative humidity sensor fabricated on TiO₂-functionalized glass and a flexible temperature sensor on TiO₂-coated mica, demonstrating the potential of the developed approaches for engineering applications in microelectronics.

ABSTRACTS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS FROM GROUP B

- B4.1.** B. I. Stefanov, B. S. Blagoev, L. Österlund, B. R. Tzaneva, G. V. Angelov, Effects of anodic aluminum oxide substrate pore geometry on the gas-phase photocatalytic activity of ZnO/Al₂O₃ composites prepared by atomic layer deposition. *Symmetry* 13 (2021) 1456.

Abstract: We report on the photocatalytic activity of ZnO layers deposited by atomic layer deposition on a porous anodic aluminum oxide substrate with hexagonal pore symmetry and varied pore dimensions. ZnO/Al₂O₃ composites were prepared with pore diameters in the range 93–134 nm and interpore distance in the range 185–286 nm, and their photocatalytic activity was measured for gas-phase photocatalytic oxidation of acetaldehyde at varying UV illumination intensities (0.08–3.94 mW cm⁻²). The results show that substrates with narrower pore diameters (<115 nm, in the case of this study) have a detrimental effect on the photocatalyst performance, despite their higher effective surface. The results are explained on the basis of limited mass transfer inside the porous structure and can be used as a guideline in the purposeful design of photocatalysts with a nanoporous or nanotubular structure.

- B4.2.** B. I. Stefanov, V. S. Milusheva, H. G. Kolev, B. R. Tzaneva, Photocatalytic activation of TiO₂-functionalized anodic aluminium oxide for electroless copper deposition. *Catalysis Science & Technology* 12 (2022) 7027-7037.

Abstract: We demonstrate conductive copper layer patterning of TiO₂-functionalized anodic aluminium oxide (AAO) by means of Cu electroless deposition (Cu-ELD). 4 µm thick AAO layers were obtained by anodization of Al foil at 140 V in 5% H₃PO₄ and functionalization with TiO₂ by dip-coating in a salicylic-acid-based Ti sol. We show that TiO₂ functionalization improves the AAO chemical stability at pH 12.8, allowing its metallization in an alkaline, HCHO-based Cu-ELD bath. In lieu of a noble metal catalyst, surface activation of TiO₂/AAO was accomplished by photocatalytic reduction of a Cu[EDTA] complex under ultraviolet (UV) illumination through a photomask. The effects of UV dose on the photocatalytic activation of TiO₂/AAO were studied in the range 1.25–20 J cm⁻². Uniform surface coverage of reduction products were obtained at doses ≤7.5 J cm⁻², followed by the formation of 100–500 nm particles upon prolonged UV exposure. XPS analysis revealed a mixed phase Cu⁺ : Cu²⁺ composition in a 3 : 1 ratio of the Cu[EDTA] reduction products, which were found to be active as a Cu-ELD catalyst. Conductive Cu patterns with sheet resistance as low as 0.54 Ω sq⁻¹ were obtained within 15 min of Cu-ELD.

- B4.3.** B. I. Stefanov, Optically Transparent TiO₂ and ZnO Photocatalytic Thin Films via Salicylate-Based Sol Formulations. *Coatings* 13 (2023) 1568.

Abstract: Sol compositions for transparent TiO₂ and ZnO photocatalytic thin film deposition are of interest for the wet-chemical fabrication of self-cleaning coatings. The choice of stabilizing agent is crucial for the sol film-forming properties, with acetylacetone and monoethanolamine conventionally employed for TiO₂ and ZnO deposition sols, respectively. Salicylic acid (SA), capable of chelating both Ti(IV) and Zn(II) precursors, remains underexplored. This study presents novel SA-based sol formulations for the deposition of both TiO₂ and ZnO films, based on titanium tetraisopropoxide (TTIP) and zinc acetate dihydrate (ZAD) precursors, in a fixed 1:3 (TTIP:SA) and 1:2 (ZAD:SA) ratio, and isopropanol solvent, varied across the 1:10 to 1:20 precursor-to-solvent ratio range. Fourier- Transform Infrared Spectroscopy analysis and Density Functional Theory computations confirmed the formation of H₂Ti[SA]₃ and Zn[SA]₂·2H₂O complexes. Scanning Electron Microscopy, X-ray diffraction, and Ultraviolet-Visible spectroscopy were employed to study the structural and optical properties of the dip-coated films, revealing dense TiO₂ (86–205 nm) and ZnO (35–90 nm) layers of thickness proportional to the salicylate concentration and transmittance in the 70–90% range. Liquid- phase Methylene blue (MB) photooxidation experiments revealed that all films exhibit photocatalytic activity, with ZnO films being superior to TiO₂, with 2.288 vs. 0.366 nmol h⁻¹ cm⁻² MB removal rates.

- B4.4.** B. I. Stefanov, Wet-Chemical Fabrication of Functional Humidity Sensors on a TiO₂-Coated Glass Substrate via UV Photodeposition. *Coatings* 14 (2024) 795.

Abstract: This work demonstrates a completely wet-chemical procedure for the fabrication of a functional impedimetric humidity-sensing device on a titania (TiO₂) surface. Optically transparent anatase TiO₂ thin films were deposited on a glass substrate via dip-coating from a titanium tetraisopropoxide (TTIP)-acetylacetonate (AA)-based sol and surface-functionalized with a nickel oxide (NiO_x) layer by ultraviolet (UV) photodeposition. Photodeposition was employed to form the interdigitated electrode pattern on the TiO₂ surface as well through activation with a silver catalyst to promote electroless copper deposition. The relative humidity (RH) response of the pristine TiO₂- and NiO_x/TiO₂-functionalized sensors was studied by impedance (Z) measurements in the 15%–90% RH range. It was found that while NiO_x functionalization significantly dampens the RH–Z functional dependence, it improves its overall linearity and may successfully be employed for the purposeful design of titania-based sensing devices.

- B4.5.** B. I. Stefanov, B. R. Tzaneva, V. M. Mateev, I. T. Iliev, Electroless Copper Patterning on TiO₂-Functionalized Mica for Flexible Electronics. *Applied Sciences* 14 (2024) 9780.

Abstract: The formation of conductive copper patterns on mica holds promise for developing cost-effective flexible electronics and sensing devices, though it is challenging due to the low adhesion of mica's atomically flat surface. Herein, we present a wet-chemical method for copper patterning on flexible mica substrates via electroless copper deposition (Cu-ELD). The process involves pre-functionalizing 50 µm thick muscovite mica

with a titanium dioxide (TiO₂) layer, via a sol–gel dip-coating method with a titanium acetylacetonate-based sol. Photolithography is employed to selectively activate the TiO₂-coated mica substrates for Cu-ELD, utilizing *in situ* photodeposited silver (Ag) nanoclusters as a catalyst. Copper is subsequently plated using a formaldehyde-based Cu-ELD bath, with the duration of deposition primarily determining the thickness and electrical properties of the copper layer. Conductive Cu layers with thicknesses in the 70–130 nm range were formed within 1–2 min of deposition, exhibiting an inverse relationship between plating time and sheet resistance, which ranged from 600 to 300 mΩ/sq. The electrochemical thickening of these layers to 1 μm further reduced the sheet resistance to 27 mΩ/sq. Finally, the potential of Cu-ELD patterning on TiO₂-functionalized mica for creating functional sensing devices was demonstrated by fabricating a functional resistance temperature detector (RTD) on the titania surface.

B4.6. B. I. Stefanov, H. G. Kolev, MnO_x and Pd Surface Functionalization of TiO₂ Thin Films via Photodeposition UV Dose Control. *Photochem* 4 (2024) 474-487.

Abstract: This study investigated the influence of the ultraviolet (UV) dose (D^{UV}) on the photodeposition of MnO_x and Pd cocatalysts on 300-nm-thick anatase TiO₂ thin films, which were prepared via sol–gel dip-coating on a glass substrate. MnO_x and Pd were photodeposited using increasing UV doses ranging from 5 to 20 J cm⁻², from 5 mM aqueous electrolytes based on Mn²⁺/IO₃⁻ or Pd²⁺, respectively. The effect of the D^{UV} on the MnO_x photodeposition resulted in an increase in Mn²⁺ surface content, from 2.7 to 5.2 at.%, as determined using X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). For Pd, increasing the UV dose led to a reduction in the oxidation state, transitioning from Pd²⁺ to Pd⁰, while the overall Pd surface content range remained relatively steady at 2.2–2.4 at.%. Both MnO_x/TiO₂ and Pd/TiO₂ exhibited proportional enhancements in photocatalytic activity towards the degradation of methylene blue. Notably, Pd/TiO₂ demonstrated a significant improvement in photocatalytic performance, surpassing that of pristine TiO₂. In contrast, TiO₂ samples functionalized through wet impregnation and thermal treatment in the same electrolytes showed overall lower photocatalytic activity compared to those functionalized via photodeposition.

B4.7. B. I. Stefanov, Photoelectrochemical and Photocatalytic Activity of Photodeposition-Functionalized Ag/TiO₂ and MnO_x/TiO₂ Thin Films. *Catalysis Today* 459 (2025) 115447.

Abstract: This study investigates the impact of UV-assisted photodeposition functionalization on the photoelectrochemical (PEC) and photocatalytic oxidation (PCO) performance of sol–gel derived TiO₂ thin films deposited onto ITO-coated glass substrates. Ag and MnO_x species were photodeposited at varying UV irradiation doses (D^{UV}) in the 0 – 10 J cm⁻² range, and their effects on film properties were evaluated through photoelectrochemical (PEC) measurements, and Methylene blue photocatalytic oxidation (PCO) screening. Results revealed that both Ag and MnO_x functionalization exhibit an optimal D^{UV} that maximizes PEC performance, with the Ag/TiO₂ photoanode at $D^{UV} = 5$ J cm⁻² achieving a ~20 % increase in photocurrent density compared to pristine TiO₂. Conversely, MnO_x functionalization consistently inhibited PEC and PCO activity, particularly at higher D^{UV} . Mott–Schottky and EIS analyses confirmed improved charge separation and reduced charge-transfer resistance in optimally functionalized samples. Photodeposition-functionalized photoanodes outperformed dark-functionalized (0 J cm⁻²) ones, underscoring UV-assisted photodeposition as a flexible and effective surface modification strategy.

B4.8. B. I. Stefanov, Laser-Patterned and Photodeposition Ag-Functionalized TiO₂ Grids on ITO Glass for Enhanced Photocatalytic Degradation. *Coatings* 15 (2025) 709.

Abstract: Laser patterning of sol–gel-derived TiO₂ coatings offers a promising route for fabricating TiO₂-based devices. Conventional approaches require high-power CO₂ lasers, whereas herein is demonstrated an alternative method using a low-cost, blue laser ($\lambda = 445$ nm, 1250 mW) to pattern TiO₂ layers derived from a visible-light-absorbing titanium salicylate sol. Grid-shaped TiO₂ patterns (~250 μm line, 500 μm pitch) were fabricated on indium tin oxide (ITO)-coated glass substrates via dip-coating, laser patterning, selective solvent removal, and annealing at 450°C. Photocatalytic performance was enhanced through Ag photodeposition from a 5 mM Ag⁺ aqueous electrolyte under UV doses of 5, 10, and 20 J cm⁻². Structural and compositional analysis (XRD, SEM-EDS, AFM, UV–Vis, Raman) confirmed the formation of crystalline anatase TiO₂ and Ag incorporation proportional to the dose. Methylene blue (MB) photooxidation experiments revealed that Ag-functionalized samples showed up to 20% higher degradation efficiency and improved photocatalytic stability

across eight consecutive MB oxidation cycles. Additional photoelectrochemical measurements confirmed the formation of a TiO₂/Ag Schottky junction, while surface-enhanced Raman scattering (SERS) signals observed on Ag/TiO₂ grids enabled the detection of MB adsorbates.

III. LIST AND ABSTRACTS OF THE SCIENTIFIC PUBLICATIONS OUTSIDE THE HABILITATION THESIS (GROUP Γ)

The publications included in Group Γ expand the main scientific line developed in the habilitation work by addressing the development of experimental approaches for the evaluation of heterogeneous catalytic processes, surface functionalization of photocatalytic materials, and physical and physicochemical characterization of functional materials.

Group Γ – 305/200 pts.		
No.	Bibliographic and Scientometric Information	Points
$\Gamma 7.1.$	<p><u>B. I. Stefanov</u>, N. V. Kaneva, G. L. Puma, C. D. Dushkin, Novel integrated reactor for evaluation of activity of supported photocatalytic thin films: Case of methylene blue degradation on TiO₂ and nickel modified TiO₂ under UV and visible light. <i>Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects</i> 382 (2011) 219-225. doi: 10.1016/j.colsurfa.2010.11.026</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927775710006564 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/79956049834 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000291917000032 ▪ JIF = 2.236, Q2 (2011) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=COLLOID%20SURFACE%20A&year=2011 SJR = 0.821, Q2 (2011) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26589&tip=sid 	20 pts.
$\Gamma 7.2.$	<p>M. A. Arvizu, C. A. Triana, <u>B. I. Stefanov</u>, C. G. Granqvist, G. A. Niklasson, Electrochromism in sputter-deposited W–Ti oxide films: Durability enhancement due to Ti. <i>Solar Energy Materials and Solar Cells</i> 125 (2014) 184-189. doi: 10.1016/j.solmat.2014.02.037</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927024814001184 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/84897382871 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000336338600027 ▪ JIF = 5.337, Q1 (2014) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=SOL%20ENERG%20MAT%20SOL%20C&year=2014 SJR = 2.19, Q1 (2014) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=13332&tip=sid 	25 pts.
$\Gamma 7.3.$	<p>T. Ivanova, A. Harizanova, T. Koutzarova, B. Vertruyen, <u>B. Stefanov</u>, Structural and morphological characterization of sol-gel ZnO: Ga films: Effect of annealing temperatures. <i>Thin Solid Films</i> 646 (2018) 132-142. doi: 10.1016/j.tsf.2017.11.042</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040609017308878 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85036470342 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000418575900019 ▪ JIF = 1.888, Q3 (2018) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=THIN%20SOLID%20FILMS&year=2018 SJR = 0.531, Q2 (2018) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=12347&tip=sid 	20 pts.

No.	Bibliographic and Scientometric Information	Points
Г7.4.	<p>L. Österlund, A. Mattsson, M. Brischetto, J. J. Byberg, B. I. Stefanov, Y. X. Ji, G. A. Niklasson, Spectral Selective Solar Light Enhanced Photocatalysis: TiO₂/TiAlN Bilayer Films. <i>Topics in Catalysis</i> 61 (2018) 1607-1614. doi: 10.1007/s11244-018-1011-5</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://link.springer.com/article/10.1007/s11244-018-1011-5 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85048569900 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000451216500012 ▪ JIF = 2.226, Q2 (2018) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=TOP%20CATAL&year=2018 SJR = 0.736, Q1 (2018) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21971&tip=sid 	25 pts.
Г7.5.	<p>J. Mo, B. I. Stefanov, T. H. Lau, T. Chen, S. Wu, Z. Wang, X. Q. Gong, I. Wilkinson, G. Schmid, S. C. E. Tsang, Superior performance of Ag over Pt for hydrogen evolution reaction in water electrolysis under high overpotentials. <i>ACS Applied Energy Materials</i> 2 (2019) 1221-1228. doi: 10.1021/acsaem.8b01777</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsaem.8b01777 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85064969635 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000459948900034 ▪ JIF = 4.473, Q1 (2019) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=ACS%20APPL%20ENERG%20MATER&year=2019 SJR = 1.495, Q1 (2019) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100904205&tip=sid 	25 pts.
Г7.6.	<p>B. Tzaneva, M. Aleksandrova, V. Mateev, B. Stefanov, I. Iliev, Electrochemical Properties of PEDOT: PSS/Graphene Conductive Layers in Artificial Sweat. <i>Sensors</i> 24 (2024) 39. doi: 10.3390/s24010039</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/1424-8220/24/1/39 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85181938707 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001140691300001 ▪ JIF = 3.5, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=SENSORS-BASEL&year=2024 SJR = 0.764, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=130124&tip=sid 	25 pts.
Г7.7.	<p>B. Tzaneva, V. Mateev, B. Stefanov, M. Aleksandrova, I. Iliev, Electrochemical Investigation of PEDOT: PSS/Graphene Aging in Artificial Sweat. <i>Polymers</i> 16 (2024) 1706. doi: 10.3390/polym16121706</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/2073-4360/16/12/1706 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85197170459 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001257546500001 ▪ JIF = 4.9, Q1 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=POLYMERS-BASEL&year=2024 SJR = 0.918, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=54222&tip=sid 	25 pts.

No.	Bibliographic and Scientometric Information	Points
Г7.8.	<p>D. K. Ivanova, <u>B. I. Stefanov</u>, N. V. Kaneva, A Highly Efficient Tribocatalysis of La/ZnO Powders for Degradation of Rhodamine B. <i>Catalysts</i> 14 (2024) 527. doi: 10.3390/catal14080527</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/2073-4344/14/8/527 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85202634452 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001304973600001 ▪ JIF = 4.0, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=CATALYSTS&year=2024 SJR = 0.746, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100332402&tip=sid 	20 pts.
Г7.9.	<p>D. Ivanova, H. Kolev, <u>B. I. Stefanov</u>, N. Kaneva, Enhanced Tribodegradation of a Tetracycline Antibiotic by Rare-Earth-Modified Zinc Oxide. <i>Molecules</i> 29 (2024) 3913. doi: 10.3390/molecules29163913</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/1420-3049/29/16/3913 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85202690809 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001305697300001 ▪ JIF = 4.6, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=MOLECULES&year=2024 SJR = 0.865, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26370&tip=sid 	25 pts.
Г7.10.	<p>D. Ivanova, H. Kolev, <u>B. I. Stefanov</u>, N. Kaneva, ZnO and ZnO/Ce Powders as Tribocatalysts for Removal of Tetracycline Antibiotic. <i>Inorganics</i> 12 (2024) 244. doi: 10.3390/inorganics12090244</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/2304-6740/12/9/244 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85205272891 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001323870800001 ▪ JIF = 3.0, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=INORGANICS&year=2024 SJR = 0.509, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100857210&tip=sid 	20 pts.
Г7.11.	<p>D. Ivanova, H. Kolev, <u>B. Stefanov</u>, N. Kaneva, Photofixation Pd Functionalization of ZnO Thin Films for Efficient Photocatalytic Removal of Doxycycline Antibiotic in Aqueous Phase. <i>Applied Sciences</i> 15 (2025) 1609. doi: 10.3390/app15031609</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/2076-3417/15/3/1609 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/85217828851 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001418433100001 ▪ JIF = 2.5, Q3 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=APPL%20SCI-BASEL&year=2024 SJR = 0.521, Q2 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100829268&tip=sid 	20 pts.

No.	Bibliographic and Scientometric Information	Points
Γ7.12.	<p>D. Ivanova, H. Kolev, R. Mladenova, <u>B. I. Stefanov</u>, N. Kaneva, Harvesting Friction Energy on Zinc Oxide and Zinc Oxide/Europium Oxide Sol-Gel Catalysts for Tribocatalytic Paracetamol Degradation. <i>Molecules</i> 30 (2025) 2265. doi: 10.3390/molecules30112265</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/1420-3049/30/11/2265 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/105007895040 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001506552300001 ▪ JIF = 4.6, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=MOLECULES&year=2024 SJR = 0.865, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26370&tip=sid 	25 pts.
Γ7.13.	<p>I. Iliev, G. T. Nikolov, N. Tomchev, <u>B. I. Stefanov</u>, B. Tzaneva, Design and Assessment of Flexible Capacitive Electrodes for Reusable ECG Monitoring: Effects of Sweat and Adapted Front-End Configuration. <i>Sensors</i> 25 (2025) 5856. doi: 10.3390/s25185856</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Link: https://www.mdpi.com/1424-8220/25/18/5856 ▪ Indexing: https://www.scopus.com/pages/publications/105017118560 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001581116300001 ▪ JIF = 3.5, Q2 (2024) https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/journal-profile?journal=SENSORS-BASEL&year=2024 SJR = 0.764, Q1 (2024) https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=130124&tip=sid 	25 pts.

The first group of publications is related to the development of experimental methods and laboratory setups for *in situ* monitoring and quantitative evaluation of the kinetics of photo- and electrocatalytic heterogeneous reactions in liquid and gas phases [Γ7.1.; Γ7.4.; Γ7.5.]. Laboratory reactors and methodologies for real-time monitoring of photocatalytic processes and determination of quantum yield were developed, along with experimental setups for assessing electrocatalytic activity.

The second research direction focuses on the surface functionalization of photocatalysts other than TiO₂ through UV-assisted photodeposition. In this group, the concept introduced in several Group B publications—namely, the control of cocatalyst deposition via the applied UV dose—is validated for ZnO-based systems [Γ7.11.]. The feasibility of using the UV dose during photodeposition as an effective parameter for controlling the chemical state of Pd cocatalysts deposited on ZnO is confirmed, resulting in a significant enhancement of photocatalytic activity toward the degradation of organic pollutants.

The third group of contributions comprises physical and physicochemical characterization of materials and surfaces within a broad range of collaborative studies [Γ7.2.; Γ7.3.; Γ7.6.-Γ7.10.; Γ7.12.; Γ7.13.]. These works cover electrochromic and oxide thin films, materials for biosensor applications, and tribocatalytically active systems. In these studies, the candidate's contribution is primarily focused on structural, morphological, and spectroscopic characterization, as well as on the interpretation of results aimed at establishing structure → property → activity relationships.

ABSTRACTS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS FROM GROUP I

- Γ7.1.** B. I. Stefanov, N. V. Kaneva, G. L. Puma, C. D. Dushkin, Novel integrated reactor for evaluation of activity of supported photocatalytic thin films: Case of methylene blue degradation on TiO₂ and nickel modified TiO₂ under UV and visible light. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 382 (2011) 219-225.

Abstract: In this paper we present an integrated batch reactor for testing of the activity of photocatalysts supported in the form of thin films. The reactor vessel is a custom-built glass cuvette containing the catalyst sample and the solution of a model organic pollutant. The irradiation is provided by a tubular UV lamp or a white LED array fitted to the cuvette lid, while the solution is constantly stirred to minimize external mass-transfer effects. The concentration of contaminant is followed in situ by an integrated photometric system using a low-power laser to match the absorption spectra of model dyes such as methylene blue, reactive black and malachite green. In the current research, the reactor is used to determine the effect of incident radiation on the apparent rate constants of degradation of an organic dye (methylene blue) via thin films of titanium dioxide (Degussa P25) and nickel-modified TiO₂. The catalyst performance under various UV and visible light illuminations was estimated using the novel reactor system in just 1 h of experimental time: 30 min of dark adsorption of the dye and 30 min of irradiation. The reactor is suitable for fast screening of the reaction rate of processes utilizing

- Γ7.2.** M. A. Arvizu, C. A. Triana, B. I. Stefanov, C. G. Granqvist, G. A. Niklasson, Electrochromism in sputter-deposited W–Ti oxide films: Durability enhancement due to Ti. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 125 (2014) 184-189.

Abstract: Thin films of W–Ti oxide were prepared by reactive DC magnetron sputtering and were characterized by Rutherford backscattering spectrometry, X-ray diffraction, scanning electron microscopy and atomic force microscopy. The electrochromic properties were studied by cyclic voltammetry in an electrolyte of lithium perchlorate in propylene carbonate and by optical transmittance measurements. The addition of Ti significantly promoted the amorphous nature of the films and stabilized their electrochemical cycling performance and dynamic range for electrochromism.

- Γ7.3.** T. Ivanova, A. Harizanova, T. Koutzarova, B. Vertruyen, B. Stefanov, Structural and morphological characterization of sol-gel ZnO: Ga films: Effect of annealing temperatures. *Thin Solid Films* 646 (2018) 132-142.

Abstract: Sol-gel technology has been successfully applied for obtaining ZnO:Ga films by spin coating method. Their structural and optical properties are studied depending on the doping contents and on the annealing temperatures varying from 300 to 600 °C. The Ga doping has been achieved by dissolving 1, 2 and 3 wt% Ga(NO₃) into Zn sol solution. The structural analysis performed by X-Ray diffraction (XRD) shows a deterioration of the film crystallization with gallium incorporation. The XRD study reveals no impurity peaks associated to metallic gallium or gallium oxide phases. Vibrational properties have been characterized by Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy. FTIR analysis gives no certain evidence for presence of Ga oxide phases, but the absorption bands are clearly affected by Ga additive and there can be possible overlapping of Zn-O and Ga-O vibrations. The sol-gel ZnO:Ga films possess higher transparency in the visible spectral range compared to zinc oxide films. The optical band gaps of ZnO:Ga films are found to be widening due to gallium doping. The film morphology is investigated by Atomic force microscopy and it has been found that Ga doping in ZnO affects significantly the film morphology. The surface roughness of ZnO:Ga films is smaller compared to ZnO.

L. Österlund, A. Mattsson, M. Brischetto, J. J. Byberg, B. I. Stefanov, Y. X. Ji, G. A.

- Γ7.4.** Niklasson, Spectral Selective Solar Light Enhanced Photocatalysis: TiO₂/TiAlN Bilayer Films. *Topics in Catalysis* 61 (2018) 1607-1614.

Abstract: We demonstrate that spectral selective photocatalytic multilayer films can be tailored such that they can harness the full solar spectrum for enhanced photocatalytic gas-phase oxidation of acetaldehyde. Thin films of anatase - TiO₂ were deposited on a thin solar absorber TiAlN film to fabricate bilayer - TiO₂/TiAlN films by dc magnetron sputtering on aluminium substrates. The structural and optical properties of the films were characterized by X-ray diffraction and Raman spectroscopy. The reaction rate and quantum yield for acetaldehyde removal was measured and an almost tenfold enhancement of the quantum yield was observed for the - TiO₂/TiAlN films compared with the single - TiO₂ film, on par with enhancements achieved with new heterojunction photocatalysts. The results were interpreted by a temperature-induced change of the reaction kinetics. Absorption of simulated solar light illumination resulted in a temperature increase of the TiAlN film that was estimated to be at most 126 K. We show that a concomitant temperature increase of the top layer - TiO₂ by 100 K shifts the water gas- surface equilibrium from multilayer to submonolayer coverage. We propose that this is the main reason for the observed enhancement of the photocatalytic activity, whereby gas phase molecules may come in direct contact with free surface sites instead of having to diffuse through a thin water film. The implications of the results for judicious control of temperature and relative humidity for efficient gas-phase photocatalysis and exploitation of selective solar absorbing films are discussed.

J. Mo, B. I. Stefanov, T. H. Lau, T. Chen, S. Wu, Z. Wang, X. Q. Gong, I. Wilkinson, G.

- Γ7.5.** Schmid, S. C. E. Tsang, Superior performance of Ag over Pt for hydrogen evolution reaction in water electrolysis under high overpotentials. *ACS Applied Energy Materials* 2 (2019) 1221-1228.

Abstract: There has been a substantial research effort worldwide to develop non-noble metal catalysts in electrolyzers for H₂ production from renewable energy sources. Pt catalysts are found to display the highest hydrogen evolution reaction (HER) activity under typical experimental conditions with relatively low acidity and overpotentials. However, it is noted that catalytic activity is highly dependent on acidity and applied potential used. In real practice of a high workload electrolyzer, high acidity and large negative potentials are required to optimize the HER activity. We hereby report that inexpensive silver catalysts, particularly the cubic form of silver nanoparticles, can clearly exhibit superior HER activity over Pt with a different rate-determining step in an electrolyzer when such conditions are reached. This is attributed to the weaker Ag-H bond at the surface than Pt-H which is more favorable for H recombination to form H₂. It is thus believed that this study provides new insights into designing economical and highly efficient catalysts that can replace the expensive noble metal analogues in a working electrolyzer.

- Γ7.6.** B. Tzaneva, M. Aleksandrova, V. Mateev, B. Stefanov, I. Iliev, Electrochemical Properties of PEDOT: PSS/Graphene Conductive Layers in Artificial Sweat. *Sensors* 24 (2024) 39.

Abstract: Electrodes based on PEDOT:PSS are gaining increasing importance as conductive electrodes and functional layers in various sensors and biosensors due to their easy processing and biocompatibility. This study investigates PEDOT:PSS/graphene layers deposited via spray coating on flexible PET substrates. The layers are characterized in terms of their morphology, roughness (via AFM and SEM), and electrochemical properties in artificial sweat using electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and cyclic voltammetry (CV). The layers exhibit dominant capacitive behavior at low frequencies, with cut-off frequencies determined for thicker layers at 1 kHz. The equivalent circuit used to fit the EIS data reveals a resistance of about three orders of magnitude higher inside the layer compared to the charge transfer resistance at the solid/liquid interface. The capacitance values determined from the CV curves range from 54.3 to 122.0 mF m⁻². After 500 CV cycles in a potential window of 1 V (from -0.3 to 0.7 V), capacitance retention for most layers is around 94%, with minimal surface changes being observed in the layers. The results suggest practical applications for PEDOT:PSS/graphene layers, both for high-frequency impedance measurements related to the functioning of individual organs and systems, such as impedance electrocardiography, impedance plethysmography, and respiratory monitoring, and as capacitive electrodes in the low-frequency range, realized as layered PEDOT:PSS/graphene conductive structures for biosignal recording.

- Γ7.7. B. Tzaneva, V. Mateev, B. Stefanov, M. Aleksandrova, I. Iliev, Electrochemical Investigation of PEDOT: PSS/Graphene Aging in Artificial Sweat. *Polymers* 16 (2024) 1706.

Abstract: Herein, we investigate the potential application of a composite consisting of PEDOT:PSS/ Graphene, deposited via spray coating on a flexible substrate, as an autonomous conducting film for applications in wearable biosensor devices. The stability of PEDOT:PSS/Graphene is assessed through electrochemical impedance spectroscopy (EIS), cyclic voltammetry (CV) and linear polarization (LP) during exposure to an artificial sweat electrolyte, while scanning electron microscopy (SEM) was employed to investigate the morphological changes in the layer following these. The results indicate that the layers exhibit predominant capacitive behavior in the potential range of -0.3 to 0.7 V vs. Ag/AgCl, with a cut-off frequency of approximately 1 kHz and retain 90% capacity after 500 cycles. Aging under exposure to air for 6 months leads only to a minor increase in impedance, demonstrating potential for storage under non-demanding conditions. However, prolonged exposure (>48 h) to the artificial sweat causes significant degradation, resulting in an impedance increase of over 1 order of magnitude. The observed degradation raises important considerations for the long-term viability of these layers in wearable biosensor applications, prompting the need for additional protective measures during prolonged use. These findings contribute to ongoing efforts to enhance the stability and reliability of conducting materials for biosensors in health care and biotechnology applications.

- Γ7.8. D. K. Ivanova, B. I. Stefanov, N. V. Kaneva, A Highly Efficient Tribocatalysis of La/ZnO Powders for Degradation of Rhodamine B. *Catalysts* 14 (2024) 527.

Abstract: Tribocatalysis is a promising environmental remediation technique that utilizes the tribo- electric effect, produced when dissimilar materials interact through friction, to generate charges promoting catalytic reactions. In this work, the tribocatalytic degradation of an organic dye – Rhodamine B (RhB) – has been experimentally realized using pure and 2 mol.% La-modified/ZnO powders, synthesized via a simple hydrothermal method. The effects of annealing on the tribocatalytic activity of the La/ZnO catalysts are also studied at 100 and 500°C. The La/ZnO-modified catalysts showed an enhanced RhB degradation efficiency with 92% removal within 24 h, compared to only 58% for the pure ZnO. The effects of annealing were found to be detrimental, with RhB removal efficiencies dropping from 92 to 69% in the 100–500°C range. The catalysts' cycling stability was found to be excellent within three cycles. Ultimately, it is demonstrated that by utilizing La/ZnO powders, contaminated wastewater can be efficiently treated through employing tribocatalysis.

- Γ7.9. D. Ivanova, H. Kolev, B. I. Stefanov, N. Kaneva, Enhanced Tribodegradation of a Tetracycline Antibiotic by Rare-Earth-Modified Zinc Oxide. *Molecules* 29 (2024) 3913.

Abstract: Tribocatalysis is an emerging advanced oxidation process that utilizes the triboelectric effect, based on friction between dissimilar materials to produce charges that can initiate various catalytic reactions. In this study, pure and rare-earth-modified ZnO powders (La₂O₃, Eu₂O₃, 2 mol %) were demonstrated as efficient tribocatalysts for the removal of the tetracycline antibiotic doxycycline (DC). While the pure ZnO samples achieved 49% DC removal within 24 h at a stirring rate of 100 rpm, the addition of Eu₂O₃ increased the removal efficiency to 67%, and La₂O₃-modified ZnO powder exhibited the highest removal efficiency, reaching 80% at the same stirring rate. Additionally, increasing the stirring rate to 300 and 500 rpm led to 100% DC removal in the ZnO/La case within 18 h, with the pronounced effect of the stirring rate confirming the tribocatalytic effect. All tribocatalysts exhibited excellent recycling properties, with less than a 3% loss of activity over three cycles. Furthermore, a scavenger assay confirmed the importance of superoxide radical generation for the overall reaction rate. The results of this investigation indicate that the rare-earth-modified ZnO tribocatalysts can effectively utilize mechanical energy to decompose pollutants in contaminated water.

- Γ7.10.** D. Ivanova, H. Kolev, B. I. Stefanov, N. Kaneva, ZnO and ZnO/Ce Powders as Tribocatalysts for Removal of Tetracycline Antibiotic. *Inorganics* 12 (2024) 244.

Abstract: Research on tribocatalysis, which involves the triboelectric effect, is based on the concept that friction between dissimilar materials can generate charges capable of initiating catalytic reactions. This phenomenon holds significant potential for the degradation of wastewater contaminants in the environment. In this study, pure and Ce-modified (2 mol%) ZnO powders were investigated as tribocatalysts for the degradation of doxycycline (DC), a tetracycline antibiotic, in the absence of light. The research demonstrates that friction between the catalyst, the beaker, and the polytetrafluoroethylene (PTFE) magnetic rod induces charge transfer at their interfaces, leading to the breakdown of pollutants. Additionally, doxycycline degradation was observed at three different stirring speeds (100, 300, and 500 rpm). The results confirmed the tribocatalytic effect, showing that DC degradation increases with higher stirring speeds. Using ZnO and ZnO/Ce powders, maximum degradations of 80% and 55%, respectively, were achieved in 24 h at a stirring speed of 500 rpm. The findings of this study suggest that these samples can effectively degrade contaminants in water through the application of mechanical energy.

- Γ7.11.** D. Ivanova, H. Kolev, B. Stefanov, N. Kaneva, Photofixation Pd Functionalization of ZnO Thin Films for Efficient Photocatalytic Removal of Doxycycline Antibiotic in Aqueous Phase. *Applied Sciences* 15 (2025) 1609.

Abstract: In this work, we demonstrate the co-catalytic modification of ZnO films via the photodeposition of palladium (Pd) to enhance the photocatalytic degradation of doxycycline (DC). Pristine ZnO films were synthesized using a sol-gel method and deposited onto glass substrates via dip-coating. The films were subsequently modified with Pd through chemical photodeposition under UV light, which facilitated the photoreduction of an aqueous 5×10^{-3} M Pd^{2+} precursor. The influence of varying UV photodeposition doses (2.5, 5, and 10 J/cm²) on the morphology and chemical composition of the Pd-modified films was investigated to control Pd surface coverage and chemical state. Characterization techniques included scanning electron microscopy (SEM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS), and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). At low UV doses (2.5 J/cm²), approximately 1.6 at.% of Pd was photodeposited, primarily as PdO, while higher UV doses (5–10 J/cm²) increased the metallic Pd⁰ content. The photocatalytic degradation of DC was evaluated in both distilled and tap water, where Pd/ZnO films demonstrated significantly higher removal efficiency (40–380% higher) than pristine ZnO films, with those containing higher Pd⁰ levels exhibiting the greatest activity. Across all samples, removal efficiency in tap water was approximately double that in distilled water.

- Γ7.12.** D. Ivanova, H. Kolev, R. Mladenova, B. I. Stefanov, N. Kaneva, Harvesting Friction Energy on Zinc Oxide and Zinc Oxide/Europium Oxide Sol-Gel Catalysts for Tribocatalytic Paracetamol Degradation. *Molecules* 30 (2025) 2265.

Abstract: In the natural environment, mechanical energy is widely available as a sustainable and green energy source. In this paper, we successfully convert mechanical energy on ZnO and ZnO/Eu₂O₃ tribocatalysts via a friction route. Electrons were transferred across the contact interface when the catalyst particles and the polytetrafluoroethylene (PTFE)-sealed magnetic bar rubbed against each other under magnetic stirring. At the same time, holes were left on the catalyst while the PTFE absorbed the electrons. Similar to photocatalysis, organic pollutants can be effectively oxidized by the holes in the valence band of sol-gel catalysts due to their strong oxidative ability. The tribocatalytic tests demonstrated that ZnO and ZnO/Eu₂O₃ could eliminate organic analgesics (paracetamol) under magnetic stirring in the dark. By controlling the quantity of rare earth elements (1, 2, and 3 mol%), stirring speed, and the number of magnetic rods, we could further enhance the tribocatalytic performance. In addition to developing a green tribocatalysis approach for the oxidative purification of organic pollutants, this work offers a potential route for converting environmental mechanical energy into chemical energy, which could be used in sustainable energy and environmental remediation.

- Г7.13.** I. Iliev, G. T. Nikolov, N. Tomchev, B. I. Stefanov, B. Tzaneva, Design and Assessment of Flexible Capacitive Electrodes for Reusable ECG Monitoring: Effects of Sweat and Adapted Front-End Configuration. *Sensors* 25 (2025) 5856.

Abstract: This work presents the development and characterization of a flexible capacitive electrode for non-contact ECG acquisition, fabricated using a simple and cost-effective method from readily available materials. The electrode consists of a multilayer structure with a copper conductor laminated by a polyimide (Kapton®) dielectric layer on a polyurethane support. The impedance and capacitance of the electrode were evaluated under varying textile moisture levels with artificial sweat, as well as after exposure to common disinfectants including ethyl alcohol and iodine tincture. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and broadband impedance measurements (10^{-1} – 10^5 Hz) confirmed stable capacitive behavior, moderate sensitivity to moisture, and chemical stability of the Kapton–copper interface under conditions simulating repeated use. A custom front-end readout circuit was implemented to demonstrate through-textile ECG signal acquisition. Simulator tests reproduced characteristic waveform patterns, and preliminary volunteer recordings confirmed the feasibility of through-textile acquisition. These results highlight the promise of the electrode as a low-cost platform for future wearable biosignal monitoring technical research.