



ИНСТИТУТ ПО ОПТИЧЕСКИ МАТЕРИАЛИ И ТЕХНОЛОГИИ
“АКАД. Й. МАЛИНОВСКИ”
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

Ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 109, 1113, София, България

Телефон/факс: (+359-2) 872 00 73; e-mail: iomt@iomt.bas.bg; <http://www.iomt.bas.bg>

Годишен отчет

2019

1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ИОМТ

1.1. Преглед на изпълнението на целите (стратегически и оперативни) на ИОМТ, оценка и анализ на постигнатите резултати и на перспективите на ИОМТ в съответствие с неговата мисия и приоритети, съобразени с утвърдените научни тематики.

От създаването си през 2010 г. Институтът по оптични материали и технологии „Акад. Йордан Малиновски“ (ИОМТ) последователно осъществява стратегическата си цел - да изгради модерно научно звено с водеща роля в областта на оптичните материали и технологии. В ИОМТ се провеждат насочени фундаментални и приложни изследвания, ориентирани към решаването на важни проблеми за българската наука и икономика. Изследванията са посветени на създаването на нови високотехнологични оптични материали за приложение във фотониката, нанофотониката, сензориката и органичната оптоелектроника и на разработването на методи в оптичната метрология и холография за запис и оптична обработка на информация за визуализиране на обекти, неразрушаващ контрол и мониторинг на процеси. Изследователската работа е подкрепена от научно-технически отдел.

В научната си политика ИОМТ следва *Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030*, която подкрепя основно насочените фундаментални изследвания чрез финансиране на програмен или проектен принцип. В ИОМТ активно се работи по многобройни проекти и се участва в подаването на нови. През 2019 са разработвани и спечелени общо **52** проекта, от които **10** са бюджетно подкрепените планови задачи и **3** са младежки проекти по бюджетна субсидия от БАН, **21** са по договори с ФНИ, като в **13** от тях ИОМТ е водеща организация, **3** проекта са по програмата COST и **2** проекта са подкрепени от Центъра за развитие на човешките ресурси (програма „Еразъм“). ИОМТ участва в проект за създаване на Центрове за върхови постижения по програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ и в проект ИНФРАМАТ. Успешно се изпълнява проект по програмата Хоризонт 2020, по който ИОМТ е съизпълнител, както и европейски проект по програмата M-ERA. Разработва се проект по съвместната програма на МОН и БАН „Образование с наука“. Тази година ИОМТ участва в подаването на 6 проектни предложения към ФНИ, като всичките са одобрени (ИОМТ е базова организация в 5 от проектите и съизпълнител в 1 проект). Два от спечелените през 2019 г. проекти с ФНИ са съответно младежки проект и проект за организиране на международна конференция. Спечелен е проект към ФНИ за финансова подкрепа за участие в международна конференция. Спечелени са **4** конкурса по Националната програма „Млади учени и постдокторанти“, одобрена с постановление на Министерския Съвет РМС № 577 от 17 август 2018 година за подпомагане на една постдокторантска специализация и трима млади учени. Продължава успешното сътрудничество по ЕБР с Тайван и стартира нов проект по ЕБР с Италия. ИОМТ е съизпълнител с осигурено финансиране по проект на правителството на Южна Корея. Извършват се съвместни изследвания с научни групи от Белгия, Гърция, Италия, Ирландия, САЩ, Тайван, Чехия, Финландия, Франция и Южна Корея.

Публикационната активност през 2019 г. е съпоставима с тази през предходната година. Общият брой на публикуваните и приетите за публикуване статии е 73, от които 63 са в световните бази данни Web of Science и Scopus. Броят на статиите с Q категория е 40, а на тези с импакт-ранг - 23. Подадена е 1 заявка за изобретение и 1 заявка за полезен модел. Цитатите за 2019 са 510, като 419 от тях са в световните бази

данни Web of Science и Scopus, а 80 са в други международни издания, чуждестранни патенти и дисертации. Разпространението на научните резултати на международни и национални научни форуми обхваща 30 международни и 13 национални форума, на които са представени общо 104 доклада и постера. През 2019 ИОМТ е организатор на международен форум, на традиционния пролетен семинар на докторантите и младите учени от институтита на БАН по „Интердисциплинарна химия“ и на Школа по електронна микроскопия.

1.2. Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 (<https://www.mon.bg/bg/143> - извършени дейности и постигнати резултати по конкретните приоритети.

Извършените в ИОМТ дейности през 2019 г. са в съзвучие с целите и политиките на Националната стратегия. В научно отношение е постигнато изпълнение на Стратегията в няколко приоритетни направления в областта на насочените фундаментални и приложни изследвания.

В областта на **енергийно ефективните технологии** се разработват бели органични светоизлъчващи диоди, като е синтезиран нов фосфоресцентен циклометален иридиев комплекс с два основни бензотиазолни лиганда и един спомагателен хинолинов лиганд. Проведен е синтез и анализ на структурата и луминесцентните свойства на волфраматни стъкла, съдържащи Nb_2O_5 . Изследвани са нови стъклокерамични материали, дотирани с редкоземни йони за LED приложения. Изследвани са два метода за вакуумно „сухо“ и центрофужно „мокро“ отлагане за получаване на слънчеви клетки. Продължава работата по получаване на молекулни слънчеви топлинни (MOST) системи със съпътстващи квантово-химични изчисления.

Дейностите на ИОМТ за **опазване на околната среда и екологичен мониторинг** включват разработване на чувствителни и селективни порести материали за вграждане в многослойни системи с потенциал за оптично детектиране на летливи органични вещества и влага. Оптимизирани са условията за отлагане на тези материали и оптичните им свойства. Изследвани са нови плазмонни структури и нови био/газ разпознаващи елементи за създаване на био и газ сензори и е усъвършенствана технология за нанасяне на тънкослойни покрития с контролируема дебелина от биоактивни материали. Стартира изследване на антибактериалното действие на хибридните влакна PS/AgNPs.

Изследванията в приоритетното направление **материалознание, нано и квантови технологии** обхващат получаване на наноразмерни слоеве. Отработена е процедура за получаване на качествен двуслоен графен чрез подходящо проектиране на геометрията на потока на реагентите. Получени са 2D материали от халкогениди на преходни метали от типа $PtSe_2$ и WS_2 и са изследвани електро-оптичните характеристики на наноразмерни слоеве от $ZnO:Al$ (AZO) върху огъващи се подложки. Изучени са условията за отлагане и са охарактеризирани микроструктурата и оптичните свойства на тънки слоеве от сребърни сплави с елементи от преходните групи – кадмий, алуминий, индий. Оптимизирани са съставите на сплави на In и Bi със сребро за получаване на максимални стойности за ефективността за възбуждане на локализиран плазмонен резонанс. Установени са условия за получаване на наножички от сребро и негови сплави. Изследвани са температурната зависимост на оптичните свойства на отложените слоеве, както и масовият транспорт в тънки халкогенидни слоеве от системите $As-S$ и $Ge-Se$. Създадена е експериментална установка за електрохимично отлагане, с достатъчен обем за поддържане на постоянни температури в диапазона ($40^\circ C - 90^\circ C$) и са отложени тънкослойни покрития от ZrO_2 и ZnO , като са определени

оптималните условия за получаването на покрития с антиотражателни свойства. Синтезирани са сребърни и златни наночастици с воден екстракт на *Rosa Damascena*, отпадък от етерично-маслената индустрия, реколта 2018 и с водно-етанолни смеси в различни съотношения (70:30 и 30:70). Намерен е метод за получаване на хибриден прекурсор, съдържащ едновременно прекурсора за получаване на влакна от полистирен и добавени в него сребърни наночастици. Изследвани са морфологията и микроструктурата и фазовия състав на сребърни (включително и на тези, получени с импулсна лазерна аблация) и златни наночастици с ТЕМ и рентгенова дифракция.

По приоритетното направление **информационни и комуникационни технологии** за първи път е демонстриран високочувствителен оптично адресируем пространствено-светлинен модулатор на основата на графен, работещ в режим на пропускане в близкия инфрачервен спектрален диапазон. Демонстрирани са гъвкави полимерно диспергирани течно кристални устройства, използващи графенови слоеве, като прозрачни проводими електроди върху полиетилен терефталат. Получени са и са характеризирани 2D халкогенидни материали и мултифероични кристали за обработка и съхраняване на цифрова информация. Демонстрирано е прилагането на три-слоини структури от типа диелектрик-метал-диелектрик в дисплей устройства. Изследвано е формирането на хирални структури в азобензен съдържащи полмери за поляризационен холографски запис. В областта на поляризационния холографски запис са синтезирани хибридни тънки слоеве, съставени от нови неорганични компоненти, и е изследвана кинетиката на формиране на фотоиндуцираното им двулъчепрекупване. Установено е увеличено двулъчепрекупване при нанокмпозитните слоеве от ПАЗО и биологично активни метални комплекси. Синтезирани са и са изследвани три нови азо-багрила. Оценено е разсейването от използваните наночастици в полимерната матрица чрез теоретично моделиране. В областта на цифровата обработка на сигнали са формулирани условията за директно извличане на фазата от съсно записани цифрови холограми чрез решаване на уравнението за транспорт на интензитета. Усъвършенствана е теорията на клина на Физо с разлагане на оптичния отклик по плоски вълни чрез анализиране на случая на показател на пречупване в междината на клина по-голям от единица. Разработени са интерференчни структури на базата на два клина на Физо и е анализирано използването им като светоделители с контролируемо отношение между преминалата и отразената мощност. Осъществено е съществено компресиране на входните данни в динамичната спекъл метрология в случаите на ниско и висококонтрастен спекъл чрез грубо квантуване на записаните 8-битови спекъл-изображения.

Съществен дял в научната дейност на ИОМТ е посветен на приоритетното направление **мехатроника и чисти технологии**. Продължава изграждането на нов тип национален Център за върхови постижения за мобилизиране на научно - изследователския потенциал с цел постигане на качествено ново ниво на познанието в няколко взаимно припокриващи се икономически сегмента: механика, роботика, енергийна ефективност, устойчиво използване на суровини и ресурси, редуциране на парникови емисии. Координатор на проекта е Институтът по обща и неорганична химия към БАН. ИОМТ е един от 18-те партньора. В рамките на Центъра е предвидено изграждането на специфична инфраструктура, включваща конструирането на три уникални за страната апаратурни комплекса.

1.3. Полза / ефект за обществото от извършваните дейности.

ИОМТ разполага с уникално за България оборудване и високо квалифицирани специалисти. В момента ИОМТ подпомага разработването на иновативни продукти и предоставя услуги в приоритетни области като създаване на ново поколение среди за оптичен запис и информационните технологии, развитие на еко и енергоспестяващите технологии, разработване на високо чувствителни сензори за разнообразни приложения, провеждане на неразрушаващ контрол на индустриални образци и обекти от културното наследство. Научната дейност на ИОМТ е ориентирана към развитието на икономика, базирана на знанието. Участието на института в създаването на Център за върхови постижения е крачка в тази посока.

В съответствие с Националната стратегия основен принцип в дейността на ИОМТ е партнирането с други научни организации в страната на базата на съвместни проекти или при решаване на отделни задачи. През 2019 съвместни дейности се провеждаха с други институти на БАН като Института по полимери, Института по електроника, Института по физика на твърдото тяло, Института по физикохимия, Институт по обща и неорганична химия, както и с висши училища в страната като Физическия факултет и Факултета по химия и фармация на СУ "Св. Климент Охридски", Техническият университет – София, ХТМУ, Пловдивският Университет „Паисий Хилендарски“, Университета по хранителни технологии в Пловдив, Висше училище по телекомуникации и пощи, Университета по транспорта „Тодор Каблешков“ и други. Особено внимание се обръща на ефективното използване на научно-изследователската инфраструктура в самия институт и в други научни звена за обогатяване на провежданите изследвания. ИОМТ-БАН е партньор по проект ИНФРАМАТ, част от националната пътна карта за научни инфраструктури, целта на който е да интегрира големите и/или уникалните апаратури, които са необходими за получаване и комплексно охарактеризиране на нови материали с приложение в промишлеността, био-медицината и околната среда, изследвания, диагностика, реставрация и консервация на артефакти от метал. Проектът осигурява отворен достъп до разпределената инфраструктура за учени от партниращите институции и по този начин подкрепя изследвания върху дизайна и разработването на нови материали. Достъп до разпределената инфраструктура се осигурява за всички изследователи и промишлени ползватели на национално и регионално ниво като по този начин се стимулира устойчивото развитие на България и региона в областта на получаване на нови материали.

Проведените през 2019 г. изследвания са обнародвани в престижни международни списания и поредици, като над 85% от публикациите са индексирани в световните бази данни Web of Science и Scopus. Резултатите са представени на 30 международни конференции, сред които конференции, организирани от OSA, SPIE, IOP и AIP. В 20% от публикациите за 2019 г. са представени изследвания с чуждестранни научни групи при водещо участие на специалистите от ИОМТ. Разпространението на научните резултати чрез публикации в реномирани списания и представяне на престижни международни конференции е от огромна полза за българското общество, защото издига престижа на България в целия свят. Редно е да се очаква, че добрите резултати на ИОМТ ще допринесат за подобряване на обществените нагласи към българската наука като цяло и Българската Академия на науките в частност и ще доведат до положителна промяна в статута на българския учен, както се посочва в Националната стратегия.

1.4. Взаимоотношения с други институции.

ИОМТ има дългогодишно сътрудничество със средните общообразователни училища и центрове за професионално обучение. И тази година са проведени практически занятия (лекции и демонстрации) по договор за провеждане на учебна и производствена практика на ученици от Националната професионална гимназия по прецизна техника и оптика, "М. В. Ломоносов", гр. София (фиг.1).

С участието на специалист от ИОМТ са издадени от издателство Анубис 2 учебни помагала по физика и астрономия на български за ученици от 10 клас на средно образователни училища и за профилирано и професионално образование.

Специалисти от ИОМТ са дали 15 експертни мнения в МОН относно учебното съдържание на учебници по физика за 9 и 11 клас на издателство Булвест 2000, за 11 и 12 клас на Просвета, за 9 клас на Анубис, на учебник по ХООС за 8, 9 и 11 клас профилирана подготовка на Булвест 2000, за 7, 9 и 11 клас профилирана подготовка на Просвета, за 7, 8 и 9 клас на Анубис, за 7, 8 и 9 клас на Просвета Плюс. Специалист от ИОМТ е направил проверка и корекция за МОН на 12 учебника по физика и астрономия за 7 и 8 клас на издаделствата Анубис, Педагог 6, Просвета, Просвета +, Просвета Азбуки, Булвест 2000 и С.А.Н. Про.

През 2019 г. специалисти от ИОМТ са участвали като експерти в Научни журита по конкурси за присъждане на научни степени и звания в София, като са изготвени 7 становища и 5 рецензии. Специалист от ИОМТ е член на Постоянната научно-експертна комисия по Химически науки към ФНИ. Специалисти от ИОМТ участват в експертни комисии на БАН. Специалист от ИОМТ е изготвен доклади по писмена заявка относно акредитация на докторски програми за ИА с НАО-БАН, за Институционална акредитация на ПУ "Паисий Хилендарски" и Процедура за програмна акредитация на професионално направление 4.1 Физически науки, от област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, образователно-квалификационна степени „бакалавър“ и „магистър“, във Физически факултет на Софийски университет „Св. Кл. Охридски“.



Фиг.1. Посещение на ученици в ИОМТ

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата

1.5.1. Практически дейности, свързани с работата на национални, правителствени и държавни институции, индустрията, енергетиката, околната среда, селското стопанство, национални културни институции и др.

През 2019 г. от 23 до 26 юли 2019г. в гр. Банско се проведе международна конференция на тема *“Мултифункционални материали и устройства за*

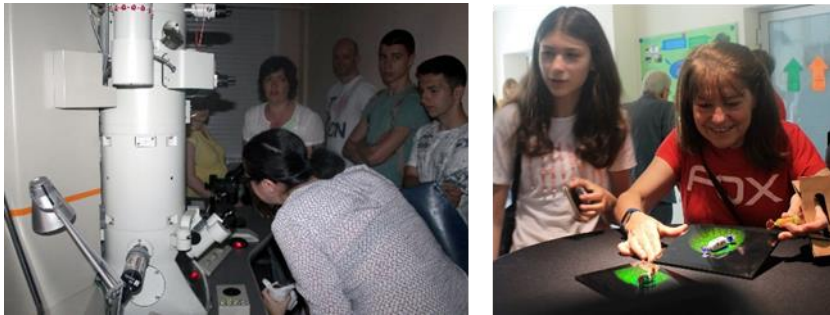
фотониката и оптоелектрониката”, организирана от ИОМТ (фиг.2). За целта бе подаден и спечелен проект във ФНИ за провеждане на международни форуми (договор КП-06-МНФ/9 от 19.06.2019). Целта на конференцията бе да събере учени от различни области на материалознанието, получаването, характеризиранието и приложението на нови материали и технологии в оптиката, фотониката и магнито-опто-електрониката. Участниците имаха възможността да обсъдят и обменят идеи и знания за най-новите технологични разработки и съвременни приложения в областта на нанотехнологиите. Научната програма на конференцията бе разделена на 6 основни сесии, 2 постерни сесии и една кръгла маса, на която бяха обсъдени възможностите за участия в съвместни проекти по програмите ERA NET и новите Европейски програми. Бяха представени 12 поканени доклада, 18 устни презентации и 20 постерни съобщения. Проведена бе и младежка сесия с представяне на доклади от млади учени.



Фиг.2. Сертификат и групова снимка от международната конференция „Мултифункционални материали и устройства за фотониката и оптоелектрониката“, организирана от ИОМТ в Банско, 23-26 юли 2019 г.

В ИОМТ се работи в областта на опазване на културното наследство, като се поддържа постоянна изложба на холограми на ценни исторически обекти и се осъществява запис на аналогови холограми на такива обекти за други институции и за обновяване на изложбата. Изложбата включва холограми на обекти от Панагюрското съкровище, Рогозенското съкровище, Требенишкото съкровище в Македония, артефакти от Самуиловата крепост в гр. Петрич и от Перперикон, холограми на реликви на Васил Левски и други. Изложбата предизвиква голям интерес у ученици, студенти и учени от България и чужбина. При всяко посещение специалист от лабораторията по холография развежда посетителите и отговаря на техните въпроси.

През 2019 ИОМТ организира събитието „Приказната оптика“ за да популяризира работата на учените сред широката публика. В продължение на един ден многобройни посетители на възраст от 2 до 96 години влизаха в лабораториите на института, запознаваха се с модерното им оборудване и разглеждаха холографската изложба (фиг.3). През 2019 г. ИОМТ изложи свои холограми на представянето на съвместната програма на МОН и БАН „Образование с наука“ в Етнографския музей на БАН (фиг.4), както и по време на събитието „Нощ на учените“ в ЦУ БАН.



Фиг.3. Отляво: посещение на лабораторията по електронна микроскопия по време на „Приказната оптика“; отдясно: вазичка, възстановена от двумерна отразителна холограма, предизвиква особено голям интерес.

По програмата „Образование с наука“ бе спечелен проект, който включва въвеждането на изследователски подход в образованието при изнесено обучение и лабораторен практикум в лаборатория „Холография“ в ИОМТ-БАН (фиг.4). Учениците и учителите са поставени в ролята на изследователи и натрупват нови знания и умения при извършване на реален експеримент извън класната стая. За целта са необходими видими резултати/продукти под формата на записани холограми. Проектът има за цел да докаже приложимостта на проектно-изследователския модел в обучението по физика, както и ефекта му за постигане на учебните цели, развиване на ключови компетенции у учениците и учителите, мотивация за обучение и устойчивост на резултата. Очакван дългосрочен ефект е създаване на партньорства между ИОМТ и училищата.



Фиг.4. Отляво: холограми на ИОМТ на представянето на програмата „Образование с наука“; отдясно: работа с ученици в лабораторията по холография на ИОМТ.

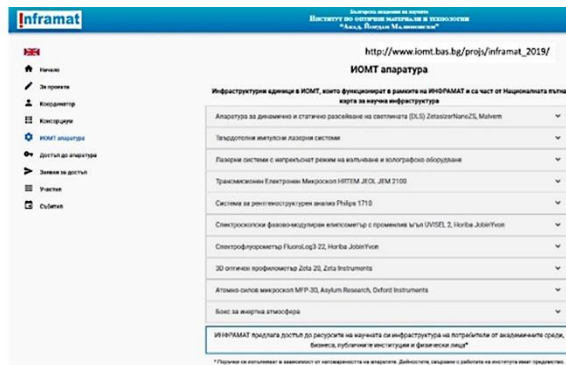
1.5.2. Проекти, свързани с общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата и обществото, финансирани от национални институции (без Фонд „Научни изследвания“), програми, националната индустрия и пр.

- Проект *Д01-155 ИНФРАМАТ* за Национална Научна Инфраструктура; проектът е част от националната пътна карта за научни инфраструктури; научен и технически координатор: Институт по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев“, БАН. ИОМТ-БАН е партньор по проекта.

ИОМТ е партньор по Модул I (Нови материали) на проекта, по който в ИОМТ се интегрира специализирано оборудване за получаване и комплексно охарактеризиране

на нови материали и се концентрира експертност на високо ниво (човешки ресурси) и на съвременни инструментални техники (материални ресурси). Осигурява се отворен достъп до разпределената инфраструктура за учени от партниращите институции, както и за всички изследователи и промишлени ползватели на национално и регионално ниво.

На територията на ИОМТ се намират 10 инфраструктурни единици, които функционират в рамките на ИНФРАМАТ и за които са осигурени консумативи, сервизно обслужване и профилактика. През първия етап на проекта бяха подкрепени 5 от тях. Със средствата за профилактика, сервизно обслужване, ДМА и други беше възстановено функционирането на трансмисионния електронен микроскоп. Бе закупена специална охлаждаща система с 24 часов режим на работа (чилер) и специален климатик за поддържане на необходимите условия на работа. Бе ремонтиран спектроскопският фазово-модулиран елипсометър след повреда, налагаща замяна на ксенонова лампа, и дообрудван с непрекъсваемо токозахранване. Бяха закупени лампи за спектралния елипсометър и за наличния в ИОМТ спектрофлуорометър (ксенонова лампа 450W FL3), както и 3 вида накрайници (tips) за атомно-силовия микроскоп, благодарение на което бяха направени различни измервания за външни потребители. Бяха закупени кювети осигуряващи нормалното функциониране на апарата Zetasizer. С цел разширяване и дооборудване бе закупена топкова мелница за сухо и мокро смилане и допълнителни части към нея. Част от средствата бяха изразходвани и за създаване на нова лаборатория за пробоподготовка.



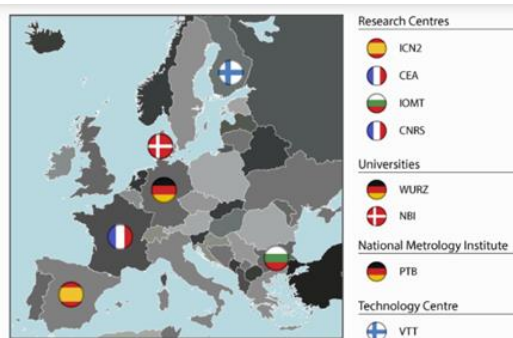
Фиг.5. Отляво: рекламен постер на проекта ИНФРАМАТ; отдясно: начална страница на уеб-сайта на проекта ИНФРАМАТ в ИОМТ.

Със средства по проекта бяха подпомогнати организирани Школа по електронна микроскопия и Ден на отворените врати по проект ИНФРАМАТ. Посетителите бяха запознати с целите на проекта и възможностите на наличната в ИОМТ апаратура, включена проекта. Бяха създадени рекламни материали, популяризиращи проекта, както и уеб-страница, съдържащата цялата информация и осигуряваща видимост на инфраструктурата ИНФРАМАТ (фиг.5).

- Проект BG05M2OP001-1.001-0008 **“Национален център по мехатроника и чисти технологии”**, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.

През 2019 г. работата по проекта беше съсредоточена основно върху оперативни дейности, свързани с предварителната подготовка за провеждане на обществена поръчка за Доставка, монтаж/инсталиране и поддръжка на специализирано технологично оборудване за нуждите на ИОМТ-БАН:

- Беше подготвено и одобрено искане за промяна на бюджета на ИОМТ, свързано с промяна на оборудването.
- Беше подготвено и одобрено искане за временна промяна на мястото на доставка на оборудването.
- Бяха подготвени окончателните технически спецификации на оборудването, които бяха съгласувани и одобрени от Управляващия Орган на Програмата.
- Беше проведена пазарна консултация по смисъла на чл. 44 от ЗОП за определяне на стойността на обществената поръчка.



- Европейски проект по програмата Хоризонт 2020 FET Proactive ТОСНА 824140 *”Dissipationless topological channels for information transfer and quantum metrology”*

- Начало: 01.01.2019
- Край -31.12.2023

Партньори

1. Каталонски Институт по Нанонаука и Нанотехнологии, ICN2, Испания – водеща

организация

2. ЮЛИУС-МАКСИМИЛИАН-УНИВЕРСИТЕТ, ВЮРЦБУРГ, Германия
3. Университет на Копенхаген, Дания
4. Комисариат по АЛТЕРНАТИВНИ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ и АТОМНА ЕНЕРГИЯ (СЕА), Франция
5. НАЦИОНАЛЕН НАУЧЕН ЦЕНТЪР (CNRS), Париж, Франция
6. Национална лаборатория по стандартизация, Брауншвайг, Германия
7. Технологичен телекомуникационен Изследователски Научен Център, Финландия
8. SIMUNE, Сан-Себастиан, Испания

Проектът е фокусиран върху разработката на следващо поколение топологични устройства и архитектури, през които информацията да се разпространява без загуби. Това технологично и фундаментално предизвикателно изискване е решаващо за развитието на технологии в области от обработка на информация до квантовата комуникация и метрология. В тези области разпространението на информация е ключово препятствие, което например води до неприемливи топлинни натоварвания или грешки. Проектът ще използва свойството топологична защита в нови материали и наноструктури, за да даде възможност на електроните, фононите и фотоните да протичат с малко или никакво разсейване и в крайна сметка да ги обедини в рамките на хибридна платформа. Това ще доведе до проектирането на нови топологични фотонни/фононни вълноводи и създаването на хетероструктури, разработени от комбинацията на топологични изолатори и феромагнитни материали. В оптичната област ще позволи създаването на вълноводи с ниско разсейване и отражение. В областта на електрониката проектът ще разработи балистични транзистори, които биха могли да работят на THz честоти, а за метрологията ще създаде нова парадигма за стандартизация на количествена оценка на електрическото съпротивление.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2019 г.

Научно-изследователската дейност в ИОМТ се провежда по две тематични направления и се подкрепя от работата на Научно-техническия отдел. През 2019 г. тя обхваща изпълнението на 10 планови задачи. Задачите включват бюджетно финансиране, 3 младежки проекта, финансирани от БАН и 14 договорни разработки, финансирани от ФНИ към МОН. Провеждана е изследователска работа по 8 проекта по линия на международното сътрудничество (3 проекта по програмата COST, 2 по ЕБР, 1 проект по договор с институт в Южна Корея и проекти по програмите Хоризонт 2020 и M-ERA). Описанието на постигнатите резултати в отчета е дадено по тематични направления и по планови задачи.

2.1. Тематично направление „Високотехнологични оптични материали за приложение във фотониката, сензорната техника и органичната оптоелектроника”, ръководител проф. дфн Вера Маринова

2.1.1. Многослойни порести структури за оптична детекция на летливи органични вещества, ръководител проф. д-р Цветанка Бабева

Финансиране:

Бюджетно;

Допълнително:

ФНИ (проекти ДН 08/15 , ДН 17/18)

Програма млади учени на БАН (проекти ДФНП 17/56,
ДФНП 17/97)

Сътрудничество:

Института по полимери – БАН

ИФТТ-БАН

Университета на Белград

Катедра по корозия и материали, Инженерен институт, Мексико

Институт по нанонауки и нанотехнологии, Атина, Гърция

Основната цел на проекта е разработване на чувствителни и селективни порести материали като активни среди на многослойни системи за оптично детектиране на летливи органични вещества и влага. През годината е извършена следната работа и са получени резултатите:

- Оптимизирани са дебелината и режима на загряване на чувствителния елемент от тънък филм от разклонен съполимер от полидиметилметакрилат и полиетилен оксид, както и конфигурацията на предаващия елемент (transducer) на оптичен сензор за влага.

Проведените изследвания показаха, че оптималната конфигурация е 300 nm дебел полимерен филм, отложен върху тънък метален слой от Au и Pd (30 nm), получен чрез разпрашване върху стъклена подложка. Детекцията на влага се осъществява чрез измерване на пропускане при две подходящо избрани дължини на вълната. Получена е чувствителност от 0.14 % в диапазона от относителна влажност 25–70% RH, което означава, че влажността може да бъде измерена с точност от 0.7% RH. В диапазона на висока влажност (70–90% RH) чувствителността нараства на 0.7%, което означава, че влажността ще бъде измервана с точност 0.3%.

- Демонстрирана е приложимостта на тънки слоеве от хидрофобно-модифициран PVA (поливинилалкохол) като активна среда за оптичен сензор на влага

Изследвани са тънки слоеве от PVA с различен хидрофобно-хидрофилен баланс, получени чрез различна степен на ацетализация на PVA. Сравнението с немодифицирания слой от PVA показва, че оптималната степен на ацетилизация е около 24%. При тези филми е получена най-ниската стойност на хистерезис и най-широкия динамичен диапазон. Изследванията са в сътрудничество с Института по полимери на БАН.

- Проведени са първоначални експерименти за приложение на нанотръби от TiO_2 като сензорна среда за етанолови пари

Нанотръби с 4 различни вътрешни диаметъра (60, 65, 80 and 120 nm) са получени върху подложка от $\text{Ti}_6\text{Al}_4\text{V}$ чрез анодиране. FE-SEM изследванията показват, че нанотръбите са разположени равномерно върху повърхността и са отворени на повърхността. Оптичните сензорни експерименти показват реакция на пари на етанол, чийто интензитет зависи от диаметъра на нанотръбите. При аморфните образци се наблюдава намаляване на отклика с увеличаване на диаметъра на нанотръбите, докато при кристалните образци зависимостта е противоположна. Предположено е, че в първия случай поведението се дължи на увеличената повърхност на нанотръбите, докато във втория случай загряването индуцира морфологични и кристално-структурни промени, които довеждат до колапс на нанотръбите с най-малкия размер. Изследванията са в сътрудничество с групи от ИФТТ-БАН, Университета на Белград и от Катедра по корозия и материали, Инженерен институт, Мексико.

- Чрез използване на метода на електроспрей са отложени тънки слоеве от ZnO, дотирани с Al, Co, Ni и Al&Co и е демонстрирана приложимостта им за фотокаталитично окисление на азотен оксид.

Методът на електроспрей е приложен успешно за получаване на тънки слоеве от ZnO, дотирани с Al, Co, Ni и Al&Co. Проведените изследвания показват, че всички образци са кристални - хексагонален ZnO с вюрцитова структура. Не се открива аморфна фаза и не се образуват съединения. При дотиране с 5% Al, Co, (Al&Co) и 10% (Al&Co) дотиращите елементи заместват Zn йон в решетката. При дотиране с 10% Al и 10% Co се намират области, при които дотиращите елементи се намират и в междувъзлие. Най-силна фотокаталитична активност проявява слоят от ZnO, дотиран с 1% Al. Останалите слоеве проявяват по-ниска, но по-стабилна фотокаталитична активност. Изследванията са в сътрудничество с група от Институт по нанонауки и нанотехнологии, Атина, Гърция.

- Инкорпориране на порести слоеве от Nb_2O_5 в многослойни структури и оптимизиране на сензорния отклик чрез въвеждане на “дефектни” слоеве.

Успешно е реализиран многослоен четвърт-вълнов стек на Браг, изграден от един и същ материал – Nb_2O_5 . Пространствената модулация на показателя на пречупване е осъществена чрез редуване на плътни и порести тънки слоеве. За 7-слоен стек е постигнато 10 пъти увеличение на чувствителността в сравнение с единичен тънък слой. Показано е, че по-нататъшно увеличение на чувствителността може да се постигне чрез инкорпориране на “дефектен” тънък слой (в нашия случай това е слой с оптична дебелина $3\lambda/4$, т.е 175 nm), отложен под най-горния плътен слой.

- Разработване на зол-гел тънки филми от Ta₂O₅ с вариращ показател на пречупване за сензорни приложения

Успешно са отложени тънки слоеве от Ta₂O₅, използвайки методите на мекия шаблон и центрофужното отлагане. В зависимост от типа и концентрацията на използвания темплейт (Pluronic PE) е получен показател на пречупване, вариращ в диапазона от 1.94 до 1.48. Показано е, че най-подходящите слоеве за приложение като активна среда за оптохимичен сензор са тези получени с водни разтвори на 5 % PE6400 и 20 % PE6200 като темплейти (обемно отношение зол:темплейт = 5:1)

Разпространение на резултатите

Проведените изследвания са представени на 12 международни и национални научни форуми, където са изнесени 3 поканени доклада, 4 устни доклада и са представени 5 постера. Резултатите са обнародвани като 3 публикации с импакт-фактор в категория Q1, 1 публикации с импакт-ранг и 1 доклад в пълен текст. Приети за публикуване са 3 статии в списания категория Q3. Подадени са 2 статии в списание с импакт-фактор, категория Q2.

2.1.2. Хибридни структури и 2D материали за приложения в оптиката и фотониката, ръководител проф. дфн Вера Маринова

Финансиране:

бюджетно;

допълнително:

ФНИ (проекти ДФНИ Н 08/9, Н28/8)

ФНИ (проект КП-06-МНФ/9 за провеждане на международна конференция)

EU проект ТОСНА 824140, Хоризонт 2020

EU проект M-ERA-NET (стартира в края на 2019)

Сътрудничество:

Национален Чиао Тунг Университет, Тайван, ЕБР проект

Институтт по Микроелектроника и Микросистеми, (CNR-IMM), Италия

COST акции CA15107, CA 17123 и CA 18823

През годината са изпълнени следните задачи:

- Получаване, характеризиране и приложение на графен, получен по метода на химично отлагане от газова фаза (CVD).

Отработена е процедура за получаване на качествен двуслоен графен чрез подходящо проектиране на геометрията на потока на реагентите. Процесът е оптимизиран с помощта на предварително пасивиране на Si подложка в кислород, което улеснява образуване на големи графенови домени с ниска плътност на дефектите. За да се увеличи концентрацията на реагентите към каталитичната подложка, геометрията на газовия поток се променяше по два начина: (1) чрез фиксиране на графитен държател към Si подложка, перпендикулярно на потока от реагентите в газова фаза или (2) позициониране на Si фолио в графитен заслон. Установено е, че и двете модификации улесняват растежа на двуслоен графен. Получените графенови слоеве са характеризирани с Раманова спектроскопия, сканираща електронна микроскопия и

атомно-силов микроскопски анализ. По този начин се създават възможности за контрол на броя на слоевете чрез модификации на геометрията на газовия поток.

Реализирани са следните приложения:

1. За първи път (според нашите знания) е демонстриран високочувствителен OASLM модулатор на основата на графен, работещ в режим на пропускане в близкия инфрачервен спектрален диапазон. Устройството съчетава отличната фотопроводимост на Ru-легиран BSO кристал с високата оптична пропускливост и проводимост на графен и голямото двулъчепречупване на течния кристал. Слой от графен притежава силна адхезия към BSO:Ru кристал и запазва механична стабилност по време на процеса на фотоподравняване на течнокристалните молекули. Измерените характеристики на модулацията и времето на реакция показват, че графенът се явява отличен кандидат за замяна на използваните понастоящем ПГО проводими контакти в такива устройства.

2. Демонстрирани са гъвкави полимерно диспергирани течни кристални (PDLC) устройства, използващи графенови слоеве като прозрачни проводими електроди върху полиетилен терефталат (PET). Измерените електрооптични характеристики, времето за реакция и способността за запазване на параметрите при огъване подкрепят функционалността на графена за интегриране в гъвкавата оптоелектроника.

- Получаване на 2D материали от халкогениди на преходни метали от типа PtSe₂ и WS₂

Получени са първоначални слоеве от PtSe₂ с различна дебелина чрез предварително разпрашване на Pt филм и последваща селенизация на материала в реактор за химично отлагане от газова фаза (CVD). Успешното получаване на PtSe₂ съединение в 2D форма е потвърдено от Раман анализа и наличието на типичните вибрационни пикове в равнината ($E_{1g} \sim 178 \text{ cm}^{-1}$) и в равнината ($A_{1g} \sim 209 \text{ cm}^{-1}$). Слоевете са анализирани и чрез измервания на електротранспортни V-I характеристики, като са идентифицирани стойности на листовото съпротивление от порядъка на $\sim 10^3 \text{ } \Omega/\text{кв}$.

- Изследване на електро-оптичните характеристики на наноразмерни слоеве от ZnO:Al (AZO) върху огъващи се подложки

Слоевете от цинков оксид, дотиран с алуминий (AZO) върху силициеви, стъклени и PET подложки, характеризирани се с високо оптично пропускане във видимия и близък инфрачервен спектрален диапазон, са получени чрез използване на техника за последователно отлагане на атомни слоеве (ALD). Чрез промяна на съдържанието на Al са установени оптимални състави на AZO, където електрическата проводимост е най-висока. ZnO:Al (AZO) намират приложение като прозрачни електроди в различни оптоелектронни устройства. Приложение на три-слоини структури от типа диелектрик-метал-диелектрик в дисплей устройства.

Демонстрирани са гъвкави светлинни клапани на основата на полимерно диспергиран течен кристал (PDLC) и прозрачни проводими слоеве от типа диелектрик-метал-диелектрик TiO₂/Ag/TiO₂. Слоевете са получени чрез магнетронно разпрашване върху полиетилен терефталатни (PET) подложки при стайна температура. При запазване на времето на отлагане на TiO₂ слоеве и вариращо време на отлагане на проводимия слой от Ag се образуват метални наногранули върху повърхността на подслоя от TiO₂, осигуряващи най-добър компромис между пропускането, листовото съпротивление и способността за огъване. Резултатите са потвърдени чрез числени симулации, които предполагат най-доброто съответствие между времето на отлагане и дебелината на отделните слоеве. Установено е, че листовото съпротивление на TiO₂/Ag/TiO₂ върху

PET остава непроменено при над 1000 цикъла на огъване. Измерените стойности на задвижващо напрежение и на времето за реакция показват голям потенциал на $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}/\text{PET}$ слоеве за интеграция в следващо поколение ITO-free гъвкави устройства.

Разпространение на резултатите

Проведените изследвания са представени на международни научни форуми в Тайван, Япония, Испания, Германия, Сърбия, Франция и България, където са изнесени 6 поканени лекции, 10 устни доклада и са представени 9 постера. Резултатите са обнародвани като 4 публикации с импакт-фактор, от които 1 публикация Q1, оглавяваща ранглиста, 1 публикация Q1, 1 публикация Q2 и 1 публикация Q4; 1 статия е приета за публикуване и 1 статия е подадена в списание с импакт-фактор (Q1); 7 доклада в сборници на конференции. Организирана е международна конференция от 23 до 26 юли 2019 г. в гр. Банско, България.

2.1.3. Наноструктурирани тънки филми и многослойни покрития от метал и полупроводник, ръководител доц. д-р Росен Тодоров

Финансиране:

бюджетно;

допълнително:

ФНИ (в края на 2019 е спечелен проект ПН 38/13)

Сътрудничество:

Лабораторията по твърдотелна химия към Университета в Пардубице, Чехия

Планът за работа за 2019 включваше следните задачи: 1) отлагане и охарактеризиране на микроструктурата и оптичните свойства на тънки слоеве от сребърни съдържащи сплави с елементи от преходните групи – кадмий, алуминий, индий; 2) оптимизиране на съставите на сплави на In и Bi със сребро за получаване на максимални стойности за ефективността за възбуждане на локализиран плазмонен резонанс; 3) установяване експерименталните условия за получаване наножички от сребро и негови сплави; 4) изследване температурната зависимост на оптичните свойства на отложените слоеве; 5) продължаване изследванията за масов транспорт в тънки халкогенидни слоеве от системите As-S и Ge-Se; 6) първоначални експерименти за наноструктуриране на полупроводникови и метални тънки филми чрез метода на честотно асистирано термично изпарение.

- Изследване на тънки слоеве от системите Ag – In, Au – In и Au – Bi, получени чрез термично съизпарение.

Съставът беше определен чрез рентгенов микроанализ. Получено е отклонение от пресметнатия състав не повече от 2 ат. %. Повърхностната морфология беше изследвана чрез сканираща електронна микроскопия (SEM). Слоевите се характеризират със зърнеста повърхност, като размерът на зърната нараства с увеличаване съдържанието на индий или бисмут. Формата на зърната за Ag – In и Au – In е аналогична и зависи от отношението Au, Ag/In.

Фазовият състав на тънките слоеве беше изследван чрез рентгенова дифракция. Анализът на рентгенограмите показва добро съответствие с особеностите на диаграмата на състояние на системата Ag-In. Последната показва ограничен ред от твърди разтвори при съставите, богати на сребро (до ~ 20 ат. % In) и четири междинни съединения – Ag_3In , Ag_9In_4 , Ag_2In . В слоевете със съдържание на индий над 70 ат % се

наблюдава наличие на механична смес от AgIn_2+In . При съдържание на индий 65 ат %, е постигната пълна хомогенизация на двата изходни елемента. При слоевете със съдържание на индий 30-45 ат %, които са в близост до съединенията Ag_3In и Ag_9In_4 се наблюдават рефлексите на тези две фази, както и малко количество нереагирал индий.

Оптичните свойства на тънките слоеве бяха изследвани чрез спектрална елипсометрия с три фазов модел подложка - тънък слой – повърхностен грапава слой и модела на Друде-Лоренц. Необходими са 3 Лоренцови осцилатора за описание на диелектричната функция на тънките слоеве. Получените резултати за комплексната диелектрична проницаемост, $\hat{\epsilon} = \epsilon' + i\epsilon''$ показаха, че почти всички състави от системата $\text{Ag} - \text{In}$ притежават отрицателни стойности за ϵ'' в изследвания спектрален диапазон 1.2 - 6.5 eV. Добавянето на индий в сребро води до нарастване на стойностите на имагинерната част на комплексната диелектрична проницаемост във видимата спектрална област и понижаване на нейните стойности в ултравиолетовата спектрална област. В спектрите на ϵ'' на тънките слоеве от системата $\text{Ag} - \text{In}$ се наблюдаваше максимум в неговите стойности в спектралната област 1.4 - 2.0 eV.

Плазмониант резонанс може да се визуализира, като максимум във функцията на диелектрични загуби $-\text{Im}(1/\hat{\epsilon})$. Резултатите показаха за тънки $\text{Ag} - \text{In}$ слоеве, че при добавяне на индий 4 и 8 ат % се наблюдава нарастване на диелектричните загуби в ултравиолетовата спектрална област в интервала 4 - 6 eV и появата на втори максимум в спектъра на $-\text{Im}(1/\hat{\epsilon})$ с максимум при ~ 5.0 eV. Тънките слоеве с високо съдържание на индий (> 65 ат %) показват по-ниски стойности на диелектрични загуби $-\text{Im}(1/\hat{\epsilon})$ в сравнение с тези на тънки слоеве от чисто сребро за енергии на фотона за интервала 2 – 5 eV и постепенно нарастване при по-големи енергии $h\nu > 5$ eV. Получените спектри предполагат, че може да се очаква максимум на $-\text{Im}(1/\hat{\epsilon})$ за енергии на фотона по-големи от 6.5 eV.

За изясняване влиянието на електронната обвивка започна изследване на слоеве в които се замества среброто със златото от системите $\text{Au} - \text{In}$ и $\text{Au} - \text{Bi}$. Рентгенограмите на тънките Au-In слоеве показват също добро съответствие с особеностите на диаграмата на състояние на системата Au-In . При ниско съдържание на индий тънките слоеве съдържат Au_3In , Au и In . При междинни състави се наблюдават фази Au_7In_3 и AuIn , докато богатите на индий слоеве показват механична смес от AuIn_2+In . Моделът на Друде – Лоренц отново дава най-добро описание на комплексната диелектричната функция на тънките филми. Резултатите показаха, че внасянето на индий в злато понижава стойности за ϵ'' за енергии на фотона в интервала 3 – 6.5 eV. Стойности на функцията на диелектрични загуби $-\text{Im}(1/\hat{\epsilon})$ бяха по-високи от тези за чисти слоеве от индий и злато за тънки Au-In филми със съдържание на индий 16 и 77 ат %, докато добавката на 1.5 ат % злато в индий намаляваше нейните стойности за интервала от енергии на фотона 3 – 6.5 eV. Тънките филми от система $\text{Au} - \text{Bi}$ показаха подобно на тънките $\text{Ag} - \text{Bi}$ слоеве повишаване на стойностите на диелектричните загуби $-\text{Im}(1/\hat{\epsilon})$ при енергии на фотона в интервала 5.0 – 5.6 eV.

- Изследванията на влиянието на термично третиране на тънки слоеве от системата $\text{Ag} - \text{In}$ със съдържание на индий.

Изследванията при индий над 70 ат % бяха проведени при температури от 160°C. Резултатите от SEM показаха че прогряването във вакуум не оказва съществено влияние на морфологията. Термичното изпарение не дава метални частици с правилна форма с изключение на сферични частици след прогряване във вакуум. За това бяха започнати експерименти с т.нар. полиол метод за получаване на метални частици от сребро и биметални сплави с контролируема форма и размер. Параметрите на частиците силно зависят от условията на реакцията по време на синтеза като температура, концентрация на прекурсора (AgNO_3) и моларно съотношение между

прекурсора и улавящия агент (PVP), както и времето на израстване. Чрез тяхното вариране се синтезират частици с различни форми – наножички, наносфери, нанокубове или нанопирамиди. За първоначалните синтези са използвани разтвори на сребърен нитрат и PVP в етилен-гликол. Формата на получените наночастици е изследвана чрез TEM, като разпределението им по размер е изследван чрез DLS. Направен е също рентгеноструктурен анализ на получените сребърни частици. Резултатите от XRD показаха, че при нискотемпературния синтез присъстват пикове на сребърен нитрат и най-интензивните пикове на Ag_2O и Ag_2O_2 . Пикове на среброто липсват. Високотемпературният синтез показва в рентгеновите дифрактограми наличие на ясно изразени пикове на сребро Ag (111) Ag(200). Резултатите от TEM показват, че при нискотемпературния синтез сребърните частици израстват с приоритетна форма на нанопръчици с наличие на частична полимерна обвивка. Дифракционните картини показват ясно наличие на монокристална структура. Високотемпературните проби демонстрират наличие на наночастици с ниска концентрация и без ясно изразена приоритетна форма. Изследване на разпределението на частиците по размери.

Изследванията са проведени с DLS. При по-ниска температура на синтез размерът на частиците е от порядъка на 210 nm, докато при висока се демонстрира наличие на частици със среден размер 180 nm и 320 nm, съответно.

Бяха закупени инфузионни помпи за точно подаване на прекурсора и улавящия агент. Направени са първоначални опити за синтез. Изследванията върху изготвянето на наночастици от сребро ще продължат и през следващата година.

- Изследвания на влиянието на дебелината и вида на подложката върху оптичните свойства

Това изследване беше продължено с тънки филми от системата As-S-Ge. Бяха избрани два състава халкогениди стъкла с високо съдържание на арсен или германий – $\text{As}_{10}\text{Ge}_{40}\text{S}_{50}$ и $\text{As}_2\text{S}_3\text{Ge}_{0.12}$ ($\text{As}_{39.1}\text{Ge}_{2.3}\text{S}_{58.6}$) и два вида подложки – стъклена и силициева. Тънките слоеве са отлагани чрез термично вакуумно изпарение от предварително синтезирано обемно стъкло. За отлагането беше използвана приставка, даваща възможност за отлагане на 8 слоя с различна дебелина в един вакуумен цикъл. Бяха изготвени слоеве с различно количество отложено вещество в границите 2.5 – 22 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Чрез TEM са установени хомогенни слоеве независимо от дебелината им.

Оптичните свойства на филмите бяха изследвани чрез спектрална елипсометрия като от направените изчисления установихме два модела, описващи израстването на отложените слоеве: 1) единичен порьозен филм, съставен от материал и пори (въздух) и 2) тънък непрекъснат слой с повърхностна грапавост (50% от състава на филма и 50% въздух). Установено е, че моделът на единичен порьозен слой описва най-добре резултатите за отложено количество вещество под 8 и 4.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ за тънките филми със състав $\text{As}_{10}\text{Ge}_{40}\text{S}_{50}$ и $\text{As}_2\text{S}_3\text{Ge}_{0.12}$, съответно. Моделът на непрекъснат слой с повърхностна грапавост е използван за пресмятане при по-високи стойности на количеството отложено вещество. Резултатите за показателя на пречупване показват, че за един и същ състав плътността на слоевете е по-голяма, когато са отложени върху силициева подложка.

С групата от Лабораторията по твърдотелна химия към Университета в град Пардубице, Чехия е изследван масов транспорт в двуслойни покрития от $\text{As}_2\text{S}_3/\text{Ge}_3\text{Se}_7$. В ИОМТ бяха отложени дву- и десетслойни покрития от $\text{As}_2\text{S}_3/\text{Ge}_{30}\text{Se}_{70}$, които ще бъдат анализирани.

- Получаване на наноструктурирани слоеве от телур

Изследвано е по метода на честотно асистирано термично изпарение във вакуум. За целта са изработени две конструкции на носачи на подложки, позволяващи директен трансфер на вибрации с честотата на звукова вълна от електромагнитен източник към подложките. Отложени са слоеве с дебелини от порядъка на 200 nm с различни източници на изпарение върху подложки от монокристален силиций и стъкло. Изследвани са фазовият състав и морфологията на получените образци чрез СЕМ и атомна силова микроскопия. Не е установена промяна на телуровата фаза при всички отложени слоеве. Наблюдавана е силна зависимост между изпарителя и морфологията на наночастиците. В зависимост от източника са получени слоеве от неподредени клъстери от наносфери и такива от наножици, формирани от униаксиално ориентирани наносфери. Степента на коалесценция на наносферите зависи от температурната разлика между отделящите се от стопилката телурови клъстери и температурата на подложката.

Разпространение на резултатите

Резултатите са обобщени в 1 публикация с импакт-ранг и 2 публикации, изпратени в списания с импакт-фактор. Представен е 1 постер на международна конференция в България и е изнесена 1 лекция в Университета в Пардубице, Чехия.

2.1.4. Разработване на бели органични светоизлъчващи диоди, ръководител доц. д-р Рени Томова

Финансиране:

бюджетно;

допълнително:

ФНИ (проекти КП-06-Н29/7 и КП-06-Н29/10)

договор с Оптима-Електроник ЕООД –гр. Пловдив

Сътрудничество:

Институт по обща и неорганична химия - БАН

През годината бяха извършени следните дейности:

- Разработване на бели органични светоизлъчващи диоди

По метода на Nonoyama е синтезиран нов фосфоресцентен циклометален иридиев комплекс с два основни бензтиазолни лиганда и един спомагателен хинолинов лиганд: -Iridium(III)bis[2-phenylbenzo[d]thiazolato-N,C^{2'}]-quinolinato (bt)₂Irq, чиято химична структура е потвърдена с Ядрено Магнитен Резонанс (¹H NMR) и елементен анализ. Комплексът беше спектрално и електрохимично охарактеризиран. PL емисионните спектри на (bt)₂Irq в разтвор на дихлоретан и във филм имат жълто-оранжево излъчване с максимуми съответно при 588 nm и 666 nm. Това бе мотивация да се използва съвместно с Alq₃, Zn(bt)₂ и BAlq излъчващи в зелено (526 nm) и синьо (485 nm), при разработването на бели ОЛЕДи. За целта комплексът беше използван като допант в транспортиращия дупки (HTL) или в електролуминесцентния слой на структурите: HTL:(bt)₂Irq(x%)/BAlq/Zn(bt)₂ и HTL/BAlq:(bt)₂Irq(x%)/Alq₃. Alq₃.

Беше установено, че:

1. И при двата типа структури нарастването на концентрацията на допанта (x) води до изместване на λ_{\max} и CIE (x; y) координатите на излъчваната от ОЛЕДите светлина по посока на червената област.

2. Най-висока токова ефективност (при електролуминесценция 400 Cd/m^2) и CIE координати на излъчваната светлина (при напрежение 12 V) най-близки до тези на идеалната бяла ($0,3300; 0,3300$), демонстрират устройствата дотирани с:
 - ✓ $2\% (\text{bt})_2 \text{ Irq HTL}$ - токова ефективност 6 Cd/A и CIE ($0,2735; 0,3613$);
 - ✓ $14\% (\text{bt})_2 \text{ Irq EL}$ - токова ефективност 6 Cd/A и CIE ($0,3484; 0,3615$);
- Синтез, структура и луминесцентни свойства на волфраматни стъкла, съдържащи Nb_2O_5

Посредством използване на техниката „закаляване на стопилката“, са синтезирани нови, легирани с Eu^{3+} , волфрамови хомогенни стъкла със състав: $35\text{WO}_3\text{-}25\text{B}_2\text{O}_3\text{-}15\text{Nb}_2\text{O}_5 \text{ xEu}_2\text{O}_3\text{-}(25\text{-x})\text{La}_2\text{O}_3$ ($x = 0.5, 1, 2, 3$ и 5 mol), с цел използването им като прозрачна активна среда за оптичното приложение. Термичното поведение на получените образци е изследвано чрез диференциален термичен анализ (DTA), микроструктурата им е определена с инфрачервена спектроскопия (IR), а оптичните им свойства са установени посредством абсорбционна UV-Vis спектроскопия.

Беше установено, че:

1. Стъклата се характеризират с висока прозрачност, висок коефициент на пречупване и температура на кристализация около 740°C .
2. Аморфната мрежа е изградена от следните структурни единици: припокриващи се октаедри от NbO_6 и WO_6 (620 cm^{-1}), тетраедри от $(\text{WO}_4)^2$ ($470, 820$ и 940 cm^{-1}), триъгълници от BO_3 ($1110, 1174$ и 1262 cm^{-1}) и BO_4 (1311 cm^{-1}).
3. Наблюдаваната фотолуминесцентна емисия при възбуждане със светлина с дължина на вълната 396 nm се дължи на $4f$ преходи на Eu^{3+} йони: ${}^5\text{D}_0 \rightarrow {}^7\text{F}_j$ ($j = 0\text{-}4$). Най-висока емисия демонстрира стъклото, съдържащо $1 \text{ mol}\%$ Eu_2O_3 , характеризиращо се с време на живот 24 ns .
- Нови стъклокерамични материали дотирани с редкоземни йони за LED приложения

Чрез конвенционална техника на „синтез в твърдо състояние“ са получени прахови проби от калциев германат (Ca_2GeO_4), легиран с $0.5, 1, 2$ и $3 \text{ при } \% \text{ Tb}^{3+}$, с цел използването им като материали за изработването на неорганични светоизлъчващи диоди. Образците са изследвани с рентгенова дифракция (XRD) и абсорбционна UV-Vis спектроскопия

Установено е, че:

1. XRD анализите показват получаване на чистата фаза от Ca_2GeO_4 с почти еднакви параметрите на кристалната решетка в изследваните концентрационни граници от 0 до $3 \text{ at}\%$ Tb^{3+} , поради близките йонни радиуси на Ca^{2+} и Tb^{3+} йони. За единична матрична клетка Ca_2GeO_4 с обем $405,61 \text{ \AA}^3$ и 8 на брой централни катиони са определени критичните средни разстояния $\text{Tb} - \text{Tb}$. Те са $3,62 \text{ \AA}$ при концентрация $2\text{at}\%$ Tb^{3+} и $4,59 \text{ \AA}$ при концентрация $1\text{at}\%$ Tb^{3+} ;
2. Спектрите на възбуждане Tb^{3+} в диапазона от 300 до 500 nm показват характерни преходи на Tb^{3+} с най-интензивен пик при 379 nm (${}^7\text{F}_6 \rightarrow {}^5\text{D}_3$ преход);

3. Основният емисионен пик на Tb^{3+} в диапазона 400-720 nm е при 545 nm (зелен) и се дължи предимно на $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$ и по-малко на $^5D_4 \rightarrow ^7F_3$ преход. Оптимална емисия се наблюдава при концентрация 2 at% Tb^{3+} . При концентрации по-ниски от 1 at%, най-високи са пиковите емисии от нивото на 5D_3 ;
4. СТЕ координатите на показват различни цветове на емисиите в зависимост от концентрацията на активния йон. Получените резултати потвърждават, че легираните с тербий калциеви германати, в зависимост от концентрацията на допанта могат да се използват като зелени, жълти и червеникави емитери.

Разпространение на резултатите

Резултатите са представени като 1 устен доклад и два постера на международни конференции в Португалия и България и са обнародвани като 1 публикация с импакт-ранг.

2.1.5. Хибридни неорганични-органични слънчеви клетки, ръководител доц. д-р Деян Димов

Финансиране:

бюджетно;

Сътрудничество:

Химико-Фармацевтичен факултет на СУ "Св. Кл.Охридски"

През 2019 са извършени следните дейности

- Проучване на методи за получаване на слънчеви клетки

През годината са проучени два метода за получаване на слънчеви клетки - вакуумно „сухо“ и центрофужно „мокро“ отлагане. Всеки един от методите има своите предимства и недостатъци. Важно условие за получаване на слънчеви клетки с високо КПД е създаване на интерфейси с ниска бариера между съответните слоеве. Изграждането на вакуумно отложени слоеве и границата между тях зависи силно както от скоростта на отлагане, така и от температурата на подложката. За целта е създадена апаратура с възможност за изпарение от 4 източника без взаимна температурна връзка между тях, както и от два източника за изпарение на електроди или метали с възможност за съвместно изпарение с багрилата. Конструирани са ладия от волфрам за изпарение на титан и са получени слоеве с различна дебелина в интервала 10-80 nm при скорости на контролирано изпарение от 0.5 до 20 A/s. Установени са условията за превръщането им до титаниев диоксид на въздух (1ч. до 600°C), който може да служи като буферен слой в слънчевата клетка. Получен е слой от полиимид, дотиран със злато, което е разпределено в обема. Легирането е изследвано чрез проследяване на изменението на тока в зависимост от напрежението. Установена е промяна на тока в два порядъка в зависимост от дотирането. Получаването на полиимида се осъществява в условие на висок вакуум при термично третиране на подложката до 300°C, извършено след съвместното изпарение на двата мономера.

- Получаване на молекулни слънчеви топлинни системи

През годината продължи работата по получаване на молекулни слънчеви топлинни системи (MOST системи). Експериментите са проведени съвместно с Химико-Фармацевтичен факултет на СУ "Св. Кл.Охридски". Изследвани са три нови aza-15-crown-5 съдържащи стиролови багрила, съдържащи различни заместители в 5-та

позиция на бензотиазоловия пръстен. Химическите структури на багрилата са характеризирани с ЯМР, UV-vis, ИЧ спектроскопия и елементен анализ. Изяснени са стационарните фотофизични свойства на багрилата. Определена е константата на стабилност на металните им комплекси. Времева еволюция на транс-цис изомеризацията е наблюдавана в реално време. Установено е, че изследваните багрилата демонстрират ниска вътрешна флуоресценция на техните Va^{2+} комплекси и висок добив на E/Z фотоизомеризация с продължителност на живота на по-висока енергийна форма, по-голяма от 500 секунди, което е едно от основните изисквания за получаване на ефективни MOST системи. Направени са квантово химични изчисленията с помощта на функционалната теория за плътността (DFT) на ниво B3LYP / 6-31 + G (d, p), за да се предскажат енталпиите (H) на цис и транс изомерите и енергиите на съхранение (ΔH) за изследваните системи.

Разпространение на резултатите

Една публикация с импакт-фактор, категория Q2.

2.1.6. Био/газ сензори, базирани на Повърхнинен Плазмонен Резонанс (ППР), ръководител доц.д-р Георги Дянков

Финансиране:

бюджетно;

допълнително:

ФНИ (проекти Д18/8 и ДМ18/7; в края на 2019 е спечелен проект ПН336/2019)

Сътрудничество:

Институт по електроника, БАН

Работата по този проект е свързана с изпълнението на докторска дисертация на тема „Структури за плазмонен резонанс и поляриметрични методи за детекцията му с приложения за биосензори”. През годината бе извършена научно-изследователска работа по две относително независими, но свързани теми, включени в проекта Д18/8 и дисертацията:

- Нови плазмонни структури;
- Нови био/газ разпознаващи елементи.

Основните резултати по отделните теми са както следва:

- Нови плазмонни структури

Изследванията, проведени предната година, показаха перспективността на холистерични структури. Те бяха осъществени на базата на течни кристали. Експерименталната реализация на такива структури, обаче се оказа трудна. Затова се реши да се експериментира с азо-полимери. Структурите изискват PAZO слоеве с равномерна дебелина. За целта бе необходимо да се разработи методика за отлагане на слоевете с контролируема дебелина в диапазона 120-400 nm. Установяването на подходящата концентрация и режими на spin-coating бе постигнато след 37 работни часа, при което са създадени и изследвани 67 бр. тънки слоеве. В резултат е създадена методика за отлагане на PAZO слоеве с контролируема дебелина.

- Нови био/газ разпознаващи материали и сензори

След проведените през 2018 г. изследвания, при които бе разработена технология MAPLE (matrix assisted pulse laser evaporation) за нанасяне на тънкослойни покрития с

контролируема дебелина от биоактивни материали, през 2019 година бе проведена експериментална работа за усъвършенстване на технологията. Основната цел е запазване на биоактивността на материала в максимална степен. Резултатите от ТЕМ анализ на слоеве хемоглобин, отложени чрез MAPLE и spin-coating, показват, че броят молекули в първия случай е много по-малък. Това означава, че по-голяма част от молекулите са разрушени, поради неподходящите технологични условия. Това се доказва и от вида на плазмонния резонанс. Резонансът, възбуден в наноструктуриран слой, отложен чрез MAPLE, е около 2 пъти по-широк от този, отложен чрез spin-coating. Това е индикатор за дисипативни загуби, поради наличието на друг материал, вероятно – деструктуриран хемоглобин. Съответно, чувствителността на взаимодействие е повече от 4 пъти по-ниска от тази на spin-coated слой.

FTIR изследванията на отложените слоеве показаха, че основните вибрационни преходи са запазени, което се потвърждава и от детектирането на различни газове. Разликите в спектрите, за съжаление, не могат да бъдат обяснени като следствие на формиране или разрушаване на определени химични връзки, поради сложната структура на молекулата. Извършената работа по тази тема е в рамките на 118 работни часа, като са изследвани над 74 образца. Резултатите са съобщени на конференция.

Въпреки очевидните недостатъци на технологичния процес на отлагане на слоевете, бяха достигнати рекордни резултати по чувствителност и точност на детекция на глюкоза. За първи път бе използвана реакцията за образуване на гликиран хемоглобин за определяне концентрацията на глюкоза. Показано е отместване на плазмонния резонанс при взаимодействие с разтвори на глюкоза с различни концентрации и е установена концентрационната зависимост.

Рекордни резултати по детекция на ниски концентрации на глюкоза са постигнати с MAPLE отложени слоеве хемоглобин върху дългопериодични решетки в оптично влакно при изследване на отклика на такава решетка с и без слой, при взаимодействие с разтвори с различна концентрация на глюкоза.

Разпространение на резултатите

Проведените изследвания са докладвани на международни научни форуми в България и Дания, където са представени 5 постера. Изнесени са 2 доклада на два национални семинара за докторанти. Резултатите са обнародвани като 1 публикации с импакт-факто, категория Q1, и 4 публикации с импакт-ранг.

2.1.7. Получаване и оптимизиране на свойствата на тънкослойни покрития от ZrO₂ и ZnO, ръководител доц.д-р К. Ловчинов

Финансиране:

бюджетно;

допълнително:

ФНИ (проект КП-06 ПН38/7, спечелен в края на 2019)

През годината са извършени следните дейности:

- Електрохимично отлагане на тънки слоеве

Създадена е подходяща експериментална установка за електрохимично отлагане, която е с достатъчен обем, необходим за целите на проекта и може да поддържа постоянни температури в диапазона (40°C – 90°C).

Отложени са тънкослойни покрития от ZrO_2 и ZnO чрез електрохимично отлагане, като се търсят оптималните условия за получаването на покрития с антиотражателни свойства. За тази цел се променяха различните параметри в системата (температурата, концентрацията на солите, от които се получават слоевете, потенциалът и др.).

- Спектрофотометрични и спектрофлуориметрични изследвания

Направени са спектрофотометрични и спектрофлуориметрични изследвания, като са определени оптичните свойства на отложените слоеве (огледалното и дифузното, отражение, както и коефициента на поглъщане и ширината на забранената зона).

Направени са и рентгено-структурни изследвания на тънкослойните покрития, като са определени константите на решетката, напреженията в слоевете както и средният размер на зърната за всяко едно кристалографско направление, регистрирано с дифракционен максимум.

През тази година по този работен проект не са извършвани множество дейности поради липса на финансиране, като се работеше приоритено по други задачи. За следващата отчетна година има осигурено финансиране на задачите.

Разпространение на резултатите

Резултатите са представени като 2 устни доклада и 1 постер на международни конференции в България и е публикувана една публикация с импакт-фактор, категория Q4.

2.2. Тематично направление „Мониторинг на процеси и визуализиране на обекти с холографски методи за запис и обработка на информация“, ръководител доц.д-р Димана Назърва

2.2.1. Обратим поляризационен холографски запис в анизотропни азополимерни нанокompозити, ръководител доц.д-р Димана Назърва

Финансиране:

бюджетно;

допълнително:

ФНИ (проекти ДН 08/10, ДН 18/5)

Сътрудничество:

ХТМУ

Висше училище по телекомуникации и пощи

През годината бяха извършени следните дейности:

- Получаване на нови хибридни тънки слоеве

Получени бяха хибридни тънки слоеве, съставени от нови неорганични компоненти. За органична компонента бе използван полимерът poly [1-[4-(3-carboxy-4-hydroxyphenylazo)benzenesulfonamido]-1,2-ethanediyl, sodium salt] - PAZO. За неорганична съставка на нанокompозита бяха използвани наночастици (НЧ) от биологично активни метални комплекси, TiO_2 и Au. Бяха приготвени образци с различни концентрации на наночастиците. Размерите на частиците от TiO_2 са 21 nm, а на Au – 20 nm.

- Изследване на кинетиките на формиране на фотоиндуцираното двулъчепречупване

Получени бяха кинетиките на формиране на фотоиндуцираното двулъчепречупване на слоевете. Установени бяха максималната стойност на индуцираното двулъчепречупване (Δn_{\max}), времето на отклик и стабилността при запис за отделните образци. Определена бе и оптичната им плътност. Установени бяха и оптималните концентрации на наночастиците в различните нанокompозити.

(1) При нанокompозитните слоеве от ПАЗО и биологично активни метални комплекси на 3-амино-5,5'-диметилхидантоина с Ni^{2+} и Cu^{2+} е установено влиянието на металните комплекси върху двулъчепречупването на нанокompозитния слой. Нанокompозитните слоеве са с увеличено двулъчепречупване спрямо чистия полимер. Най-висока стойност е установена при 1wt.% концентрация на металните комплекси.

(2) При нанокompозитните слоеве на ПАЗО с различна концентрация на златни наночастици (Au) с размер 10 nm и 20 nm резултатите показват нарастване на двулъчепречупването и максимални стойности при 1wt.% концентрация на Au НЧ. Установени са по-високи стойности на двулъчепречупването при частиците с по-голям размер – 20 nm.

(3) При нанокompозитните слоеве на ПАЗО с различна концентрация на наночастици от TiO_2 с размер от 21 nm бяха изследвани две серии с различна термична обработка. Едната партида беше подложена на термично третиране за 1 час на 200 градуса. Термично обработените образци като цяло показват по-високи стойности на двулъчепречупването и максималната му стойност се измества от концентрация 1 wt.% на 2 wt.%.

- Синтез на нови багрила

Синтезирани бяха:

(1) Три нови перилени диимидни азо багрила и са направени DFT квантово-химични изчисления за установяване на влиянието на функционалните групи върху фотофизичните им свойства. Отложени са нанокompозитни слоеве чрез вакуумно изпарение на багрилата в полиимидна матрица (host-guest system). Нанокompозитните слоеве се приготвят чрез вакуумно изпарение на полимерна матрица от ODA (4,4'-оксидаанилин) и PMDA (пиромелитичен дианхидрид) и на съответните перлинен бис азо-имидни багрила при две различни концентрации 5% и 10 % w / w. Установено е, че нанокompозитните слоеве са с подобрен фотоотклик в сравнение със слоевете от багрила при дължини на вълната $\lambda = 532$ nm и 442 nm.

(2) Три нови N-фталимид азо-азометинови багрила. Проведени са DFT квантово-химични изчисления за изучаване на връзката структура-свойства. Изследвани са тяхните транс-цис фотофизични свойства и имин-енамин тавтомерни форми. Направени са композитни слоеве от багрилата в матрица от ПММА и е индуцирано двулъчепречупване в тях при дължини на вълната 355 nm и 491 nm. Установена е приложимостта им за обратим поляризационен запис, чрез няколко цикъла на запис, релаксация и изтриване.

- Спектрална зависимост на двулъчепречупването при тънки слоеве от ПАЗО

Изследвана беше спектралната зависимост на двулъчепречупването при тънки слоеве от ПАЗО при пет различни дължини на вълната, а именно 355, 442, 491, 514 и 532 nm. Резултатите показват, че този полимер може да бъде използван в широк спектрален диапазон.

- Оценка на разсейването от наночастици в полимерната матрица

Направена бе оценка на разсейването от използваните наночастици в полимерната матрица чрез теоретично моделиране, както и бяха оценени оптичните константи на полимерния слой и чрез оценка на ъгловата зависимост на всички елементи на матрицата на разсейването, която описва оптичния отклик на композитния слой. Предложен беше теоретичен модел - матрица на Мюлер, която може да се използва за описание на деполяризацияните свойства на биологични тъкани или композитни слоеве. Предлаганата матрица на Мюлер допълнително се разлага на три матрици: на деполяризация, деатенюация и фазово закъснение.

Разпространение на резултатите

Резултатите са представени като 1 поканен доклад и 7 постера на международни конференции в България, Франция и Южна Корея. Представени са 4 доклада на национални докторантски срещи. Резултатите са публикувани в 4 статии с импакт-фактор (категория Q1), 2 статии с импакт-ранг (категория Q3), 4 статии с импакт-ранг без Q категория, 1 статия в международно списание без импакт-фактор и импакт-ранг и 3 статии, публикувани в списание на национално академично издателство.

2.2.2. Холографско визуализиране, формиране на светлинни снопове и спекъл метрология с компютърно генерирани холограми, ръководител проф. дфн Елена Стойкова

Финансиране:

бюджетно;

допълнително:

ФНИ (проекти ДН 08/13, ДН 17/7)

Договор с институт в Южна Корея

Сътрудничество:

ХТМУ

Технически университет – София

Университета на Тампере, Финландия

Институт по електронни технологии на Южна Корея

Изследователски институт по електроника и телекомуникации на Южна Корея

Изследванията в рамките на тази бюджетна задача бяха подкрепени от проектите ДН 08/13 и ДН 17/7 с ФНИ. Част от изследванията са проведени в рамките на международното сътрудничество с групите по цифрова обработка на сигнали в Университета на Тампере, Финландия и по цифрова холография от Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI) в Дежан, Южна Корея. С групата от ETRI бе сключен договор за спонсориране на изследванията в ИОМТ за 2019 г. Получените резултати могат да се обобщят както следва.

- Холографското визуализиране

В областта на холографското визуализиране е направен обзор, в който се обсъждат съществуващите методи за компютърно генериране на холограми за холографско визуализиране. Статията разглежда вълново и лъчево базираните методи за генериране на холограми. Работата е извършена съвместно с Университета на Тампере, Финландия. Подадена е обзорна статия в международното списание ACM computing surveys. В областта на примерното визуализиране е проведено изследване на точността

на извличане на фазата при фазово-отместване и Фурие цифрова холография с помощта на уравнението за пренос на интензитета. Изследван е случаят на извличане на фазата директно от съсно записана цифрова холограма. Използването на уравнението на пренос позволява възстановяването на фазата да се извършва аналитично без прилагане на алгоритъм за разгъване на фазата, която в цифровата холография се определя по модул 2π . Тези изследвания са проведени в рамките на Фулбрайт специализация в Университета на Дейтън, Охайо, САЩ, където е изнесена едночасова лекция, представяща резултатите на ИОМТ в областта на цифровата холография.

- **Формиране на светлинни снопове**

В областта на формиране на светлинни снопове продължи изследването на оптичното поведение на клиновидна интерференчна структура чрез формиране на оптичен елемент от два интерференчни клина на Физо с различни дебелини и ъгли при върха. Комбинацията от тънък клин и дебел клин позволява да се използва големия свободен спектрален диапазон на тънкия клин и високата спектрална разделителна способност на дебелия клин. Теоретичното описание на пропускането на оптичен елемент, изграден от два клина, е направено за Гаусов сноп чрез представянето на комплексната амплитуда на снопа като сума от плоски вълни с различни амплитуди и посоки на разпространение. Този метод е допълнен с разглеждане на случая, при който показателят на пречупване в междината на клина е по-голям от единица. Теоретично и експериментално е анализирана възможността за използването му като светоделител с контролируемо отношение между мощността на преминалия и отразения сноп. Определени са оптималните отражателна способност и дебелина на клина за осигуряване на плавна линейна промяна на това отношение чрез транслиране на клина в равнината на предната му повърхност при запазване на формата на падащия сноп. Показана е възможността оптичният елемент, изграден от два синхронизирани клина, да се използва едновременно като светоделител и елемент за пренастойване на дължината на вълната. Провежданите изследвания са съвместна разработка с Техническият университет – София.

- **Оптична спекъл метрология**

В областта на оптичната спекъл метрология изследванията продължиха в две основни направления: подобряване на качеството на измерването и изследване на нови обекти. Първото направление обхваща изследванията, насочени към намаляване на обема от данни, необходим за построяване на картата на активността при интензитетно-базиран динамичен спекъл анализ на скоростта на протичане на процеси. Намаляването на обема на данните е необходимо за провеждане на продължителни измервания, при които традиционно се записват голям брой спекъл изображения с 256 нива на интензитета. Бе проверена възможността за грубо квантуване, при което броят на нивата намалява от 256 до 2. Грубото квантуване на интензитета се осъществява при регистрирането на изображенията, т.е. не се налага предварителна обработка на изображенията. Проучването на възможността за грубо квантуване повдигна въпроса за влиянието на контраста на спекъла в регистрираните изображения върху изразеността на флукуациите на статистическата оценка, използвана за характеризиране на активността. Контрастът на спекъла зависи от изследваната повърхност и параметрите на оптичния сензор, с който се регистрират изображенията. Този контраст е висок при асиметрично разпределение на интензитета в изображенията и нисък при симетрично разпределение. Посредством моделиране и обработка на експериментални данни е

анализирано качеството на картата на активността при висок и нисък контраст, като във втория случай се получават по-добри резултати. Грубото квантуване дава карта на активността, съпоставима с тази при 256 нива, при брой на нивата по-голям или равен на 32. При нисък контраст на спекъла изображенията могат да се квантуват с 16, 8 или 4 нива без съществено влошаване на точността. При висок контраст следва да се използва неравномерно квантуване чрез логаритмично преобразуване на данните. В този случай резултатите при висок контраст се доближават до тези при нисък контраст. Предложен е едновременен запис на спекъл изображения за един и същ обект с две дължини на вълните.

Второто направление бе посветено на прилагането на динамичната спекъл метрология към специфични обекти като прозрачни полимерни слоеве. Бе проведен мониторинг на процеса на съхнене на капка от разтвор на полимер във вода и етилов спирт. Това изследване на полимерните слоеве бе съчетано с определяне на механичните им свойства с метода на наноиндентацията. Изследвана е топографията на слоевете с атомно-силов микроскоп.

Разпространение на резултатите

Получените резултати са представени като пленарна лекция в Русия, поканена лекция на международен симпозиум в Дубай, О.А.Е., два устни доклада на конференции на SPIE в Чехия и Португалия, 4 постера на три международни конференции на SPIE в Германия, Португалия и Китай и 1 постер на международна конференция в Москва, Русия. Публикувани са 1 статия с импакт-фактор (категория Q2), 10 статии с импакт-ранг и 1 статия без импакт-фактор и импакт-ранг и един доклад в пълен текст. Приета е 1 статия с импакт-фактор (категория Q1) и е подадени 1 статия в списание с импакт-фактор.

2.3. Научно-технически отдел, ръководител проф. д-р Никола Малиновски

2.3.1. Изследване на морфологията, микроструктурата и фазовия състав на наноматериали, тънки слоеве и обемни образци, ръководител доц. д-р Даниела Карашанова

Финансиране:

бюджетно;
допълнително:
ФНИ (проект ДН 17/22)

Сътрудничество:

ХТМУ
Институт по молекулярна биология – БАН
Институт по електроника – БАН
УХТ-Пловдив

През 2019 г. са получени следните резултати

- Синтез на сребърни и златни наночастици с воден екстракт на *Rosa Damascena*, отпадък от етерично-маслената индустрия, реколта 2018 и с водно-етанолни смеси в различни съотношения (70:30 и 30:70).

През отчетния период беше изследвана възможността за синтез на сребърни (Ag)

и златни (Au) наночастици, чрез редукция на съответните прекурсори - AgNO_3 и HAuO_4 , с воден екстракт от отпадъци на *Rosa Damascena*, получен чрез парна дестилация или етанолов (30% и 70%) екстракт от отпадъци на *Rosa Damascena*. Резултатите показваха, че при тези прекурсори, избраните редуктори и приложените експериментални условия успешно се получават сребърни и златни наночастици.

- Електроовлажняване на полистирен, съвместно със синтезираните в т. 1 сребърни наночастици.

Намерен беше метод за получаване на хибриден прекурсор, съдържащ едновременно прекурсора за получаване на влакна от полистирен и добавени в него сребърни наночастици, синтезирани по метода в т.1. Установени бяха експерименталните параметри за електроовлажняване на хибридният прекурсор, което позволи получаване на хибридни влакна от полистирен и Ag наночастици.

- Изследване на морфологията и микроструктурата на сребърните и златни наночастици с ТЕМ. Определяне на фазовия им състав с ТЕМ и рентгенова дифракция.

Изследванията чрез трансмисионна електронна микроскопия (ТЕМ) и електронна дифракция от избрана област на сребърните и златни наночастици потвърдиха успешния им синтез и с двата типа екстракти - воден екстракт на *Rosa Damascena* и водно-етанолна смес в различни съотношения (70:30 и 30:70). Индексирането на електронните дифракции показва формирането на фази на кубичното и хексагонално сребро и на кубично злато (PDF 870720, PDF 870598, PDF 040784, съответно). Този резултат съвпада с получените данни за фазовия състав от прахова рентгенова дифракция.

Сребърните наночастици са с полидисперсно разпределение по размер – от диаметър 3-4 nm до 10-12 nm, а също така се наблюдават и единични случаи на слепени няколко сребърни наночастици в по-големи агрегати. Златните наночастици поначало проявяват тенденция за агрегиране и слепване при синтез по този метод.

- Изследване на морфологията на хибридните влакна PS/AgNPs със СЕМ.

С помощта на сканираща електронна микроскопия са визуализирани получените хибридни влакна и е изследвана морфологията им. Направена е статистическа обработка на резултатите, като са установени разпределението на влакната по размер и средните им диаметри в зависимост от някои експериментални параметри.

- Изследване на антибактериалното действие на хибридните влакна PS/AgNPs.

Тази задача е в процес на изпълнение, очакват се резултати от изследването на антибактериалното и цитотоксично действие на хибридните влакна, което се провежда в ИМБ-БАН.

- Изследване на морфологията и микроструктурата и определяне на фазовия състав с ТЕМ на сребърни наночастици, получени с импулсна лазерна аблация.

Изследвани са сребърни наночастици, получени по метода на импулсна лазерна аблация в течност в ИЕ-БАН. Определена е тяхната морфология, направена е статистическа обработка на резултатите, определени са средните диаметри на частиците и разпределението им по размер, в зависимост от условията на синтез. Определени са фазите – хексагонално и кубично сребро и връзката им с параметрите на лазерното лъчение.

- Изследване на морфологията и микроструктурата и определяне на фазовия състав с ТЕМ на стъкла, обемни и каталитични материали.

(1) Изследвани са многокомпонентни стъкла, в които с лазерно облъчване е направен опит за синтезиране на сребърни и златни наночастици. С ТЕМ е доказано съществуването на такива частици, които са визуализирани и идентифицирани.

(2) Изследвана е морфологията и фазовия състав на каталитични материали от активирани въглени като подложка и метални (Ni-Zn) ферити в различни съотношения на металните фази.

(3) С ТЕМ е изследвано разпределението на златни наночастици в слой от азополимер.

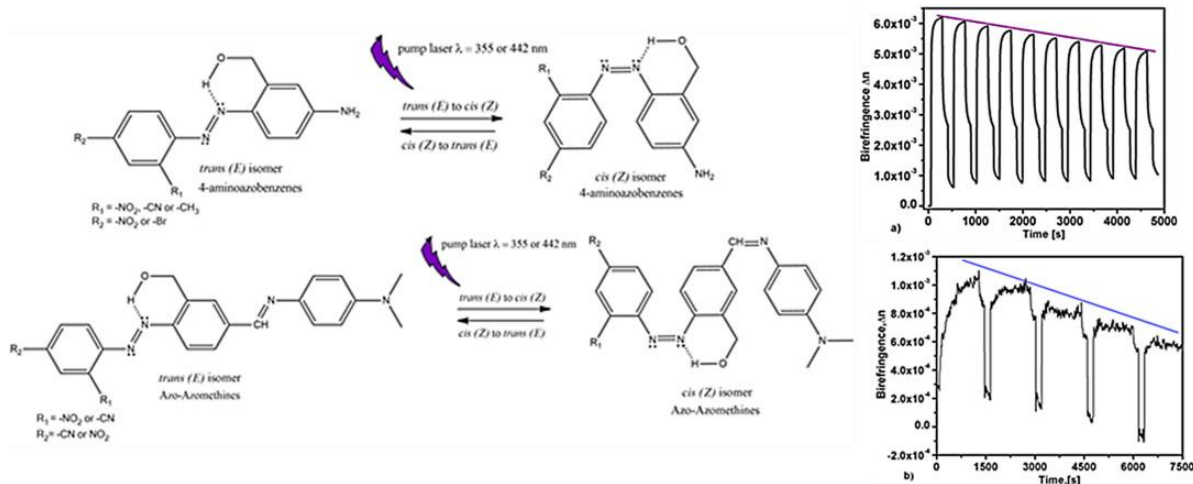
- Изследване на графенови материали

Проследена е морфологията на графенови материали, получени с импулсна лазерна аблация в течност и химично парно отлагане. Намерени са доказателства за наличието на еднослоен и двуслоен.

Разпространение на резултатите

Резултатите са представени като 4 постера на международни конференции, 3 поканени лекции, 3 устни доклада и 1 постер на национални форуми. Резултатите са включени в 4 публикации Q1, оглавяващи ранг-листата, 1 публикация Q1, 4 публикации Q2, 5 публикации с импакт-ранг (категория Q4) и 3 публикации с импакт-ранг без Q категория, 1 публикация в международно академично издателство без импакт-фактор или импакт-ранг.

2.4 Най-значимо научно постижение.



Фиг.6. Схематично представяне на транс (E) → цис (Z) → транс (E) фотоизомеризационен цикъл на азо и азоазометиновите багрила и профили на серия от записване и изтриване с възбуждащ лазер при 442 nm; (a) азо багрило; (б) азоазометиново багрило.

Молекулните превключватели, съдържащи фотоактивните –N=N– (азо) или –CH=N– (азометинова) групи, претърпяват обратима транс (E) ↔ цис (Z) изомеризация. В резултат на тези промени се регистрират различни спектрални и оптични свойства при двата изомера, които намират приложение във фотонните технологии. Изследвана е

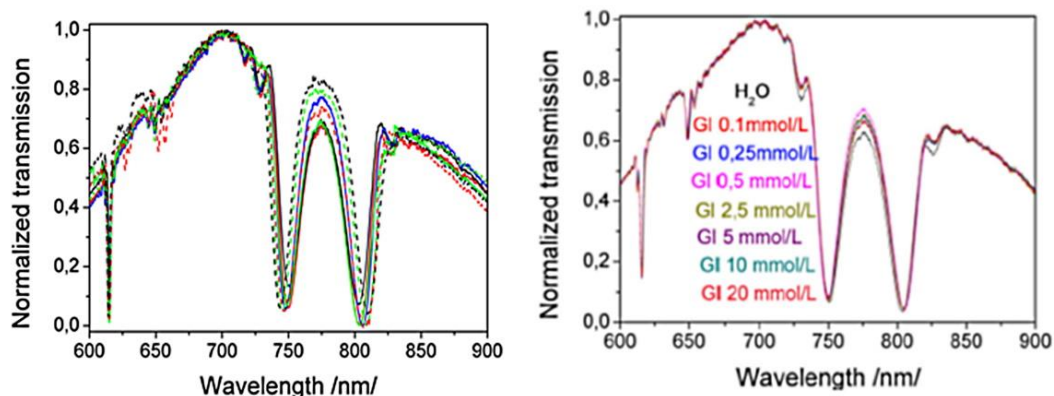
връзката между структура и фотоиндуцирано двулъчепречупване на шест азо и азоазометинови багрила като филми в матрица от полиметилметакрилат. Фотоиндуцираната изомеризация между транс (E) и цис (Z) изомерите и магнитната анизотропия са основните свойства на тези вещества, които определят тяхното практическо приложение, като среди за оптичен запис. Двулъчепречупването (Δn) беше изследвано с лазери с дължина на вълната 355 и 442 nm (E→Z), които осъществяват записа. Направени са серия от записи на записване и изтриване, както е показано на фиг. 6.

Получените резултати показаха, че багрилата могат да бъдат използвани като среди за обратим оптичен запис. Бяха измерени максимални стойности на Δn за азо багрилата в рамките на $4\div 5 \times 10^{-3}$, докато за азоазометиновите багрила са $2\div 6 \times 10^{-3}$. Резултатите са публикувани в Optical Materials (Q1):

A. Stoilova, A. Georgiev, L. Nedelchev, D. Nazarova, D. Dimov, Structure-property relationship and photoinduced birefringence of the azo and azo-azomethine dyes thin films in PMMA matrix. Optical Materials, 87, Elsevier, 2019, DOI:10.1016/j.optmat.2018.07.010, 16-23. JCR-IF (Web of Science):2.687 ; Q1 (Scopus)

2.5. Най-значимо научно-приложно постижение.

Създаден е нов тип биосензор, способен да детектира рекордно ниски концентрации на глюкоза. Това ще позволи неинвазивно определяне на концентрацията на кръвна захар чрез анализ на слюнка. Реализиран е синергичен ефект от: 1) създаване на наноструктуриран филм от хемоглобин (Hb) чрез модифициран метод на лазерно отлагане, при което се запазва биологичната активност на Hb молекулите; 2) *in vitro* реализирано взаимодействие глюкоза-Hb, използвано за пръв път за детекция на концентрация на глюкоза; 3) използване на високо-ефективен оптически трансдюсер, какъвто е дифракционна решетка, изработена в оптично влакно. Дифракционната решетка се изработва така, че спектърът на преминалата през нея светлина има два резонансни минимума – Фиг. 7 (ляво). Върху дифракционната решетка се нанася наноструктурираният Hb разпознаващ слой. Когато Hb молекулите от слоя взаимодействат с глюкозата, резонансните минимума се отместват, както е показано на Фиг.7.



Фиг.7. Отляво: спектрално отместване на резонансите на решетка, покрита със 120 нанометра слой хемоглобин вследствие на взаимодействието му с разтвори с различна концентрация на глюкоза; минимална детектируема концентрация 0.2 mmol/L; отдясно: Спектрално отместване на резонансите на решетка, която не е покрита с хемоглобин при същото въздействие.

Резултатите са публикувани в *Optics and Laser Technology* (Q1).

G.Dyankov, T.Eftimov, N.Malinovski, E.Belina, H.Kisov, P.Mikulic, W.Bock, Highly Efficient Biosensor based on MAPLE Deposited Hemoglobin on LPGs Around Phase Matching Turning Point. *Optics and Laser Technology*, Elsevier, 2019, SJR (Scopus):0.775, JCR-IF (Web of Science):3.41; Q1 (Web of Science)

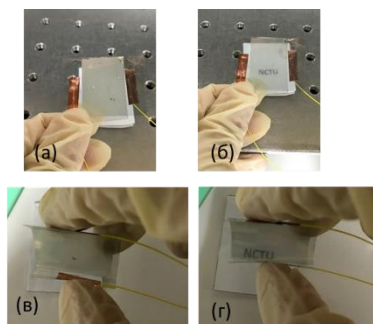
3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИОМТ.

През 2019 г. ефективно бе използван предвиденият в научните проекти механизъм за краткосрочна мобилност на учените, който позволи подпомагане на участието на специалисти от ИОМТ в международни и национални научни форуми. През 2019 г. специалисти от ИОМТ са участвали в 43 престижни международни (OSA, SPIE, конференции с публикуване в IOP и AIP) и национални конференции, на които са изнесли 104 доклада. На международните конференции са изнесени 1 пленарен доклад, 11 поканени лекции и 20 устни доклада и са представени 50 постера. Международните конференции са проведени в България (7 поканени и 7 устни доклада, 19 постера), Германия (1 устен доклад, 2 постера), Дания (3 постера), Испания (1 поканен доклад, 2 постера), Китай (2 постера), Латвия (1 доклад), Обединените Арабски Емирства (1 поканен доклад), Португалия (2 доклада и 2 постера), Русия (1 пленарен доклад и 2 постера), Сърбия (4 доклада), Тайван (1 поканен и 3 устни доклада и 2 постера), Франция (4 постера), Холандия (1 поканен доклад), Чехия (1 доклад), Южна Корея (1 постер) и Япония (1 доклад). Специалисти от ИОМТ са изнесли две лекции във Факултета по обща и неорганична химия в Университета в Пардубице, Чехия и Факултета по електрооптика и фотоника в Университета на Дейтън, Охайо, САЩ. Специалист от ИОМТ е бил член на програмни комитети на две конференции на OSA в САЩ.

Несъмнен принос в утвърждаването на международния авторитет на ИОМТ има организираната в България през юли 2019 конференция с международно участие „International Conference on Multifunctional Materials and Devices for Photonics and Optoelectronics“. Конференцията предостави платформа на изследователи от различни области, които се занимават с изследване на оптични материали, включително многофункционални материали, разработване на оптични, енергоспестяващи и нанотехнологии, за да намерят бъдещи партньори за сътрудничество.

ИОМТ активно използва възможностите на програмата COST за осъществяване на международно сътрудничество, като участва в 3 акции. Очаква се стартираният европейски проект „Dissipationless topological channels for information transfer and quantum metrology“ по Хоризонт 2020 да разшири международните контакти на ИОМТ. В края на годината стартира проект по програмата M-ERA.NET ”Функционални 2D материали и хетероструктури за хибридни спинтронно-мемристивни устройства” с партньори от ИФТТ-БАН, Каталонски Институт по Нанонаука и Нанотехнологии, ICN2, Испания и Националния институт по физика на материята, Румъния. Този проект предлага да се изследват хибридни спинтронно-мемристорни устройства в хетероструктури на основата на графен с дихалкогениди на преходни метали (TMD) и монохалкогениди от IV група. Целта е да се предложи ефикасно решение за внедряването на тези хибридни структури в масивни и високоефективни невроморфни изчислителни системи, които биха могли да имитират поведението на синапсите и невроните в мозъчно-подобните невронни мрежи.

ИОМТ осъществява активно сътрудничество с Националния Чиао Тунг Университет в Тайван по линията на ЕБР, като в рамките на този проект за 2019 г. са излезли от печат 7 статии в списания с импакт-фактор, като Applied Surface Science, Optics Express, Thin Solid Films и др, 7 публикации от конференции, отпечатани в пълен текст и са направени 15 презентации на международни конференции и симпозиуми. На фиг.8 е показано действието на гъвкав светлинен клапан, използващ PDLC и $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ електроди (10 сек време на отлагане на Ag слой). Организирана е 1 работна среща. Тайванските колеги участваха в организираната от ИОМТ международна конференция в Банско, 23-26 юли 2019г.



Фиг.8. Гъвкав светлинен клапан, използващ PDLC и $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ електроди (10 сек време на отлагане на Ag слой): (а) „изключено“ и (б) „включено“ състояние, (в и г) тест за способност при огъване в „on“ и „off“ състояния

През 2019 г. бе сключено споразумение за съвместни изследвания в областта на цифровата холорафия и оптичната метрология с Изследователския институт по електроника и телекомуникации на Южна Корея. В рамките на споразумението бе изпълнен 9-месечен проект, финансиран по договор No.2019-0-00001 „Development of Holo-TV Core Technologies for Hologram Media Services“ на Министерството на науката и информационните технологии на Южна Корея. Получените резултати в областта на компресиране на данните в динамичната спекъл метрология и в областта на поляризационната холорафия са представени на международни конференции на SPIE и OSA и са публикувани в една статия с импакт-фактор (Q1) и две статии с импакт-ранг. Една статия в списание с импакт-фактор е в процес на рецензиране.

Продължава съвместната работа на специалисти от ИОМТ с научни групи от LCS-Саен, Франция, Университета на Тампере, Финландия, Технологичен Университет - Дъблин, Ирландия, Корейския институт по електронни технологии в Сеул, Южна Корея, Лабораторията по твърдотелна химия към Университета в град Пардубице, Чехия. По време на Фулбрайт специализация са установени контакти с Department of Electrooptics and Photonics, University of Dayton, Ohio, USA. Проведена е едномесечна специализация в Universidad de Alcalá на Мадрид, Испания, както и 6-месечна специализация по прорамата Еразъм+ в Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2), Universitat de Autònoma (UAB), група по нанобиоелектроника и биосензори, Барселона, Испания. Спечелена е стипендия за научен обмен от Световната федерация на учените и от Националната програма за специализации на Словашката република. От ФНИ е спечелена финансова подкрепа за участие на млад учени в международната конференция VEIT2019. През 2019 г. в ИОМТ са гостували 12 чуждестранни учени от Гърция, Кипър, Италия, Тайван и Франция.

4 УЧАСТИЕ НА ИОМТ В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

И тази година ИОМТ организира традиционния (дванадесети по ред) Пролетен семинар „Интердисциплинарна химия“ на докторантите и младите учени от институтите на БАН. Семинарът се проведе от 19 до 21 април в творчески дом на БАН “Витоша”. В него участваха с доклади 23 докторанти, млади учени и постдокторанти от осем института на БАН. Докладите на участниците обхващаха актуални области на науката и предизвикаха оживени дискусии. Традиционно в програмата бяха включени научно-образователни лекции от областта на химията, физиката и материалознанието, представени от лектори от институтите на БАН като ИП, ИОНХ, ИФТТ и ИОМТ, Физически факултет на СУ, ХТМУ. Бе изнесена лекция, посветена на 150 години БАН с лектор от Института за исторически изследвания за развитието на Българската академия на науките от създаването на Българското книжовно дружество до днес. С втора лекция беше отбелязана и друга важна годишнина – 150 години от създаването на Периодичната таблица на химичните елементи от Дмитрий Менделеев. В пролетните семинари от първото му издание до момента са взели участие 253 млади учени, докторанти, студенти и постдокторанти и повече от 55 изявени български учени, работещи в актуални области на съвременната наука.

В периода от 24 до 26 юни 2019 в залата на ИОМТ - БАН беше проведена школа по електронна микроскопия, организирана от ИОМТ със съдействието на Българското кристалографско дружество, ИФК, ИМК и Института по микробиология на БАН. В тридневната програма бяха включени 10 лекции от 7 лектора, посещение на 3 лаборатории, свързани с основните принципи и приложения на метода (фиг.9). Участие взеха 28 участника - докторанти, студенти, млади учени, представители на различни институти на БАН, университети в България и Република Северна Македония.



Фиг.9. Отляво: групов снимка от Пролетния семинар „Интердисциплинарна химия“; отясно: по време на лекция по електронна микроскопия в залата на ИОМТ.

В демонстрациите по време на Школата беше използвана Лабораторията по трансмисионна електронна микроскопия на ИОМТ – част от разпределената изследователска инфраструктура ИНФРАМАТ (част от Националната пътна карта за изследователска инфраструктура), подкрепена с договор D01-155/28.08.2018 на МОН.

Специалисти от ИОМТ са провеждали лекционно обучение по бакалавърски програми в следните висши училища в страната и чужбина:

- Югозападен Университет "Неофит Рилски", инженерна физика I част (30 часа), инженерна физика II част (30 часа), електротехнически материали (30 часа) и биофизика (15 часа), пречистване на флуиди (30 часа);
- Химикотехнологичен и металургичен университет – София, органична химия I и II част (60 часа лекции и 300 часа упражнения); въведение в инженерната химия (30 часа), въвеждащ курс по физика (15 часа);
- Висше училище по телекомуникации и пощи, висша математика (45 часа), основи на електрониката (30 часа), електроника (30 часа).

Проведено е лекционно и семинарно обучение по магистърски програми в страната и в чужбина:

- Югозападен Университет "Неофит Рилски", теория на инженерния експеримент (30 часа);
- Университет на Дейтън, Охайо, САЩ, цифрова холография на английски език (24 часа); курсът е проведен в рамките на специализация по програмата Фулбрайт.

ИОМТ участва в обучение на докторанти по програми, утвърдени от Центъра за обучение към БАН:

- Специализиран курс „Светочувствителни материали за оптичен запис: обратими, необратими и от нов тип органично-неорганични композити ” (60 часа);
- Специализиран курс „Електронната микроскопия и електронната дифракция в структурния и фазов анализ на материалите” (45 часа);
- Специализиран курс „Оптични свойства на органични / неорганични хибридни материали и структури” (5 часа).

Изнесени са лекции по химия в Учебен център "Елина" (120 часа). Изнесена е лекция на семинара "Кръстанов", Физически факултет, СУ "Св. Климент Охридски".

Продължават да се изпълнява договора за партньорство за провеждане на практическо обучение на студенти между ИОМТ-БАН и Техническият Университет – София и между ИОМТ-БАН и Химикотехнологичния и Металургичен университет.

През 2019 в ИОМТ се обучаваха трима редовни и двама задочни докторанти по докторска програма 4.1. Физически науки (Електрични, оптични и магнитни свойства на кондензираната материя) и един задочен докторант по 4.2 Химически науки (Физикохимия). В края на 2019 бяха успешно издържани изпитите за две редовни докторантури по докторска програма „Електрични, оптични и магнитни свойства на кондензираната материя“. Изготвени са доклади-самооценка със съпътстващ доказателствен материал за предстояща акредитация на ИОМТ през 2020 по две докторски програми по направление 4.1 и една докторска програма по направление 4.2. Специалист от ИОМТ е ръководител на докторант в Националния Чиао Тунг университет, Тайван.

Специалисти от ИОМТ са осъществили ръководство на 7 дипломанти:

- 3 дипломанти магистри от Националния Чиао Тунг Университет в Тайван и 1 дипломант магистър от ПУ „Паисий Хилендарски“;
- 1 дипломант бакалавър от СУ „Кл. Охридски“ и 2 дипломанти бакалаври от Югозападния университет „Неофит Рилски“.

По случай 150 години БАН са получени две награди на БАН за най-добре изпълнен проект на млади учени и докторанти и една награда на БАН за най-добра публикация.

Специалисти от ИОМТ участваха в изпитни комисии в Националния Чиао Тунг университет в Тайван (2), ИОМТ (3), Институт по електроника (3), Пловдивски университет (2), Аграрен Университет - Пловдив (2), Институт по електрохимия и енергийни системи (2), Институт по механика (2), Институт по физикохимия (1), Софийски университет (2).

5. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ИОМТ И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

5.1. Осъществяване на съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори

Производството на растерни решетки, нониуси и мири на базата на разработена в ИОМТ неорганична фоторезистна система е основа за ефективно сътрудничество с Оптима-Електроник ЕООД в гр. Пловдив.

5.2. Извършен трансфер на технологии.

През годината е подадена една заявка за изобретение с участието на специалист от ИОМТ и заявител ИЕ – БАН и една заявка за полезен модел със заявител ИОМТ.

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ИОМТ

6.1. Осъществяване на дейност с партньорски организации, която не представлява пряка научна дейност за звеното, но в същността си е резултат от натрупани знания, опит и умения

През 2019 г. от такава дейност са постъпили общо **10 136 лв.**

6.2. Отдаване под наем

През 2019 г. като получен наем за предоставеното на ИОМТ за стопанисване недвижимо имущество са отчетени **8 240 лв.** Съгласно нормативните изисквания, половината от тази сума е издължена на БАН – Администрация по Партида „Развитие“.

6.3. Сведения за друга дейност.

През изтеклата година от дължимите сервизни такси на наемателите /СКА ООД, АРВИ ПРИНТ ЕООД и АБОГАДОС ЕООД/ са получени **3600 лв.**

От такси за участие в традиционния пролетен семинар по Интердисциплинарна химия, организиран от ИОМТ, са постъпили **240 лв.**

Платена е една такса от редовен докторант в размер на **460 лв.**

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИОМТ ЗА 2019 г.

Бюджетната субсидия на ИОМТ за 2019 г. е в размер на 1 356 392 лв., а получената в отчетната година – 1 348 061 лв., като оставащите 8 331 лв. се очаква да бъдат получени след гласуване на втора корекция за 2019 г. от ОС на БАН. Основните пера, по които е разходвана субсидията, са:

- 1 035 977 лв. за плащания към персонала, нает по трудови правоотношения;
- 4 966 лв. за възнаграждения по болнични листове съгласно КСО;
- 2 882 лв. изплатени обезщетения по чл.224, ал. 1 от КТ за неизползван отпуск;
- 9 751 лв. изплатени обезщетения по чл.222, ал. 3 от КТ при пенсиониране;
- 35 874 лв. за изплащане на стипендии на редовните докторанти;
- 3 878 лв. за възнаграждения по проведени защиты за научно израстване на персонала;
- върху всички изброени по-горе плащания изцяло са поети законово дължимите осигурителни вноски за сметка на работодателя;
- закупени са ДМА – 2 081 лв.;
- от субсидията са платени данък сгради и такса битови отпадъци на стопанисваните от ИОМТ недвижими имоти – 4 434 лв.;
- с остатъка от субсидията е покрита регламентираната част от издръжката на звеното.

ИОМТ участва в два от класираните през 2018 г. договори във ФНИ МОН като партньорска организация – Н29/7 и Н29/10 (ръководител за ИОМТ доц. Р. Томова) и през януари са получени 6 300 лв., а през юни – 5 700 лв.

През февруари 2019 г. за изпълнение на втория етап на два транша е получено финансиране в размер на 20 000 лв. по договор ДН 08/9, в който ИОМТ е партньорска организация (ръководител за ИОМТ проф. В. Маринова).

Във връзка със сътрудничеството между БАН и Националния съвет за научни изследвания на Италия (CNR) през април бе направен трансфер на 3 911.66 лв. (2000 EUR) към ИОМТ за командировки през 2019 г. на българските участници в одобрен проект на Института по механика в Италия с ръководител от българска страна проф. В. Маринова.

През май бяха получени останалите 30% от финансирането за 1-ви етап по договор Н 28/8 от 2018 г. с ръководител проф. В. Маринова. След преводите, направени към партньорските организации, на разположение останаха 36 000 лв.

За провеждането на международен форум в гр. Банско са получени от МОН 9 000 лв. през юли 2019 г. Проектът е отчетен през август 2019 г., негов организатор бе проф. В. Маринова.

На 30.08.2019 г. е получено финансиране в размер на 8 400 лв. по проект ДСД 15 с ръководител гл. ас. Н. Берберова - Бухова.

На 18.01.2019 г. е получен трансфер по международната програма „Хоризонт 2020” /ТОСНА/ в размер на 287 019 лв. Водещи учени: проф. В. Маринова и доц. Д. Димитров.

На два транша през март и юли на 2019 г. бяха получени 51 155 лв (30 000 USD) по съвместен проект с Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), Южна Корея, с ръководител проф. Е. Стойкова. Договорът бе отчетен пред партньорите от корейска страна в края на ноември 2019 г.

На 28.10.2019 г. за изпълнение на 1-ви етап в размер на 24 447,87 лв., получи финансиране договор по Програма М-ЕРА с ръководител проф. В. Маринова.

През 2019 г. паралелно с изброените по-горе, продължи работата по вторите етапи на договорите, стартирали в края на 2016 г., за които ИОМТ е базова организация (ДН 08/10 – доц. Д. Назърова, ДН 08/13- проф. Е. Стойкова и ДН 08/15 – проф. Ц. Бабева) и по първите етапи на тези от 2017 г., в които Института е партньорска организация (ДН 17/7- проф. Е. Стойкова, ДН 18/5 – доц. Д. Назърова, ДН 17/22 – доц. Д. Карашанова, заместена в края на етапа от гл. ас. Б. Георгиева и ДН 17/18 – проф. Ц. Бабева). Последните бяха приключени и отчетени във ФНИ през м. юни 2019 г., в началото на 2020 г. се очакват средствата за вторите етапи.

През юни 2019 г. бе отчетен и първи етап на договор ДН 18/8 от 2017 г. с ръководител доц. Г. Дянков (ИОМТ е базова организация). Финансирането за втори етап постъпи през декември 2019 г.

В края на 2019 г. приключи и работата по проект ДМ 18/7 на гл. ас. Х. Кисов, предстои отчитане и предаване в МОН до 20.01.2020 г.

Активен през отчетната година бе и договор КП-06 COST на проф. В. Маринова, както и договор ИНФРАМАТ с координатор от страна на ИОМТ гл. ас. К. Лазарова, етапът на който бе отчетен в началото на септември.

В самия край на 2019 г. се получи финансиране от МОН по четири нови договора – КП-06-М38/2 с ръководител гл. ас. Н. Берберова – Бухова в размер на 30 000 лв., КП-06-Н38/7 с ръководител доц. К. Ловчинов в размер на 60 000 лв., КП-06-Н38/8 с ръководител доц. Р. Тодоров в размер на 60 000 лв. и КП-06-Н35/15 с ръководител доц. Л. Неделчев в размер на 60 000 лв., като 12 000 лв. са преведени на партньорите.

В изпълнение на условията, залегнали в упоменатите договори с външно финансиране значима част от закупените дълготрайни активи, почти всички командировки в страната и чужбина, по-голямата част от материалите и външните услуги и основната част от възнагражденията по извънтрудови правоотношения са за сметка на средствата, получени по тези договори:

- изплатени извънтрудови възнаграждения в размер на 73 456 лв. Основен дял в тези плащания имат възнагражденията, получени от участниците в научните колективи. Върху тези възнаграждения също са поети всички нормативно дължими осигурителни вноски за сметка на работодателя, като
- са придобити дълготрайни материални и нематериални активи (компютри, апаратура и оборудване) на стойност 40 722 лв.;
- за материали с общо и специализирано предназначение, компютърни компоненти, принадлежности и тонер са изразходвани 48 765 лв.;
- за външни услуги, от които значителна част са таксите правоучастие – 24 687 лв.;
- за участие в различни научни прояви са осъществени командировки в страната за 9 956 лв. и в чужбина за 35 340 лв.

През 2019 г. ИОМТ продължи да води последователна финансова политика, съобразена с икономическата обстановка в страната и с бюджетните ограничения, ноложени на БАН през последните години. Оптимизъм внася нарастналият брой проекти, получили финансиране през последните четири години, което създава предпоставка за нормалното развитие и изпълнение на научно-изследователската дейност на Института.

8.ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ НА ИОМТ

Информацията за издателската и информационна дейност на ИОМТ през 2019 г. е въведена в системата SONIX на БАН. Списък на излезлите от печат публикации през 2019 г. и списъкът на цитиранията през 2019 г. са приложени към настоящия отчет във вида им, генериран от системата SONIX.

Общият брой публикации за 2019 г. е 74, като 73 са излезли от печат и 1 публикация е приета за печат. Разпределението на публикуваните и приетите за печат трудове по приетите от Общото събрание на БАН категории е дадено по-долу.

Публикувани трудове за 2019	73	
Публикации в WoS и Scopus	63	
Q1 (оглавява ранглиста)	5	
Q1	13	11
Q2	7	6
Q3	9	
Q4	6	
SJR	23	
Публикации в WoS и Scopus без IF и SJR	0	
Реферирани научни публикации в издания, неиндексирани в WoS, Scopus	10	
Приети за публикувани трудове за 2019	1	
Публикации в WoS и Scopus	1	
Публикации с импакт-фактор (IF)	1	
Q1	1	

За 2018 г. са забелязани 510 цитата, които са разпределени както следва:

В WoS и Scopus	419
В други международни издания и патенти	80
В национални издания	1
В дисертации в чужбина	9
В материали от депозитни бази	1

Информационната дейност на ИОМТ включва и поддържането на уебсайта на института <http://www.iomt.bas.bg>. Уебсайтът предоставя актуална информация относно научната дейност, текущите събития, обявените процедури и конкурси, промените в личния състав, изпълняваните от ИОМТ проекти и обществени поръчки. Информацията се обновява своевременно. С цел по-добро функциониране и подобряване на естетическото възприятие започна постепенно въвеждане на модерната

VUE технология. Разработен е уебсайт за планираната през 2020 г. международна конференция Materials, Imaging Methods and Applications – MIMA 2020.

Учени от ИОМТ са изготвили 158 анонимни рецензии на статии в реномирани списания и поредици в световните бази данни Web of Science и Scopus като Applied Optics, JOSA A, JOSA B, Journal of Applied Physics, Optik, Optics Communications, Optical Engineering, Optics Letters, Optics and Laser Engineering, OSA Technical Digest, Sensors, Polymers, Thin Solid Films, Journal of Molecular Structure и други.

По случай 150 години БАН са излъчени два репортажа в „По света и у нас” (канал 1) за научните изследвания в ИОМТ. Специалисти и докторанти участваха в предаването „Младите новатори” на БТВ.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ИОМТ

1. Проф. дхн Никола Малиновски (ИОМТ)
2. Проф. д-р Цветанка Бабева (ИОМТ)
3. Проф. дфн Елена Стойкова (ИОМТ)
4. Проф. дфн Вера Маринова (ИОМТ)
5. Доц. д-р Даниела Карашанова (ИОМТ) - Председател
6. Доц. д-р Рени Томова (ИОМТ) - Зам. председател
7. Доц. д-р Димана Назърова (ИОМТ)
8. Доц. д-р Юлита Дикова (ИОМТ)
9. Доц. д-р Силвия Ангелова (ИОМТ)
10. Доц. д-р Виолета Маджарова (ИОМТ)
11. Доц. д-р Георги Дянков (ИОМТ)
12. Доц. д-р Константин Ловчинов (ИОМТ)
13. Доц. д-р Росен Тодоров (ИОМТ)
14. Доц. д-р Деян Димов (ИОМТ)
15. Проф. дфн Диана Нешева (ИФТТ)
16. Проф. дхн Евелина Славчева (ИЕЕС)
17. Проф. д-р Радостина Стоянова (ИОНХ)
18. Проф. д-р Васко Идакиев (ИК)

Научният съвет е избран на 15.01.2019 г. от ОСУ на ИОМТ (протокол No 28/15.01.2019). На 24.01.2020 г. за член на Научния съвет на ИОМТ бе избрана от ОСУ на ИОМТ доц.д-р Силвия Ангелова на мястото на доц. д-р Ивайло Живков, отстранен по чл.41 от Устава на БАН (протокол № 31/24.01.2020).

10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ИОМТ

През 2019 не са правени промени в Правилника за работа на ИОМТ. Правилникът се намира на уебсайта на ИОМТ (<http://www.iomt.bas.bg/структура/>).

11. СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ В ОТЧЕТА И ПРИЛОЖЕНИЯТА КЪМ НЕГО СЪКРАЩЕНИЯ

БАН – Българска Академия на Науките
ЕБР – двустранно споразумение в БАН
ЕС – Европейски съюз
ИЕЕС – Институт по електрохимия и енергийни системи
ИОМТ – Институт по оптически материали и технологии
ИОНХ – Институт по обща и неорганична химия
ИП – Институт по полимери
ИК – Институт по катализ
ИФТТ – Институт по физика на твърдото тяло
ИЧ – инфрачермен
КТ – Кодекс на труда
МОН – Министерство на образованието и науката
OLED – органични светоизлъчващи диоди
ОСУ – Общо събрание на учените
СУ – Софийски университет
ФНИ – Фонд за научни изследвания
ХТМУ – Химикотехнологичен и металургичен университет
AIP – American Institute of Physics
COST – European Cooperation in Science and Technology
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
IF – импакт-фактор
IOP – Institute of Physics
OSA – Optical Society of America
SJR – импакт-ранг
SPIE – The international society for optics and photonics